



Incidencia de *Salmonella* spp en bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) en Mississippi, Estados Unidos¹

Jhennys Paola Becerra Ossa², Alba Manuela Durango Villadiego³,
Juan L. Silva⁴, J. Eduardo Murillo Bocanegra⁵, Alba Corredor Gómez⁶

Influence of Salmonella spp in Channel Catfish (Ictalurus punctatus) at Mississippi, United States of America

Incidência de Salmonella spp no bagre de canal (Ictalurus punctatus) no Mississippi, Estados Unidos

RESUMEN

Introducción. El bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) es la especie acuícola más importante y de mayor producción en Mississippi. *Salmonella* spp, con un 67,6 %, es el patógeno más frecuentemente encontrado en muestras de filetes de bagre de canal. **Objetivo.** determinar en invierno y primavera la incidencia de *Salmonella* spp en filetes antes de enfriamiento, después de enfriamiento, inyectados y congelados de bagre de canal, en pescado entero, equipos, vísceras, agua de enfriamiento y agua de camión de una planta procesadora ubicada en el estado de Mississippi. **Materiales y métodos.** *Salmonella* spp fue determinada por el método

1 Artículo derivado de la investigación "Incidencia de *Salmonella* spp en una planta procesadora de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) durante las estaciones de invierno y primavera en el estado de Mississippi, Estados Unidos"; financiado con recursos de Mississippi State University y el United States Department of Agriculture- Agricultural Research Service (USDA-ARS).

2 Candidato a magister Pedagogía e Investigación en el Aula. Ingeniera de alimentos. Directora de Investigación de la Corporación Universitaria Americana- Montería. ORCID: 0000-0003-0732-4721

3 Ph. D. Microbiología de Alimentos. Docente investigador del Departamento de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingenieras de la Universidad de Córdoba. E-mail: durangoalba@yahoo.com. ORCID: 0000-0002-6463-3478

4 Ph.D Ciencia y Tecnología de Alimentos. Profesor en Tecnología e Inocuidad de Alimentos del Departamento de Ciencia de Alimentos, Nutrición y Promoción de la Salud de Mississippi State University. E-mail: jsilva@foodscience.msstate.edu. ORCID: 0000-0002-5624-9599

5 Doctor en Administración de la Universidad de Missouri , USA. Master en Artes y Antropología de la Cultura de la Universidad de Missouri , USA. Rector de la Corporación Universitaria Lasallista y Docente Investigador Adscrito al Grupo de Investigación GISELA (COL0081379) de la Corporación Universitaria Americana - Sede Medellín. ORCID: 0000-0002-0564-8581

6 Contadora Pública. Magíster en Administración Educativa (Universidad de los Andes). Investigadora grupo TES de la Corporación Universitaria Americana, Categoría D Colciencias. Rectora Corporación Universitaria Americana, Barranquilla, Colombia. E-mail: acorredor@coruniamericana.edu.co. ORCID: 0000-0003-4677-1225

del manual de Food Safety Inspection Service. **Resultados.** La incidencia de *Salmonella* spp en las muestras de filetes y pescado entero presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las estaciones, con un 1,33 % en invierno y 6 % en primavera. Los utensilios y equipos muestreados, durante invierno, muestran un porcentaje de *Salmonella* spp que sobrepasa los límites permitidos, según la International Commission on Microbiological Specifications for Foods-ICMSF (1986), los cuales son $n = 5$; $c = 0$; $m = 0$ y $M = 0$. Las vísceras y las aguas estudiadas (enfriamiento

y camión) mostraron valores de *Salmonella* spp dentro de los permitidos. **Conclusión.** La incidencia de *Salmonella* spp en pescado entero, filetes antes de enfriamiento, filetes después de enfriamiento, inyectados y congelados varía entre las estaciones de invierno y primavera, presentándose una mayor incidencia del microorganismo en primavera.

Palabras clave: *Salmonella* spp, bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), invierno, primavera.

