

## Presencia de *Salmonella* spp en plantas de beneficio porcícolas en Colombia: revisión sistemática y metaanálisis

### Occurrence of *Salmonella* spp in pork processing plants from Colombia: Systematic review and meta-analysis

Ana Karina Carrascal-Camacho<sup>1</sup>, Irina Barrientos-Anzola<sup>1</sup>, Fernando Sampedro<sup>2</sup>, Fernando Rojas<sup>3</sup>, Mónica Pérez<sup>3</sup>, Anders Dalsgaard<sup>4</sup>, Adriana Pulido-Villamarín A.<sup>4</sup>, María Alejandra Camacho-Carrillo<sup>1</sup>

#### RESUMEN

Se realizó una revisión sistemática de literatura en las bases de datos Science Direct, PubMed, SciELO, EBSCO host, Redalyc, ProQuest y Google Scholar, seguida de un metaanálisis para estimar la prevalencia combinada de *Salmonella* spp en canales de cerdos en plantas de beneficio del país. Se recopiló 3007 artículos científicos, informes técnicos, trabajos de grado y presentaciones de reuniones técnicas publicados entre 2009 y 2020. Se retiraron aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión. Se

<sup>1</sup> Semillero de Inocuidad Alimentaria, Grupo de Biotecnología Ambiental e Industrial (GBAI), Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá DC, Colombia

<sup>2</sup> Environmental Health Sciences, School of Public Health, University of Minnesota, Minneapolis, EEUU

<sup>3</sup> Asociación Porkcolombia - Fondo Nacional de la Porcicultura (FNP), Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología del Sector Porcícola (CENIPORCINO), Bogotá DC, Colombia

<sup>4</sup> Universidad de Copenhague, Facultad de Ciencias Médicas y de Salud, Departamento de Ciencias Animales y Veterinarias, Copenhague, Dinamarca

<sup>5</sup> Unidad de Investigaciones Agropecuarias (UNIA), Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá DC, Colombia

\* E-mail: [acarrasc@javeriana.edu.co](mailto:acarrasc@javeriana.edu.co)

Este trabajo hace parte del Proyecto «*Salmonella* Control in the Colombian Pig Industry - SALPORK», financiado por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Dinamarca (DANIDA) con el Código 18-M07-KU y la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C., Colombia, con el Código ID 0008825.

Recibido: 11 de abril de 2023

Aceptado para publicación: 9 de noviembre de 2023

Publicado: 18 de diciembre de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

revisaron 51 estudios en detalle, seleccionando 11 documentos que se emplearon en el metaanálisis. La prevalencia combinada de *Salmonella* spp en canales de cerdo fue de 9.7% (4.0-16.2%). El metaanálisis mostró una alta heterogeneidad en las prevalencias. El bajo número de reportes relacionados con la prevalencia de *Salmonella* en plantas de beneficio porcino puso en evidencia la necesidad de estudiar, hacer seguimiento y reportar la presencia de *Salmonella* spp para mantener actualizado los datos de prevalencia del patógeno debido a su impacto en salud pública.

**Palabras clave:** *Salmonella* spp, prevalencia, plantas de beneficio, Colombia

## ABSTRACT

A systematic literature review was carried out in Science Direct, PubMed, SciELO, EBSCO host, Redalyc, ProQuest and Google Scholar databases, followed by a meta-analysis to estimate the combined prevalence of *Salmonella* spp in pig carcasses in processing plants in the country. A total of 3007 scientific articles, technical reports, thesis works, and technical meeting presentations papers between 2009 and 2020 were collected. Those that did not meet the inclusion criteria were removed. Thus, 51 studies were reviewed in detail, selecting 11 documents that were used in the meta-analysis. The combined prevalence of *Salmonella* spp in pig carcasses was 9.7% (4.0-16.2%). The meta-analysis showed a high heterogeneity in prevalence. The low number of reports related to the prevalence of *Salmonella* in pork processing plants highlighted the need to study, monitor and report the presence of *Salmonella* spp to keep pathogen prevalence data updated due to its impact on public health.

