



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL

Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en plantas de desposte y comercialización

Carol Natalia Rojas Quintero

Pontificia Universidad Javeriana  
Facultad De Ciencias  
Carrera de Microbiología Industrial  
Bogotá D.C.  
2018



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL

Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en plantas de desposte y comercialización

Carol Natalia Rojas Quintero

---

Dra. Concepción Puerta B, Ph.D.

Decana Facultad de Ciencias

---

Dra. Marcela Franco Correa Ph.D.

Directora Carrera de Microbiología  
Industrial

Pontificia Universidad Javeriana  
Facultad De Ciencias  
Carrera de Microbiología Industrial  
Bogotá D.C.

2018



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL

Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en plantas de desposte y comercialización

Carol Natalia Rojas Quintero

---

Ana Karina Carrascal Camacho M.Sc.

Directora

---

Deyci Rocio Rodríguez Cordero M.Sc.

Jurado

Pontificia Universidad Javeriana  
Facultad De Ciencias  
Carrera de Microbiología Industrial  
Bogotá D.C.

2018

## NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución No. 13 de Junio de 1946

"La universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus proyectos de grado. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque los trabajos no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vea en ellos el anhelo de buscar la verdad y la justicia".

Reglamento de la Pontificia Universidad Javeriana

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres Marco y Beatriz, mi hermana Laura, por su amor, guía y apoyo incondicional que me brindaron durante esta etapa. A todos mis amigos quienes me acompañaron en este camino llenándome de alegría y conocimiento.

A mi directora de tesis Ana Karina Carrascal, por brindarme la oportunidad y confianza de realizar este proyecto; por sus consejos, experiencia y apoyo.

Al Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Pontificia Universidad Javeriana y al personal que hace parte de este; especialmente a Iliana Chamorro por sus consejos y apoyo.

A mi compañera de trabajo Maira Fajardo por su dedicación y apoyo en este trabajo.

A PorkColombia por la financiación de este proyecto, a las empresas que nos permitieron la realización del muestreo y las médicas veterinarias quienes llevaron a cabo dicho proceso.

## Tabla de contenido

<b>1. RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>12</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>5. METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
<b>5.1 Lugar de muestreo .....</b>	<b>14</b>
<b>5.2 Toma de muestras .....</b>	<b>14</b>
<b>5.3 Método de Número Más Probable .....</b>	<b>15</b>
<b>5.4 Análisis estadístico.....</b>	<b>16</b>
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>7. DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>24</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>25</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>29</b>
<b>10.1 Anexo 1: Tabla N° 1 Concentraciones del mapeo microbiológico en Antioquia .....</b>	<b>29</b>
<b>10.2 Anexo 2: Tabla N° 2 Concentraciones del mapeo microbiológico en Cundinamarca .....</b>	<b>29</b>
<b>10.3 Anexo 3: Tabla N° 3 Promedio de concentraciones mapeo microbiológico de <i>Salmonella</i> spp. en Antioquia y Cundinamarca .....</b>	<b>30</b>
<b>10.4 Anexo 4: Tabla N° 4 Análisis estadístico .....</b>	<b>30</b>
<b>10.5 Anexo 5: Tabla N° 5 Tabla de Número Más Probable para serie de 3 tubos .....</b>	<b>31</b>

## Tabla de figuras

1. Figura N° 1 Concentraciones de *Salmonella* spp. en planta de desposte y comercialización en Antioquia ..... **17**
2. Figura N° 2 Concentraciones de *Salmonella* spp. en planta de desposte y comercialización en Cundinamarca ..... **18**
3. Figura N° 3 Promedio de concentraciones de *Salmonella* spp. en plantas de desposte y comercialización en Antioquia y Cundinamarca ..... **19**

## Tabla de contenido

1. Anexo 1: Tabla N° 1 Concentraciones del mapeo microbiológico en Antioquia .....	<b>29</b>
2. Anexo 2: Tabla N° 2 Concentraciones del mapeo microbiológico en Cundinamarca .....	<b>29</b>
3. Anexo 3: Tabla N° 3 Promedio de concentraciones mapeo microbiológico de <i>Salmonella</i> spp. en Antioquia y Cundinamarca .....	<b>30</b>
4. Anexo 4: Tabla N° 4 Análisis estadístico .....	<b>30</b>
5. Anexo 5: Tabla N° 5 Tabla de Número Más Probable para serie de 3 tubos .....	<b>31</b>