ABSTRACT

Introduction. the channel catfish (*Ictalurus punctatus*) its aquaculture specie most relevant and biggest production in Mississippi. *Salmonella* spp, with a 67.6%, is the most frequently found pathogen in samples of the channel catfish filet. **Objective.** to establish in winter and spring the influence of *Salmonella* sp on filets previous cooling, after cooling, injected and frozen channel catfish, whole fish, equipment, entrails, cooling water and truck water of a processing plant located in Mississippi state. **Materials and methods.** *Salmonella* spp was established by the manual method of Food Safety Inspection Service. **Results.** the influence of *Salmonella* spp in fillet samples and whole fish exhibited significant differences ($P < 0.05$) between

stations, with a 1.33% in winter and 6% in spring. The tools and equipment samples, during winter showed a *Salmonella* spp percentage that surpassed the allowed limits, according to International Commission on Microbiological Specifications for Food-ICMSF (1986), which are $n = 5$; $c = 0$; $m = 0$ y $M = 0$. The strains and water analyzed (cooling and truck) showed values of *Salmonella* spp inside boundaries. **Conclusion.** the influence of *Salmonella* spp in whole fish, fillets before cooling, fillets after cooling, injected and frozen variates between winter and spring stations, presented a bigger influence of microorganism in spring.

Key words: *Salmonella* spp, channel catfish (*Ictalurus punctatus*), winter, spring.

RESUMO

Introdução. O bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) é a espécie aquícola mais importante e de maior produção no Mississippi. *Salmonella* spp, com um 67,6 %, é o patógeno mais frequentemente encontrado nas amostras de filé de bagre de canal. **Objetivo.** determinar no inverno e na primavera a incidência de *Salmonella* spp em filé antes de esfriamento, depois de esfriamento, injetados e congelados de bagre de canal, em peixes inteiro, equipamentos, vísceras, água de esfriamento e água de caminhão de uma planta processadora localizada no estado do Mississippi. **Materiais e métodos.** *Salmonella* spp foi determinada pelo método do manual de Food Safety Inspection Service. **Resultados.** A incidência de *Salmonella* spp nas amostras de filés e peixe inteiro apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$) entre

as estações, com um 1,33 % no inverno e 6 % na primavera. Os utensílios e equipamentos amostrados, durante inverno, mostram uma porcentagem de *Salmonella* spp que ultrapassa os limites permitidos, segundo a International Commission on Microbiological Specifications for Foods-ICMSF (1986), os quais são $n = 5$; $c = 0$; $m = 0$ y $M = 0$. As vísceras e as águas estudadas (esfriamento e caminhão) mostraram valores de *Salmonella* spp dentro dos permitidos. **Conclusão.** A incidência de *Salmonella* spp no peixe inteiro, filés antes do esfriamento, filés depois do esfriamento, injetados e congelados varia entre as estações de inverno es primavera, apresentando-se uma maior incidência do microorganismo na primavera.

Palavras chave: *Salmonella* spp, bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), inverno, primavera.

INTRODUCCIÓN

El bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) es la especie acuícola más importante de los Estados Unidos de América; según el United States Department of Agriculture –USDA– (2017) la producción total en el año 2016 fue de más de 199 millones de libras. Esta producción se centró en los Estados de Mississippi, Alabama, Arkansas y Texas, de donde se origina el 96 % del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), siendo Mississippi el Estado que más lo produce, con más de 109 millones de libras (*phosphate or cetylpyridinium chloride before grinding*. United - USDA, 2017). Esta industria tiene un impacto económico en cientos de millones de dólares por año (Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station – MAFES, 2010). En Estados Unidos el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) es comercializado en fresco (en hielo) o congelado como filetes, tiras y nuggets; algunos de los productos son apanados o marinados. También es importado congelado de varios países de Asia, especialmente de China (Burtle, 2010).

La salmonelosis, causada por la bacteria *Salmonella*, es una de las enfermedades de transmisión alimentaria más comunes y ampliamente extendidas. Se estima que afecta anualmente a decenas de millones de personas de todo el mundo y provoca más de cien mil defunciones. La *Salmonella* es una bacteria omnipresente y resistente que puede sobrevivir varias semanas en un entorno seco, y varios meses en agua (Organización Mundial de la Salud - OMS, 2013).