**Key words:** *Salmonella* spp, prevalence, pig slaughterhouse plants, Colombia

## INTRODUCCIÓN

*Salmonella* spp es una bacteria zoonótica distribuida mundialmente y ha sido reconocida como una de las bacterias de mayor relevancia en la generación de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) (Scallan *et al.*, 2011), siendo la carne de cerdo uno de los vehículos de transmisión al humano (Boyen *et al.*, 2008; Baer *et al.* 2013). En 2018 se presentaron 60 999 casos de salmonelosis en Estados Unidos (CDC, 2019) y 91 857 casos en Europa, donde el 5.4% de los casos estuvieron asociados a productos a base de carne de cerdo (EFSA y ECDC, 2019). Los cerdos pueden adquirir la bacteria durante su estancia en granja, ya que es un contaminante del agua, concentrados y

diferentes superficies, entre otros (Baer *et al.*, 2013).

*Salmonella* spp en el cerdo puede causar infecciones sintomáticas, asintomáticas (Boyen *et al.*, 2008) y subclínicas, lo que genera pérdida de peso (aprox. 3 kg por animal) durante el ciclo de producción (Wong *et al.*, 1997), causando severas pérdidas económicas. Los animales portadores de *Salmonella* spp durante el proceso de beneficio presentan mayor riesgo de contaminar la canal (De Busser *et al.*, 2011); siendo esta la razón del diseño de estrategias de implementación de medidas de control en las plantas de beneficio que incluyen etapas de desinfección e implementación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) (FSIS, 2018).

En Colombia, según el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), existían 80 plantas de beneficio registradas en 2019, siendo 23/80 (28.8%) de autoconsumo (plantas autorizadas para comercializar el producto en el municipio de ubicación) (DANE, 2015), 55/80 (68.7%) plantas clasificadas como nacionales (venta en todo el país) y 2/80 (2.5%) habilitadas para exportar (INVIMA, 2019).

El boletín epidemiológico del Instituto Nacional de Salud (INS) del año 2018, reportó que el 6% de los brotes alimentarios ocurridos en Colombia se relacionaban con el consumo de carne contaminada de res o cerdo, aunque no se determinó en todos los casos el agente causal (INS, 2018). Por otra parte, a nivel mundial la presencia de serotipos de *Salmonella* spp resistentes a antibióticos ha incrementado la tasa de hospitalización (Barco *et al.*, 2014); siendo los aislamientos de origen animal los más resistentes (European Food Safety *et al.*, 2020), y que pueden estar asociados al uso indiscriminado de antibióticos en granjas (Rincón-Gamboa *et al.* 2021a,b; Mora-Gamboa *et al.*, 2022).

En Colombia, la información disponible sobre la prevalencia de *Salmonella* spp en plantas de beneficio porcícolas es escasa, ya que los muestreos oficiales se iniciaron en la última década (INVIMA, 2019). En este orden de ideas, los estudios realizados en el país también son escasos, habiéndose estimado prevalencias de *Salmonella* spp en canales de cerdo entre 10 y 28% (Carrascal *et al.*, 2015). Por lo tanto, para conocer la prevalencia de *Salmonella* spp reportada en plantas de beneficio porcícola en Colombia entre los años 2009-2020 y tener un panorama actualizado al respecto, se realizó una revisión sistemática de literatura y un metaanálisis sobre la prevalencia de *Salmonella* spp en plantas de beneficio en Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la revisión de estudios que reportaban la prevalencia de *Salmonella* spp

en plantas de beneficio de cerdo en Colombia. Se definió la prevalencia mediante la fórmula  $P = (N.º \text{ muestras positivas para de } Salmonella \text{ spp} / N.º \text{ muestras analizadas}) * 100$ , expresado en porcentaje.

### Estrategia de Búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos Science Direct, PubMed, SciELO, EBSCO host, Redalyc, ProQuest y Google Scholar. Se utilizaron palabras clave como: *Salmonella*, Colombia, cerdo, planta de beneficio, canal, prevalencia; así como los pares booleanos AND y OR en la búsqueda. Se tuvieron en cuenta todos los estudios realizados que incluyeran criterios de inclusión como: prevalencia de *Salmonella* spp en plantas de beneficio de cerdos publicados entre los años 2009 al 2020, en inglés o español, en todas las regiones de Colombia. Como criterios de exclusión se descartaron resultados redundantes. Adicionalmente, se incluyeron informes técnicos del gobierno, trabajos de grado y presentaciones de reuniones técnicas.

