

Estudio de caso

Recepción: 28 de agosto de 2018

Aprobación: 24 de enero de 2019

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE DOS MUESTRAS DE PESCADO COMERCIALIZADAS EN TUNJA, BOYACÁ. ESTUDIO DE CASO

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF TWO SAMPLES OF FISH
COMMERCIALIZED IN TUNJA, BOYACÁ. CASE STUDY

Gabriela Sanabria Sánchez

Grupo de investigación de Bacteriología y
Laboratorio Clínico (GRIBAC)
Universidad de Boyacá.
(Boyacá, Colombia)
<https://orcid.org/0000-0002-9959-5360>
gysanabria@uniboyaca.edu.co

Jhojan Camilo Chiquillo Pompeyo

Grupo de investigación de Bacteriología y
Laboratorio Clínico (GRIBAC)
Universidad de Boyacá.
(Boyacá, Colombia)
<https://orcid.org/0000-0003-0345-5871>
jcchiquillo@uniboyaca.edu.co

Resumen

La producción pesquera en Colombia representa una actividad económica creciente. Entre las especies más consumidas, se encuentran la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y el bagre (*Brachyplatistoma* sp.). El primero fue introducido al país a finales de la década de los 30, mientras que el bagre es una especie propia de Latinoamérica. El objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad microbiológica de una trucha y un bagre comercializados en Tunja, y realizar una comparación microbiológica de las dos muestras. Para ello, se emplearon medios selectivos y diferenciales para el aislamiento de patógenos como coliformes, *Salmonella* spp., *Vibrio* spp. y *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva. Los resultados evidenciaron la presencia de cepas de *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, y *Vibrio* spp. Finalmente, se concluye que las muestras analizadas, pese a ser de diferente origen comercial y contar con condiciones de hábitat y alimentación completamente diferentes, no cumplen con los requisitos microbiológicos para ser comercializadas y podrían representar una potencial amenaza para la salud del consumidor.

Palabras clave: análisis microbiológico, trucha, bagre, agua dulce, inocuidad, contaminación.

Abstract

Fishing production in Colombia represents a growing economic activity. Among the most consumed species are rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and catfish (*Brachyplatistoma* sp.). The first was introduced to the country at the end of the 1930s, while the catfish is a species typical of Latin America. The objective of this research was to determine the microbiological quality of a trout and a catfish commercialized in Tunja and to make a microbiological comparison of the two samples. Selective and differential means were used to isolate pathogens such as coliforms, *Salmonella* spp., *Vibrio* spp. and *Staphylococcus aureus* coagulasa positive. The results showed the presence of strains of *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, and *Vibrio* spp. Finally, it is concluded that the samples analyzed, despite being of different commercial origin and having completely different habitat and feeding conditions, do not meet the microbiological requirements to be marketed and could represent a potential threat to consumer health.

Keywords: microbiological analysis, trout, catfish, fresh water, innocuousness, contamination.

Resumo

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE DUAS AMOSTRAS DE PEIXES COMERCIALIZADAS EM TUNJA, BOYACÁ. ESTUDO DE CASO

A produção pesqueira na Colômbia representa uma crescente atividade econômica. Entre as espécies mais consumidas, destacam-se a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e o peixe-gato (*Brachyplatistoma* sp.). O primeiro foi introduzido no país no final da década de 1930, enquanto o peixe-gato é uma espécie própria na América Latina. O objetivo da presente investigação foi determinar a qualidade microbiológica de uma truta e peixe-gato comercializada em Tunja e fazer uma comparação microbiológica das duas amostras. Para isso, meios seletivos e diferenciais foram utilizados para o isolamento de patógenos como coliformes, *Salmonella* spp., *Vibrio* spp. e *Staphylococcus aureus* coagulase positivo. Os resultados mostraram a presença de *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e *Vibrio* spp. Por fim, conclui-se que as amostras analisadas, apesar de serem de origem comercial diferente e possuírem condições de habitat e alimentação completamente diferentes, não atendem aos requisitos microbiológicos a serem comercializados e podem representar uma ameaça potencial à saúde do consumidor.

Palavras-chave: análise microbiológica, truta, peixe-gato, água doce, segurança, poluição.

ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DE DEUX ECHANTILLONS DE POISSON COMMERCIALISES A TUNJA, BOYACA. ETUDE DE CAS

Résumé

La production halieutique en Colombie représente une activité économique en croissance. Parmi les espèces les plus consommées figurent la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et le poisson-chat (*Brachyplatistoma* sp.). Le premier a été introduit dans le pays à la fin des années 1930, tandis que le poisson-chat est une espèce typique de l'Amérique latine. L'objectif de cette recherche était de déterminer la qualité microbiologique d'une truite et d'un poisson-chat commercialisés à Tunja, et de faire une comparaison microbiologique des deux échantillons. Des moyens sélectifs et différentiels ont été utilisés pour isoler les pathogènes comme les coliformes, *Salmonella* spp. et *Vibrio* spp. et *Staphylococcus aureus* coagulase positifs. Finalement, il est conclu que les échantillons analysés, malgré leur origine commerciale différente et leurs conditions d'habitat et d'alimentation complètement différentes, ne répondent pas aux exigences microbiologiques de la commercialisation et pourraient représenter une menace potentielle pour la santé des consommateurs.