Estudios realizados a plantas procesadoras de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y a productos pesqueros muestran que estos poseen peligros tanto microbiológicos, como químicos y físicos para los consumidores; el 27 % de estos peligros fueron por patógenos microbianos; 14 %, por desmembramiento; 3 %, por químicos, y 53 %, por otros (mayormente por microorganismos alterantes) (General Accounting Office - GAO, 2001). De acuerdo con lo reportado por Center for Chemical Regulation and Food Safety (2010) los microorganismos patógenos más frecuentes fueron *Salmonella* spp (67,6 %) y *Listeria monocytogenes* (21,6 %). *Salmonella* spp resiste bien las condiciones habituales de humedad y de temperatura ambiente, y es capaz, bajo determinadas situaciones, de crecer y desarrollarse en los alimentos y los entornos de procesamiento (Wyatt, Nickelson y Vanderzant, 1979).

A pesar de que algunos estudios confirman que *Salmonella* spp es el segundo patógeno mayormente

encontrado en filetes de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), después de *Listeria monocytogenes* (Chen, Pyla, Kim, Silva y Jung, 2010) y es el microorganismo que más comúnmente causa enfermedades transmitidas por alimentos (Center for Chemical Regulation and Food Safety, 2010), son muy pocos los brotes asociados a *Salmonella* spp por el consumo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*). En los últimos 20 años en Estados Unidos solo se ha reportado un brote (10 personas enfermas en mayo de 1991) (Food Safety Inspection Service - FSIS, 2010). Sin embargo, es posible que exista un nivel bajo de casos esporádicos de salmonelosis asociada con bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), que ocurran en los Estados Unidos y que no se detectan con los niveles actuales de vigilancia.

Debido a que no se conoce con exactitud la incidencia de *Salmonella* spp en productos derivados de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y en los equipos utilizados para el procesamiento de esta especie acuícola, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar los focos y fuentes de *Salmonella* spp y ver la incidencia de este microorganismo durante la línea de procesamiento, tanto en productos como en equipos. Los resultados obtenidos de este trabajo resultarán de gran importancia para el sector agroindustrial enfocado en el procesamiento de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y para otras industrias acuícolas. Además, apoyada en estos resultados, la empresa podría tomar las medidas necesarias para controlar de mejor manera los puntos críticos de contaminación del microorganismo en cuestión, evitando así enfermedades causadas por el consumo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) contaminado con *Salmonella* spp.

MATERIALES Y MÉTODOS

Universo y población

La población objeto de estudio que se utilizó para la investigación fue una planta procesadora de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) del Estado de Mississippi, Estados Unidos. Esta planta se escogió de acuerdo con las necesidades y criterios de la Universidad Estatal de Mississippi. De acuerdo con el flujograma de procesamiento de bagre de canal (figura 1) de la planta, se seleccionaron 4 diferentes tipos de filetes (antes de enfriamiento, después de enfriamiento, inyectado y congelado), pescado entero, vísceras, agua de enfriamiento, agua proveniente del camión que transporta los peces vivos, 7 equipos y 1 recipiente de almacenamiento provisional, todos estos tienen contacto directo con

el alimento. Los criterios para la escogencia de estos puntos fueron: superficies utilizadas en otros estudios similares, superficies consideradas como puntos críticos debido a que están en contacto directo con el pescado, superficies en las que se dificulte la limpieza y desinfección y superficies en las cuales no se esperaba incidencia de los microorganismos a estudiar.

Variables

Variables independientes: tipo de muestra: equipos, aguas, filetes, pescado entero y vísceras de bagre de

canal (*Ictalurus punctatus*); estaciones del año (invierno y primavera).

Variables dependientes: *Salmonella spp*

Lugares de muestreo

Todas las muestras utilizadas fueron obtenidas de una planta local procesadora de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), transportadas en neveras y procesadas inmediatamente en el laboratorio de Microbiología e Inocuidad de los Alimentos, Nutrición y Promoción de la Salud de la Universidad Estatal de Mississippi.



Figura 1. Flujograma del procesamiento de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

Fuente: (Chen et al. 2010).

Este estudio se realizó durante invierno y primavera. Se determinó *Salmonella* spp en los productos y equipos que muestran las tablas 1 y 2; en las mismas se aprecian sus respectivos códigos y la cantidad de

muestras que se tomaron en cada uno, para un total de 450 muestras (225 tomadas en invierno y 225 en primavera).