### Extracción de Resultados

Se construyó un archivo en Microsoft Excel con la siguiente información: autor, año de publicación, tipo de muestra (canales o muestras ambientales), región, número de muestras analizadas, técnica o metodología utilizada para la detección del patógeno, prevalencia, serotipos y resistencia a antimicrobianos. Luego, dos investigadores independientes revisaron los resúmenes de los documentos encontrados, y los procedimientos y resultados obtenidos de todos los documentos bajo los criterios de inclusión y a partir de ellos se excluyeron o incluyeron los documentos. En la Figura 1 se muestra el procedimiento para la selección y eliminación de los artículos seleccionados.

### Metaanálisis

Para el cálculo de la prevalencia combinada se incluyeron 11 documentos obtenidos del análisis previo, usando el programa

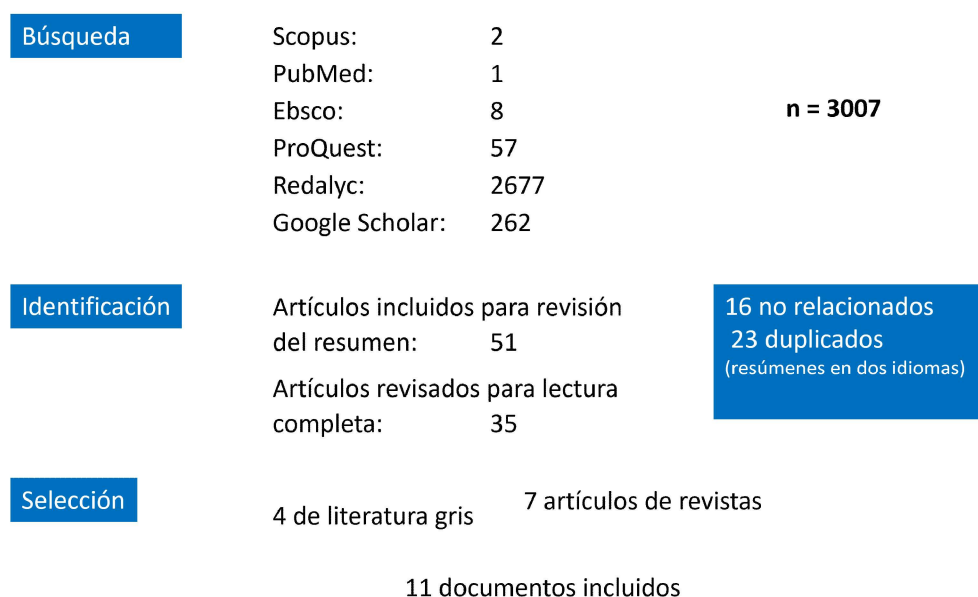


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA del procedimiento para la selección de los estudios

MetaXL (Epigear International) (Barendregt *et al.*, 2013). Para ello, se usaron tres modelos de metaanálisis (efectos fijos, efectos aleatorios y heterogeneidad de la varianza inversa) para estimar la heterogeneidad de los datos y elegir el modelo adecuado para estimar la prevalencia combinada de *Salmonella* spp.

## RESULTADOS

Se recolectaron 3007 documentos relacionados con las palabras clave. Mediante los criterios de exclusión y basados en el Resumen de los trabajos se preseleccionaron 51 documentos que cumplieron con los criterios de inclusión. Después, al revisar detalladamente los resúmenes se eliminaron otros 16 (31.4%) por no estar del todo relacionados. Los 35/51 artículos restantes fueron seleccionados para lectura completa, y que al revisarlos se encontró que 23/35 (71.4%) estaban duplicados y 5/35 (14.28%) artículos no reportaban datos de prevalencia, eran revisiones o las muestras provenían de otros

puntos de la cadena (granja y puntos de venta). De esa forma, solo 7/51 (13%) artículos fueron incluidos en el metaanálisis.

Adicionalmente, se incluyeron cuatro documentos obtenidos de la literatura gris, los cuales eran reportes suministrados por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA, 2019) y reportes de proyectos realizados en el país (Ramón *et al.*, 2015), para un total de 11 documentos.