Mots-clés: analyse microbiologique, truite, poisson-chat, eau douce, innocuité, contamination.

Introducción

En Colombia, la pesca y la acuicultura están altamente diversificadas; si bien, el sector pesquero representó menos del 0,2 % en 2012 al Producto Interno Bruto (PIB) nacional, es una actividad que suministra alimento y genera empleos. Siendo favorecidas directamente 120 mil personas en el área de piscadería artesanal y 70 mil en la industrial (OCDE, 2016) (AUNAP, 2018). El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, reportó que, para el año 2016, el consumo de pescado fue de 6,7 kilos por persona anualmente, lo cual demostró un aumento significativo, ya que para 1996 se estimó este mismo en 3,7 kilos. El porcentaje de consumo sigue siendo bajo para el promedio en América Latina, el cual se encuentra en 18 kilos por año (AUNAP, 2016).

La acuicultura de agua dulce surgió con la importación e introducción de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) a algunas fuentes hídricas, con el fin de incrementar la población para la pesca deportiva en el año 1938 (Ruales, Torres, Hincapié & Londoño, 2014; Parrado, 2012).

Las condiciones climáticas del país permiten una temperatura poco variable del agua durante el año, por ende, favorece la producción durante todo el año (Beleño, 2017). El departamento de Boyacá es uno de los principales productores de trucha; incluso, en el 2017 fueron invertidos 1500 millones para impulsar la cadena productiva en municipios como Arcabuco, Tota, Aquitania, Moniquirá, Ramiriquí, Sotaquirá, El Cocuy, Zetaquirá, Miraflores, Socotá, Sogamoso, Belén, entre otros (El Diario, 2017).

Por otra parte, el bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) es un pez nativo de

las aguas dulces de Latinoamérica, su consumo es, en mayor medida, en la zona céntrica del país. Esta especie es de gran importancia debido al impacto económico que tiene, el cual se relaciona con su gran tamaño (puede ser de 1.40 metros de longitud), ausencia de espinas y por la calidad de su carne (AUNAP, 2018; FAO, 2004; Arce, 2008).

Esta especie está ampliamente distribuida por las cuencas de los ríos Magdalena y Cauca. En departamentos como Amazonas, Meta y Orinoco, donde se produce en mayor cantidad, requiere de una temperatura entre 20 y 40 °C para su óptimo crecimiento, el cual se acelera en aguas cálidas (Arce, 2008; Luchini, 1990).

La calidad microbiológica del pescado está relacionada con los estanques piscícolas, ya que estos requieren condiciones específicas para la producción de su carne. Asimismo, se ha considerado la cadena productora de pescado como un vehículo de transmisión de microorganismo, principalmente bacterias (García, Núñez, Chacón, Alfaro & Espinosa, 2003; FAO, 2014). El objetivo del presente estudio es determinar la inocuidad de una muestra de trucha y una de bagre, comercializadas en el municipio de Tunja.

Metodología

Se analizaron dos muestras, una de trucha y otra de bagre rayado procedente de una piscadería de la zona céntrica, del municipio de Tunja (Boyacá) (Fig. 1). Posteriormente, se realizaron diferentes análisis microbiológicos basados en la metodología propuesta por Castellanos, para la identificación de bacterias contaminantes y patógenas (Castellanos, 2019).

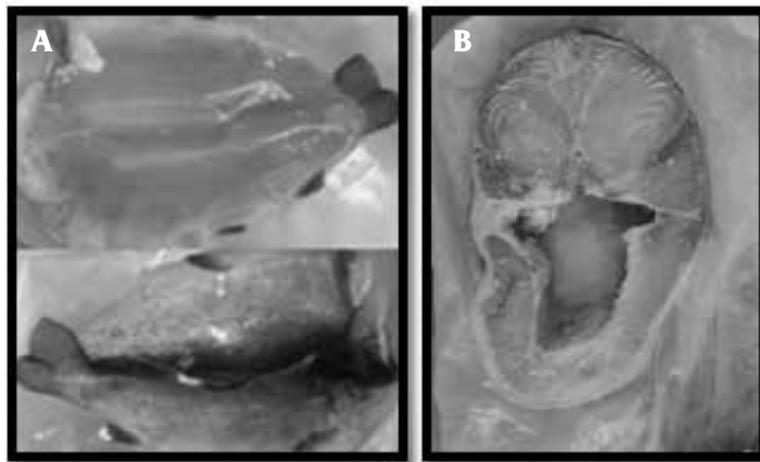


Figura 1. Muestras empleadas. **(A)** Trucha, **(B)** Bagre.
Fuente: elaboración propia.

