

**EVALUACIÓN SANITARIA EN LA COMERCIALIZACIÓN DE PESCADO
EN EL MERCADO PÚBLICO DE VILLA CIELO
(MONTERÍA, CÓRDOBA)**

**ALEXANDER SANCHEZ MIRANDA
ANDRES FELIPE RAMOS ROMERO**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
2020**

**EVALUACIÓN SANITARIA EN LA COMERCIALIZACIÓN DE PESCADO
EN EL MERCADO PÚBLICO DE VILLA CIELO
(MONTERÍA, CÓRDOBA)**

**ALEXANDER SANCHEZ MIRANDA
ANDRES FELIPE RAMOS ROMERO**

**Trabajo de grado como requisito
parcial para optar al título de
Ingeniero de Alimentos**

**ROBINSON ROSADO CARCAMO
Director**

**ADRIANA VALLEJO ISAZA
Directora**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
2020**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Jurado

Jurado

Montería Noviembre de 2020

DEDICATORIA

A Dios por ayudarme en este camino de muchas dificultades y por darme la sabiduría y ganas de salir adelante.

A mis padres Roberto y Erlys por brindarme su apoyo incondicional y siempre confiar en que cumpliría mi sueño de ser profesional.

A mi hermana Alejandra por darme ese amor tan maravilloso.

A mis abuelos Pedro, Dionisio, Miladis, y Bertha por ese amor tan incondicional.

A toda mi familia por apoyarme en momentos difíciles.

A todos aquellos compañeros maravillosos que se encuentran en este camino y que nos ayudan a crecer como persona.

Alexander

DEDICATORIA

Primordialmente a Dios, por ser mi guía espiritual y mostrarme el camino y brindarme sabiduría y fuerzas para seguir adelante.

En especial a mi familia, mi madre mi padre y mi hermana por todo su esfuerzo y apoyo incondicional que fueron los pilares para edificar este sueño de ser profesional, a mis demás familiares por sus sabios concejos y acompañarme con buena vibra en este camino.

A mis compañeros y amigos y personas que hacen parte de mi vida, por todos los buenos momentos que me hicieron crecer como persona y sus buenos deseos de corazón que me motivaron a perseguir con firmeza mis metas y sueños

Andrés

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este proyecto. Expresan sus agradecimientos a: Dios primero que todo por darnos la sabiduría y enseñarnos el camino para alcanzar nuestra meta.

Al Ingeniero pesquero Robinson Rodrigo Rosado Cárcamo, especialista en Acuicultura, especialista en ciencia y tecnología de alimentos. Director de la investigación. Por apoyarnos y dedicarnos su valioso tiempo y orientación en esta investigación.

A la profesora Adriana Vallejo Isaza. Directora del Laboratorio de Sanidad Acuícola y Calidad de Agua del Programa de Acuicultura y como directora de este proyecto por brindarnos todo su apoyo y conocimientos.

A los profesores del Programa de Ingeniería de Alimentos. Por aportar su valioso conocimiento en nuestra formación.

A las auxiliares del laboratorio Xiomara Cogollo e Isaura García. Por ayudarnos a hacer las cosas de la mejor manera en el laboratorio.

A los comerciantes del mercado. Por estar prestos a aportarnos sus valiosos conocimientos e información para realizar este proyecto.

A todas aquellas personas que de una u otra manera nos ayudaron a cumplir este sueño.

A la universidad de Córdoba por abrir sus puertas e instalaciones para esta formación profesional.

CONTENIDO

RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos	4
3 REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3.1 Aspectos biológicos del pez.....	5
3.2 Importancia del consumo de pescado	7
3.3 Calidad del pescado	8
3.4 Normatividad	16
4 METODOLOGIA	17
4.1 Localización.....	17
4.2 Tipo de estudio	17
4.3 Tipo de muestreo y tamaño de muestra	17
4.4 Trabajo de campo y de laboratorio	17
4.4.1 <i>Descripción de la estructura organizacional del comercio de pescado en el mercado de Montería, Colombia.....</i>	<i>17</i>
4.4.2 <i>Determinación de la calidad sanitaria de los puntos de venta de pescado en el mercado de Montería.....</i>	<i>18</i>
4.4.3 <i>Determinación de contaminación en manipuladores durante el proceso de venta de pescado en el mercado de Montería</i>	<i>20</i>
4.4.4 <i>Determinación de la calidad sanitaria del pescado en el mercado de Montería.....</i>	<i>22</i>
4.5 Análisis de la información	25
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5.1 Descripción de la estructura organizacional del comercio de pescado en el mercado de Montería, Colombia	26
5.2 Encuesta a manipuladores.....	28
5.3 Análisis microbiológico.....	35
5.3.1 <i>Determinación de la calidad sanitaria de los puntos de venta de pescado en el mercado de Montería.....</i>	<i>35</i>
5.3.2 <i>Microorganismos en el ambiente</i>	<i>36</i>
5.3.3 <i>Determinación de contaminación en manipuladores durante el proceso de venta de pescado en el mercado de Montería</i>	<i>39</i>
5.4 Determinación de la calidad sanitaria de pescado de pescado en montería.....	42
5.4.1 <i>Coliformes totales:</i>	<i>42</i>
5.5 S. aureus:.....	43
6 CONCLUSIONES.....	47
7 RECOMENDACIONES.....	49
8 BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXOS.....	57

LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA 1. Pruebas bioquímicas de <i>Salmonella</i>	41
TABLA 2. Resultados de evaluación de coliformes totales.	42
TABLA 3. Número de UFC de <i>Staphylococcus</i> spp. en la carne de pescado.	43
TABLA 4. Pruebas bioquímicas para la identificación de <i>Vibrio cholerae</i> en la carne de pescado.	44
TABLA 5. Resumen de pruebas microbiológicas.	45

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Toneladas de pescado comercializadas diariamente, por zona.	27
Figura 2. Número de trabajadores por zona.	28
Figura 3. Iluminación de los locales entrevistados.	28
Figura 4. Manejo de la cadena de frío. a) Cómo debe producirse el hielo. b) Qué hacer con el pescado descongelado. c) A qué temperatura debe producirse el hielo. d) En qué momento debe mantenerse la cadena de frío.	29
Figura 5. Prácticas de higiene. a) En qué momento se lava usted las manos. b) Qué hace usted cuando se siente enfermo en el trabajo. c) Qué no debe hacer en el trabajo.	32
Figura 6. Temas de interés sobre el manejo del pescado y otros en capacitaciones.	33
Figura 7. Limpieza y control de plagas. a) En qué momento considera utilizar productos contra las plagas. b) Qué tipo de productos utiliza para el control de plagas. c) Con qué frecuencia higieniza los lugares en contacto con los alimentos. d) Con qué frecuencia vacían los depósitos del lugar.	34
Figura 8. Contaminación fungica.	39
Figura 9. Contaminación bacteriana.	39

ANEXOS

	Página
ANEXO 1. Encuesta para manipuladores de pescados	57
ANEXO 2. Encuesta para comerciantes de pescado.	61

RESUMEN

El mercado público de Villa Cielo es uno de los lugares más concurridos para la compra de pescado fresco en la ciudad de Montería Colombia. Sin embargo, son apreciables las condiciones de baja salubridad en la que se manejan los alimentos en ese lugar. Para determinar la organización de los comerciantes y la calidad microbiológica de los alimentos ofrecidos, se realizaron encuestas a comerciantes y manipuladores de pescado del mercado; se tomaron muestras en manos, superficies y en el pescado buscando la presencia de coliformes fecales, por la técnica Técnica de recuento de Coliformes totales y fecales por el método de tubos de fermentación múltiple y Número Más Probable en 100 mL (NMP/100mL), presencia de *Staphylococcus aureus*, con prueba confirmativa para *S.aureus* coagulasa positiva, *Salmonella* spp. Y *Vibrio cholerae*. Estas muestras se aislaron en medios de cultivos microbiológicos y fueron analizados mediante enzimología o pruebas bioquímicas. Se encontró falta de conocimiento sobre las técnicas para el manejo de alimentos, el mantenimiento de las condiciones de higiene y de la cadena de frío, así mismo como falta de organización en los comerciantes que realizan actividades en la plaza de mercado, los resultados mostraron que el 50% de los encuestados desconocen los momentos de la cadena de frío, la cual es parte importante para mantener la frescura, seguridad y salubridad de los alimentos, y el 86 % de las personas encuestadas, aseguran utilizar sustancias para llevar a cabo el control de plagas o animales en el momento que los observan en la infraestructura, sin embargo el 8 % realizan el control cuando observan signos o evidencia de que hay presencia de plagas o animales en el lugar, y 5% afirmaron no realizar ninguna actividad respecto al control de las plagas. En los aspectos microbiológicos solo se demostró la presencia de *Salmonella* spp. y *V. cholerae* en muestras de manos y pescado. Por lo que se descubrió una oportunidad de intervención por parte de las entidades reguladoras.

Palabras clave: calidad sanitaria, comercialización de pescado, mercado de pescado.

ABSTRACT

The public market of Villa Cielo is one of the most popular places to buy fresh fish in the city of Montería Colombia. However, the low health conditions in which the food is handled in that place are appreciable. In order to determine the organization of the traders and the microbiological quality of the food offered, surveys were carried out to traders and fish handlers in the market; samples were taken in hands, surfaces and in the fish looking for the presence of fecal coliforms, by the technique of counting total and fecal coliforms by the method of multiple fermentation tubes and Most Probable Number in 100 mL (MPN/100mL), presence of *Staphylococcus aureus*, with confirmatory test for *S. aureus* coagulase positive, *Salmonella* spp. and *Vibrio cholerae*. These samples were isolated in microbiological culture media and analyzed by means of enzyme or biochemical tests. It was found that there is a lack of knowledge about food handling techniques, maintenance of hygiene conditions and the cold chain, as well as a lack of organization in the merchants who carry out activities in the marketplace. The results showed that 50% of those surveyed do not know the moments of the cold chain, which is an important part of maintaining freshness, safety and wholesomeness of food, and 86% of those surveyed claim to use substances to carry out the control of pests or animals at the time they are observed in the infrastructure, however 8% carry out the control when they observe signs or evidence that there are pests or animals in the place, and 5% affirmed that they do not carry out any activity regarding the control from pests. In the microbiological aspects, only the presence of *Salmonella* spp. and *V. cholerae* in hand and fish samples. Therefore, it was discovered an opportunity of intervention by the regulatory entities.

Key words: sanitary quality, commercialization of fish, fish market.

1 INTRODUCCIÓN

Desde la existencia de los seres humanos sobre la faz de la tierra, los microorganismos y su actividad en los alimentos han creado nuevos retos científicos, para garantizar la inocuidad, debido a que estos inciden en la reducción de la calidad y pueden causar enfermedades. Sin embargo, los microorganismos pueden ser beneficiosos o perjudiciales en la preparación o conservación de alimentos (Lunestad and Rosnes, 2008).

El pescado es una de las fuentes de proteína animal más consumidas por el ser humano, posee un importante valor nutricional y aporta ácidos grasos y aminoácidos esenciales para el desarrollo en la primera infancia (Reksten et al., 2020). El pescado es un producto alimenticio rico en proteínas; las cuales ayudan a generar anticuerpos que refuerzan nuestro sistema de defensa y garantizan una buena salud; rico en grasas saludables que favorecen el desarrollo cerebral de los niños, por ser grasas poliinsaturadas de cadena larga del grupo de los Omega 3 (EPA y DHA), rico en vitaminas en las que se destacan las del grupo B (B1, B2, B3 y B12), la A, D y en menor proporción la E, en especial las vitaminas del grupo B que regulan el crecimiento y formación del sistema nervioso, y rico en muchos minerales como fósforo, potasio, calcio, sodio, magnesio, hierro, yodo y cloro; que permiten mantener los músculos y nervios funcionando correctamente; entre muchos otros beneficios. (MINSALUD, 2012).

Las Buenas Prácticas de Manufactura son un conjunto de estrategias, reguladas por entes gubernamentales, para garantizar la calidad y seguridad nutritiva desde la captura del pescado, durante su procesamiento, producto terminado, almacenamiento y distribución, hasta el consumo. Cuando estas prácticas son mal aplicadas ocurre la contaminación por microorganismos, los cuales causan descomposición del producto y producen toxinas que pueden causar enfermedades e inclusive la muerte del consumidor (Abad et al., 2018; Donohoe et al., 2018).

Según (Novoslavskij *et al.*, 2016) sugieren que para salvaguardar la salud y la seguridad alimentaria de las personas que consumen pescado, también es necesario realizar una evaluación microbiana en la fuente del pescado, ya que esta puede brindar información relacionada con la calidad e higiene de los peces y el entorno, incluidos lagos, ríos, estanques y piscifactorías en los cuales se desarrollan los peces. La detección de microorganismos patógenos en el medio acuático podría ser un indicador importante de una posible contaminación.

En 2013 en el mundo se consumieron 346.14 millones de toneladas (Mt) de carne animal excluyendo aquellos que provienen del mar “seafood”. En el mismo año 154.8 Mt fueron “seafood” de los cuales 120.5 Mt eran peces y 54.3 Mt peces de agua dulce. Esta tendencia es mucho más pronunciada en Colombia, donde se consumieron 167.654 Mt de “seafood”, de las cuales el 93.9% correspondieron a peces y el 62.4% peces agua dulce (Ritchie, 2019). Esto demuestra la importancia de conocer los aspectos que rodean la comercialización del pescado en el país y la región.

Se prevé que para los años futuros el consumo y comercialización de pescado aumente para satisfacer las necesidades de proteína, vitaminas, y minerales de los habitantes del municipio de Montería; es por esto, que garantizar su inocuidad en su expendio se convierte en una necesidad primordial. En estudios realizados recientemente, se evidenció 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 estas, evidenciando el desconocimiento de los estándares mínimos de calidad. Además presentan inadecuada indumentaria para la labor y deficiente infraestructura y equipos de conservación. (Durán et al; 2014).

Con este trabajo se pretende determinar la calidad sanitaria con la cual se comercializa el pescado en el mercado público del barrio Villa cielo de la ciudad de Montería, Colombia,

para sentar las bases de posibles acciones gubernamentales para garantizar la salubridad de los consumidores. Además el presente trabajo permitiría recolectar datos los cuales ayuden a obtener un diagnóstico real, y la información necesaria acerca de cómo mantener la calidad en todas las etapas de la comercialización, invitando a la reflexión y a la concientización de la manera en cómo laboran diariamente éste personal y generar un impacto positivo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el manejo sanitario en la comercialización de pescado en el mercado público de Villa Cielo Montería, Córdoba, Colombia, durante una inspección sorpresa.

2.2 Objetivos específicos

Describir la estructura organizacional de venta de pescado en el mercado público de Villa Cielo (Montería)

Determinar la calidad sanitaria de los puntos de venta de pescado en el mercado de Montería.

Determinar la calidad sanitaria de los manipuladores durante el proceso de venta de pescado en el mercado de Montería.

Determinar la calidad sanitaria del pescado en los puntos de venta del mercado de Montería.

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Aspectos biológicos del pez

El pez es uno de los vertebrados con mayor número de especies conocidas, las cuales llegan a aproximadamente 24.600 y probablemente muchas más, de las que en la actualidad no se tienen conocimiento (Hickman and Parson, 1998). La naturaleza del esqueleto de los peces óseos es compleja y hay muchas maneras de abordar su estudio. Uno de ellos puede ser, estudiar el exoesqueleto a diferencia del endoesqueleto, tanto el endoesqueleto como el exoesqueleto pueden desglosarse en varias partes (Hilton, 2011), por ejemplo, el cráneo que cumple la función de cubrir su masa cerebral, una columna vertebral extendiéndose desde la cabeza hasta la aleta dorsal y se compone por segmentos o vértebras. Estas vértebras se prolongan dorsalmente para formar las espinas neurales y en la región del tronco tienen apófisis laterales que dan origen a las costillas.

Por otro lado, los músculos de los peces tienen solo una fracción de pulgada de grosor llamados miotomas, que a su vez se fusionan en capas muy delgadas de fibras de tejido conectivo llamadas miosepta (Gibson and Newsham, 2018), debido a lo anterior, se considera que la anatomía del músculo del pez es bastante simple, esta consiste en dos paquetes musculares sobre cada lado de la columna vertebral, cada uno de ellos está dividido en una masa muscular superior ubicada por encima del septo horizontal axial y en una masa muscular ventral ubicada por debajo de este septo.

Generalmente el tejido muscular del pez es blanco, sin embargo, depende de la especie que algunos tengan un porcentaje de la cantidad de tejido de color marrón o rojizo, según los autores (Grepel and Visconti, 2020) el sistema de pigmento que prevalece entre los vertebrados está vinculado a varias funciones y es fundamental para la supervivencia y la adaptación de estos organismos al facilitar su respuesta a los estímulos internos y externos.

Asimismo, el sistema cardiovascular del pescado es de gran interés para los peces, debido a que en algunas especies es importante eliminar la mayor parte de la sangre después de realizar la captura, para garantizar una mejor conservación, ya que la sangre es fácilmente descompuesta por los microorganismos y degradan rápidamente los órganos y el tejido muscular (Prabhakar *et al.*, 2020).

Según Farrell y Pieperhoff (2011), la anatomía del corazón del pez es básica y posee una disposición en forma de S de cuatro cámaras cardíacas: un seno venoso, una aurícula, un ventrículo y una cámara o tracto de salida. Del mismo modo, la anatomía de estas cuatro cámaras cardíacas está estrechamente ligada a su individuo y desempeña un papel clave en el movimiento continuo de sangre alrededor del sistema circulatorio.