## 1. RESUMEN

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) se han convertido en el problema de salud pública más extendido en el mundo. Según la OMS, el 95% de las ETA representan enfermedades diarreicas donde *Salmonella* es uno de los principales agentes causales. La presencia de este patógeno en la carne de cerdo se ha descrito como una fuente de infección al humano poniendo en riesgo su salud, si no se cuenta con programas de control y vigilancia durante la cadena de producción. Por lo cual, el objetivo de este estudio fue determinar la concentración de *Salmonella* spp. en plantas de desposte y comercialización en dos industrias ubicadas en Antioquia y Cundinamarca. Se realizó un muestreo al mes durante cinco meses en cada empresa para un total de 425 muestras en plantas de desposte y comercialización, las cuales se analizaron mediante el método de Número Más Probable (NMP). La mayor concentración de *Salmonella* spp. se obtuvo en la etapa de comercialización en la industria de Antioquia y Cundinamarca con valores de 4,252 NMP/g y 149,148 NMP/g respectivamente. Debido principalmente a factores como cerdos contaminados desde granja, contaminación cruzada durante el proceso y pérdida de cadena de frío.

**Palabras claves:** Mapeo microbiológico, *Salmonella* spp., Planta de desposte, Comercialización, Número Más Probable.

## 2. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) son el problema en salud pública más extendido en el mundo, en la región de las Américas según la Organización Mundial de la Salud (OMS), causan al año 77 millones de personas enfermas de las cuales más de nueve mil mueren. El 95% de las ETA representan enfermedades diarreicas donde *Salmonella* es uno de los cuatro principales agentes causales (OMS, 2015). En Colombia en el año 2014, se registraron 11.425 casos de ETA, donde *Salmonella* se asoció como la principal bacteria en brotes donde se identificaron como los principales factores de riesgo la contaminación cruzada y fallas en la cadena de frío (INS, 2015).

*Salmonella* spp. es un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, crece en condiciones óptimas de temperatura entre 35 – 37 °C y de pH entre 6.5 – 7.5. Este microorganismo se encuentra presente en el intestino de pollos y cerdos, (sus principales reservorios), crece bien en alimentos que tienen alto contenido de proteína como el huevo, pollo, carne de res y cerdo, aunque ha sido asociado también a otros alimentos como frutas y vegetales, siendo todos estos alimentos vehículo para llegar al humano y causar enfermedad (INS, 2011).

La salmonelosis es una de las enfermedades causada por esta bacteria, la cual es una gastroenteritis que se caracteriza por causar diarrea, dolor abdominal, fiebre y dolor de cabeza. La media de la duración de la enfermedad es aproximadamente de 7 días, aunque esto depende de la edad, estado inmunológico de la persona y la concentración del microorganismo ingerida. El grupo de riesgo incluye niños, adultos mayores de 50 años y personas inmunosuprimidas, causando en algunos casos bacteremia e infección sistémica. Se ha encontrado que puede producir efectos secundarios como artritis reactiva y síndrome de Reiter (Parra *et al.* 2002; INS, 2011).

Uno de los principales reservorios de *Salmonella* es el cerdo, donde se puede encontrar en el intestino, faringe, ganglios mesentéricos y heces de este animal, por esta razón el cerdo se ha descrito como una fuente de infección de *Salmonella* al humano y fuente de contaminación en la industria (Rönnqvist, *et al.* 2017). La cadena de producción porcina se divide principalmente en las etapas de granja, beneficio, desposte, procesamiento y comercialización. Es importante tener en cuenta que intervenciones en la producción primaria como la implementación de buenas prácticas porcícolas, ayuda a disminuir en primera instancia los patógenos presentes en el animal haciendo que la eliminación o disminución de las bacterias patógenas durante las siguientes etapas sea más fácil, ya que la principal fuente de contaminación en las plantas de beneficio son cerdos infectados desde la granja (Berends *et al.* 1996; Rodríguez, 2014).

El control de este patógeno ha tenido un gran impacto en la industria porcina del país, por este motivo Colombia busca garantizar el adecuado abastecimiento de carne haciendo cumplir a las empresas productoras de carne con el Decreto 1500 de 2007 del Ministerio de Salud y Protección Social para la inspección, vigilancia y control de la carne, productos y derivados cárnicos destinados al consumo humano, donde se establece el cumplimiento de los requisitos sanitarios y de inocuidad en la cadena de producción. Sin embargo algunas empresas aún se encuentran en transición a esta norma sanitaria, produciendo bajo el Decreto 2278 de 1982, norma que reglamenta el sacrificio de animales para consumo humano.