Identificación de coliformes totales y fecales

Se tomaron 10 g de cada pescado y se homogenizaron por separado en 90 mL de NaCl al 0,85%. A partir de estas, se realizó diluciones seriadas hasta llegar a 10^{-3} 10^{-3} Sembrándose 1 mL de cada dilución en tubos con caldo LMX fluorocult por tripli

Identificación de *Staphylococcus*

A partir de las diluciones seriadas, se tomó de cada una de estas una alícuota de 0,1 mL para sembrar por superficie en el medio Baird Parker (BP), suplementado con yema de huevo y Telurito. Se incubaron por 72 horas a 37 °C.

Identificación de *Salmonella* spp

Se tomaron 25 g de cada una de las muestras, estas se llevaron por separado a 225 ml de caldo de agua peptonada y se homogenizaron manualmente por 7 minutos. Se incubaron a 37 °C por 72 horas. Posteriormente, se tomó una alícuota de 1 mL de cada frasco y se llevó a 10 ml de Caldo Rapaport, incubándose por 24 horas a 37 °C; transcurrido el lapso de tiempo, se

guardaron a refrigeración (4 °C) por unos días para ser nuevamente reactivados y sembrados en los medios agar de xilosa, lisina desoxicolato (XLD), Agar Salmonella – Shigella (S-S) y Agar Bismuto sulfito a 37 °C (24 a 48 horas). Se incubaron por 72 horas a 37 °C.

Identificación de *Vibrio* sp

De las soluciones de pescado y agua peptonada incubadas por 72 horas, se realizaron siembras por superficie (0,1 mL) en Agar tiosulfato citrato bilis sacarosa (TCBS); luego, se incubaron por 72 horas a 37 °C.

Resultados

Análisis de coliformes totales y fecales:

Los tubos con medio LMX fluorocult se analizaron con la lámpara de luz ultravioleta a 360 nm, se consideró positivo para *Escherichia coli* los tubos que emitieron fluorescencia, siendo todas las diluciones de las dos muestras positivas.

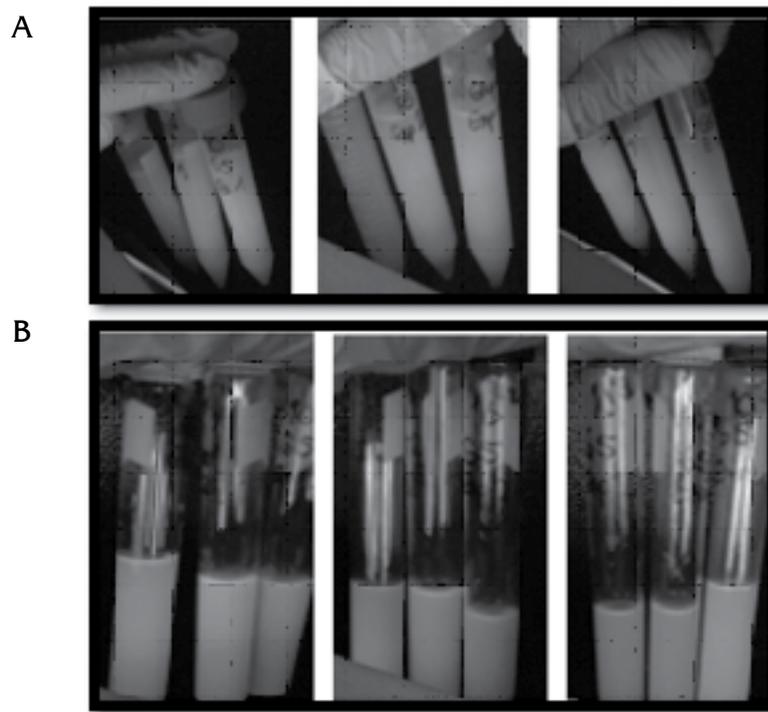


Figura 2. Positividad evidenciada con luz ultravioleta en los 3 tubos de la dilución $10^{-1}10^{-1}$ a $10^{-3}10^{-3}$.

(A) Trucha bagre (B). **Fuente:** elaboración propia.

Se determinó el NMP/mL empleando la fórmula recomendada por las autoridades competentes.

$$NMP = \frac{(\text{estimado} * Vdls)}{V \text{ total}}$$

Donde:

Estimado, corresponde al valor obtenido en promedio de los tubos positivos y siguiendo la tabla.

V dls, es el volumen en ml de muestra que se empleó para hacer la primera dilución.