Tabla 1. Productos muestreados en la planta procesadora de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

PRODUCTOS	CÓDIGO	MUESTRAS DURANTE INVIERNO Y PRIMAVERA
Pescado entero	--	--
Piel del pescado entero al ser recibido	PE	60
Filetes de bagre de canal (<i>Ictalurus punctatus</i>)	--	--
Antes de enfriamiento	FAE	60
Después de enfriamiento	FDE	60
Inyectado (mezcla de fosfato)	FI	60
Congelado (no glaseado)	FC	60
Otros	--	--
Vísceras	V	18
Agua de enfriamiento	AE	18
Agua de camión	AC	18
Total	--	354

Fuente: elaborado por los autores

Tabla 2. Equipos muestreados en la planta procesadora de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*)

EQUIPOS	CÓDIGO	MUESTRAS DURANTE INVIERNO Y PRIMAVERA
Banda camión-planta	BCP	12
Desollador	D	12
Mesa de recorte	MR	12
Banda después de recorte	BDR	12
Tambor de enfriamiento	TE	12
Recipiente de almacenamiento	RA	12
Banda después de inyección	BDI	12
Banda después de congelado	BDC	12
Total	--	96

Fuente: elaborado por los autores

Toma de muestras

En la planta procesadora de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) las muestras de equipos y las muestras de piel del pescado fresco fueron obtenidas con hisopos estériles sobre un área específica de 10

cm²; estos aplicadores fueron situados en tubos de ensayo que contenían 1mL de agua peptonada al 0.1 % (Johansson, Rantala, Palmu y Honkanen-Buzalski, 1999) y tapados. Las otras muestras obtenidas de la planta fueron coleccionadas en bolsas estériles y todas fueron transportadas refrigeradas.

Aislamiento de *Salmonella* spp

Salmonella spp fue aislada utilizando el método del manual *Especificaciones microbiológicas del laboratorio* en el capítulo titulado “Aislamiento e identificación de *Salmonella* para carne, aves de corral, huevos pasteurizados y productos del bagre” del FSIS-USDA (2010). Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites microbiológicamente aceptados para pescado fresco ($n = 5$; $c = 0$; $m = 0$ y $M = -$) (ICMSF, 1986).

Identificación y confirmación de *Salmonella* spp. Simple PCR (Polymerase chain reaction)

La confirmación de *Salmonella* spp fue realizada usando la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) basada en la amplificación *in vitro* del ADN (Gussow y Clackson, 1989).

Para este procedimiento se tomaron colonias presuntivas de *Salmonella* spp de cada caja de petri, luego fueron sembradas e incubadas en 5 mL de agua peptonada 0,1 % por 24 horas a 37 °C. Un mL de esta solución previamente incubada fue transferido a tubos de centrifuga y centrifugado a 10.000 g / m por 2 minutos. El pellet se rehidrató con 50 µL de agua destilada, fue agitado y luego se calentó por 5 minutos en un recipiente con agua hirviendo (100°C). Después del calentamiento los tubos fueron centrifugados a 10.000 g / m por 2 minutos. Luego se tomaron 2µL del sobrenadante, 1µL de forward primer (Itsf– 5'TATAGCCCCATCGTGTAGTCA 3'), 1µL de reverse primer (Itsr – 5'TGCGGCTGGATCACCTCCTT 3') (Sigma®), 7,5 µL de agua destilada y 12,5 µL de GoTaq® Green Master Mix (Promega, Madison, WI) y se adicionaron a tubos de PCR. La ampliación del ADN se realizó de la siguiente manera: ciclo térmico inicial de 94 °C por 3 minutos, seguido de 30 ciclos de amplificación, desnaturalización a 94 °C por 30 segundos, anillamiento a 61 °C por 35 segundos y extensión del ADN a 72 °C por 35 segundos (Yáñez, Mattar y Durango, 2008).

Los productos obtenidos en la reacción (PCR) se separaron por electroforesis. Para esto se utilizó un gel de agarosa de 1,4 % (Chen, Pyla, Kim, Silva y Jung, 2010) al cual se le adicionaron 5 µL de bromuro de etidio. Este gel fue sometido a 135 voltios de 15 a

20 minutos. Finalmente, se obtuvieron fotografías del Gel bajo luz ultravioleta usando BioDoc-it™ Imaging System (UVP, Upland, CA, USA).

Diseño experimental y análisis de datos

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con un arreglo factorial de $F = 2 \times 2 \times 8$. Se realizó un análisis de varianza y un test de medias, con un nivel de significancia del 5 %. El análisis estadístico de los datos se realizó usando SAS 9.2.