Por este motivo, este estudio el cual se basó en un mapeo microbiológico, se realizó con el objetivo de cuantificar la concentración de *Salmonella* spp. en las de planta de desposte y comercialización, para poder establecer cual presenta mayor contaminación y estimar si las medidas tomadas por parte de las empresas en las de desposte y comercialización son las adecuadas.

### 3. JUSTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

*Salmonella* spp. se encuentra presente en todas las etapas de producción porcícola ya que se puede encontrar en el intestino, faringe, ganglios mesentéricos y heces del cerdo. Esta bacteria es una importante fuente de contaminación que se puede diseminar si los operarios realizan manejos inadecuados de la canal y sin la suficiente higiene, haciendo que *Salmonella* atraviese toda la cadena de producción hasta llegar a los hogares, establecimientos o institutos de servicios de comida, generando esto un problema para la industria porcina y a la salud pública (OMS, 2017; Rönnqvist, *et al.* 2017).

El monitoreo y control de este patógeno es de gran impacto en la industria porcina colombiana, debido al crecimiento en el consumo de carne en el país el cual ascendió a 9.3 kilogramos por habitante (PorkColombia, 2018). Por este motivo garantizar la calidad e inocuidad de este producto en base a los lineamientos establecidos por la Ley Colombiana; contribuye a reducir riesgos y costos asociados a la salud humana por *Salmonella* spp. además del aumento de la competitividad de la industria en el país. Por lo tanto, realizar estudios como mapeos microbiológicos ayudan a establecer líneas bases a la contaminación de *Salmonella* en las etapas de producción y a tomar medidas de prevención y reducción del microorganismo en los procesos relevantes.

#### 4. OBJETIVOS

##### a. Objetivo general

- Establecer la concentración de *Salmonella* spp. en las etapas de desposte y punto de venta en dos industrias porcinas.

##### b. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de *Salmonella* spp. en cada una de las etapas evaluadas.
- Identificar la etapa que presenta mayor riesgo de contaminación con *Salmonella* spp.

## 5. METODOLOGÍA

### a. Lugar de muestreo

El estudio se llevó a cabo en dos industrias porcinas escogidas a conveniencia, las cuales cuentan con la cadena de producción completa y participaron de manera voluntaria. Las empresas estaban ubicadas en Antioquia y Cundinamarca.

### b. Toma de muestras

El muestreo se realizó una vez al mes en las plantas de desposte y en los puntos de comercialización de las empresas, se tomaron un total de 425 muestras, en cada una de las etapas seleccionadas (Tabla 1) se tomaron 5 muestras del mismo lote. El muestreo se realizó una vez al mes durante cinco meses seguidos.

Las muestras fueron tomadas por un médico veterinario previamente entrenado, por medio del método de esponja y cortes de carne el cual siguió el siguiente plan de muestreo (Tabla 1) (Rodríguez & Carrascal, 2015). En la empresa de Antioquia no se realizó muestreo en la etapa de descargue, al no existir esta etapa, ya que las canales se transportan del beneficio al desposte por vía aérea, al estar dentro la misma planta de producción.

Tabla 1. Plan de muestreo en planta.

Lugar	Etapas	Número de muestras	Toma de muestra
Planta de desposte	Descargue	5	Método de esponja
	Cuarto frío	5	Método de esponja
	Cuarto desposte	5	100 gramos de la canal
	Cortes de carne	15	100 gramos por cada

			corte de carne (chuleta, brazo, lomo)
			100 gramos por cada
<b>Comercialización</b>	Punto de venta	15	corte de carne (chuleta, brazo, lomo)

Las muestras se conservaron bajo condiciones de refrigeración (inferior a 4°C) en neveras portátiles, el procesamiento se realizó en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Pontificia Universidad Javeriana.

c. Método de Número Más Probable

Para el análisis de las muestras y cuantificación de *Salmonella* se adaptó el método NMP miniaturizado descrito por Pavic *et al.* (2010). Primero se pesaron 10 gramos de la carne y se añadieron en 90 ml de agua peptonada bufferada y se llevó al Stomacher por 30 segundos; lo cual correspondía a la primera dilución, seguido se realizaron otras dos diluciones seriadas hasta  $10^{-3}$ , a partir de las diluciones se tomaron 100  $\mu$ l y se adicionaron en 900  $\mu$ l de agua peptonada bufferada, cada dilución se realizó por triplicado para poder crear el set de NMP, se llevó a incubación por 24 horas a 37°C (en las muestras de esponja se hicieron diluciones 1/10 a partir del agua peptonada donde se encontraba la muestra). Después de incubación, se tomaron 1000  $\mu$ l de cada dilución y se transfirieron a tubos que contienen 500  $\mu$ l de agar Rappaport-Vassiliadis semi-sólido y se incubaron por 24 horas a 42°C. Terminada la incubación los tubos que tuvieron crecimiento y pérdida del color verde se consideraron como un presunto positivo de la presencia de *Salmonella* spp. y se aislaron en Agar Hektoen por 24 horas a 35°C, seguido de la incubación las colonias típicas de *Salmonella* spp. que crecieron fueron purificadas en CHROMagar™ *Salmonella* Plus y confirmadas en el equipo MALDI-TOF MS Bruker Daltonics.