V total, es el número en ml de 100 % de la primera dilución.

$$NMP = [(1100) (10)] / 100$$

$$NMP = 110$$

El valor hallado del NMP en las dos muestras fue el mismo, por lo cual se procedió a realizar un solo cálculo.

Análisis de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva

Posterior a las 72 horas de incubación, ninguna de las muestras analizadas presentó el color negro con halo transparente característico del crecimiento de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva (BD Baird-Parker Agar USO PREVISTO, 2006).

Análisis de *Salmonella* spp

Los resultados macroscópicos obtenidos para las muestras de trucha y bagre en el agar SS, muestran colonias de color rosa oscuras, las cuales son características de *Escherichia coli*. En el caso de la muestra de trucha, también hubo presencia de *Shigella* spp. Además, se evidencia la producción de ácido sulfhídrico, por lo cual se atribuye el crecimiento *Salmonella* spp. (BD Salmonella Shigella Agar USO PREVISTO, 2013).

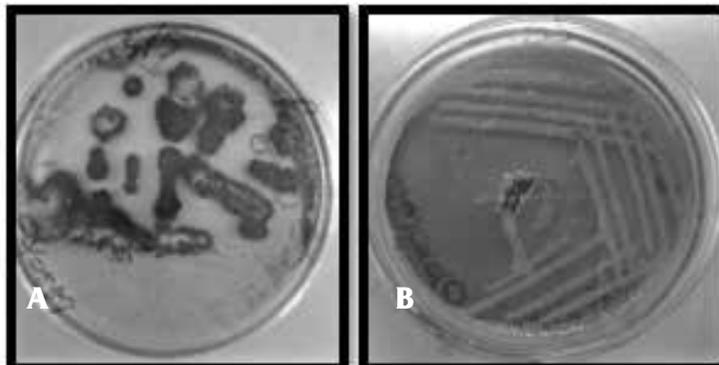


Figura 3. Crecimiento de colonias de la muestra de trucha en agar Salmonella- Shigella. Trucha (A) y bagre (B).

Fuente: elaboración propia.

Las colonias obtenidas de las dos muestras analizadas tras el período de incubación en el agar Bismuto sulfito, presentan el color negro característico del crecimiento de *Salmonella* spp. (LABORATORIOS CONDA, S, s.f.). En las cajas que contenían agar XLD, se observó el crecimiento de colonias amarillentas características de *Escherichia coli*. Para la muestra de bagre, además se evidenció la presencia de colonias rojizas, las cuales morfológicamente son iguales o similares a *Shigella* spp.

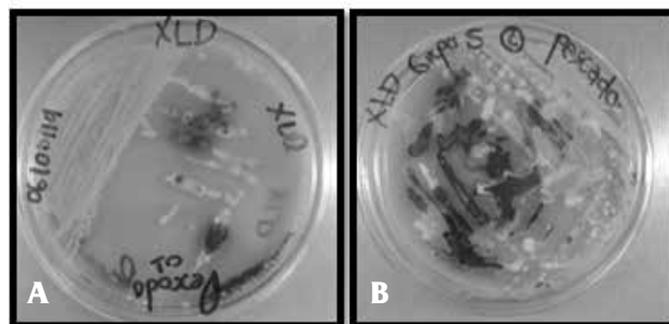


Figura 4. Crecimiento de colonias en agar XLD. (A) Trucha y (B) bagre.

Fuente: elaboración propia.

Análisis de *Vibrio* spp

En las placas con medio TCBS, se observó el crecimiento de colonias de color amarillas y verdes, las cuales son presuntivas para el crecimiento de *Vibrio cholerae* y *Vibrio parahaemolyticus*, respectivamente. El conteo de las colonias superó las 300 por placa.

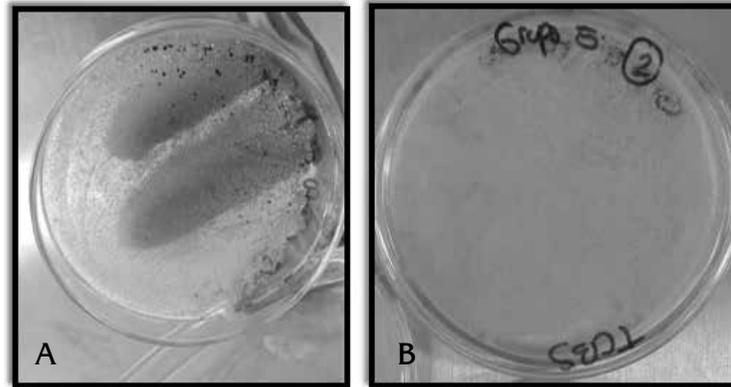


Figura 8. Crecimiento de colonias en agar TCBS. **(A)** Trucha. **(B)**. Bagre.