La biología celular de los peces es muy compleja, con sistemas especializados que varían de una especie a otra y que desarrollan funciones que les permiten afrontar las dificultades específicas del hábitat en el que viven, ejemplo de esto son la regulación de la osmolaridad, la cual combina estructuras epiteliales, del tracto gastrointestinal, riñones y vejiga urinaria (Becker and Baldisserotto, 2020); las adaptaciones respiratorias que crean una cooperación estrecha entre el sistema cardiovascular, las branquias, barorreceptores nociceptores y órganos accesorios de la respiración que permiten tomar O₂ tanto del aire como del agua y en conjunto con quimiorreceptores mantienen la concentración de oxígeno necesaria para aceptar los electrones requeridos en la cadena respiratoria (Fernandes and Moron, 2020).

El tejido muscular de los peces corresponde al 35-60% del peso del animal (Listrat *et al.*, 2016). Está formado por células cilíndricas, multinucleadas que adoptan el largo del músculo y tienen diámetros que varían en el orden de micrómetros y largos que pueden llegar a varios centímetros. Esto supone una importancia evolutiva para el pez ya que le permite desplazarse en un fluido de densidades mayores respecto al que se desplazan los animales terrestres y

los reviste de un valor comercial importante al representar una parte comestible mismo (Dal-Pai-Silva *et al.*, 2020).

Las proteínas son parte importante de la dieta humana ya que cumplen un papel crucial en la síntesis de anticuerpos y en el balance ácido-base; se utilizan en la síntesis de aminoácidos, nucleótidos y hormonas. Además, contienen nitrógeno, elemento del que carecen lípidos y carbohidratos (Hoffman and Falvo, 2004; Zhubi-Bakija *et al.*, 2020). De acuerdo a la fuente de obtención en la dieta, se dividen en fuente animal y vegetal, la primera en comparación con la vegetal es una fuente completa de aminoácidos esenciales (Hoffman and Falvo, 2004). Teniendo en cuenta datos reportados por la FAO en 2013, la fuente de proteína más consumida en el mundo son los productos animales, situación que no es distinta en Colombia, donde cada individuo consume aproximadamente 55 g de proteína animal y 30 g de proteína vegetal en el día (Food and Agriculture Organization of the United Nations -FAO, 2017). De las fuentes de proteína animal la carne de cerdo es la más consumida, seguida por las aves de corral, la carne de res y búfalo (Ritchie, 2017).

La carne es una importante fuente de hierro, zinc y vitamina B12 y parece que este valor nutricional es constante e independiente de la fuente (Biesalski, 2005; McAfee *et al.*, 2010). Sin embargo, estudios recientes han demostrado los riesgos para la salud que supone su consumo, como lo son el cáncer de colon y el aumento del riesgo cardiovascular (McAfee *et al.*, 2010; Zhubi-Bakija *et al.*, 2020).

3.2 Importancia del consumo de pescado

El pescado está conformado principalmente por agua, proteínas, grasa, carbohidratos y ácidos nucleicos. Sin embargo, sus principales componentes son agua, proteínas y grasas (Olafsdottir *et al.*, 2005), Por lo tanto es una buena fuente de proteínas, minerales como calcio, fósforo, hierro, zinc, yodo, magnesio y potasio; vitaminas como la D y B y ácidos grasos ricos en omega 3, como el linoleico y linolénico, los cuales no son producidos en el

cuerpo humano y son esenciales para el neurodesarrollo en el periodo prenatal y la primera infancia, la prevención de hipertensión, arritmias y artritis. Además, tienen un menor contenido de grasas saturadas, hierro y zinc en comparación con las carnes rojas (Kaushik *et al.*, 2009; Sikorski, 2012; Tahsin, 2017). Agregado a esto, varios estudios han demostrado los beneficios que tiene el consumo de proteína de pescado sobre la carne roja, con el agregado de que puede disminuir el riesgo cardiovascular (Puig, 2007; Zhubi-Bakija *et al.*, 2020).

3.3 Calidad del pescado

La calidad es el cumplimiento de requisitos de un producto o servicio que ofrece una organización como lo establece la norma ISO 9001. Por otro lado, la NTC-9004 va más allá del cumplimiento de requisitos y tiene en cuenta la experiencia y las expectativas de los clientes, vendiendo no solo un producto o servicio de excelencia, sino que las organizaciones crean una experiencia que involucra a los productores, consumidores y otras partes interesadas.

La calidad de los alimentos es de gran importancia antes de su consumo, debido a que la apariencia de la carne es detectada mediante los aspectos sensoriales. Además, la calidad de ésta es una función de factores físicos y químicos (Faustman and Suman, 2017).

El pescado es un producto cárnico con poca durabilidad y su calidad empieza a deteriorarse fácilmente después de llevarlo a los puertos de desembarque, lugares de venta o distribución. Dicho deterioro del pescado se da por la acción de la autólisis celular y por acción de los microorganismos donde empieza la fase de la putrefacción. (Naziba Tahsin, 2017).

Existen múltiples técnicas para la evaluación de la calidad del pescado, entre las más usadas de las convencionales está la evaluación sensorial con el “Quality Index Method (QIM)” (Puig, 2007; Zhubi-Bakija *et al.*, 2020), Técnicas químicas como la cromatografía líquida,

cromatografía de gas y espectrometría de masas, técnicas físicas y bioquímicas que permiten identificar la composición química del producto y colonización bacteriana que posee.

Controlar la colonización bacteriana en la carne del pescado es todo un reto, ya que una vez se almacena el pescado la microflora cambia dependiendo de la tolerancia de los microorganismos a las condiciones de almacenamiento (Gram and Huss, 2000). Las *Vibrionaceae* colonizan el pescado no preservado, *Pseudomonas spp.* y *shigella spp* son capaces de crecer en pescado congelado (Hansen et al; 1995; Leroi *et al.*, 1998; Jørgensen, et al; 2000). El empaquetado en CO₂ acidifica el medio, lo que junto a la adición de NaCl y el enfriamiento inhiben el crecimiento de los microorganismos gram negativos aerobios, causando que el pescado en estas condiciones sea colonizado principalmente por *Photobacterium phosphoreum*, *Lactobacillus*, y *Enterobacteriaceae* (Dalgaard, 2000). Algunas de estas bacterias pueden causar enfermedades al ser humano, por lo que el estudio y control del crecimiento bacteriano en la carne de pescado es crucial para su comercialización, con este objetivo aparecen las Buenas Prácticas de Manufactura, (BPM) las cuales según el Decreto 3075 de 1997. Las BPM “son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción”. y están reguladas por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). Este conjunto de indicaciones constituye un manual que se debe seguir para disminuir los riesgos propios de la producción y garantizar la seguridad de los alimentos manipulados para el consumo humano.

De ahí la importancia de una buena integración de la tecnología en todo el proceso de producción, ya que tener una buena tecnología asegura una mayor probabilidad de

conservación del producto después de su captura, lo que permitiría implementar una industria que ofrezca las garantías de un buen producto a los consumidores mientras se minimizan las pérdidas para las empresas encargadas de distribuir el pescado (Føre *et al.*, 2018).

Sin embargo, construir esto implica sumergirse en la investigación para alcanzar un conocimiento adecuado sobre las microbiología y enfermedades de los peces, así como implementar la infraestructura correcta, de manera que permita al recurso humano de esta industria ser especialistas para prevenir, combatir y controlar los inconvenientes biológicos y técnicos que puedan surgir (Opiyo *et al.*, 2018).

Eltholth *et al.*, 2018 Realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la calidad química y microbiológica en la tilapia de cultivo distribuida en los mercados de pescado fresco de Egipto. Estos aplicaron una encuesta de siete productos químicos peligrosos en peces muestreados de granjas (300 muestras de 100 granjas) y de 5 peligros biológicos, así como el recuento total de bacterias en peces muestreados de minoristas (300 muestras de 100 minoristas). Estos autores encontraron que el nivel de contaminación con metales pesados y plaguicidas fue más bajo que los límites permisibles nacionales e internacionales. Sin embargo, el nivel de contaminación de un porcentaje de muestras con contaminantes microbianos fue superior a los límites permitidos. Asimismo, los resultados indicaron que el riesgo de exposición humana a metales pesados y pesticidas a través del consumo de tilapia cultivada es insignificante en comparación con los peligros microbianos.

Gassem, 2019 evaluó la calidad microbiológica y química de un producto tradicional de pescado fermentado en salazón (Hout-Kasef) de la región de Jazan, Arabia Saudita. El investigador adquirió un total de veinticuatro muestras de pescado salado en el mercado de pescado de Jazan y Abu-Arish en diferentes épocas del año. Los resultados de los estudios microbianos de pescado fermentado en salazón revelaron un recuento bacteriano total que oscilaba entre 102.81 y 104.72 UFC/ g, los recuentos de levaduras y mohos estuvieron entre

100.48 y 103.14 UFC/g, estafilococos totales reportaron un valor de 10 UFC/g, seguidamente el recuento de bacterias halófilas mostró registros entre 103.26 y 105.14 UFC/g y los coliformes estuvieron por debajo de 10 UFC/g. Sin embargo, bacterias patógenas como *Listeria monocytogenes*, *Vibrio* spp y *Campylobacter* spp no se detectaron en especies de *Yersinia*. Las principales especies de bacterias aisladas e identificadas a partir del pescado fermentado salado fueron *Bacillus Subtilus*, *Bacillus mycoides*, *B. licheniformis*, *B. pumilus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus cahniproh* y *Staphylococcus cahniproh xylosus*. Por otro lado, el análisis químico del pescado mostró alto contenido de humedad (47,96%), proteína (25,71%), cenizas (19,6%) y sal (15,19%) pero bajo contenido de lípidos (7,25%). También mostró un alto nivel de nitrógeno básico volátil total (78,86 mg/100 g de muestra) y un índice de ácido tiobarbútrico de 32,32 mg de malonaldehído/kg con un valor de pH de 6,3. Finalmente, este estudio mostró la presencia de bacterias gram positivas y gram negativas en el producto pesquero. Los microorganismos predominantes encontrados fueron *Bacillus* y *Staphylococcus* spp.

Ariyawansa et al., (2016) evaluaron la calidad microbiológica y bioquímica del pescado en una cadena de suministro en Negombo, el cual es distribuido en áreas suburbanas en la provincia occidental de Sri Lanka. Fueron tomadas 100 muestras de una población de peces grandes como: *Katsuwonus pelamis* y *Euthynnus affinis* y 60 muestras de peces pequeños: *Amblygaster sirm*, *Pterocaesio chrysozona*, *Stolephorus commersoni* y *Sardinella albella* de diferentes etapas de una cadena de suministro en cinco y seis visitas de muestreo. Las 160 muestras de peces fueron analizadas y se les realizó conteos aerobios en placa (APC) a 37°C, coliformes, coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* y nitrógeno base volátil total (TVB-N) mientras que 130 las analizaron para histamina. También analizaron los parámetros microbiológicos del agua de la cuenca del puerto

pesquero, el puerto pesquero, las plantas de fabricación de hielo y el hielo utilizado en embarcaciones de varios días. Los peces grandes y pequeños contenían APC en el rango de $2,0 \times 10^2$ - $2,0 \times 10^6$ y $8,0 \times 10^3$ - $2,0 \times 10^8$ UFC/g, respectivamente. Los recuentos de coliformes fecales variaron entre no detectados (ND) y 90 NMP/g en peces grandes y entre ND y por encima de 1100 NMP/g en peces pequeños. Por otro lado, el 5% de los peces grandes estaban contaminados con *E. coli* y oscilaban entre ND y 15 NMP/g. Este también estuvo presente en el 70% de las muestras de peces pequeños y osciló entre ND y más de 1100 NMP/g. Asimismo, de las 160 muestras analizadas detectaron *Salmonella* spp. en nueve ocasiones y en ocho peces *K. pelamis* y un pez *S. albella* detectaron *L. monocytogenes*. El TVB-N de peces grandes estuvo entre 1 - 67 mg N/100 g y el 79% de las muestras contenían niveles inaceptables. Los peces pequeños contenían aproximadamente 25,10 - 104,30 mg N/100g, mientras que el 78% de las muestras excedían los niveles aceptables. El nivel de histamina de peces grandes y pequeños fue del 26% y el 83%, por esto las muestras excedieron los niveles máximos aceptables. La mitad del agua de la cuenca del puerto estaba muy contaminada con *Salmonella* spp., y encontraron que en su totalidad contenía *Streptococcus fecalis*, coliformes fecales y *E. coli*. Finalmente, en el 20% de las muestras de hielo de una planta encontraron contaminación con *Salmonella* spp.

Correia et al., (2020) llevaron a cabo un estudio el cual tuvo como objetivo caracterizar microbiológicamente la dorada (*Sparus aurata*) y la lubina (*Dicentrarchus labrax*), especies producidas en dos ecosistemas estuarinos en Andalucía (España): el estuario del río Guadalquivir (La Puebla del Río, Sevilla) lo calificaron con el punto A, y la ría del río Guadiana (Ayamonte, Huelva) como el B. Los peces y el agua recolectados fueron analizados para detectar microorganismos indicadores de higiene y patógenos. El análisis estadístico de los resultados reveló que los recuentos microbianos para los diferentes parámetros microbiológicos no presentaron diferencias estadísticamente para el tipo de pez. Por el

contrario, considerando la parte anatómica, las vísceras mostraron concentraciones significativamente mayores para Enterobacteriaceae, coliformes totales y para Staphylococcus spp. coagulasa +. Además, la ubicación A mostró en el agua y los peces niveles más altos de bacterias del ácido láctico, bacterias mesófilas aerobias, enterobacteriaceae, coliformes totales y Staphylococcus spp. coagulasa +. Por otro lado, no fueron detectadas *L. monocytogenes* ni *Salmonella* spp., aunque sí se identificó molecularmente *V. parahaemolyticus* en el agua de estuario en la ubicación B. También, el análisis predictivo demostró que la calidad microbiológica inicial podría tener un impacto en la vida útil del producto, siendo más larga para la ubicación B, con mejor calidad microbiológica. Los resultados subrayan la relevancia de prevenir la contaminación microbiológica del agua en los sistemas de producción de los estuarios para asegurar la calidad y seguridad de la dorada y la lubina.

Svanevik et al., (2015) realizaron un estudio en las casas pesqueras de Noruega con el objetivo de evaluar la calidad microbiológica de los peces capturados en la zona. Para ello hicieron un seguimiento de toda la línea de producción desde la captura hasta la comercialización a lo largo de 10 años, se recolectaron un total de 1161 muestras, de las cuales 628 provenían de barcos pesqueros y 533 de 6 fábricas de procesamiento. Las muestras fueron analizadas en busca de bacterias productoras de H₂S, coliformes fecales, Staphylococcus, *L. monocytogenes* y *Salmonella* spp. En este estudio se determinó un máximo de 5.7 log UFC/g para clasificar como buena calidad del pescado. En total 51% de las embarcaciones y fábricas de procesamiento superaban el máximo de UFC aceptables, en 75% de las embarcaciones y fábricas se identificaron oportunidades de mejora en las prácticas de manejo.

Suarez et al., (2014) determinaron los parámetros microbiológicos y sensoriales de filetes de cachama con propóleo conservados en refrigeración. Para ello utilizaron extractos etanólicos

de propóleo (EEP) en los filetes de cachama y aplicaron los siguientes tratamientos: alcohol etanol al 96% como control, 0,8% de EEP, 1,2% de EEP y humo líquido. Posterior a ello, realizaron un análisis in vitro para determinar el efecto inhibitor del propóleo sobre *S. aureus*, *E. coli*, *Salmonella* spp. y *Clostridium* spp. y en la matriz de peces para determinar los mesófilos, psicrotrófilos, coliformes totales, coliformes fecales, esporas reductoras de sulfito y presencia de *Salmonella*. Los resultados del análisis in vitro demostraron el control que tenía la EEP sobre los microorganismos evaluados sin presentar diferencias significativas entre las diferentes concentraciones ($p > 0.05$). Los análisis de la matriz de filete de pescado presentaron contenidos aceptables para los microorganismos evaluados en los tratamientos con EEP. En el tratamiento con humo líquido y el control encontraron un comportamiento diferente, el cual tuvo muestras que fueron rechazadas luego de 20 días de almacenamiento. El análisis sensorial mostró aceptación para las muestras con EEP hasta el final del período de almacenamiento, pero marcas bajas para el tratamiento con humo líquido y el control. Por tanto, el EEP que utilizaron en este estudio podría ser efectivo para el control de bacterias Gram positivas y algunas bacterias Gram negativas que están presentes en los filetes de cachama; y funcionar como alternativa al uso de conservantes químicos.

Ramírez et al., (2011) estudiaron la calidad del pescado fresco comercializado en el municipio de El Colegio, Cundinamarca - Colombia (bagre y mojarra roja) mediante un estudio bacteriológico, teniendo en cuenta que existía la necesidad de realizar controles periódicos sobre buenas prácticas de manufactura que disminuyeran el grado de contaminación que podría estar presentándose en los expendios de pescado fresco. El análisis les permitió confirmar ausencia de los patógenos *Salmonella* spp., *S. aureus*, *E. coli* y *V. cholerae*, mientras que, sí encontraron presencia en un alto porcentaje de otras enterobacterias relacionadas en su mayoría con el agua de origen del pescado, como *C. amalonaticus* y *C. freundii* en un 30% de las muestras; *K. oxytoca*, *E. cloacae*, tarda en un 10%. Para mojarra

roja se aisló *K. oxytoca*, *K. ozaenae*, *E. tarda*, *P. mirabilis* en un 20% y *V. metschnikovii* en un 10%; microorganismos que en elevadas cantidades pueden representar un alto riesgo para la salud pública y comprometer la seguridad alimentaria.