RESULTADOS

Determinación de *Salmonella* spp en pescado fresco y filetes

Los productos estudiados de la planta procesadora de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) (pescado entero, filetes antes y después de enfriamiento, inyectados y congelados) durante las estaciones de invierno y primavera mostraron porcentajes de *Salmonella* spp que sobrepasan los límites permitidos ($n = 5$; $c = 0$; $m = 0$ y $M = 0$) según la ICMSF (1986) (figura 2), lo que sugiere que se debe prestar mayor atención al proceso que se les da a los productos en cuestión y a los manipuladores de alimentos en estado portador.

Se pudo analizar que sí hubo diferencias significativas en la presencia de *Salmonella* spp ($Pr > F = 0.0001$) entre las estaciones de invierno y primavera, pues los productos muestreados presentaron una incidencia del 1,33 % para invierno, y 6 % para primavera. La diferencia en la presencia de *Salmonella* spp en las estaciones de invierno y primavera puede deberse a que el microorganismo se ve afectado por los cambios de temperaturas que ocurren durante la transición invierno-primavera (Fossler 2005; Liljebjelke, Hofacre, Liu, White, Ayers, Young y Maurer, 2005), donde las temperaturas promedio son 8 °C y 25 °C, respectivamente. Estos resultados son concordantes con los reportados por Narapati (2007), quien encontró niveles más altos de *Salmonella* spp en primavera (40 %) que en invierno (0 %), y también con estudios realizados en Nepal, donde la prevalencia de *Salmonella* spp fue más alta en los meses de abril y mayo donde la temperatura promedio es de 26 °C (Maharjan, Joshi, Joshi y Manandhar, 2006).

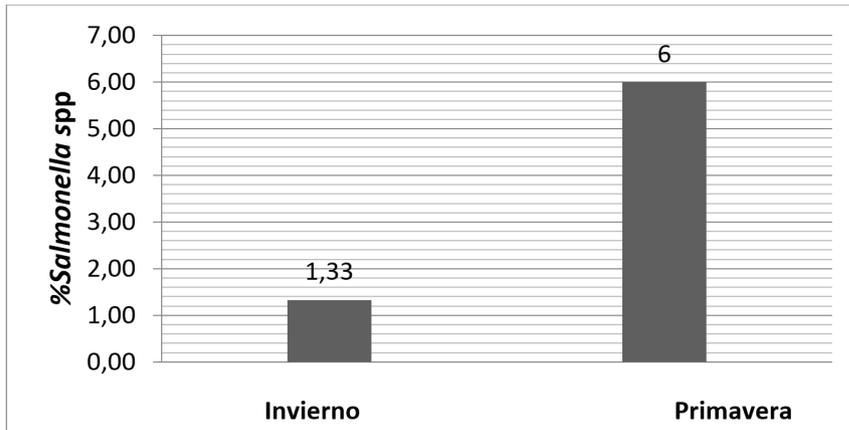


Figura 2. Porcentaje de *Salmonella* spp positivo en muestras de pescado fresco y filetes de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) de la planta durante las estaciones de invierno y primavera

Fuente: elaborado por los autores

En la figura 3 se muestra la presencia de *Salmonella* spp en cada uno de los productos muestreados (diferentes tipos de filetes y pescado entero); existen diferencias significativas entre los filetes congelados y los filetes inyectados con el pescado entero, filetes antes de enfriamiento y después de enfriamiento; en efecto, se aprecian mayores porcentajes del microorganismo en los filetes congelados e inyectados; se aprecia que la presencia de *Salmonella* spp aumenta luego de que los filetes son inyectados con la solución de tripolifosfato, contrario a lo reportado por otros autores. Luck y Jager (2004) afirman que esta solución en concentraciones entre 10-12 % (p / v) sirve para disminuir los niveles de *Salmonella* spp, debido a que forma complejos con metales bivalentes esenciales para la célula de los microorganismos, e interfiere con la estabilidad de la pared celular; esto concuerda con estudios realizados por Pohlman, Stivariusb,

McElyea y Waldroupc (2002) quienes muestran que el tripolifosfato a una concentración de 10 % (p / v) ayuda a inhibir y reduce los niveles de *Salmonella* spp de 5,87 log UFC/g a 5,19 log UFC/g.