Fuente: elaboración propia.

Discusiones y conclusiones

La carga microbiológica en la carne de pescado, es producto de la contaminación del alimento que se origina desde el sacrificio del animal hasta el procesamiento para ser distribuido. Si bien, el tejido muscular del pescado es en sí un medio estéril y altamente nutritivo que favorece la colonización bacteriana. Otras características de la carne como un A_w elevado y un pH cercano a 7, también influyen en el crecimiento microbiano (Gámez-Villazana, Barrero & Sandoval, 2014). En el pescado fresco, las bacterias se ubican generalmente en el limo externo, agallas e intestino. El deterioro de este se debe, entre otros aspectos, a la oxidación química de lípidos, el crecimiento microbiano y el metabolismo; si el pescado no es eviscerado rápidamente, algunos microorganismos pueden atravesar el intestino y salir para desplazarse a los tejidos musculares (Pescados y mariscos, s.f.).

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs), en especial por comidas con carne de pescado y marisco, son un problema de salud pública que requiere un seguimiento epidemiológico. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, determinar con precisión las incidencias de ETAs es difícil, porque los sistemas de notificación epidemiológica con que cuenta las naciones no son eficientes; situación que pasa en los países de Latinoamérica y el Caribe (Kopper, 2008). En Colombia, el Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) reportó que hasta la semana epidemiológica 51 del 2018, se notificaron 881 brotes por ETA, siendo el número de casos de 11.502, de los cuales fueron 869 registrados en el departamento de Boyacá. Del total de notificaciones, únicamente el 42,1 % de los casos fue identificado el agente causal y 7,8% de los casos estuvieron relacionados con alimentos como pescados y mariscos (Instituto Nacional de Salud, 2018).

Se ha determinado varios puntos críticos de posible contaminación microbiológico, entre los cuales se ha destacado el hábitat del pez o los estanques donde se crían

La normativa colombiana para la determinación de inocuidad de productos como el pescado, está regida por la Norma Técnica Colombiana (NTC) 1443 del 2009 y la Resolución 122 del 2012; las cuales se emplearon como guía para el presente (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012; Galvis & NTC, 2009). En primer lugar, en la determinación de coliformes tanto totales como fecales, el resultado fue el mismo en ambas muestras; es decir, NPM de 110. Sin embargo, en las normativas colombianas no se estima el grupo de coliformes por este método, sino por recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC), que no puede ser mayor a 10 para coliformes totales y lo mismo para *E. coli*. Aun así, es posible especular que ambas muestras sobrepasan este valor, porque en las tres diluciones el resultado fue positivo para la presencia de enteropatógenos, como lo son el grupo de las coliformes que son un grupo heterogéneo de microorganismos mesófilos de morfología bacilar, gram-negativos que generalmente se encuentran en el tracto gastrointestinal; está conformado por las bacterias de los géneros *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia* y *Klebsiella*; causantes de diversas enfermedades gastrointestinales (Doğan-Halkman, Çakir, Keven, Worobo, & Halkman, 2003; Ríos-Tobón, Gutiérrez-Builes & Agudelo-Cadavid, 2017).

Un estudio realizado en Pamplona donde se analizaron 51 muestras de pescado, donde 20 de ellas eran de bagre (*Brachyplatistoma* sp.) y 12 de trucha (*Oncorhynchus mykiss*), el resto de las muestras eran de bocachico y mojarra; este determinó

que el porcentaje de muestras con presencia de *E. coli* fue, en bagre del 95 % y, en el caso de la trucha, del 50 %. Asimismo, se encontró una relación significativa entre la presencia de *E. coli* y del patógeno *Listeria* spp. (Herrera & Suárez, 2012). Otra investigación científica realizada en el mercado de Sincelejo, donde se tomaron muestras de bagre (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*); las cuales, el 60,7 % de las muestras de este pez superó el límite (mayor a 400 UFC/g) establecido por la ley acerca de la presencia de *E. coli* (Suárez, 2016). Además, otras técnicas más sensibles y específicas se han empleado en muestras de carne de pescado para la identificación de patógenos; es el caso de Pastro *et al.*, que en Brasil emplearon la detección de bacterias en muestras de pescados, entre ellas carne de bagre (*P. fasciatum*), usando biología molecular (extracción de ADN, amplificación y secuenciación de zonas del gen 16S ADNr). Entre los resultados, se concluyó que de los cebadores usados, se determinó en el total de las muestras un 2,02 % con *Klebsiella* sp.; mientras que, al usar cebadores más específicos para patógenos, se encontró la prevalencia de *Escherichia coli* (35,71 %) (Cristina, Mariotto, Santos, Ferreira & Chitarra, 2019).