Guzman et al., (2015) realizaron una investigación con el objetivo evaluar los cambios físico-químicos y microbianos en la tilapia comercial durante el almacenamiento en frío para determinar la vida útil al momento de llegar al supermercado. Para ello analizaron 27 especímenes de tilapia acuícolas a los 0, 2, 4 y 7 días de almacenamiento a una temperatura de 4°C, mediante la realización de mediciones de textura, color, capacidad de retención de agua, nitrógeno básico volátil total (TVB-N), índice de ácido tiobarbitúrico, compuestos relacionados con ATP, así como análisis microbianos. Los resultados indicaron que el contenido de TVB-N fue alto al principio del estudio, siendo constante durante el almacenamiento. Mientras que la oxidación de lípidos de las muestras fue mínima, por lo que este proceso no contribuyó al deterioro del pescado. Sin embargo, se observaron la descomposición de inosina-5'-monofosfato (IMP) en Ino (inosina) e Ino en Hx (hipoxantina). Los parámetros organolépticos como la textura y el color sufrieron variación como consecuencia del deterioro del pescado. Observaron recuentos microbianos bajos el día 0, pero enterobacteriaceae y los recuentos mesófilos aumentaron gradualmente durante el almacenamiento. Finalmente, Guzmán y col. demostraron un deterioro progresivo del pescado durante el almacenamiento en frío. La disminución de dureza y firmeza confirmó la pérdida de calidad a lo largo del tiempo de estudio y los bajos recuentos microbianos al comienzo del estudio demostraron la buena calidad de la tilapia; sin embargo, el aumento de los recuentos mesofílicos al final del período estudiado mostró que la tilapia no era apta para el consumo humano el día 7.

3.4 Normatividad

En Colombia la acuicultura es característica del sector rural y está considerada una actividad agropecuaria y agrícola (Departamento de Pesca y Acuicultura, 2017). Esta actividad es regulada por la ley 13 de 1990 y el decreto 2256 de 1991, la primera define los recursos hidrobiológicos y clasifica la pesca, así como también orienta la investigación, extracción, procesamiento, comercialización, acuicultura y otras disposiciones para el subsector pesquero y el público en general. El segundo modifica la ley 13 de 1990 definiendo las diferencias entre los recursos pesqueros y los recursos hidrobiológicos, ampliando la normatividad sobre las distintas acciones pesqueras, los permisos y áreas de reserva. Por otra parte la resolución 122 de 2012, por la cual se modifica parcialmente la Resolución número 776 de 2008, el entonces Ministerio de la Protección Social, estableció el reglamento técnico sobre los requisitos fisicoquímicos y microbiológicos que deben cumplir los productos de la pesca, en particular pescados, moluscos y crustáceos para consumo humano.

4 METODOLOGIA

4.1 Localización

El estudio fue realizado en el mercado público de Villa Cielo de la ciudad de Montería, ubicado a 0°45'10" norte y 75°50' 39" oeste y los análisis de las muestras tomadas fueron llevados a cabo en el laboratorio de microbiología de la Universidad de Córdoba.

4.2 Tipo de estudio

El presente trabajo de extensión, considera la evaluación sanitaria de la comercialización de pescado se encuentra clasificado como descriptivo, mediante un diagnóstico y una evaluación del estado sanitario en el que se encuentran diferentes variedades de pescado fresco que son comercializados en esta plaza de mercado.

4.3 Tipo de muestreo y tamaño de muestra

Se realizó un muestreo aleatorio recolectando un pescado de cada especie comercializada por cada zona estudiada del mercado. La aleatorización se realizó seleccionando un pescado entre los lotes de producto fresco que se encontraron durante la visita al mercado público de Villa Cielo.

4.4 Trabajo de campo y de laboratorio

4.4.1 Descripción de la estructura organizacional del comercio de pescado en el mercado de Montería, Colombia

Para diagnosticar la organización del mercado, se realizó un censo con los propietarios de las comercializadoras de pescado; además se realizaron encuentros con ellos directamente en los locales del lugar para verificar si existía una junta directiva y su forma organizativa, además de evidenciar las funciones de cada agente comercializador.

Se programaron visitas con los comerciantes de venta de pescado fresco y mediante inspección visual se registraron las áreas con que contaban, la higiene, los materiales y/o equipos que se utilizaron y las diferentes formas de conservación del pescado.

Se aplicaron encuestas a los comerciantes y manipuladores de pescado, (Anexo 1 y 2) con el fin de determinar la cantidad de pescado comercializada al mes, las condiciones sanitarias de los manipuladores, las superficies empleadas y el ambiente.

Para esto, primero se evaluaron a los manipuladores buscando contaminación fecal, mediante la presencia de *St. aureus* y *Salmonella* en manos, dedos y uñas. Después se realizó un estudio microbiológico a superficies y medio ambiente; en búsqueda de contaminación bacteriana y fúngica. Se debe tener en cuenta que estos estudios fueron realizados a tres zonas del mercado, las cuales son: Elkin import, pesquera Martin Trujillo y asociación.

4.4.2 Determinación de la calidad sanitaria de los puntos de venta de pescado en el mercado de Montería

Los estudios microbiológicos se realizaron siguiendo los procedimientos establecidos en la norma técnicas colombianas NTC 4458, de 2007 específica para éste estudio microbiano, utilizando el procedimiento de la esponja o gasa estéril:

Se tomó la esponja estéril con ayuda de una bolsa con el fin de evitar posibles contaminaciones. Seguido de lo anterior, se humedeció la esponja con caldo lactosado y se muestreo la superficie.

El área fue delimitada con una plantilla de 20 a 25 cm² y posteriormente se frotó con una esponja humedecida en diferentes direcciones. Este proceso se repitió entre 4 y 5 veces hasta completar un área total de 100 cm². Luego se dejó la esponja en el interior de la bolsa y al finalizar la operación se agregó el resto del caldo lactosado.

4.4.2.1 Contaminación fecal del punto de venta

La bolsa fue Incubada con la esponja a 37°C durante 24 h, se pipeteó y transfirió 1 ml de caldo lactosado a un tubo con caldo Brila (Merck®) con tubo de Durham, finalizado este proceso se incubó a 37°C durante 24 horas.

La lectura fue realizada teniendo en cuenta la turbidez y producción de gas, ya que estos parámetros indican la presencia de coliformes totales. La confirmación de la presencia de coliformes totales se realizó sembrando en placas de Agar EMB (Merck®) e Incubando a 37°C durante 24 horas. Luego se realizó una lectura observando la presencia de colonias sospechosas de coliformes totales (Colonias grandes verdosas con brillo metálico). Seguidamente, se transfirieron dos asadas del tubo positivo a un tubo con caldo Brila y a uno con caldo indol. Posteriormente, se incubó en baño serológico a 45°C por 24 horas, asegurándose de que el nivel del agua cubriera el medio de cultivo y se adicionaron 5 gotas del reactivo de Kovacs al tubo con caldo indol, para la determinación de indol. Se consideró como positivo la presencia de turbidez, gases y producción de indol en el respectivo medio.

4.4.2.2 Microorganismos en el ambiente

Para llevar a cabo los estudios microbiológicos del ambiente se siguieron los procedimientos establecidos en la norma técnica colombiana 5230. Para ello, se dejaron dos cajas de cada agar (PC Y PDA) en las diferentes zonas del mercado (Z1, Z2 y Z3) ubicadas al azar para cubrir toda el área que comprendía cada zona y al final de la incubación se promediaron las ufc.

Evaluación de la contaminación bacteriana: Se abrieron dos cajas con Agar Plate Count durante un tiempo de 15 minutos. Luego estas se cerraron y fueron incubadas por 24 h a 37°C. Al final se contaron y fue reportado el número de colonias.

Evaluación de la contaminación fúngica: Se abrieron el mismo número de cajas que en la contaminación bacteriana con Agar Potato Dextrose por 15 minutos, exponiéndolas al ambiente a estudiar, luego fueron cerradas y se incubaron a 25°C por 3 días. Se realizó el conteo y se reportó el número de microorganismos encontrados.

4.4.3 Determinación de contaminación en manipuladores durante el proceso de venta de pescado en el mercado de Montería

4.4.3.1 Contaminación fecal

La contaminación fecal se determinó siguiendo el protocolo de la norma NTC 4458 de 2007. Cada uno de los locales fue dividido en 3 zonas desde la entrada, para tratar de cubrir la mayor área posible y se recolectaron muestras de cada una de ellas.

Para llevar a cabo la cuantificación de la materia fecal se frotó un escobillón humedecido con caldo Brila en manos, dedos y uñas de uno de los manipuladores del pescado en cada una de las zonas. Posteriormente se introdujo en un tubo Durham con dicho medio de cultivo y luego se incubó a 37°C por 24 horas y se realizó la lectura de la turbidez y la producción de gas. Para la confirmación de la presencia de coliformes totales se sembró en Agar EMB y se incubó a 37°C durante 24 h, finalmente se realizó una lectura revelando la presencia de colonias grandes, verdosas, con brillo metálico. Seguidamente, fueron transferidos dos asadas del tubo que arrojó positivo a un tubo con caldo Brila y a uno con caldo indol.

Se incubó en baño serológico a 45°C por 24 horas y se adicionaron 5 gotas del reactivo de Kovacs al tubo con caldo indol, para la determinación de indol. Por último, se realizó la lectura para confirmar la presencia de coliformes fecales considerando como positivo la turbidez y presencia de gas en el tubo con caldo Brila y la presencia de indol en el tubo indol.

4.4.3.2 Presencia de *S. aureus* en manipuladores

Para determinar la presencia de *S. aureus* en manipuladores se siguió el protocolo de la norma NTC 4779 de 2007, Se tomaron 3 muestras de las manos de los manipuladores usando hisopo estéril y depositándolo en un tubo de ensayo con agua de peptona 0.1%. De estas se sembraron 0.1 ml por agotamiento en agar Baird-Parker (Merck®) debidamente rotuladas. Luego se incubaron los medios a 37°C por un tiempo de 24 horas. Y posteriormente se seleccionaron las cajas de Petri que tenían colonias de las siguientes características: negras, lustrosas, convexas, rodeadas con un halo claro dentro de anillos opacos.

Confirmación de la presencia de *S. aureus*: La confirmación de la presencia de esta bacteria en los manipuladores se hizo mediante la prueba de coagulasa, para ello se siguió la norma NTC 4779 de 2007. Se realizó la coloración de Gram a las colonias de los cultivos y mediante la observación al microscopio se detectaron cocos gram positivos en racimos. Los cuales se transfirieron a tubos limpios marcados como prueba coagulasa 0.3 ml de cultivo más 0.3 ml de plasma fresco de conejo y se cultivó a la misma temperatura por 24 h más, haciendo observación directa cada hora para confirmar la formación de coágulo.

4.4.3.3 *Determinación de Salmonella en manipuladores*

La determinación de *Salmonella* se realizó siguiendo la norma NTC 4574 de 2007, para cada uno de los manipuladores como se describe a continuación:

Enriquecimiento no selectivo: Se tomó la muestra con un escobillón humedecido en agua de peptona, estos se colocaron en una bolsa para homogeneizarlos con 225 ml de agua peptonada tamponada 0.1% por 2 min. Posteriormente se incubó a 37°C por 24 horas.

Enriquecimiento selectivo: Se transfirió 1 ml del cultivo obtenido en el enriquecimiento no selectivo a 10 ml de caldo Selenite-Cistina y 10 ml de caldo tetratonato, ambos se incubaron en baño serológico a 35°C por 24 horas.

Siembra en agar selectivo: Se usaron los agares SS y XLD, los cuales se dividieron a la mitad y en cada una de ellas se sembró por agotamiento una muestra del caldo Selenite-Cistina y otra del caldo de Tetratonato y se incubaron a 35° por 24 horas.

Identificación bioquímica: Se consideraron como colonias típicas aquellas que fueron colonias incoloras y algunas con centro negro. Posteriormente se realizó el frotis y la tinción de Gram a las colonias características, a las cuales se les realizó la prueba de oxidasa y se sembraron en los medios SIM, TSI, LIA, Citrato, Caldo MR-VP, Urea y agar blando, se incubaron a 35°C por 24 h y se identificaron de acuerdo a lo establecido en las tablas de identificación bioquímica.

4.4.4 Determinación de la calidad sanitaria del pescado en el mercado de Montería.

Para realizar la evaluación sanitaria del pescado se tomaron muestras para determinar la contaminación por *S. aureus*, coliformes totales y fecales, y presencia/ausencia de *Salmonella* y *V. cholerae*. Se siguió el protocolo establecido en la guía de microbiología de Ingeniería de Alimentos, aplicada diferentes procedimientos para microorganismos.

4.4.4.1 Técnica de recuento de Coliformes totales y fecales por el método de tubos de fermentación múltiple y Número Más Probable en 100 mL (NMP/100mL).

Se mezclaron 25 g de pescado con caldo lactosado para realizar las diluciones. Seguidamente, se pipeteó 1 ml de cada una de las diluciones en 3 tubos que contenían 10 ml de caldo Brila y se mezclaron e incubaron por 24 horas a 37°C. Para la lectura positiva de coliformes totales, fueron considerados los tubos que presentaran turbidez; para la lectura de coliformes fecales en la prueba presuntiva se consideró positivo aquellos con crecimiento y formación de gas. El resultado negativo se consideró en aquellos tubos donde no cumplieron ambos parámetros. **Prueba confirmativa:** Se sembró por estría una asada de los tubos positivos en agar EMB, luego se incubaron las placas invertidas a 37°C por 24 horas y se registraron los tubos positivos de la prueba confirmativa con colonias fermentadoras de la lactosa.

4.4.4.2 Identificación de coliformes fecales

La determinación de la contaminación fecal se determinó siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente para los manipuladores del pescado, este mismo sigue el protocolo de la norma NTC 4458 de 2007.

4.4.4.3 Identificación de *S. aureus*

Para determinar la presencia de *S. aureus* en el pescado se siguió el protocolo de la norma NTC 4779 de 2007, se recolectó un individuo de cada especie por zona y se transportaron al laboratorio donde se tomaron 25 g de muestra con un kit de disección esteril, esta muestra se homogeneizó y se mezcló con agua de peptona 0.1%. Se prepararon las muestras y se

realizaron 3 diluciones consecutivas. Se marcaron adecuadamente tres cajas de Petri con agar Baird-Parker, una de ellas como control del medio y otra como control del diluyente.

De cada una de las diluciones se adicionaron 0.1 ml más 0.1 ml de diluyente en los tres medios de cultivo y se extendió la muestra sobre toda la superficie con un asa Drigalsky hasta que la superficie quedó seca. Esto se incubó a 37°C por 24 horas.

Posteriormente se seleccionaron las cajas que contenían entre 20 - 200 colonias características y se realizó el conteo final multiplicando el número de colonias por el factor de dilución. Posterior a esto se procedió a hacer la prueba de coagulasa, la cual consiste en transferir a tubos limpios marcados como prueba coagulasa 0.3 ml de cultivo más 0.3 ml de plasma fresco de conejo y se cultivó a la misma temperatura por 24 h más, haciendo observación directa cada hora para confirmar la formación de coágulo.

4.4.4.4 *Identificación de Salmonella*

La determinación de *Salmonella* se realizó siguiendo la norma NTC 4574 de 2007, con el mismo procedimiento descrito en los manipuladores de pescado.

4.4.4.5 *Identificación de V. cholerae.*

Para identificar la presencia de *V. cholerae* en las muestras de pescado se siguió la guía de la norma NTC 4491 – 3, de 2004.

Enriquecimiento selectivo: Con técnica aséptica se pesaron y midieron 25 g de muestra que se agregaron a 80 ml de caldo GSTB, se homogeneizó por 1 minuto y se incubó a 37°C durante 24 horas.

Siembra en medios selectivos: A partir del caldo GSTB se aisló sobre la superficie de una placa de agar TCBS que se incubó a 37°C durante 24 horas. Luego se identificaron las colonias amarillas, brillantes, planas o convexas, de 2-4 mm de diámetro como sospechosas, de las cuales se seleccionaron 3 UFC para realizar las pruebas bioquímicas.

Pruebas bioquímicas: Se sembró en el bisel de un tubo con agar tripticasa de soya y se incubó a 37°C durante 24 horas, luego se aplicó la prueba de oxidasa a las colonias obtenidas. Las que fueron oxidasa positiva se sembraron en agar TSI por picadura en el fondo y por estría en bisel y se incubó a 37°C durante 24 horas. Pasado el tiempo se observó la presencia de fermentación de glucosa y la ausencia de fermentación de lactosa, producción de gas y de H₂S.

Test de movilidad: A partir de los tubos TSI se sembraron en agar SIM con el asa en punta y se incubó a 37°C durante 24 horas. Se consideró como test de movilidad positiva al observar crecimiento en las regiones distantes de la picadura.

Pruebas bioquímicas: De los tubos TSI se realizó la coloración de Gram. Los bacilos Gram negativos, rectos o curvos se sembraron en tubos con agar soya tripticasa y se incubaron por 24 horas a 37°C.

Al crecimiento de este cultivo se les realizó la prueba de oxidasa y quienes fueron positivas se sembraron por picadura en agar LIA y por estría en el bisel, se incubó a 37°C durante 24 horas y se observó la descarboxilación de la lisina (bisel y fondo alcalino) Estas colonias se sembraron en caldo indol, se incubó a 37°C durante 24 horas y se observó la producción de indol.

Se inocularon dos tubos de caldo MR-VP y se incubó a 37°C durante 48 horas y se observó la presencia de reacción de Voges Proskauer y luego 5 días y se observó la reacción de rojo de metilo.

Se inoculó un tubo de gelatina nutritiva a partir del TSI y se incubó a 37°C durante 7 días y se refrigeró en el medio durante 10 minutos para verificar si la gelatina permanecía líquida. Por último, a partir del cultivo en tripticasa de soya se sembró en agar sangre aquellas colonias que fueron positivas para licuefacción y se incubaron a 37°C durante 24 horas, luego se observó la presencia de un halo transparente, lo que indicó β-hemólisis.