Aunque el periodo de inclusión comenzaba en 2009, el primero de los 11 documentos fue del 2012. En el Cuadro 1 se presentan los resultados más relevantes de los 11 estudios incluidos en la revisión. Se observa que las regiones en las que se realizó la mayor cantidad de estudios fueron el Departamento de Antioquia y en Bogotá. Los principales serotipos reportados (Cuadro 1) fueron *S. Typhimurium*, *S. Javiana* y *S. Derby*.

En el Cuadro 2 se muestra la prevalencia combinada estimada utilizando los tres modelos. El valor del test de heterogeneidad de Cochran's Q (Q) y el índice del inverso de

Cuadro 1. Estudios incluidos en la revisión de literatura 2009-2020

Autor	Sitio muestreo	Año	Tipo de muestra	Muestras Pos / Total muestras	Prevalencia	Técnica o Método	Serotipos
INVIMA (2019), Línea base 2022	NR	2012	Canales	44/260 (16.9%)	16.92%	NR	Typhimurium, Derby, Give, Javiana, Anatum
Zapata <i>et al.</i> (2012)	Antioquia	NR	Ganglios mesentéricos, hisopado de canal	0/69 (0%)	0%	Aislamiento	NR
Arcos-Ávila <i>et al.</i> (2013)	Chaparral, Fresno, Ibagué, Líbano y Mariquita	2013	Canales, ambientes y fómites	14 canales / 421 (3.33%) 11 ambientes / 86 (12.79%)	3.33% canales 12.79% ambientes	Enriquecimiento selectivo y Poly A+Vi	NR
INVIMA (2019), Línea base 2014	NR	2014	Canales	28/243 (11.52%)	11.52%	NR	S. 1,4, 5,12: I: 1 Typhimurium S. 1,4,12
Zabaleta Espinosa (2014)	Valle del Cauca, Antioquia y Eje cafetero	2013	Superficies, carnes	70/ 1202 (5.82%)	5.82%	Aislamiento	Typhimurium, Javiana, Derby
INVIMA (2019), Línea base 2015	NR	2015	Canales	60/284 (21.13%)	21.13%	NR	Typhimurium, Give, Derby
Rondón-Barragán <i>et al.</i> (2015)	Tolima	2011	Canales	14/421 (3.3%)	3.33%	Aislamiento	Javiana, Derby, Muesnter
Ramón <i>et al.</i> (2015)	Antioquia Valle del Cauca Eje cafetero		Canales, superficies, utensilios y carne.	59/483 (12.22%)	12.22%	Método horizontal de Ausencia/Presencia	Typhimurium
Ayala-Romero <i>et al.</i> (2018)	Antioquia, Nariño, Cundinamarca, Tolima	2015	Ganglios mesentéricos	129/457 (28,23%)	28.23%	MDS y Maldi-TOF	Typhimurium, Agama, Agona
Ruiz <i>et al.</i> (2018)	Bogotá	NR	Canales	6/60 (10.00%)	10%	Aislamientos	NR
Fajardo-Guerrero <i>et al.</i> (2020)	NR	NR	Heces, canales y cortes de carne	820/NR	NR	NMP y Maldi-TOF	NR

NR: No reportado; NMP: Número más Probable

la varianza (I2) fue mayor al 75 %, indicando una alta heterogeneidad en los estudios. Según Barendregt *et al.* (2013), en el caso de datos con alta heterogeneidad se recomienda el uso del modelo heterogeneidad de la varianza inversa. El valor de prevalencia combinada fue de 9.7% (4.0-16.2%).

La Figura 2 muestra la prevalencia estimada de cada estudio y el peso de los datos de cada estudio en la estimación de la prevalencia combinada. En el estudio de Zabaleta *et al.* (2014) se obtuvo el mayor peso relativo respecto al cálculo de la prevalencia combinada con 29.9%. Sin embargo, el análisis de sen-

Cuadro 2. Prevalencia combinada e intervalos de confianza para los modelos empelados

Tipo de modelo	Prevalencia combinada	LCI	HCI	Rango <sup>1</sup>	Q	I2
Modelo de efectos fijos	0.097	0.088	0.106	0.018	255.39	96
Modelo de efectos aleatorios	0.097	0.053	0.152	0.098	255.39	96
Modelo heterogeneidad de la varianza inversa	0.097	0.040	0.162	0.122	255.39	96

LCI: Intervalo de confianza bajo (2.5 %); HCI: interval de confianza alto (97.5 %)