Se ha determinado varios puntos críticos de posible contaminación microbiológico, entre los cuales se ha destacado el hábitat del pez o los estanques donde se crían. Por ejemplo, Ingel de la Mora *et al.* describen los parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculación para la acuicultura usado para la producción de truchas arcoíris (Ingel de la Mora, Villareal,

Arredondo, Ponce & Barriga, 2003). Una investigación en dos piscícolas ubicadas en el departamento del Meta, encendió las alarmas, porque se aislaron cepas de *Klebsiella* sp. y *Enterobacter* sp. con perfil de varias resistencias a antibióticos (Parrado, Salas, Hernández-Arévalo, Ortega & Yossa, 2014).

Por otro lado, en la determinación de *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva en carne de trucha y bagre, fueron negativas. Este resultado es similar a un estudio realizado en El Salvador, donde no se obtuvo un recuento de UFC superior al establecido por la normativa en dicho país en muestras de pescado fresco; lo que se atribuyó a una buena manipulación por parte del personal (Martínez & Dinorah, 2015). Este patógeno causante de intoxicaciones, sí ha sido aislado en muestras de bagre, donde el 73,3 % de estas sobrepasan el recuento de UFC permitidas por la normativa colombiana (mayor a 1000 UDC/g) (Suárez, 2016). Esta bacteria cosmopolita se encuentra en gran parte de la población, principalmente en la piel y mucosas. Es causante de enfermedades como abscesos y forúnculos, hasta intoxicaciones por la enterotoxina estafilocócica; por ende, su virulencia y, últimamente, su resistencia a antimicrobianos, lo hacen un patógeno de importancia en salud pública (Martínez & Dinorah, 2015; Zendejas, Avalos & Soto, 2014; Ronquillo & Romero, 2015). Entonces, el empleo de nuevas técnicas para la identificación más precisa de este microorganismo, se ha logrado usando cebadores genéticos específicos en carne de pescado, logrando determinar una

prevalencia en la carne de pescado de 12,5 % (Cristina *et al.*, 2019).

En cuanto a la identificación del género *Salmonella* en las muestras de pescado, se logró aislar cepas con morfología y actividad bioquímica compatible con dicho enteropatógeno. En el caso del medio SS en la muestra de trucha, se observó un número de colonias típicas de *Salmonella* spp. mayor que en la caja de la muestra de bagre. Sin embargo, en el medio bismuto donde se obtuvieron colonias de *Salmonella* spp. sin bacterias acompañantes, como fue en el caso de los medios XLD y SS. Por ende, se decidió realizar el recuento de UFC en el medio bismuto. El resultado de dicho recuento fue mayor a 300 UFC/g en ambas muestras. Estas muestras no cumplen con las políticas nacionales, ya que la carne de pescado no debe tener presencia de esta bacteria, así como lo fue en un estudio realizado en carne de bagre, donde no se aislaron cepas de *Salmonella* spp. (Suárez, 2016).

En contraste, un estudio realizado en Norte de Santander con 50 muestras, de las cuales 25 correspondían a establecimientos formales, mientras que las otras 25 se consiguieron en el mercado callejero. El resultado fue, de las muestras analizadas, el 12 % presentaron el patógeno *Salmonella* spp., concluyendo que el lugar de adquisición del producto no es determinante en su calidad y sanidad, ya que los aislamientos correspondieron en 50 % para el pescado de venta callejera y 50 % para el comprado en lugares oficiales (Herrera & Santos, 2005).

En cuanto a la identificación del género *Salmonella* en las muestras de pescado, se logró aislar cepas con morfología y actividad bioquímica compatible con dicho enteropatógeno

Por último, en la determinación del género *Vibrio*, el resultado mostró que en ambas muestras se aislaron colonias compatibles con *Vibrio cholerae*; la presencia de cualquier especie de *Vibrio* no se debe encontrar en este alimento según la normativa colombiana. En carne de bagre en Sincelejo, las muestras de este tipo de carne fueron negativas para *Vibrio spp.* (Suárez, 2016). La importancia de este género bacteriano, radica en que son agentes causantes de vibriosis; que, según el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades, hay cerca de 80.000 casos de enfermedad y, se estima, hay 100 muertes por año en los Estados Unidos (CDC, 2019).

En Latinoamérica, se ha descrito la séptima pandemia de cólera desde el año 1991; cuyo agente etiológico es *V. cholerae* O1 toxígeno. Este patógeno puede estar en agua salada o dulce, y su temperatura óptima es hasta los 37 °C (Borroto, 1998). La transmisión de este agente causal en alimentos, ha sido reportada desde los años 90 por la OPS, donde asegura que el microorganismo causante de cólera puede estar viable en gran parte de los alimentos, en cuanto a los alimentos como pescados y mariscos si estos están a temperatura de 30 °C a 31 °C, los días de supervivencia son hasta los 5 días; y a temperatura de refrigeración (5 °C), pueden sobrevivir hasta 14 días (Organización Panamericana de la Salud, 1998).