4.5 Análisis de la información

Para el análisis de los datos se describieron los resultados como presencia/ ausencia estimación de la densidad bacteriana (NMP/100mL) y análisis estadístico descriptivo de frecuencias de aparición. Los resultados se presentarán en forma de figuras, histogramas; relacionando promedios y medias de los datos arrojados en el desarrollo del proyecto.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Descripción de la estructura organizacional del comercio de pescado en el mercado de Montería, Colombia

El mercado público de Villa Cielo Montería, Córdoba Colombia, está conformado por dos accionistas mayoritarios y la asociación de comerciantes, tomándolos como base para dividirlo en tres zonas comercializadoras. Zona 1 que corresponde al comerciante mayoritario “Elkin Import”, zona 2 que corresponde a la “pesquera Martin Trujillo”, zona 3 que corresponde a la “Asociación”. Los comerciantes ofrecen los mismos productos, al mismo precio, lo venden al mismo tipo de clientes y tienen en común iguales clientes potenciales. También encontramos que comercializan las mismas especies, pero zona de “Elkin import” maneja un promedio de toneladas vendidas más alto que las otras dos zonas. Esto se puede evidenciar en la figura 1.

Entre zonas se encontró diferencias claramente notorias, en cuanto a infraestructura, utensilios, indumentaria y manipulación del producto y número de trabajadores, ver figura 2. En la Zona 1 que corresponde al comerciante mayoritario “Elkin Import”, se destaca que cuenta con un cuarto frío, también cuenta con mejores implementos y utensilios, como cuchillos en acero inoxidable, mesas en acero inoxidable, canastas plásticas para transporte, balanzas digitales entre otros; el personal de trabajo cuenta con indumentaria como botas, delantales impermeables y gorros. También cuenta con equipos para generar hielo y equipos de refrigeración adicionales como refrigeradores y congeladores. La zona 1 cuenta con mayor organización en sus actividades diarias ya que tiene una oficina para atención al cliente y un mejor control de sus ventas diarias.

La zona 2 que corresponde a la “pesquera Martin Trujillo”, se encontró que también está bien dotada con implementos, utensilios y equipos para su operación diaria, Esta cuenta con

mesas en acero inoxidable, cuchillos en acero inoxidable, canastillas para transporte, equipos de refrigeración como refrigeradores y congeladores, hidrolavadoras, etc. En el personal manipulador encontramos que algunos que portan indumentaria como botas de caucho, delantal impermeable y gorros.

La zona 3 que corresponde a la “Asociación”, se encontró que es la más amplia de todas, ya que en ella operan varios comerciantes y cada uno cuenta con un espacio donde en una mesa ofrece sus productos. Se pudo evidenciar que cada vendedor posee pocos implementos y no son los adecuados para productos alimenticios, como es el caso de mesas de madera con mucho tiempo de uso, cuchillos de acero al carbono; algunos oxidados y empuñaduras de madera inapropiados para la industria alimentaria. La zona 3 no cuenta con equipos de refrigeración, el personal manipulador tiene poco conocimiento sobre manipulación de alimentos y buenas prácticas de manufactura.

Debido al presupuesto y trabajo que implica manejar muestras de gran tamaño la encuesta fue realizada a una muestra pequeña de toda la población del mercado público de Villa Cielo, por lo que la representatividad de estos puede verse comprometida, sin embargo, dado al carácter repetitivo de los negocios del lugar se consideró que esta representa la organización general del sitio estudiado.

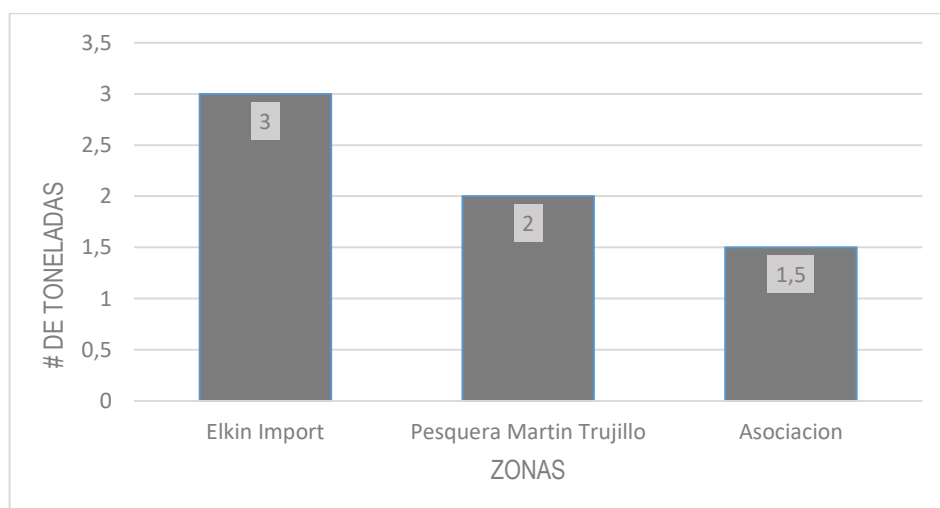


Figura 1. Toneladas de pescado comercializadas diariamente, por zona.

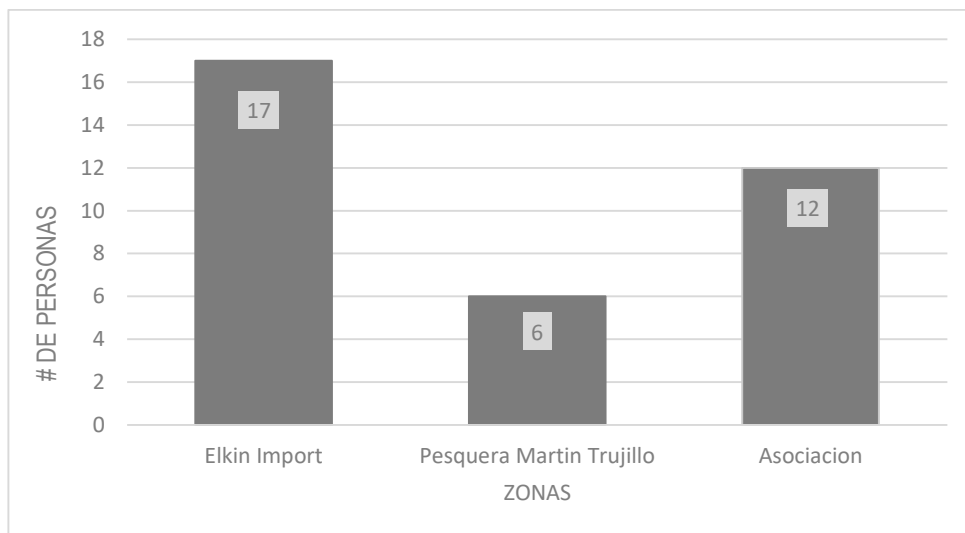


Figura 2. Número de trabajadores por zona.

5.2 Encuesta a manipuladores

La iluminación adecuada, natural o artificial es de gran importancia en un establecimiento donde se procesa o distribuye pescado. La figura 3 presenta los resultados de la encuesta para conocer el tipo de luz que utilizan los manipuladores del pescado.

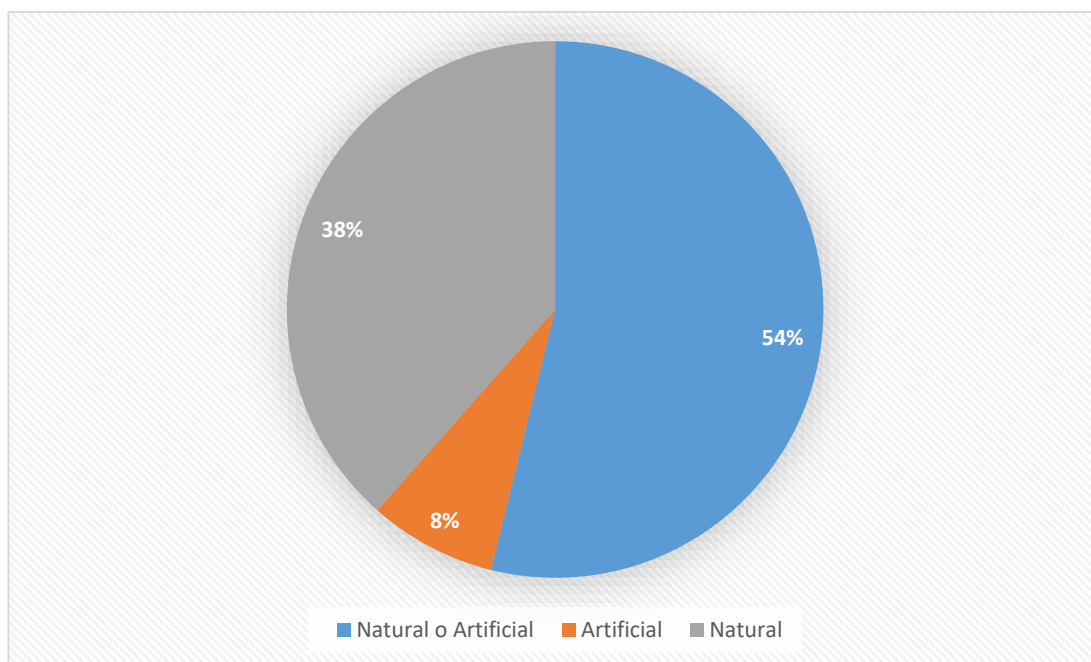


Figura 3. Iluminación de los locales entrevistados.

La mayoría de los manipuladores combinan el uso de luz artificial y natural en el trabajo, seguida en una cantidad similar por el uso exclusivo de luz artificial. Esto representa una ventaja ya que el uso de luz artificial evita la instalación de un exceso de ventanas en el lugar o infraestructura donde se manipulan los pescados y disminuye riesgos en la contaminación, debido a que hay una menor exposición al ambiente (Bykowski and Dutkiewicz, 1996).

La figura 4 presenta los aspectos a describir sobre el manejo de la cadena de frío.

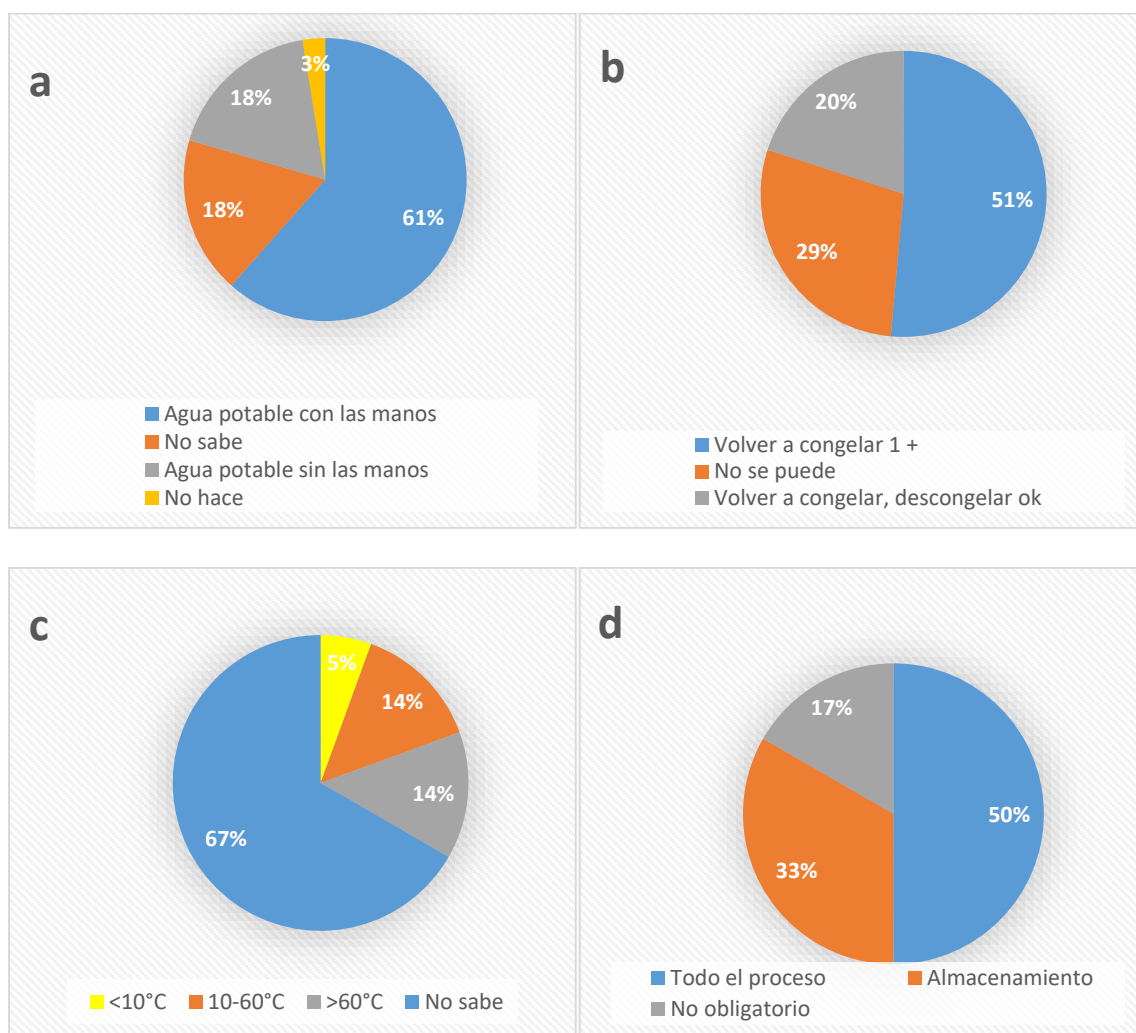


Figura 4. Manejo de la cadena de frío. a) Cómo debe producirse el hielo. b) Qué hacer con el pescado descongelado. c) A qué temperatura debe producirse el hielo. d) En qué momento debe mantenerse la cadena de frío.

Según (Gyan *et al.*, 2020) la calidad del hielo y el uso de este son unos de los principales medios para garantizar un buen estado del pescado. Tanto así que aumentar las condiciones

de higiene luego de alcanzar un nivel razonable no representa una mejoría significativa en la conservación del producto si este está bien congelado (Huss *et al.*, 2007). Llegando a demostrarse que para algunas especies el tipo y la forma de hielo usado puede causar mejoras en el tiempo del almacenamiento y la consistencia del pescado (Jeyasekaran *et al.*, 2004; Erikson *et al.*; 2011; Laguerre *et al.*; 2018), esto retrata la importancia de un buen proceso de fabricación del hielo para el enfriamiento del pescado. En esta investigación como se observa en la figura 4a, se encontró que la gran mayoría de las personas consideran que en el proceso de fabricación del hielo este puede estar en contacto con las manos de la persona. Esto representa un error en el procedimiento de manejo, ya que en el momento de captura el pez solo tiene pequeñas cantidades de microorganismos en la piel y los intestinos, pero este valor aumenta desde el enfriamiento en la borda (Huss *et al.*, 2007). En la figura 4c se nota que la mayoría de las personas desconoce la temperatura correcta en la que debe almacenarse el pescado, situación preocupante, ya que la población entrevistada son personas que se desempeñan en el medio pesquero y deben manejar los aspectos técnicos de la manipulación de estos alimentos con propiedad. Sin embargo, solo el 5% de las personas encuestadas respondieron acertadamente a la pregunta sobre la temperatura a la que debe ser almacenado el pescado. Diferentes autores afirman que la temperatura a cual se debe mantener congelado el pescado varía dependiendo de la técnica que se vaya a utilizar, pero el rango va desde los -2°C en el “*superchilling*” pasando por los -8°C en el pescado “*chilled-smoked*” y llegando hasta los -10°C en el pescado congelado con sal (Hansen *et al.*; 1995; Leroi *et al.*, 1998; Erikson *et al.*; 2011; Giannoglou *et al.*, 2019).

En la figura 4d se observa que el 50% de los encuestados desconocen los momentos de la cadena de frío, la cual es parte importante para mantener la frescura, seguridad y salubridad de los alimentos (Abad *et al.*, 2009; Calanche *et al.*, 2013). Actualmente este es un proceso monitoreado internacionalmente y el control de la temperatura juega un papel crucial en el

cuidado de la salud humana y el impacto económico del producto (Vivaldi *et al.*, 2020), Además del tema ético que sugiere la cantidad de comida perdida cada año por ruptura de la cadena de frío (Reguera *et al.*, 2019; Goedhals-Gerber and Khumalo, 2020).

Teniendo en cuanto lo anterior se puede decir que existe en el mercado de Villa cielo una oportunidad de mejora en educación de los distintos comerciantes y manipuladores de la zona, ya que importantes porcentajes mostraron desconocimiento de temas importantes sobre la creación y el mantenimiento de la cadena de frío.

En la figura 5 se describe el nivel de conocimiento tienen los manipuladores de pescado en el mercado público de villa cielo sobre las buenas prácticas de higiene. Para analizar esta variable, se capacitó en la identificación de las prácticas de riesgo que pudieran causar una ruptura de la cadena de frío, que disminuyan la higiene del sitio de manipulación y aumenten la contaminación de los productos manipulados. En este grupo de preguntas se encontró que el 50% de las personas realiza el lavado de manos solo si es obligatorio (Figura 5a), sugiriendo esto que falta apropiación de las buenas prácticas de higiene.

De igual forma, se identificó que el 42 % de las personas no toma las medidas correctas al percibirse enfermas (Figura 5b), ya que siguen trabajando o simplemente se automedican y siguen las labores. Al momento de ofrecerles una matriz de opciones que retrataban malas prácticas de higiene (Figura 5c) observamos una disposición homogénea en torno al 5 y 10% reconociendo muy pocas de las acciones incorrectas a realizar durante la manipulación de alimentos. Esta es una problemática mundial y es objeto de vigilancia internacional, tales como los estándares de salud humana y protección al consumidor estadounidense y australiana, como lo reportaron Stadlmüller *et al.* (2017).