<sup>1</sup> Diferencia entre el valor mínimo y máximo

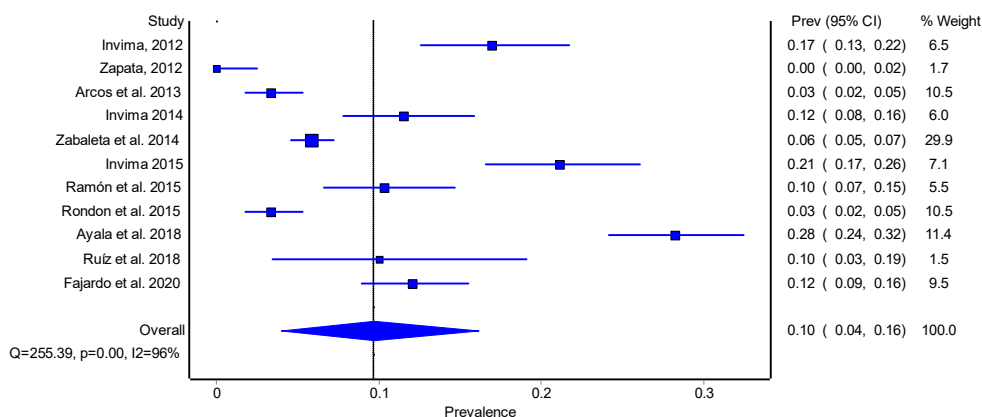


Figura 2. Prevalencia combinada estimada de *Salmonella* spp en plantas de beneficio porcino en Colombia (2009-2020)

sibilidad mostró que ningún estudio afectó significativamente ( $p=0.000$ ) el cálculo de la prevalencia combinada (Zabaleta, 2014).

## DISCUSIÓN

La revisión de literatura permite inferir que *Salmonella* spp ha estado circulando en las plantas de beneficio en Colombia, encontrándose en muestras de canales porcinas (Zabaleta, 2014; Ramón *et al.*, 2015), ganglios mesentéricos (Ayala-Romero *et al.*, 2018) y en muestras ambientales (utensilios, corrales, piso, por equipos) (Rondón-Barragán *et al.*, 2014). En estos casos las fuentes de contaminación estuvieron asociadas a la presencia de cerdos infectados desde la granja y a

la contaminación cruzada con equipos y utensilios dentro del proceso de sacrificio (Arcos-Ávila *et al.*, 2013; Zabaleta, 2014; Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2018). Los datos presentaron variaciones entre 0 a 28% de prevalencia de *Salmonella* en las canales de cerdo, y al estabilizar las varianzas de los respectivos estudios se obtuvo una prevalencia combinada del 9.7%; datos similares a los obtenidos en Wisconsin, Estados Unidos (11.4-14.7%) (Algino *et al.*, 2009) y en España (11%) (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2018).

La prevalencia de *Salmonella* spp en las plantas procesadoras de carne de cerdo puede variar debido a factores como las condiciones geográficas, las prácticas de cría en las granjas y las estaciones del año (Berends *et al.*, 1997); sin embargo, en el caso de Co-

lombia, no se presentan estaciones, salvo dos épocas de lluvia y dos de sequía. Al revisar los datos de los estudios incluidos, se encontró que la variabilidad en la prevalencia reportada obedecía a factores como la técnica de muestreo (tipo de esponja empleada, tamaño del área muestreada, método de recolección de la muestra, tipo de diluyente empleado y protocolos de aislamiento, entre otros) (Arcos-Avila *et al.*, 2013; Zapata *et al.*, 2012; Rondón-Barragán *et al.*, 2015), las características de la planta de beneficio (tamaño, equipos empleados, protocolos de higiene, procesos de desinfección de canales, entre otros) (Fajardo-Guerrero *et al.*, 2020; Ayala-Romero *et al.*, 2018), así como el origen de los lotes de cerdos que ingresaron a las plantas (INVIMA, 2019; Ruiz *et al.*, 2018). Las plantas de beneficio porcino colombianas prestan el servicio de sacrificio a los productores, así la mayoría de ellas son privadas y reciben cerdos de diferentes granjas, de tal manera que ingresan cerdos procedentes de granjas tecnificadas, semi-tecnificadas y de pequeños productores, que cuentan con normas de bioseguridad diferentes, además, de recibir cerdos de diferentes zonas geográficas del país; por tanto, el riesgo de contaminación cruzada en este tipo de establecimientos se incrementa.