Si bien, la relación de estos microorganismos en comida de mar se ha descrito en varias ocasiones, por ejemplo, en Cuba se analizaron 488 muestras de 4 alimentos de origen marino, la prevalencia del género *Vibrio* fue mayor en ostiones (33.8 %); seguido por pescados (29.5 %) (Castillo *et al.*, 2013). Otra especie de importancia

del género *Vibrio* que, posiblemente, fue aislada en este estudio, fue *Vibrio parahaemolyticus*. Este agente se ha encontrado en alimentos de origen marino (WHO & FAO, 2011). Un estudio en Lima demostró que, de 254 muestras analizadas entre pescados y moluscos, se aislaron 15 cepas de *V. parahaemolyticus*, donde 9 se encontraron en pescados y 6 en moluscos (Aliaga, Miranda & Zevallos, 2010).

No se determinaron bacterias psicrófilas como *Pseudomonas spp.*, las cuales, se han reportado en carne de pescado y son productos del mal almacenamiento (Centeno & Rodríguez, 2005). Aun así, estos resultados demuestran que, sin importar el tipo y procedencia del pescado, la carga microbiológica puede ser igual por las malas prácticas de manejo que ocurre durante todo el procesamiento de las carnes.

En conclusión, a pesar de que fueron dos muestras de dos especies diferentes de pescado, cuyas condiciones en cuanto hábitat y procesamiento son completamente diferentes, los resultados fueron casi idénticos. No se consideró una contaminación cruzada, puesto que dos operarios trabajaron por separado las muestras, y el origen de estas fueron en diferentes locales de Tunja. Si bien, no es posible asegurar que la contaminación bacteriana fue en el mismo proceso de producción y almacenamiento de los productos, sí fue posible determinar que ambos alimentos no son inocuos y, posiblemente, representan un alto riesgo para los consumidores. Además, de ser uno de los primeros reportes presuntivos de la presencia del género *Vibrio* en alimentos como la carne de trucha.

Referencias

- Aliaga, R., Miranda, J., & Zevallos, J. (2010). *Aislamiento e identificación de Vibrio parahaemolyticus O3:K6 en pescados y moluscos bivalvos procedentes de un mercado pesquero de Lima, Perú*. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v21n3/v21n3ao4.pdf>.
- Arce, M. (2008). Evaluación del estado de poblaciones de Bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* la cuenca media del río Magdalena durante la temporada de subienda del 2004. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 32(123), 257-266.
- AUNAP. (2016). *Aumenta el consumo de pescado en el país*. Bogotá. Recuperado de www.aunap.gov.co
- AUNAP. (2018). *En el país, consumo de pescado por persona supera los ocho kilos al año*. Recuperado de www.aunap.gov.co
- Beleño, I. (2017). La trucha, oro azul de la agroindustria colombiana. *Agronegocios*. Recuperado de <https://www.agronegocios.co/ganaderia/la-trucha-el-oro-azul-de-la-agroindustria-colombiana-2623114>
- Castellanos, J. (2019). *Guías de laboratorio de microbiología de alimentos*. Tunja.
- Castillo, V., Puig, Y., Espino, M., Pereda, G., Postela, N., Morejón, L., & Roble, O. (2013). Especies patógenas de *Vibrio* aisladas en alimentos de origen marino. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 23(1), 31-43. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2013/can131d.pdf>
- CDC. (2019). *Especies de la bacteria Vibrio que causan vibriosis*.
- Centeno, S., & Rodríguez, R. (2005). Microbiological Evaluation of Frozen Fish Produced in Cumana, Sucre State, Venezuela. *Revista Científica*, 15(2), 168-175. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/959/95915212.pdf>
- Cristina, P. D., Mariotto, S., Santos, E. C., Ferreira, D. C., & Chitarra, G. S. (2019). Use of molecular techniques for the analysis of the microbiological quality of fish marketed in the municipality of Cuiabá, Mato Grosso, Brazil. *Food Science and Technology*, 39(suppl. 1), 146-151. <https://doi.org/10.1590/fst.40217>
- David Ruales, C. A., Torres Toro, C., Hincapié Ávila, S., & Londoño Londoño, J. (2014). Aprovechamiento de residuos de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*: uso de tecnologías limpias para la extracción de aceite. *Orinoquia Suplemento*, 18(2), 294-299. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v18s1/v18s1a18.pdf>
- Doğan-Halkman, H. B., Çakir, I., Keven, F., Worobo, R. W., & Halkman, A. K. (2003). Relationship among fecal coliforms and *Escherichia coli* in various foods. *European*

Food Research and Technology, 216(4), 331-334. <https://doi.org/10.1007/s00217-002-0647-2>