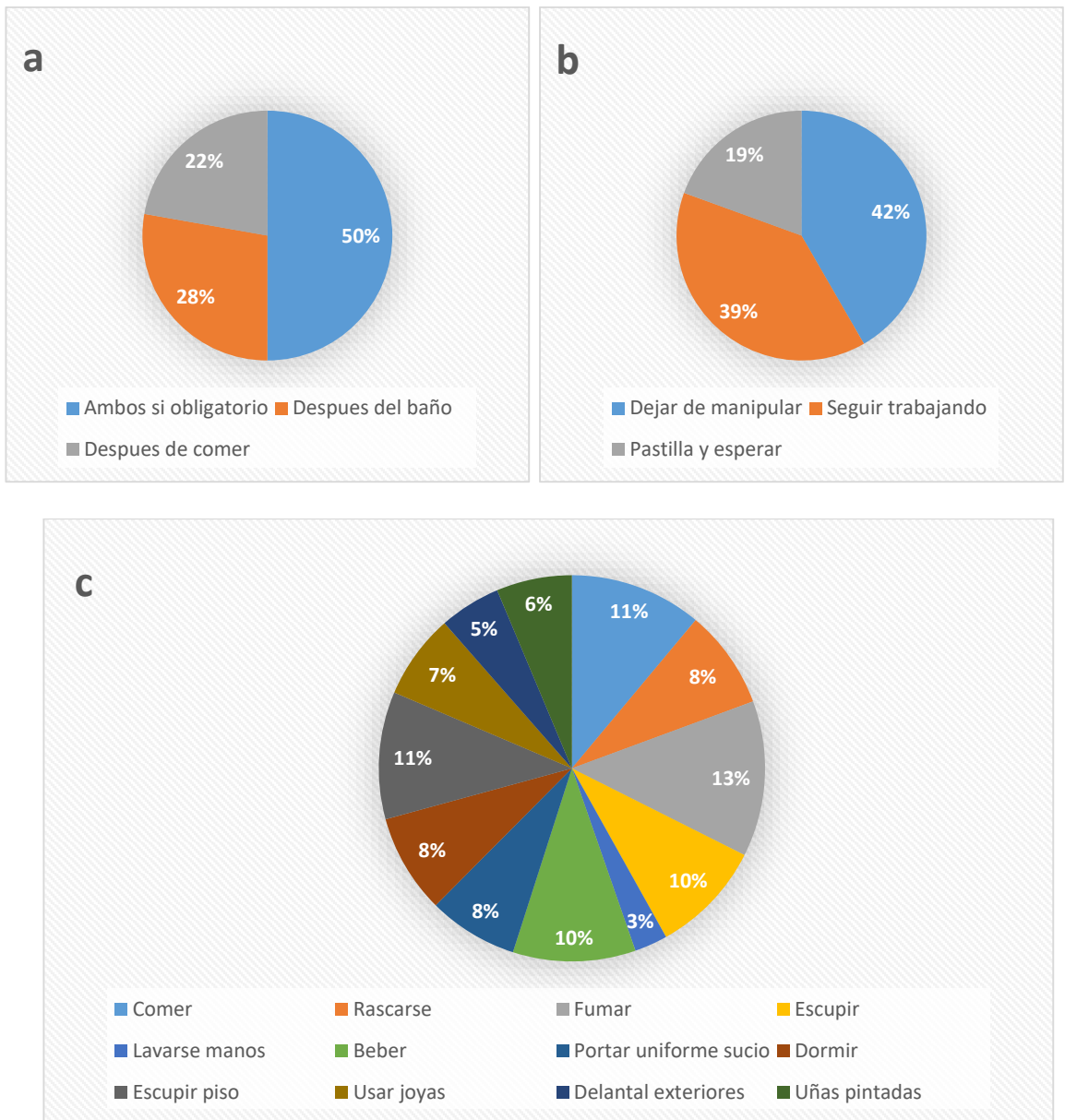


Figura 5. Prácticas de higiene. a) En qué momento se lava usted las manos. b) Qué hace usted cuando se siente enfermo en el trabajo. c) Qué no debe hacer en el trabajo.

En Colombia esta situación no es diferente y estas medidas están reguladas por la resolución 2674 de 2013. (Soon, 2019) encontró que las prácticas de higiene de establecimientos similares a plazas de mercado eran moderadas y requerían intervención, además de recalcar que la mayoría se ubican cerca de focos de contaminación lo cual empeora la situación.

La figura 6 representa el resultado de la encuesta sobre los temas en que los manipuladores desearían recibir capacitación.

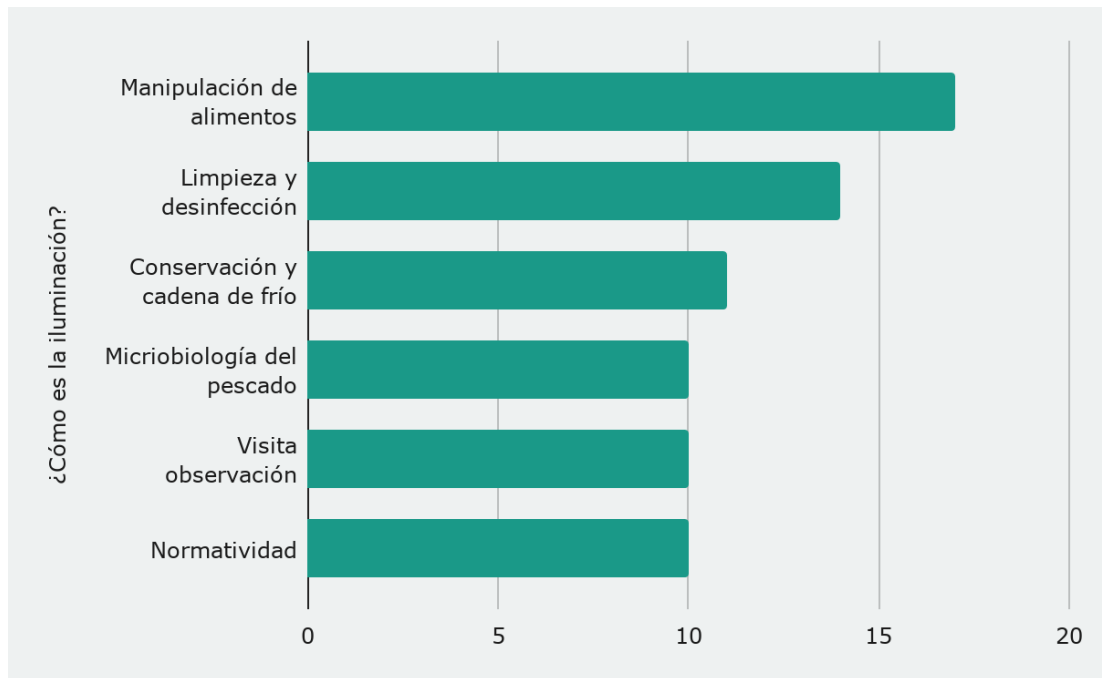


Figura 6. Temas de interés sobre el manejo del pescado y otros en capacitaciones.

Por otra parte, es posible tener un impacto positivo en estas condiciones, como demuestra (Ababio *et al.*, 2016) los niveles de higiene pueden aumentar y los contaminantes microbiológicos pueden disminuir notablemente con educación en prácticas de higiene en la manipulación de alimentos (Malavi *et al.*, 2020). En nuestra población una práctica de este tipo es fácilmente aplicable y estaría bien recibida, ya que la mayoría de las personas expresó tener interés de recibir capacitación en este tema.

En lo relacionado con la higiene y el control de plagas, en la figura 7 se representan los datos relacionados con el tipo, frecuencia de uso y otros aspectos.

El 86 % de las personas encuestadas, aseguran utilizar sustancias o productos para llevar a cabo el control de plagas o animales en el momento que los observan en la infraestructura utilizada para realizar las actividades relacionadas con el procesamiento y distribución del pescado, sin embargo el 8 % realizan el control cuando observan signos o evidencia de que hay presencia de plagas o animales en el lugar, y 5% afirmaron no realizar ninguna actividad respecto al control de las plagas (figura 7a).

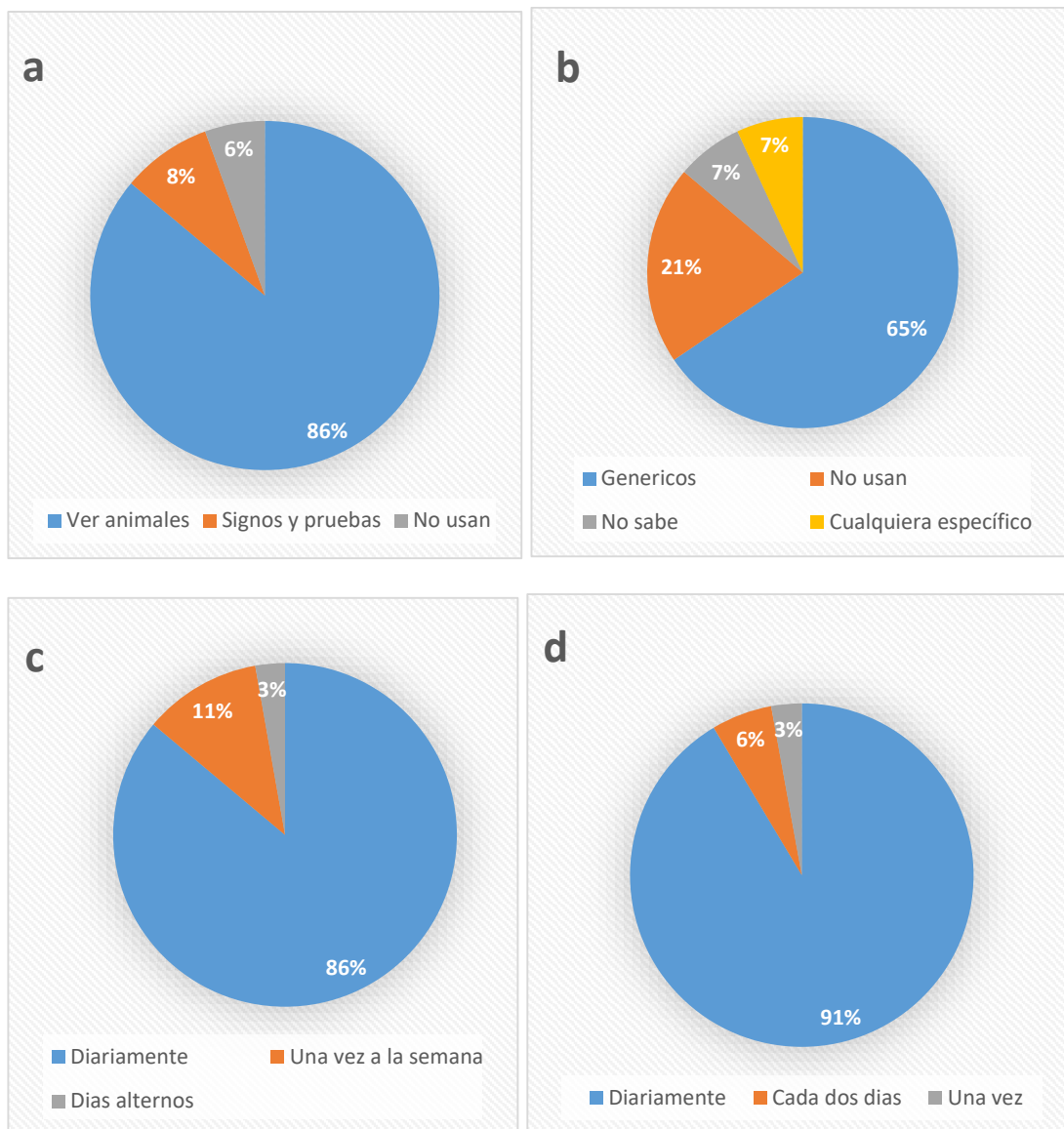


Figura 7. Limpieza y control de plagas. a) En qué momento considera utilizar productos contra las plagas. b) Utiliza productos para el control de plagas. c) Con qué frecuencia higieniza los lugares en contacto con los alimentos. d) Con qué frecuencia vacían los depósitos del lugar.

Según (Sharma and Prabhakar, 2014), la aparición de animales y plagas está relacionado con la destrucción de múltiples hábitats donde abundan muchas especies que al verse amenazadas buscan un lugar donde refugiarse del peligro y así poder prolongarse en el tiempo, además, el cambio climático juega un papel importante en la reducción de hábitats de algunas especies ya que estos provocan un desplazamiento del lugar donde naturalmente se encontraban algunos animales.

En la figura 7b se observa que el 65 % utiliza productos específicos requeridos para algún tipo de plaga o animal, mientras que los que corresponden al 21% no utiliza ningún tipo de producto, sin embargo, hubo un pequeño porcentaje correspondiente al 7 % que utiliza productos comunes o genéricos y un porcentaje igual que manifiesta no saber qué sustancia debe utilizar en el control de plagas. Como una solución a no utilizar sustancias químicas para el control de plagas, se promueve el uso de control mecánico de plagas, como cartón impregnado de gomas, trampas para insectos voladores y así provocar un menor impacto en la contaminación ambiental, contribuyendo así con el cuidado del planeta (Trematerra, 2013; Mager, 2014).

En la figura 7c se evidencia que el 86 % de los encuestados realizan el proceso de higienización a los lugares que tienen contacto con el pescado todos los días de la semana. El 91 % en la figura 4d llevan a cabo el procedimiento de vaciar los depósitos del lugar para realizar limpieza todos los días. Las actividades de higiene que realizan a las infraestructuras del mercado son necesarias, debido a que evitan contaminación o propagación de patógenos y permiten una mejor conservación del pescado (Stejskal *et al.*, 2015).

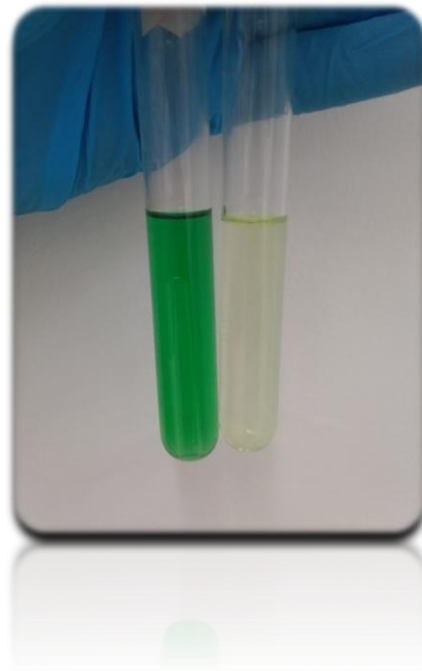
5.3 Análisis microbiológico

5.3.1 Determinación de la calidad sanitaria de los puntos de venta de pescado en el mercado de Montería.

Se realizaron frotis en 100 cm² de superficies de la zona de trabajo. En todas las muestras se observaron crecimiento en caldo Brila, indicando contaminación por coliformes totales. Solamente en la zona 3 se observó crecimiento bacteriano con formación de gas como se observa en la imagen 1 (IMG 1). En la prueba confirmativa, el indol resultó negativo, lo que descarta la presencia de *E. coli*, como se puede ver en la imagen 2 (IMG2)



IMG 1



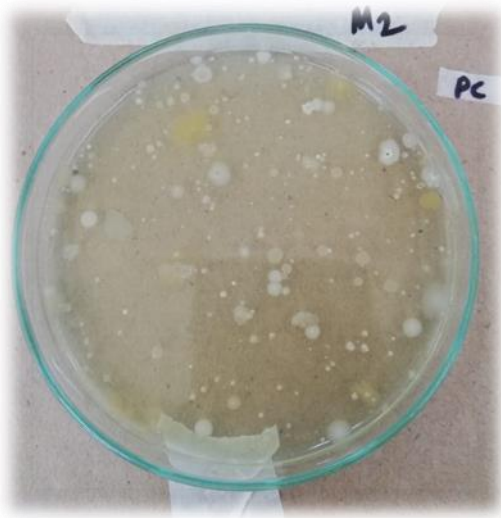
IMG 2

5.3.2 Microorganismos en el ambiente

La contaminación del ambiente se evaluó determinando la presencia de hongos y bacterias en las corrientes de aire del lugar. En los análisis realizados se encontró que la zona 1 presentó colonias blancas algodonosas, cremas lisas, lanosas negras y blancas, con reverso amarillo y marrón, y algodonosas verdes. Ver imagen 3 (IMG 3). Además, se observaron colonias planas, redondas de color crema, algunas blancas y otras translúcidas y amarillas, características de hongos pertenecientes a los géneros *Apergillius*, *Penicillium*, *Rhizopus*, entre otros. Los cuales son conocidos por producir micotoxinas con efecto en la salud humana y por participar en la descomposición de alimentos (Bullerman, 2003; Taniwaki *et al*; 2018). Ver imagen 4 (IMG 4)

En la zona 2 las colonias observadas fueron las siguientes: colonias algodonosas blancas y grises, colonias cremas y blancas lisas, colonias lanosas negras, blancas y verdes, colonias blancas con centro negro y gris. Ver Imagen 5 (IMG 5). Asimismo, la contaminación bacteriana fue similar a la zona 1, con la excepción de que en esta zona hubo presencia de

algunas colonias blancas con elevaciones redondeadas. Ver imagen 6 (IMG 6), De igual forma la zona 3 tuvo un comportamiento similar a los dos anteriores. Ver imagen 7 Y 8.