Al analizar los métodos de detección e identificación (Cuadro 1) se observaron diferencias en las técnicas empleadas, incluidos los métodos microbiológicos de cultivo e identificación, NMP y detección e identificación molecular; lo que puede afectar la capacidad de recuperación del microorganismo. Por ejemplo, Zapata *et al.* (2012) utilizaron un método que no corresponde a los métodos estandarizados por entes internacionales como el Departamento de Agricultura de Estados Unidos y la Comunidad Europea, entre otros, para la detección de *Salmonella* spp, a partir de canales de cerdo, pues no contó con pre-enriquecimiento. Estas diferencias en los métodos utilizados pueden explicar, en parte, la ausencia de resultados positivos, pues la ausencia de pre-enriquecimiento puede afec-

tar la recuperación de la *Salmonella* (Wesche *et al.*, 2009; Doyle *et al.*, 2012).

Los serotipos más frecuentes encontrados por Zabaleta (2014) fueron *S. Typhimurium* (70%), *S. Javina* (9%) y *S. Derby* (6%), mientras Ayala-Romero *et al.* (2018) reportaron *S. Typhimurium* (12.5%), *S. Javiana* (12.5 %) y *S. Agona* (12.5 %), sugiriendo una estrecha relación entre el serotipo de *Salmonella* proveniente del cerdo y la contaminación de la canal. Sin embargo, Rondón-Barragán *et al.* (2015) reportaron *S. Muester* en 4/9 (44.4%), seguido de *S. Derby* (22.2%), en Tolima, Colombia, como el serotipo principal aislado de canales, aunque el número de cepas fue bajo, en comparación con los estudios anteriores (Arcos-Ávila *et al.*, 2013), lo que puede generar una subestimación en la información.

Los resultados reportados en Colombia coinciden con los obtenidos en Europa entre los años 2006-2007, donde *S. Typhimurium* y *S. Derby* fueron los serotipos más comúnmente aislados de canales porcinas, representando el 49.4 y el 24.3%, respectivamente (EFSA, 2008). Asimismo, en España se reportaron como serotipos predominantes a *S. Typhimurium* (35.6%) y *S. Derby* (31.1%) (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2018). En el caso de Brasil, Dos Santos Bersot *et al.* (2019) indican que 63.1% de las cepas de *Salmonella* spp aisladas de cerdos corresponden a *S. Typhimurium*.

## CONCLUSIONES

- El presente estudio demostró la escasa información que existe en Colombia sobre la prevalencia de *Salmonella* spp en plantas de beneficio porcícolas.
- La información revisada y analizada reveló una prevalencia combinada de *Salmonella* spp de 9.7% en plantas de beneficio.