El Diario. (2017). 19 municipios boyacenses fortalecerán su producción piscícola. *El Diario*. Recuperado de <https://www.periodicoeldiario.com/2017/07/05/19-municipios-boyacenses-fortaleceran-su-produccion-piscicola/>

FAO. (2004). *Visión general del sector acuícola nacional, Colombia. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.*

FAO. (2014). *Manual práctico para el cultivo de la trucha arcoíris.* Guatemala. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-bc354s.pdf>

Galvis, E., & NTC. (2009). *NTC 1443 Productos de La Pesca y Acuicultura.*

Gámez-Villazana, J., Barrero, M., & Sandoval, T. (2014). Estudios preliminares sobre características físicas, químicas y microbiológicas de la pulpa del bagre valenciano (*Hypophthalmus marginatus*). Recuperado de <http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2014/agro3.pdf>

García, J., Núñez, F., Chacón, O., Alfaro, H., & Espinosa, M. (2003). Estudio microbiológico de tejido superficial de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y del agua circundante. *Hidrobiológica*, 13(2), 111-118. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v13n2/v13n2a3.pdf>

Herrera, F., & Santos, J. (2005). Prevalencia de *Salmonella* spp. en pescado fresco expendido en Pamplona (Norte de Santander). *Bistua: Revista de La Facultad de Ciencias Básicas*, 3(2), 34-42. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90330205>

Herrera, F., & Suárez, W. (2012). Aislamiento e identificación de *Listeria* spp. a partir de muestras de pescado fresco expendido en Pamplona (Norte de Santander). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 257-265. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262012000200002

Ingle de la Mora, G., Villareal, E., Arredondo, J., Ponce, J., & Barriga, I. (2003). Evaluación de algunos parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculación para la acuicultura, sometido a diferentes cargas de biomasa de peces. *Hidrobiológica*, 13(4), 247-253. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v13n4/v13n4a1.pdf>

Instituto Nacional de Salud. (2018). *Boletín Epidemiológico*. Bogotá. Recuperado de <https://bit.ly/2C3CCKY>

Kopper, G. (2008). *Estudio de Caso - Enfermedades Transmitidas por Alimentos en Costa Rica.* Recuperado de <http://www.fao.org/3/i0480s/i0480s01.pdf>

Luchini, L. (1990). *Manual para el cultivo del bagre Sudamericano (Rhamdia sapo).* Santiago,

Chile. Recuperado de [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/especies/_archivos//000002-Catfish/071231_Manual para el cultivo del Bagre Sudamericano \(Rhamdia sapo\).pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/cultivos/especies/_archivos//000002-Catfish/071231_Manual para el cultivo del Bagre Sudamericano (Rhamdia sapo).pdf)

Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 122 de 2012 (2012). Colombia.

OCDE. (2016). *Pesca y acuicultura en Colombia*. *Journal of Sea* (Vol. 1). Bogotá. Recuperado de https://www.oecd.org/tad/fisheries/Fisheries_Colombia_SPA_rev.pdf

Organización Panamericana de la Salud. (1998). *La salud Américas* (1.^a ed.). Washington, D.C.

Parrado, M., Salas, M., Hernández-Arévalo, G., Ortega, P., & Yossa, M. (2014). Variedad bacteriana en cultivos piscícolas y su resistencia a antibacterianos. *Orinoquia Suplemento- Universidad de Los Llanos*, 18(2), 237-246. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v18s1/v18s1a11.pdf>

Parrado, Y. (2012). Historia de la Acuicultura en Colombia. *AquaTIC*, 60(37), 60-77. Recuperado de http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/37_9.pdf

Pescados y mariscos. (s.f.). Recuperado de http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/12_pescados_y_mariscos.pdf

Ríos-Tobón, S., Gutiérrez-Builes, L. A., & Agudelo-Cadavid, R. M. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Ronquillo, B., & Romero, M. (2015). *Evaluación de la calidad microbiológica de pescado crudo comercializado en el muelle de Puerto de la Libertad*. Recuperado de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9326/1/16103647.pdf>

Suárez, L. (2016). *Calidad fisicoquímica y microbiológica de dos especies de pescados dulceacuícolas comercializados en el municipio de Sincelejo, Colombia*. (Tesis de pregrado). Universidad de Sucre, Sucre, Colombia. Recuperado de https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/562/1/T597.0929_S939.pdf

WHO & FAO. (2011). *Risk assessment of Vibrio parahaemolyticus in seafood*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization. Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

Zendejas, G., Avalos, H., & Soto, M. (2014). Microbiología general de *Staphylococcus aureus*: Generalidades, patogenicidad y métodos de identificación. *Rev Biomed*, (25), 129-143. Recuperado de <http://www.revbiomed.uady.mx/pdf/rb142534.pdf>