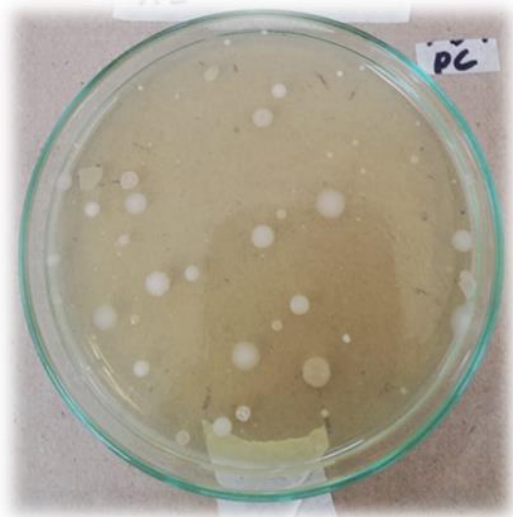
IMG N3



IMG N4



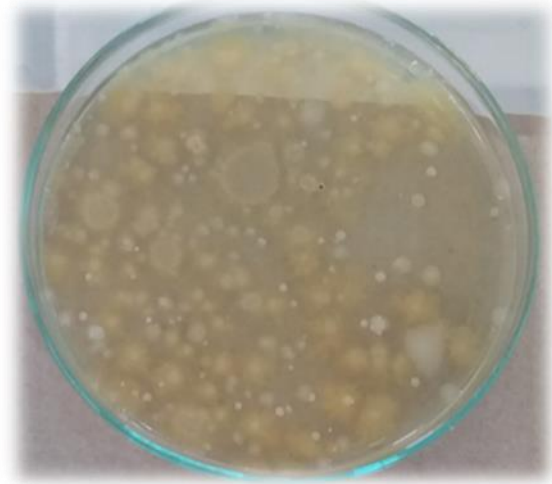
IMG 5



IMG 6



IMG 7



IMG 8

Si bien el comportamiento de la contaminación fúngica respecto al tipo de colonias fue similar en las tres zonas, la que presentó mayor cantidad de microorganismos fue la 1 en la cual se encontró un promedio de 23 UFC/g, seguida zona 2 donde se encontraron 15 UFC/g y finalmente en la zona 3 con un valor aproximadamente a la mitad de la primera zona, es decir 12 UFC/g, estos valores están dentro de los permitidos según NTC 5230. Ver figura 8. Además, los valores encontrados para la contaminación bacteriana de las tres zonas fueron los siguientes: 17.0, 19.5 y 74 UFC/g para la zona 2, zona 1 y zona 3 respectivamente, los valores de la zona 1 y zona 2 están dentro de los permitidos según NTC 5230, mientras que el valor de la zona 3 está por afuera del límite superior de colonias permitidas según esta misma norma. Ver figura 9.

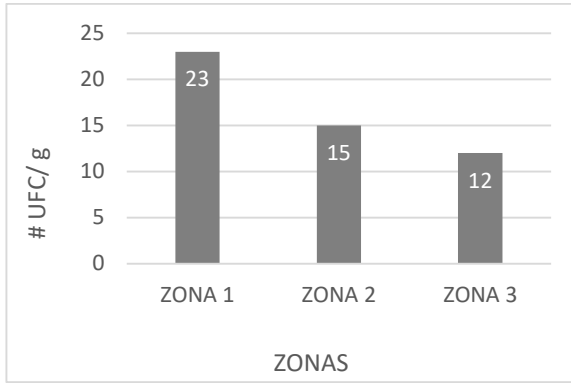


Figura 8. Contaminación fúngica.

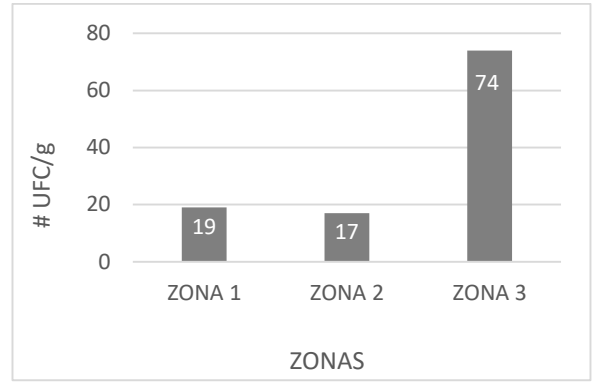


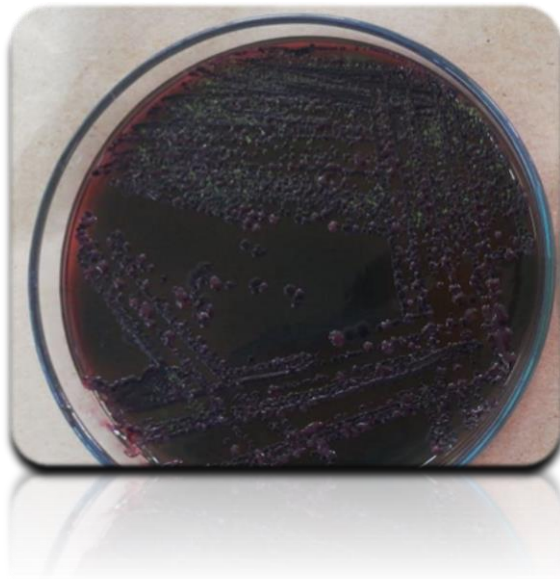
Figura 9. Contaminación bacteriana.

5.3.3 Determinación de contaminación en manipuladores durante el proceso de venta de pescado en el mercado de Montería.

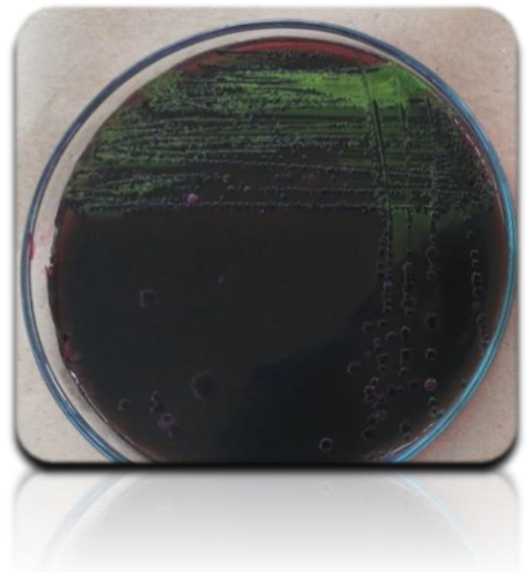
5.3.3.1 Contaminación fecal.

Las 3 muestras tomadas en cada una de las zonas fueron sospechosas de contaminación por coliformes totales. Sin embargo, cuando se cultivaron en agar EMB solo las muestras de la zona 2 y 3 presentaron crecimiento de colonias características. Ver imágenes 9 Y 10

En la segunda prueba confirmatoria la lectura del caldo demostró la ausencia de indol en las muestras de los 3 manipuladores. Ver imágenes 11, 12, 13



IMG N9



IMG N10



IMG N11



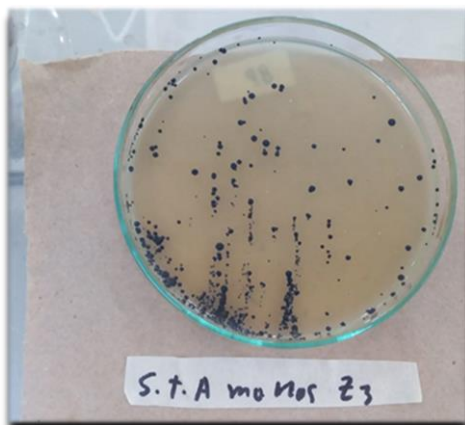
IMG N12



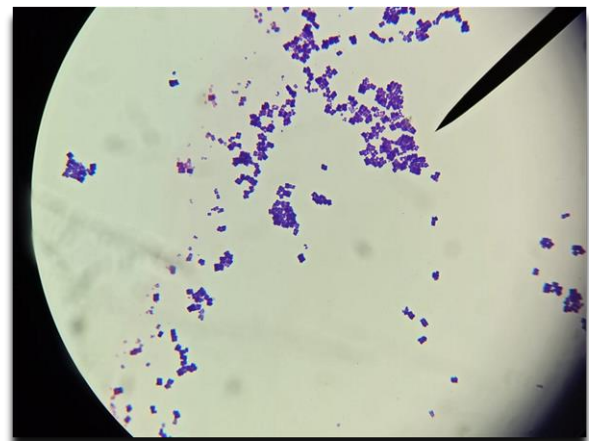
IMG N13

5.3.3.2 Presencia de *Staphylococcus aureus* en manipuladores.

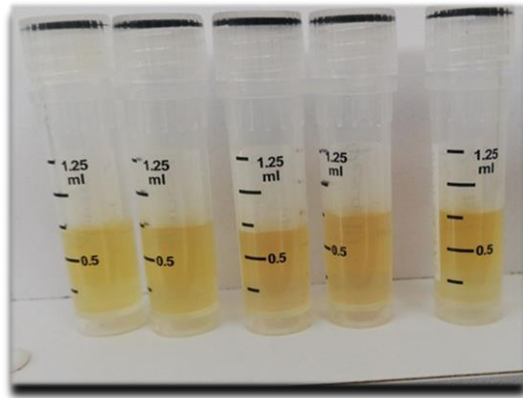
En las muestras de los trabajadores de las 3 zonas se observaron colonias negras, lustrosas, convexas, con un halo levemente visible, sugestivas de infección por cocos gram positivos. Ver imagen 14. La tinción de gram mostró la presencia de cocos gram positivos dispuestos en racimos, Ver imagen 15 pero al realizar la prueba de coagulasa ninguna de las muestras presentó coagulación durante las 24 horas de seguimiento, por lo que se estima que las manos de los manipuladores probablemente están contaminadas con bacterias del género *Staphylococcus* distintas a *S. aureus*. Ver imagen 16



IMG N14



IMG N15



IMG 16

5.3.3.3 Determinación de *Salmonella* spp.

El manipulador de la zona 1 mostró crecimiento de colonias características en el agar XLD, tanto en la mitad proveniente del caldo Selenite - Cistina como del caldo tetrionato, en el agar SS no hubo crecimiento de colonias. Los manipuladores de la zona 2 y 3 mostraron crecimiento en ambos agares, sin diferencia entre los caldos de cultivo. De igual forma, los cultivos de estos los agares positivos mostraron bacilos gram negativos en la tinción. Como se muestra en la Tabla 1.

Con la ayuda de las pruebas bioquímicas se estima que probablemente haya presencia de salmonella en las muestras de los manipuladores de las zonas 2 y 3 provenientes de los agares SS y XLD, hubo un resultado positivo en la muestra del manipulador de la zona 1 sembrada en el agar XLD y un resultado posible para shigella en la muestra del manipulador de la zona 3 sembrada en el agar SS.

TABLA 1. Pruebas bioquímicas de *Salmonella*

Muestra		Manos				Pescado		
Dilución		XLD	SS	XLD	SS	XLD	SS	XLD
Tratamiento		Z1	Z2	Z2	Z3	Z3	Z2	Z3
GÉNERO		<i>Salmonella</i> spp	<i>Salmonella</i> spp	<i>Salmonella</i> spp	<i>Salmonella</i> spp	<i>Salmonella</i> spp	<i>Salmonella</i> spp	<i>Salmonella</i> spp
TSI	BISEL	K	K	K	K	K	K	K
	FONDO	K	K	K	K	K	K	K
	GAS	POS	POS	POS	POS	POS	NEG	POS
	H2S	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	POS	NEG
CITRATO		POS	POS	POS	NEG	POS	POS	POS

SIM	H2S	NEG	POS	POS	POS	POS	NEG	POS
	INDOL	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	NEG	POS
	MOTILIDAD	POS	POS	POS	POS	POS	POS	POS
LIA	BISEL	K	K	K	K	K	K	K
	FONDO	K	K	K	K	K	K	K
	GAS	POS	POS	POS	POS	NEG	POS	NEG
	H2S	NEG	POS	NEG	POS	POS	POS	POS
CALDO UREA		NEG	NEG	POS	NEG	NEG	NEG	NEG
MR-VP		NEG	POS	NEG	POS / NEG	POS	POS	POS

5.4 Determinación de la calidad sanitaria del pescado en el mercado de montería.

5.4.1 Coliformes totales:

Las pruebas de coliformes se realizaron a 3 repeticiones en las muestras de pescado recolectadas en cada una de las zonas (Tabla 2).

Los resultados de la prueba presuntiva de coliformes totales mostró la presencia de gas y turbidez en todas las diluciones y repeticiones realizadas, por lo que se confirmó la presencia de coliformes totales en las muestras recolectadas, al buscar en la tabulación del NMP se obtuvo que para la zona 1 había 40 bacterias/gramo, 21 bacterias/gramo para la zona 2 y >2400/bacterias/gramo para la zona 3. Este valor tan alto de la zona 3 se debe principalmente a las condiciones higiénicas que tiene el lugar, además del poco conocimiento que tienen las personas acerca de la manipulación de alimentos.

TABLA 2. Resultados de evaluación de coliformes totales.

Zona	Dilución	Réplica	BRILLA	EMB	Indol/BRILLA
1	10 ⁻¹	R1	+	++	-
		R2	+	+	-
		R3	+	+	-
	10 ⁻²	R1	+	+	-
		R2	+	+	-
		R3	+	+	-
2	10 ⁻¹	R1	+	+	-
		R2	+	-	-
		R3	+	+	-
	10 ⁻²	R1	+	+	-
		R2	+	+	-
		R3	+	+	-
3	10 ⁻¹	R1	+	+	-
		R2	+	+	-
		R3	+	+	-
	10 ⁻²	R1	+	++	-
		R2	+	+	-
		R3	+	+	-

Zona	Dilución	Réplica	BRILLA	EMB	Indol/BRILLA
		R2	+	+	-
		R3	+	+	-
	10 ⁻³	R1	+	+	-
		R2	+	+	-
		R3	+	+	-

Las réplicas mostraron en el cultivo en agar EMB crecimiento de colonias características para *Escherichia coli* en la Z1 dilución 10⁻¹ - R1 y en la Z3 dilución 10⁻² - R1, sin embargo, todas las muestras obtuvieron resultados negativos en la prueba de indol/BRILLA en agua de triptona. Por lo tanto, podemos afirmar que existió en las muestras analizadas contaminación por coliformes, pero no por coliformes fecales.

5.4.2 *Staphylococcus aureus*:

Con excepción de las diluciones 10⁻³ de las zonas 1 y 2 se observó crecimiento de colonias características en todos los discos cultivados. Al multiplicar por el factor de dilución obtuvimos el número de unidades formadoras de colonia (UFC) (Tabla 3).

Al momento de realizar la confirmación de la especie *S. aureus* en las muestras analizadas no se encontró coagulación en ninguna de las muestras durante las 24 horas de incubación.

TABLA 3. Número de UFC de *Staphylococcus* spp. en la carne de pescado.

Muestra	Número de UFC
Z1 dilución 10 ⁻¹	55
Z1 dilución 10 ⁻²	22
Z1 dilución 10 ⁻³	0
Z2 dilución 10 ⁻¹	45
Z2 dilución 10 ⁻²	14
Z2 dilución 10 ⁻³	0
Z3 dilución 10 ⁻¹	614
Z3 dilución 10 ⁻²	250
Z3 dilución 10 ⁻³	76

5.4.3 *Salmonella* spp.

No hubo crecimientos característicos en el agar SS ni XLD en 25 g de la muestra de la zona 1, mientras que en las zonas 2 y 3 hubo crecimiento de colonias características tanto en el agar SS como en el XLD en 25 g de muestra. La tinción de gram las muestras de ambas

zonas mostraron la presencia de bacilos gram negativos, que posteriormente se confirmaron como *Salmonella spp* en las pruebas bioquímicas como se muestra en la Tabla 1.

TABLA 4. Pruebas bioquímicas para la identificación de *Vibrio cholerae* en la carne de pescado.

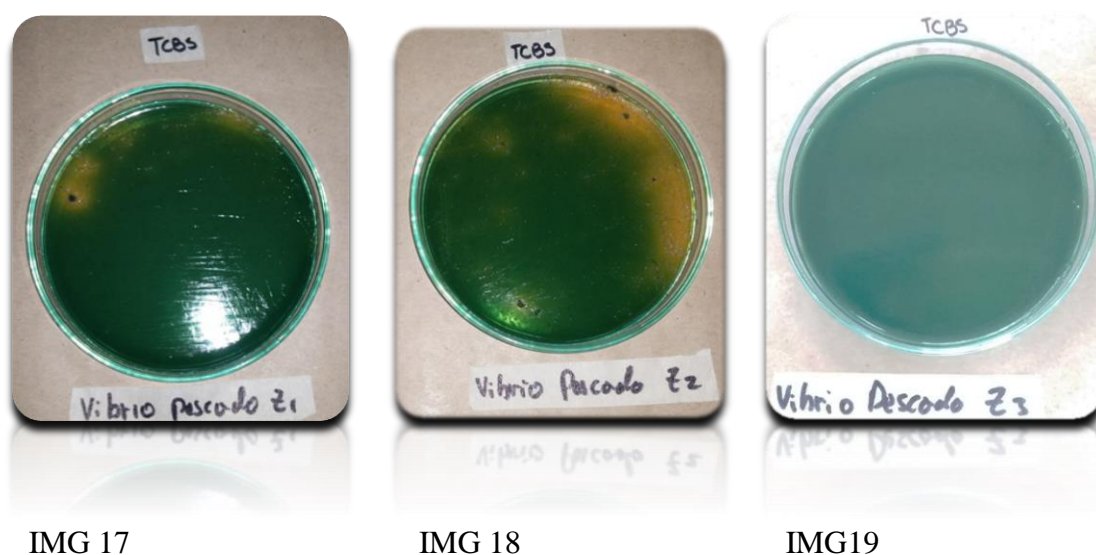
Muestra		PESCADO	
Tratamiento		Z1	Z2
GÉNERO		<i>Vibrio spp.</i>	
TSI	BISEL	K	K
	FONDO	K	K
	GAS	NEG	NEG
	H ₂ S	NEG	NEG
CITRATO		NEG	NEG
SIM	H ₂ S	NEG	NEG
	INDOL	NEG	NEG
	MOTILIDAD	POS	POS
LIA	BISEL	K	K
	FONDO	K	K
	GAS	NEG	NEG
	H ₂ S	NEG	NEG
CALDO UREA		NEG	POS
GEL		NEG	NEG
OF/ABIERTO	NEG	NEG	
OF/SELLADO	NEG	POS	
C.LACTOSA	NEG	NEG	
AGAR BLANDO	NEG	NEG	

5.4.4 *Vibrio cholerae*

Después de tomada la muestra y realizada la prueba característica para este tipo de microorganismo, se encontró que en el agar TCBS hubo crecimiento de colonias características en las muestras de las zonas 1 y 2. Ver imágenes 17 Y 18 mientras que en la zona 3 los resultados mostró que no se presentó crecimiento de colonias asociadas con el microorganismo de interés. Ver imagen 19 Los resultados de las pruebas bioquímicas se muestran en la Tabla 5, en la cual se puede apreciar que ambas zonas probablemente están contaminadas por *V. cholerae*.