## LITERATURA CITADA

1. **Algino RJ, Badtram GA, Ingham BH, Ingham SC. 2009.** Factors associated with *Salmonella* prevalence on pork carcasses in very small abattoirs in Wisconsin. *J Food Protect* 72:714-721. doi: 10.4315/0362-028x-72.4.714
2. **Arcos-Ávila EC, Mora-Cardona L, Fandiño-de Rubio LC, Rondón-Barragán IS. 2013.** Prevalencia de *Salmonella* spp en carne porcina, plantas de beneficio y expendios del Tolima. *Orinoquia* 17: 59-68.
3. **Ayala-Romero C, Ballen-Parada C, Rico-Gaitán M, Chamorro-Tobar I, Zambrano-Moreno D, Poutou-Piñales R, Carrascal-Camacho A. 2018.** Prevalence of *Salmonella* spp in mesenteric pig's ganglia at Colombian benefit plants. *Rev MVZ Córdoba* 23: 6474-6486. doi: 10.21897/rmvz.1242
4. **Baer AA, Miller MJ, Dilger AC. 2013.** Pathogens of interest to the pork industry: a review of research on interventions to assure food safety. *Compr Rev Food Sci F* 12: 183-217. doi: 10.1111/1541-4337-12001
5. **Barco L, Ramon E, Cortini E, Longo A, Dalla Pozza MC, Lettini AA, Dionisi AM, et al. 2014.** Molecular characterization of *Salmonella enterica* serovar 4,[5],12:i:- DT193 ASSuT strains from two outbreaks in Italy. *Foodborne Pathog Dis* 11: 138-144. doi: 10.1089/fpd.-2013.1626
6. **Barendregt JJ, Doi SA, Lee YY, Norman RE, Vos T. 2013.** Meta-analysis of prevalence. *J Epidemiol Commun H* 67:974-978. doi: 10.1136/jech-2013-203104
7. **Berends BR, Van Knapen F, Snijders JMA, Mossel DAA. 1997.** Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp on pork carcasses. *Int J Food Microbiol* 36: 199-206. doi: 10.1016/s0168-1605(97)01267-1
8. **Boyen F, Haesebrouck F, Maes D, Van Immerseel F, Ducatelle R, Pasmans F. 2008.** Non-typhoidal *Salmonella* infections in pigs: a closer look at epidemiology, pathogenesis and control. *Vet Microbiol* 130: 1-19. doi: 10.1016/j.vetmic.2007.12.017
9. **Carrascal AK, Poutou RA, Mercado M, Zambrano C, Rodríguez DR. 2015.** Monitoreo de bacterias patógenas en plantas de sacrificio, desposte y expendios de la cadena porcina. Informe Técnico Final. Bogotá DC, Colombia.
10. **[CDC] Centers of Disease Control and Prevention. 2019.** Nationally notifiable infectious diseases and conditions. United States: annual tables. [Internet]. Available in: <https://wonder.cdc.gov/nndss/static/2018/annual/2018-table21.html>
11. **De Busser EV, Maes D, Houf K, Dewulf J, Imberechts H, Bertrand S, De Zutter L. 2011.** Detection and characterization of *Salmonella* in lairage, on pig carcasses and intestines in five slaughterhouses. *Int J Food Microbiol* 145: 279-286. doi: /10.1016/j.ijfood-micro.2011.01.009
12. **[DANE] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2015. Decreto 1170 de 2015.** Colombia. [Internet]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/acerca-del-dane/informacion-institucional/normatividad/decreto-1170-del-2015>
13. **Dos Santos L, Quintana V, Viana C, Konrad RC, Camargo AC, de Almeida JP, Nero LA, et al. 2019.** Prevalence, antimicrobial resistance, and diversity of *Salmonella* along the pig production chain in southern Brazil. *Pathogens* 8: 204. doi: 10.3390/pathogens8040204
14. **Doyle MP, Diez-Gonzalez F, Hill C. 2012.** Food microbiology: fundamental and frontiers. Washington, USA: American Society for Microbiology. 1118 p.
15. **[EFSA] European Food Safety Authority, [ECDC] European Centre for Disease Prevention and Control. 2019.** The European Union One Health