En este estudio el efecto por parte del tripolifosfato es contrario; este fenómeno pudo ocurrir porque la concentración utilizada (5,9 % p / v) está por debajo de la concentración recomendada; por lo tanto, no cumple con su función de antimicrobiano, sino que, por el contrario, tiene un efecto fomentador del crecimiento para este microorganismo. Además, dicha solución es reciclada, proceso que la hace más susceptible a contaminación. También sería conveniente analizar el agua de disolución que se utiliza para la preparación de la solución de tripolifosfato; esta agua puede estar contaminada, provocando la proliferación del patógeno en el producto final.

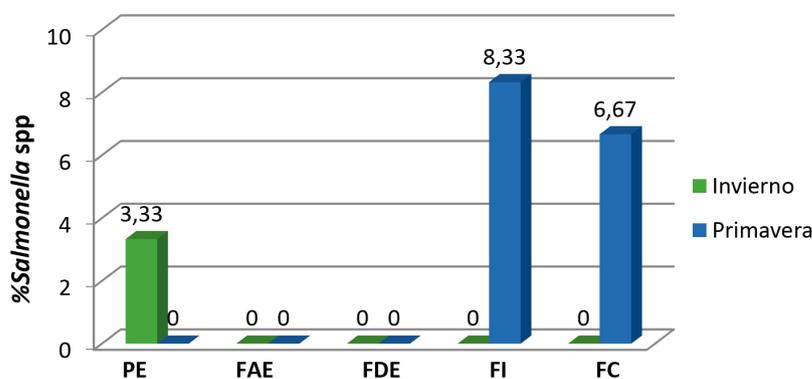


Figura 3. Presencia de *Salmonella* spp en pescado entero y diferentes tipos de filetes de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) procesados en la planta.

PE: pescado entero, FAE: filetes antes de enfriamiento, FDE: filetes después de enfriamiento, FI: filetes inyectados; FC: filetes congelados.

Fuente: elaborado por los autores

Determinación de *Salmonella* spp en vísceras, agua de enfriamiento y agua de camión

El porcentaje de *Salmonella* spp fue 0 %, tanto para las vísceras como para las aguas, lo que indica que no son las vísceras ni las aguas los elementos que dan origen a la contaminación de los filetes.

Determinación de *Salmonella* spp en equipos y recipientes

Los equipos estudiados de la planta procesadora de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) durante invierno muestran un porcentaje de *Salmonella* spp que sobrepasa los límites permitido según la ICMSF (1986), los cuales son $n = 5$; $c = 0$; $m = 0$ y $M = 0$, lo que sugiere mayor atención al manejo que se le da a la sanitización de los equipos, ya que estos podrían contaminar el producto final. El análisis estadístico mostró que no hubo diferencias significativas en la presencia de *Salmonella* spp ($P > F = 0.4679$) entre las estaciones de invierno y primavera, ya que se presentó una incidencia del 2,08 % (1 / 48) para invierno y 0 % para primavera; aunque el resultado de *Salmonella* spp en invierno es un poco mayor que en primavera, este porcentaje no es significativo para afirmar que la presencia de *Salmonella* spp siempre será mayor en invierno que primavera, es decir, que para afirmar esto se debe realizar un estudio con un mayor número de muestras y analizar los resultados.

CONCLUSIONES

Se encontró *Salmonella* spp: en pescado fresco (7 %); filetes inyectados (17 %); filetes congelados (13 %), y en la banda transportadora después de recorte (1,06 %). Esto indica que las prácticas y los programas de higiene y desinfección utilizados para el procesamiento son insuficientes para eliminar este patógeno.