Las bacterias encontradas en la carne de pescado se pueden dividir en dos grupos, aquellas que causan el deterioro del pescado, como *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*

cloacae y *Shigella* spp., que cotaminan la carne de pescado y generan un riesgo de enfermedad, tales como: *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *E. faecalis*, *Salmonella* spp., *Listeria* spp. (Ozogul *et al.*, 2020). De estas las que se encuentran con más frecuencia en los peces son *Salmonella* spp., *Vibrio* spp., *Escherichia* y *Listeria* spp. en el pescado ahumado (Chattopadhyay and Adhikari, 2014; Heredia and García, 2018; Samanta and Choudhary, 2019).



En la Tabla 5 se observa el resumen de las pruebas bioquímicas realizadas.

TABLA 5. Resumen de pruebas microbiológicas.

(Z1)(Z2)(Z3)	Manipuladores	Superficies	Pescado
Coliformes fecales	(-)(-)(-)	(-)(-)(-)	(-)(-)(-)
S. aureus	(-)(-)(-)	NA	(-)(-)(-)
Salmonella	(-)(+)(+)	NA	(-)(+)(+)
V. cholerae	NA	NA	(+)(+)(-)

Salmonella spp. es un género común en aves y animales, usualmente no habita en ambientes acuáticos, por lo que su presencia en el pescado indica aguas contaminadas o errores en la manipulación de los alimentos (Amagliani *et al.*, 2010), lo que indicaría que los aislamientos

encontrados en la carne de pescado son secundarios a la contaminación de las manos de los manipuladores de dichas zonas, esto explicaría por qué no hubo aislamiento en la muestra zona 1, ya que las manos del manipulador de esa zona estaban libres del patógeno. Por su parte *Vibrio* spp. Se encuentra en aguas salobres o saladas y se adhiere con facilidad a las especies marinas. Cuando se captura el pescado esta bacteria se encuentra en la piel y las branquias, pero conforme aumenta el tiempo desde la captura empieza a contaminar la carne del mismo. (Samanta and Choudhary, 2019).

Otro marcador importante de errores en la manipulación de los alimentos es la presencia de coliformes fecales, de los cuales el género más conocido es *Escherichia*. Este grupo de bacterias habitan principalmente en los intestinos de los animales y son ampliamente usados para determinar la presencia de heces en agua y alimentos según (Patel *et al.*, 2014). De igual manera la industria alimenticia utiliza la presencia de *Staphylococcus* como marcador de prácticas de riesgo en la manipulación de los productos (Venugopal, 2002; Chattopadhyay and Adhikari, 2014). En nuestro análisis microbiológico no se demostró contaminación por coliformes fecales ni por *S. aureus* en ninguna de las muestras estudiadas, al ser estos los contaminantes más comunes indica que en términos generales las técnicas de salubridad para la manipulación de alimentos son suficientes para mantener una adecuada calidad y seguridad del producto ofrecido al público.

6 CONCLUSIONES

- El mercado público de Villa Cielo está conformado por una agrupación no organizada de comercializadores de pescado principalmente cultivado y capturado y en menor medida importado, que se relacionan geográfica y metodológicamente para ofrecer un mismo producto a un mismo tipo de público, los cuales son en su mayoría revendedores.
- En el interior del mercado no existe un modelo organizacional entre los comerciantes, ni control de las autoridades sanitarias de la ciudad de Montería, lo que indica que las inspecciones al lugar son escasas y las dinámicas de los precios se rigen por las leyes de la oferta y la demanda.
- Los establecimientos cuentan con medidas básicas de higiene y bioseguridad en cuanto a la limpieza del lugar, la disposición de las basuras y el control de plagas. Sin embargo, en su mayoría carecen de formación en manejo de alimentos y buenas prácticas de manufactura, desconocen técnicas de manipulación y prevención de la contaminación y no tienen conocimiento de cómo mantener la cadena de frío.
- Las tres zonas presentaron contaminación bacteriana y fúngica, con un comportamiento similar entre sí. Respecto a la contaminación fúngica se encontró que el promedio de UFC/mL para la zona 1 fue el mayor con relación a las dos zonas restantes. En contaminación bacteriana de las tres zonas se encontró que la zona 3 tuvo el promedio de colonias más elevado, seguido de la zona 1 y zona 2 respectivamente.
- Los manipuladores se evaluaron en 3 zonas del mercado, sólo se encontró contaminación por uno de los 3 grupos bacterianos estudiados y solo en una de las 3 zonas muestreadas. En cuanto a las superficies, en ninguna de las muestras recolectadas se aisló crecimiento de coliformes fecales, lo cual era esperable ya que

este microorganismo no se aisló en las manos de los manipuladores ni en las muestras de pescado recolectadas. Esto sugiere que las técnicas de higiene y las prácticas de manejo son suficientes para mantener un área de trabajo limpia y una calidad aceptable del producto y no comprometen la salud de los consumidores ni la seguridad alimentaria

- Se encontramos una relación directa entre la contaminación de los manipuladores de las zonas 2 y 3 con la contaminación de las muestras de pescado de las mismas zonas, ya que fue en estas donde se aisló *Salmonella* spp., el mismo microorganismo presente en las manos de los manipuladores encargados de esas áreas. Esto sugiere que la fuente de contaminación de estas muestras fue la misma. Además, se estudió la presencia de *V. cholerae* en la carne de pescado, la cual fue positiva en las zonas 1 y 2, eso indica a que probablemente dichas áreas han almacenado sus productos por un mayor tiempo, ya que esta bacteria se encuentra en la carne de pescado no fresco. No se demostró la presencia de coliformes fecales ni *Staphylococcus* en las muestras recolectadas, por lo que nuevamente las técnicas de manejo fueron suficientes para contener este tipo de patógenos.

7 RECOMENDACIONES

Incorporar una segmentación del mercado de Villa Cielo, para cada zona ya que cada de una de ella tiene sus propias condiciones, permitiendo establecer con mayor certeza la calidad microbiológica de este tipo de entidades comerciales.

Se hace la invitación a la universidad de Córdoba, a realizar estudios futuros sobre este tipo de mercados públicos, con estudios de caso; para contribuir al desarrollo de la sociedad y generar un impacto positivo en la calidad microbiológica de la comercialización de alimentos.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Ababio, P. F, Iovatta J, Pauline K (2016) 'Effect of good hygiene practices intervention on food safety in senior secondary schools in Ghana', *Food control*, 60, pp. 18–24. doi: 10.1016/j.foodcont.2015.07.013.
- Abad, E, Palacio F, Nuin M, Gonzales A, Juarros A, Gomes M, Marco S (2009) 'RFID smart tag for traceability and cold chain monitoring of foods: Demonstration in an intercontinental fresh fish logistic chain', *Journal of food engineering*, 93(4), pp. 394–399. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2009.02.004.
- Amagliani, G, Omiccioli E, Brandi G, Bruce J, Magnani M (2010) 'A multiplex magnetic capture hybridization and multiplex Real-Time PCR protocol for pathogen detection in seafood', *Food microbiology*, 27(5), pp. 580–585. doi: 10.1016/j.fm.2010.01.007.
- Ariyawansa, S., Ginigaddarage, P., Jinadasa, K., Chandrika, JM, Arachchi, GG y Ariyaratne, S. (2016) 'Assessment of Microbiological and Bio-chemical Quality of Fish in a Supply Chain in Negombo, Sri Lanka', *Procedia Food Science*. Elsevier, 6, pp. 246–252. doi: 10.1016/j.profoo.2016.02.032.
- Becker, A. G. and Baldisserotto, B. (2020) 'Chapter 12 - Osmotic and ionic regulation', in Baldisserotto, B., Urbinati, E. C., and Cyrino, J. E. P. (eds) *Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish*. Academic Press, pp. 273–285. doi: 10.1016/B978-0-12-815872-2.00012-9.
- Biesalski, H.-K. (2005) 'Meat as a component of a healthy diet - are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet?', *Meat science*, 70(3), pp. 509–524. doi: 10.1016/j.meatsci.2004.07.017.
- Bullerman, L. B. (2003) 'SPOILAGE | Fungi in Food – An Overview', in Caballero, B. (ed.) *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*. Oxford: Academic Press, pp. 5511–5522. doi: 10.1016/B0-12-227055-X/01129-9.
- Bykowski, P. and Dutkiewicz, D. (1996) *Freshwater Fish Processing and Equipment in Small Plants*. Available at: https://books.google.com/books/about/Freshwater_Fish_Processing_and_Equipment.html?hl=&id=Ao6dHAAACAAJ.
- Calanche, J, Samayoa P, Veronica J, Simon L, Beltraan P, Laura H. (2013) 'Assessing the effectiveness of a cold chain for fresh fish salmon (*Salmo salar*) and sardine (*Sardina pilchardus*) in a food processing plant', *Food control*, 33(1), pp. 126–135. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.02.005.
- Chattopadhyay, P. and Adhikari, S. (2014) 'FISH | Catching and Handling', in Batt, C. A. and Tortorello, M. L. (eds) *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*. Oxford: Academic Press, pp. 923–931. doi: 10.1016/B978-0-12-384730-0.00124-5.
- Corrales Ramírez MSC, L. C. *et al.* (2011) 'Bacteriological quality of fresh fish, Catfish (*Pseudoplatystoma* sp.) and Red Tilapia (*Oreochromis* sp.), as marketed in the municipality of El Colegio, Cundinamarca (Colombia)'. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. doi: 10.22490/24629448.497.

Correia Peres Costa, J. C. *et al.* (2020) ‘Study of the microbiological quality, prevalence of foodborne pathogens and product shelf-life of Gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) from aquaculture in estuarine ecosystems of Andalusia (Spain)’, *Food microbiology*, 90, p. 103498. doi: 10.1016/j.fm.2020.103498.

Dalgaard, P. (2000) ‘Fresh and lightly preserved seafood’, in Man, C. and Jones, A. A. (eds) *Shelf life evaluation of foods*. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers, pp. 110–139.

Dal-Pai-Silva, M, Baldisserotto, B, Urbinati, E, and Cyrino, J. E. P. (2020) ‘Chapter 8 - Cellular and molecular features of skeletal muscle growth and plasticity’, in C., (eds) *Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish*. Academic Press, pp. 163–183. doi: 10.1016/B978-0-12-815872-2.00008-7.

Departamento de Pesca y Acuicultura, F. A. O. (2017) *Visión general de la legislación acuícola nacional. Colombia, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Available at: http://www.fao.org/fishery/legalframework/nalo_colombia/es#:~:text=La%20Ley%20N%C2%BA%2013%20de,autoridad%20central%20del%20Ministerio%20de (Accessed: 5 August 2020).

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. <https://doi.org/10.21897/rta.v19i1.724>

Eltholth, M; Fornace, K; Grace, D; Rushton, J; Hasler, B. (2018) ‘Assessing the chemical and microbiological quality of farmed tilapia in Egyptian fresh fish markets’, *Global Food Security*, 17, pp. 14–20. doi: 10.1016/j.gfs.2018.03.003.

Erikson, U., Misimi, E. and Gallart-Jornet, L. (2011) ‘Superchilling of rested Atlantic salmon: Different chilling strategies and effects on fish and fillet quality’, *Food chemistry*, 127(4), pp. 1427–1437. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.01.036.

Farrell, A. P. and Pieperhoff, S. (2011) ‘DESIGN AND PHYSIOLOGY OF THE HEART | Cardiac Anatomy in Fishes’, *Encyclopedia of Fish Physiology*, pp. 998–1005. doi: 10.1016/b978-0-12-374553-8.00139-8.

Faustman, C. and Suman, S. P. (2017) ‘The Eating Quality of Meat’, *Lawrie’s Meat Science*, pp. 329–356. doi: 10.1016/b978-0-08-100694-8.00011-x.

Fernandes, M. N. and Moron, S. E. (2020) ‘Chapter 10 - Breathing and respiratory adaptations’, in Baldisserotto, B., Urbinati, E. C., and Cyrino, J. E. P. (eds) *Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish*. Academic Press, pp. 217–250. doi: 10.1016/B978-0-12-815872-2.00010-5.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2017) *Daily protein sources from plant-based and animal products, Our world in data*. Available at: <https://ourworldindata.org/grapher/daily-protein-plant-and-animal-products?country=~COL> (Accessed: 1 August 2020).

Føre. M, Frank. K, Norton. T, Svendsen. E, Alfredsen. J. A, Dempster. T, Eguiraun. H, Watson. W, Stahl. A, Sunde. L. M, Schellewald. C, Skøien . K, Alver. M , Berckmans. D

(2018) 'Precision fish farming: A new framework to improve production in aquaculture', *Biosystems Engineering*. Academic Press, 173, pp. 176–193. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2017.10.014.

Gassem, M. A. (2019) 'Microbiological and chemical quality of a traditional salted-fermented fish (Hout-Kasef) product of Jazan Region, Saudi Arabia', *Saudi journal of biological sciences*, 26(1), pp. 137–140. doi: 10.1016/j.sjbs.2017.04.003.

Giannoglou, M, marianna I, evangelopoulou J, maria A, perikleous N, baclori C, theofania T, petros T . (2019) 'Time temperature integrators for monitoring the shelf life of ready-to-eat chilled smoked fish products', *Food Packaging and Shelf Life*, 22, p. 100403. doi: 10.1016/j.fpsl.2019.100403.

Gibson, M. and Newsham, P. (2018) 'Fish and Shellfish', *Food Science and the Culinary Arts*, pp. 225–258. doi: 10.1016/b978-0-12-811816-0.00013-0.

Goedhals-Gerber, L. L. and Khumalo, G. (2020) 'Identifying temperature breaks in the export cold chain of navel oranges: A Western Cape case', *Food control*, 110, p. 107013. doi: 10.1016/j.foodcont.2019.107013.

Gram, L. and Huss, H. H. (2000) 'Fresh and processed fish and shellfish', in Lund, B. M., Baird-Parker, T. C., and Gould, G. W. (eds) *The Microbiological Safety and Quality of Food*. Gaithersburg, Md: Aspen Publishers, pp. 472–506.

Grempe, R. G. and Visconti, M. A. (2020) 'Chapter 7 - Color and physiology of pigmentation', in Baldisserotto, B., Urbinati, E. C., and Cyrino, J. E. P. (eds) *Biology and Physiology of Freshwater Neotropical Fish*. Academic Press, pp. 147–162. doi: 10.1016/B978-0-12-815872-2.00007-5.

Gúzman, N. G, segovia I, lopes A, ruiz R, barat M, jose T . (2015) 'Physico-chemical and microbiological changes in commercial tilapia (*Oreochromis niloticus*) during cold storage', *Vitae scholasticae*, 22(2), pp. 140–147. doi: 10.17533/udea.vitae.v22n2a08.

Gyan, W. R, roslina K, wen L, chiat W . (2020) 'Assessment of postharvest fish losses: The case study of Albert Bosomtwi-Sam fishing harbour, Western Region, Ghana', *Marine Policy*, 120, p. 104120. doi: 10.1016/j.marpol.2020.104120.

Hansen, L. T., Gill, T. and Hussa, H. H. (1995) 'Effects of salt and storage temperature on chemical, microbiological and sensory changes in cold-smoked salmon', *Food research international*, 28(2), pp. 123–130. doi: 10.1016/0963-9969(95)90795-C.

Heredia, N. and García, S. (2018) 'Animals as sources of food-borne pathogens: A review', *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, 4(3), pp. 250–255. doi: 10.1016/j.aninu.2018.04.006.

Hickman, C. P. and Parson, A. (1998) *Principios Integrales de Zoología*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Available at: <https://play.google.com/store/books/details?id=H3IGAAAACAAJ>.

Hilton, E. J. (2011) 'THE SKELETON | Bony Fish Skeleton', *Encyclopedia of Fish Physiology*, pp. 434–448. doi: 10.1016/b978-0-12-374553-8.00240-9.