- 2018 Zoonoses Report. EFSA J 17: 12: 5926. doi: 10.2903/j.efsa.2019.5926
16. **European Food Safety A, European Centre for Disease P Control. 2020.** The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2017/2018. EFSA J 18: e06007. doi: 10.2903/j.efsa.2020.6007
  17. **[EFSA] European Food Safety Authority. 2008.** Report of the task force on zoonoses data collection on the analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in slaughter pigs, in the EU, 2006-2007. Part A. EFSA J 135: 1-111. doi: 10.2903/j.efsa.2008.135r
  18. **Fajardo-Guerrero M, Rojas-Quintero C, Chamorro-Tobar I, Zambrano C, Sampedro F, Carrascal-Camacho AK. 2020.** Exposure assessment of *Salmonella* spp in fresh pork meat from two abattoirs in Colombia. Food Sci Technol Int 26: 21-27. doi: 10.1177/1082013219864746
  19. **[FSIS] Food Safety and Inspection Service. 2018.** Assessment of the potential change in human risk of *Salmonella* illnesses associated with modernizing inspection of market hog slaughter establishments. [Internet]. Available in: <https://www.fsis.usda.gov/news-events/publications/assessment-potential-change-human-risk-salmonella-illnesses-associated-0b8f3aa6ff16e/ModernizationSwineSlaughterRiskAssessment.pdf?MOD=AJPERES>
  20. **Instituto Nacional de Salud CI. 2018.** Boletín epidemiológico Semanal 52. [Internet]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/BoletinEpidemiologico/2018%20Bolet%20C3%ADn%20epidemiol%20C3%B3gico%20semana%2052.pdf>
  21. **[INVIMA] Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. 2019.** Programa de monitoreo microbiología en carne de publicación. Proyecto de cooperación estratégica entre Colombia y Dinamarca en Asuntos veterinarios y de inocuidad en el sector porcino colombiano. Bogotá, Colombia
  22. **Mora-Gamboa MPC, Rincón-Gamboa SM, Ardila-Leal LD, Poutou-Piñales RA, Pedroza-Rodríguez AM, Quevedo-Hidalgo BE. 2022.** Impact of antibiotics as waste, physical, chemical, and enzymatical degradation: use of laccases. Molecules 27: 4436. doi: 10.3390/molecules27144436
  23. **Ramón L, Zambrano C, Poutou R, Rodríguez D, Carrascal AK. 2015.** Diseño de un plan integral para reducir la prevalencia de *Salmonella* spp y *Listeria monocytogenes* en plantas de beneficio, desposte y puntos de venta en la cadena cárnica porcina. Informe Técnico, Bogota DC. Colombia.
  24. **Rincón-Gamboa SM, Poutou-Piñales RA, Carrascal-Camacho AK. 2021a.** Analysis of the assessment of antimicrobial susceptibility. Non-typhoid *Salmonella* in meat and meat products as model (systematic review). BMC Microbiol 21: 223. doi: 10.1186/s12866-021-02268-1
  25. **Rincón-Gamboa SM, Poutou-Piñales RA, Carrascal-Camacho AK. 2021b.** Antimicrobial resistance of Non-Typhoid *Salmonella* in meat and meat products. Foods 10: 1731. doi:10.3390/foods10081731
  26. **Rondón-Barragán IS, Arcos-Ávila E, Mora-Cardona L, Fandiño C. 2015.** Characterization of *Salmonella* species from pork meat in Tolima, Colombia. Rev Colomb Cienc Pec 28: 74-82.
  27. **Rondón-Barragán IS, Rodríguez GA, Marín M. GA. 2014.** Determinación de la seroprevalencia de *Salmonella* spp en granjas porcinas del departamento del Tolima. Orinoquia 18: 60-67.
  28. **Ruiz MJ, Ramallo G, Colello R, Villalobo C, Monteavaro C, Etche-verría A, Padola NL. 2018.** Diferentes métodos para aislamiento y detección de *Salmonella* spp en canales porcinas. Rev Col Biotec 20: 117-123. doi: 10.15446/rev.colomb.biote.v20n2.-71680

29. **Sánchez-Rodríguez JA, Navas L, Vinuesa FM, Castells C, Martínez MA, López A, Lindez B, Cabrera-Vique C. 2018.** New insights on the risk factors associated with the presence of *Salmonella* on pig carcasses. Lessons from small slaughterhouses. *Food Control* 87: 46-52. doi: 10.1016/j.foodcont.-2017.12.016
30. **Scallan E, Hoekstra RM, Angulo FJ, Tauxe RV, Widdowson M-A, Roy SL, Jones JL, et al. 2011.** Foodborne illness acquired in the United States-major pathogens. *Emerg Infect Dis* 17: 7-15. doi: 10.3201/eid1701.P11101
31. **Wesche AM, Gurtler JB, Marks BP, Ryser ET. 2009.** Stress, sublethal injury, resuscitation, and virulence of bacterial foodborne pathogens. *J Food Protect* 72: 1121-1138. doi: 10.4315/0362-028x-725.1121
32. **Wong LF, Hald T, Nielsen JP, Willeberg P. 1997.** Salmonella in pork (SALINPORK), a new EU-project on pre-harvest and harvest control options based on epidemiologic, diagnostic and economic research. In: 2<sup>nd</sup> International Symposium on Epidemiology and Control of Salmonella in Pork. Iowa, USA.
33. **Zabaleta G. 2014.** Evaluación de la susceptibilidad antimicrobiana de *Salmonella* spp, aisladas en la cadena cárnica porcina en tres regiones del país. Tesis de Microbióloga-. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. 47 p.
34. **Zapata JF, Vergara LA, Cuervo CM. 2012.** Detección de bacterias del género *Salmonella* sp en matadero de cerdos de un municipio de Antioquia. *Rev Fac Cienc Foren Sal* 8: 73-77.