La incidencia de *Salmonella* spp en los productos analizados (pescado entero, filetes antes de enfriamiento, filetes después de enfriamiento, inyectados y congelados) varía entre las estaciones de invierno y primavera, presentándose una mayor incidencia del microorganismo en primavera.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad de Córdoba en Colombia y a Mississippi State University, especialmente al Department of Food Science, Nutrition & Health Promotion.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burtle, G. (2010). *Georgia Commercial Aquaculture. University of Georgia Animal & Dairy Science*. Recuperado de <http://www.caes.uga.edu>
- Center for Chemical Regulation and Food Safety. (2010). *Catfish Risk Profile*. Recuperado de http://www.safecatfish.com/wp-content/uploads/2010/07/Catfish_Risk_Report.pdf
- Chen, B.; Pyla, R.; Kim, T.; Silva, J. y Jung, Y. (2010). Incidence and persistence of *Listeria monocytogenes* in catfish processing environment and fresh filets. *Journal of Food Protection*, 73(9), 1641-1650.
- Food Safety and Inspection Service - FSIS. (2010). *DRAFT Risk Assessment of the Potential Human Health Effect of Applying Continuous Inspection to Catfish*. Recuperado de http://www.fsis.usda.gov/PDF/Catfish_Risk_Assess_Dec2010.pdf
- Fossler, C.; Wells, S.; Kaneene, J.; Ruegg, P.; Warnick, L.; Bender, J.; Eberly, L.; Godden, S. y Halbert, L. (2005). Herd-level factors associated with isolation of *Salmonella* in a multi-state study of conventional and organic dairy farms. I. *Salmonella* shedding in cows. *Preventive Veterinary Medicine*, 12(70), 257-77.
- General Accounting Office - GAO. (2001). *Food safety: Federal oversight of seafood does not sufficiently protect consumers*. Recuperado de <http://www.gao.gov/new.items/d01204.pdf>.
- Gussow, D. y Clackson, T. (1989). Direct clone characterization from plaques and colonies by the polymerase chain reaction. *Nucleic Acids Research*, 17(10), 4000.
- International Commission on Microbiological Specifications for Foods - ICMSF. (1986). *Microorganisms in Foods 2: Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications*. 2nd ed. University of Toronto. Recuperado de <http://www.icmsf.iit.edu/pdf/icmsf2.pdf>.
- Johansson, T.; Rantala, L.; Palmu, L. y Honkanen-Buzalski, T. (1999). Occurrence and typing of *Listeria monocytogenes* strains in retail vacuum-packed fish products and in a

- production plant. *International Journal of Food Microbiology*, 47, 111–119.
- Liljebjelke, K.; Hofacre, C.; Liu, T.; White, D.; Ayers, S.; Young, S. y Maurer, J. (2005). Vertical and horizontal transmission of *Salmonella* within integrated broiler production system. *Foodborne Pathogens and Disease*, (2)1, 90-102.
- Luck, E. y Jager, M. (2004). *Antimicrobial food additives*. (2nd edition). New York: Springer-Verlag.
- Maharjan, M.; Joshi, V.; Joshi, D. y Manandhar, P. (2006). Prevalence of *Salmonella* species in various raw meat samples of a local market in Kathmandu. Part II. *Trends in the study of disease agents*, (1081), 249-256.
- Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station - MAFES. (2010). *Commercial Catfish Production*. Mississippi State University. Recuperado de <http://msucares.com/aquaculture/catfish/index.html>
- Narapati, D. (2005). Prevalence and Antimicrobial Resistance of *Salmonella* in Imported Chicken Carcasses in Bhutan. Chiang Mai University and Freie Universität Berlin. Recuperado de <http://www.moa.gov.bt/ncah/download/files/pub7mc3308ib.pdf>
- Organización Mundial de la Salud - OMS. (2013). *Salmonella (no tifoidea)*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/es/>
- Pohlman, F.; Stivariusb, M.; McElyeaa, K. y Waldroupc, A. (2002). *Reduction of E. coli, Salmonella typhimurium, coliforms, aerobic bacteria, and improvement of ground beef color using trisodium phosphate or cetylpyridinium chloride before grinding*.
- United States Department of Agriculture –USDA–. (2017). *Catfish Production*. Recuperado de <https://www.usda.gov/nass/PUBS/TODAYRPT/cfpd0217.pdf>
- Wyatt, L.; Nickelson, R. y Vanderzant, C. (1979). Occurrence and control of *Salmonella* in freshwater catfish. *Journal of Food Science*, 44, 1067-1073.
- Yáñez, E.; Mattar, S. y Durango, A. (2008). *Determinación de Salmonella spp., por PCR en tiempo real y método convencional en canales de bovinos y en alimentos de la vía pública de Montería, Córdoba*. Universidad de Córdoba. *Asociación Colombiana de Infectología*, 12(4), 246-254