- Hoffman, J. R. and Falvo, M. J. (2004) 'Protein - Which is Best?', *Journal of sports science & medicine*, 3(3), pp. 118–130. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24482589>.
- Huss, H. H, hansen L, ladefoged H, pedersen A, zittan L . (2007) 'The influence of hygiene in catch handling on the storage life of iced cod and plaice', *International journal of food science & technology*, 9(2), pp. 213–221. doi: 10.1111/j.1365-2621.1974.tb01765.x.
- Jeyasekaran, G, ponesakki G, robinson I, maheswari j, sukumar D . (2004) 'Dry ice as a novel chilling medium along with water ice for short-term preservation of fish Emperor breams, lethrinus (*Lethrinus miniatus*)', *Innovative food science & emerging technologies: IFSET: the official scientific journal of the European Federation of Food Science and Technology*, 5(4), pp. 485–493. doi: 10.1016/j.ifset.2004.06.003.
- Jørgensen, L. V., Huss, H. H. and Dalgaard, P. (2000) 'The effect of biogenic amine production by single bacterial cultures and metabiosis on cold-smoked salmon', *Journal of applied microbiology*, 89(6), pp. 920–934. doi: 10.1046/j.1365-2672.2000.01196.x.
- Kaushik, M, mozaffarian D, spiegelman D, manson E, walter C, frank B .(2009) 'Long-chain omega-3 fatty acids, fish intake, and the risk of type 2 diabetes mellitus', *The American journal of clinical nutrition*. academic.oup.com, 90(3), pp. 613–620. doi: 10.3945/ajcn.2008.27424.
- Laguerre, O., Derens, E. and Flick, D. (2018) 'Modelling of fish refrigeration using flake ice', *International Journal of Refrigeration*, 85, pp. 97–108. doi: 10.1016/j.ijrefrig.2017.09.014.
- Leroi, F, joffraud J, chevalier F, cardinal M . (1998) 'Study of the microbial ecology of cold-smoked salmon during storage at 8 degrees C', *International journal of food microbiology*, 39(1-2), pp. 111–121. doi: 10.1016/s0168-1605(97)00126-8.
- Bénédicte L, Louveau I Thierry A, Bonnet M, Lefaucheur L, Brigitte P and Jérôme B (2016) 'How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality', *TheScientificWorldJournal*, 2016, p. 3182746. doi: 10.1155/2016/3182746.
- Lunestad, B. T., Rosnes, J. T. (2008). Microbiological quality and safety of farmed fish', in Lie, Ø. (ed.) *Improving Farmed Fish Quality and Safety*. Woodhead Publishing, pp. 399–427. doi: 10.1533/9781845694920.2.399.
- Mager, K. (2014) 'Pest control in food businesses: an introduction', in *Hygiene in Food Processing*. Woodhead Publishing, pp. 465–493. doi: 10.1533/9780857098634.3.465.
- Malavi, D. N., Abong', G. O. and Muzhingi, T. (2020) 'Effect of food safety training on behavior change of food handlers: A case of orange-fleshed sweetpotato purée processing in Kenya', *Food control*, p. 107500. doi: 10.1016/j.foodcont.2020.107500.
- McAfee, A. J, mcsorley M, geraldine J, bruce W, julie M, wallase W, bonham P, fearon M .(2010) 'Red meat consumption: an overview of the risks and benefits', *Meat science*, 84(1), pp. 1–13. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.08.029.

MINSALUD. (2012, 23 de Febrero). “El pescado, alimento con altos componentes”. Recuperado el 10, 10, 2018, de: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/El%20pescado,%20alimento%20con%20altos%20componentes%20nutricionales.aspx>.

Moxness Reksten, A ., Nordhagen, A ., Rizwan, AAM; Aakre, I ., Pincus, LM; Bøkevoll, A ., Mamun, A ., Haraksingh Thilsted, S ., Htut, T ., Somasundaram, T ., Kjelleveid, M. ‘Composición de nutrientes de especies de peces demersales, pelágicos y mesopelágicos muestreados frente a las costas de Bangladesh y su contribución potencial a la seguridad alimentaria y nutricional’: el programa EAF-Nansen. *Alimentos* **2020**, 9, 730.

Naziba Tahsin, K. (2017) ‘A Review on the Techniques for Quality Assurance of Fish and Fish Products’, *International Journal of Advanced Research in Science and Engineering*, 4, pp. 4190–4206.

Novoslavskij, A, aleksandr S, terentjeva M, eizenberga I, olga V, aivars B . (2016) ‘Major foodborne pathogens in fish and fish products: a review’, *Annals of microbiology*, 66(1), pp. 1–15. doi: 10.1007/s13213-015-1102-5.

Olafsdottir, G, rosa J, lauzon H, luten J, kristberg K . (2005) ‘Characterization of volatile compounds in chilled cod (*Gadus morhua*) fillets by gas chromatography and detection of quality indicators by an electronic nose’, *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(26), pp. 10140–10147. doi: 10.1021/jf0517804.

Opiyo, M. A, marijani E, muendo P, odede R, karisa C . (2018) ‘A review of aquaculture production and health management practices of farmed fish in Kenya’, *International journal of veterinary science and medicine*, 6(2), pp. 141–148. doi: 10.1016/j.ijvsm.2018.07.001.

Ozogul, Y, ozugol I, kulawik P, . (2020) ‘Antimicrobial activity of thyme essential oil nanoemulsions on spoilage bacteria of fish and food-borne pathogens’, *Food Bioscience*, 36, p. 100635. doi: 10.1016/j.fbio.2020.100635.

Patel, A. K, Batt, C. A. and Tortorello, M. L. (2014) ‘ENTEROBACTERIACEAE, COLIFORMS AND E. COLI | Introduction’, in (eds) *Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition)*. Oxford: Academic Press, pp. 659–666. doi: 10.1016/B978-0-12-384730-0.00096-3.

Prabhakar, P. K. *et al.* (2020) ‘A comprehensive review on freshness of fish and assessment: Analytical methods and recent innovations’, *Food research international* , 133, p. 109157. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109157.

Puig, J. V. (2007) ‘Métodos Físicos y Químicos para la Evaluación de la Calidad y Frescura de los Recursos y Productos Marinos’. unknown. Available at: <http://dx.doi.org/> (Accessed: 4 August 2020).

Reguera, C, E. Cuéllar, A. Diez-Varga, M. Asensio-Bartolomé, G. García-Herbosa, (2019) ‘Detection of cold chain breaks using partial least squares-class modelling based on biogenic amine profiles in tuna’, *Talanta*, 202, pp. 443–451. doi: 10.1016/j.talanta.2019.04.072.

- Ritchie, H. (2017) 'Meat and Dairy Production', *Our World in Data*.
- Ritchie, H. (2019) 'Seafood Production', *Our World in Data*.
- Samanta, M. and Choudhary, P. (2019) 'Chapter 7 - Safety of Fish and Seafood', in Singh, R. L. and Mondal, S. (eds) *Food Safety and Human Health*. Academic Press, pp. 169–187. doi: 10.1016/B978-0-12-816333-7.00007-2.
- Sharma, H. C. and Prabhakar, C. S. (2014) 'Impact of Climate Change on Pest Management and Food Security', *Integrated Pest Management*, pp. 23–36. doi: 10.1016/b978-0-12-398529-3.00003-8.
- Sikorski, Z. (2012) *Seafood Proteins*. Springer Science & Business Media. Available at: <https://play.google.com/store/books/details?id=wtngBwAAQBAJ>.
- Soon, J. M. (2019) 'Rapid Food Hygiene Inspection Tool (RFHiT) to assess hygiene conformance index (CI) of street food vendors', *LWT*, 113, p. 108304. doi: 10.1016/j.lwt.2019.108304.
- Stadlmüller, L, matt L, stuger M, hans P, tanja S, jebousenk K, klemens F . (2017) 'An operational hygiene inspection scoring system for Austrian high-risk companies producing food of animal origin', *Food control*, 77, pp. 121–130. doi: 10.1016/j.foodcont.2017.01.019.
- Stejskal, V, jan H, redek A, kucerova Z . (2015) 'Overview of present and past and pest-associated risks in stored food and feed products: European perspective', *Journal of stored products research*, 64, pp. 122–132. doi: 10.1016/j.jspr.2014.12.006.
- Suarez M, H., Jiménez T, Á. and Díaz M, C. (2014) 'Determination of microbiological and sensory parameters of fish fillets with propolis preserved under refrigeration', *Revista MVZ Córdoba*. Universidad de Córdoba, Montería, Colombia., 19(3), pp. 4214–4225. Available at: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682014000300003.
- Svanevik, C. S, roiha I, levsen A, lunestad B (2015) 'Microbiological assessment along the fish production chain of the Norwegian pelagic fisheries sector--Results from a spot sampling programme', *Food microbiology*, 51, pp. 144–153. doi: 10.1016/j.fm.2015.05.016.
- Tahsin, K. N. (2017) 'A Review on the Techniques for Quality Assurance of Fish and Fish Products'. unknown, 4(7), pp. 4190–4206. Available at: <http://dx.doi.org/> (Accessed: 4 August 2020).
- Taniwaki, M. H., Pitt, J. I. and Magan, N. (2018) 'Aspergillus species and mycotoxins: occurrence and importance in major food commodities', *Current Opinion in Food Science*, 23, pp. 38–43. doi: 10.1016/j.cofs.2018.05.008.
- Trematerra, P. (2013) 'Aspects related to decision support tools and Integrated Pest Management in food chains', *Food control*, 34(2), pp. 733–742. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.06.020.
- Venugopal, V. (2002) 'Biosensors in fish production and quality control', *Biosensors & bioelectronics*, 17(3), pp. 147–157. doi: 10.1016/s0956-5663(01)00180-4.

Vivaldi, F, Melai B, Bonini A, Violeta N, Sajama P, Pietro S, Arno (2020) ‘A temperature-sensitive RFID tag for the identification of cold chain failures’, *Sensors and actuators. A, Physical*, 313, p. 112182. doi: 10.1016/j.sna.2020.112182.

Zhubi-Bakija, F, gani B, zhubi E, banach M, bytyci I (2020) ‘The impact of type of dietary protein, animal versus vegetable, in modifying cardiometabolic risk factors: A position paper from the International Lipid Expert Panel (ILEP)’, *Clinical nutrition*.

Organización Internacional de Normalización. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad (ISO 9001)*.

Icontec (2000). *Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora de el desempeño (NTC 9004)*.

Icontec (2007). *Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o Escherichia coli o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos. (NTC 4458)*.

Icontec (2007). *Microbiología de alimentos y de animales método horizontal para el recuento de estafilococos coagulasa – positivo, (Staphylococcus aureus y otras especies). (NTC 4779)*.

Icontec (2007). *Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para la detección de salmonella spp. (NTC 4574)*.

Icontec (2004). *Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Preparación de muestras para ensayo, suspensión inicial, y dilución de decimales para análisis microbiológicos. Parte 3 : Reglas específicas para preparación de muestras de pescado y productos de la pesca. (NTC 4491-3)*.

Ministerio de salud (2013). *Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones. (Resolución 2674)*.

Ministerio de salud (1997). *Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 09 de 1979 y se dictan otras disposiciones. (Decreto 3075)*.

ANEXOS

ANEXO 1. Encuesta para manipuladores de pescado.



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

ENCUESTA PARA MANIPULADORES DE PESCADOS

- IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE COMERCIALIZACIÓN

Fecha: _____ Ciudad: _____
Dirección: _____ Nombre Local: _____

- IDENTIFICACIÓN DE LA PERSONA ENCUESTADA

Nombre _____ completo: _____
Dirección: _____ Tel: _____
Ocupación: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Horario de jornada laboral: _____

Marque con X a su respuesta.

1. ¿Cómo es la iluminación de los locales y de las áreas en donde circulan, se elaboran y almacenan los pescados?
 - a. Natural o artificial, en donde los elementos de iluminación están protegidos para evitar, en caso de rotura, que puedan caer sobre los alimentos.
 - b. Natural, por medio de ventanas que además permitan la ventilación adecuada.
 - c. Artificial, para evitar que puedan entrar gérmenes o microorganismos.

2. ¿Qué tipo de indumentaria utiliza para manipular el pescado?



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

- a. De uso exclusivo para la actividad, sin importar el color.
 - b. De uso exclusivo para la actividad a realizar y de color claro.
 - c. De cualquier uso, pero siempre de color blanco.
3. El hielo utilizado es:
- a. Elaborado en el sitio.
 - b. Comprado.
4. ¿Cómo elaboran el hielo?
- a. A partir de agua potable, contenida en recipientes que impidan su contaminación y podrá, en ocasiones, manejarse con las manos.
 - b. Sin importar si el agua es potable o no, puesto que el frío destruye los microorganismos.
 - c. A partir de agua potable, no podrá manejarse con las manos, y estará contenido en recipientes que impida su contaminación.
5. ¿En qué momento toman las medidas correctivas para el control de plagas?
- a. Cuando ven animales vivos correteando por las instalaciones del establecimiento.
 - b. Cuando se recibe alguna queja por parte de un cliente.
 - c. Cuando observan signos de la presencia de animales como heces o huellas.
6. ¿Qué productos utilizan para el control de plagas?
- a. Productos genéricos que sirvan para todo tipo de plagas.
 - b. Cualquier producto, dependiendo del tipo de plaga, siempre que sea específico.



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

12. ¿Cómo maneja la cadena de frío?

- a. Durante todo el proceso por el que pasa el alimento: producción, transporte, recepción, almacenamiento, venta al consumidor.
- b. Lo más importante es durante el almacenamiento.
- c. Mantener la cadena de frío no es obligatorio.

13. ¿Qué hace si se le presenta cualquier síntoma de enfermedad?

- a. Seguir trabajando a ver si se pasa el malestar.
- b. Dejar de manipular alimentos y avisar a tu responsable.
- c. Tomar una pastilla y esperar a que haga efecto para volver a mi puesto.

14. ¿Cómo realiza el lavado de las manos?

- a. Después de ir al baño, aunque ya me las haya lavado antes de empezar a trabajar.
- b. Después de comer, antes de comer.
- c. En los dos casos anteriores SI es obligatorio.

15. ¿Ha recibido usted capacitación sobre higiene y manipulación de alimentos?

SI__ NO __

16. Seleccione cuáles son los actos que no debe realizar un manipulador en la planta de proceso:

Comer. ____

Rascarse la cabeza. ____

Fumar. ____



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

- Escupir. ____
- Lavarse las manos. ____
- Beber. ____
- Portar el uniforme sucio. ____
- Dormir en el trabajo. ____
- Escupir en el piso. ____
- Usar joyas. ____
- Salir con el delantal a los exteriores de la planta. ____
- Usar uñas pintadas. ____

17. ¿De cuál de los siguientes temas le gustaría recibir capacitación alguna?

- Manipulación de alimentos. ____
- Limpieza y desinfección. ____
- Conservación y cadena de frío. ____
- Microbiología del pescado. ____
- Realizar una visita para observar el procesamiento del pescado. ____
- Normatividad sobre comercialización del pescado. ____
- Otro: _____

Firma del encuestador: _____

ANEXO 2. Encuesta para comerciantes de pescado.



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

ENCUESTA PARA COMERCIANTES DE PESCADOS

• IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE COMERCIALIZACIÓN

Fecha: _____ Ciudad: _____
Dirección: _____ Nombre Local: _____

• IDENTIFICACIÓN DE LA PERSONA ENCUESTADA

Nombre _____ completo: _____
Dirección: _____ Tel: _____
Ocupación: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Horario de jornada laboral: _____

1. ¿Cuáles son las especies de pescado comercializadas?

-

2. ¿Cuál es la procedencia del producto comercializado?

-

3. ¿Cuál es el volumen aproximado de comercialización diario del pescado por especie?



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

-
-
4. ¿Cuáles son las especies que se venden por talla, y cuáles se venden por peso?
-
-
5. ¿Cómo define el precio del pescado? _____
Defina por especie el precio:
-
-
-
-
6. El pescado que vende es: (Marque con X)
seleccionado ____, no seleccionado. ____.
Cómo se selecciona:
-
-
7. ¿En qué mes o meses tiene mayor demanda el pescado?
-
8. ¿El pescado que comercializa cubre la demanda del mercado?
Sí __ No __
9. ¿Comercializa el pescado a otros sitios? SI __ NO ____.
Dónde: _____
10. ¿Cumple con los plazos en entrega? Si __ No __ A veces ____
11. ¿Con qué tipo de infraestructura cuenta? Marque con X
- Mesones con baldosas ____



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

- Stands de madera ____
- Local, bodega o a la interperie ____
- Balanzas o peso ____
- Cuartos fríos ____
- Container ____
- Carros refrigerados ____
- Cavas de icopor ____
- Cavas en fibra de vidrio ____
- Mostradores con hielo ____
- Escritorios ____
- Otros _____

12. ¿Cuenta con hielo y equipos para conservar el pescado? SI__ NO__

13. ¿Tiene conocimiento sobre buenas prácticas de manufactura (BPM)? SI__ NO__.

14. ¿Ha recibido recientemente capacitaciones sobre el tema? SI__ NO__ .Por parte de quién? _____

15. ¿Cuenta con un programa de limpieza y desinfección que garantice la higiene de las instalaciones? SI __ NO __. ¿Cómo lo realiza?

16. ¿Se limpian los equipos como mínimo antes y después de comenzar la manipulación del pescado? SI __ NO __ A veces ____

17. ¿Hay un encargado de supervisar la limpieza del establecimiento?

SI __ NO __

18. ¿Utiliza alguna sustancia para la limpieza y desinfección para lo siguiente: (marque con X) Equipos ____ Utensilios____ Paredes____ Pisos____?

Qué sustancia (as): _____. En qué cantidad:



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

19. ¿Existe dentro del establecimiento un área para depositar la ropa y los objetos personales? SI__ NO __ ¿Está separada de las líneas de elaboración? SI__ NO__

20. Defina cómo es la comercialización del pescado en este mercado público: _____

21. ¿Cómo es la estructura organizacional de éste mercado y quiénes son los encargados (nombres)?

22. ¿Ha sacado usted permiso de comercialización? SI__ NO __

23. ¿Recibe apoyo de alguna entidad pública o privada? Si__ No__
¿Cuál? _____

24. ¿Qué tiempo transcurre desde la compra hasta la venta del producto?

25. La responsabilidad de una correcta manipulación de los alimentos es:
(Marque con una X)

Sólo del jefe. ____

De todos los manipuladores en todas sus fases ____

Sólo del consumidor final. ____



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

26. ¿De cuál de los siguientes temas le gustaría recibir capacitación alguna?

Manipulación de alimentos. ____

Limpieza y desinfección. ____

Conservación y cadena de frío. ____

Microbiología del pescado. ____

Realizar una visita para observar el procesamiento del pescado. ____

Normatividad sobre comercialización del pescado ____

Otro: _____

Firma del encuestador: _____