Por último, las colonias que fueron confirmadas como *Salmonella* se tomaron como positivo para el NMP y su lectura se realizó por medio de una tabla para series de tres tubos. La corrección de unidades de mL a cm<sup>2</sup> de las muestras que fueron tomadas por el método de esponja se realizó tomando en cuenta el área de muestreo el cual fue de 400 cm<sup>2</sup> y empleando la ecuación 1.

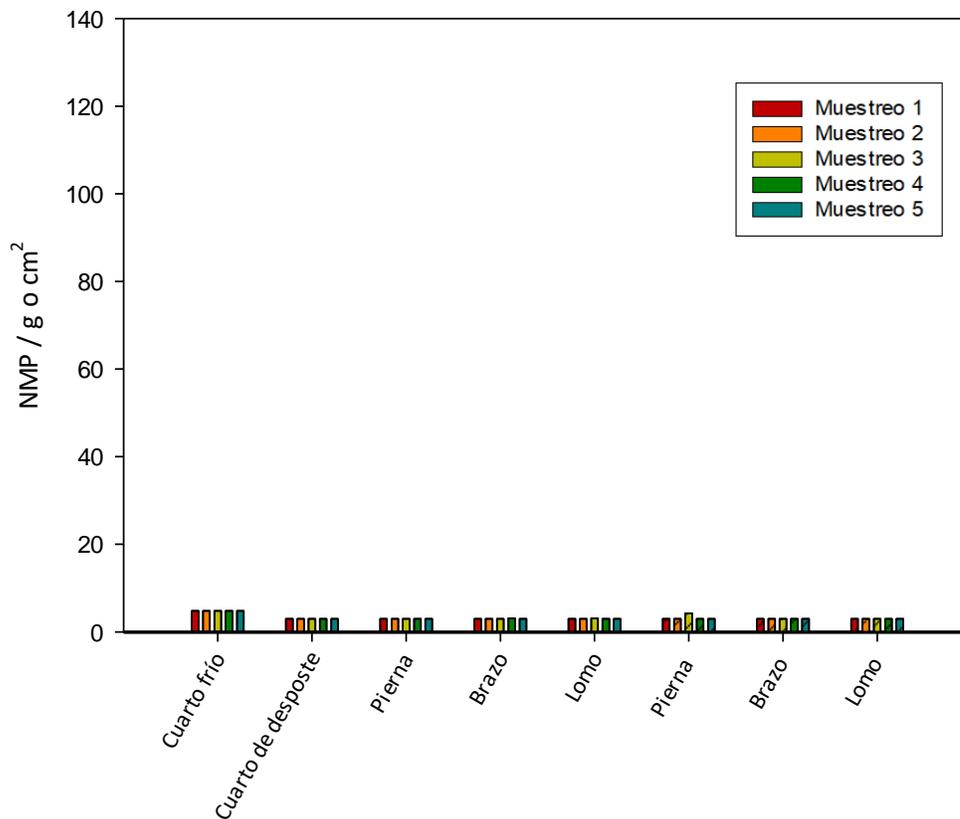
$$\frac{\text{NMP/mL} * 400 \text{ cm}^2}{25 \text{ mL}} = \frac{(X)}{10} \left( \frac{\text{NMP}}{\text{cm}^2} \right) \quad (1)$$

d. Análisis estadístico

Las concentraciones de *Salmonella* spp. reportadas en cada etapa con una con un valor < 3 NMP/g o cm<sup>3</sup> se tomaron como un valor categórico “negativo”, cuando el valor era > 3 NMP/g cm<sup>3</sup>, los resultados se tomaron como “positivo”. Los datos se analizaron con la prueba Tukey utilizando un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0,05$ ), con  $p < 0,05$  considerándose estadísticamente significativa. Este análisis se realizó en la página web: <http://astatsa.com/>.

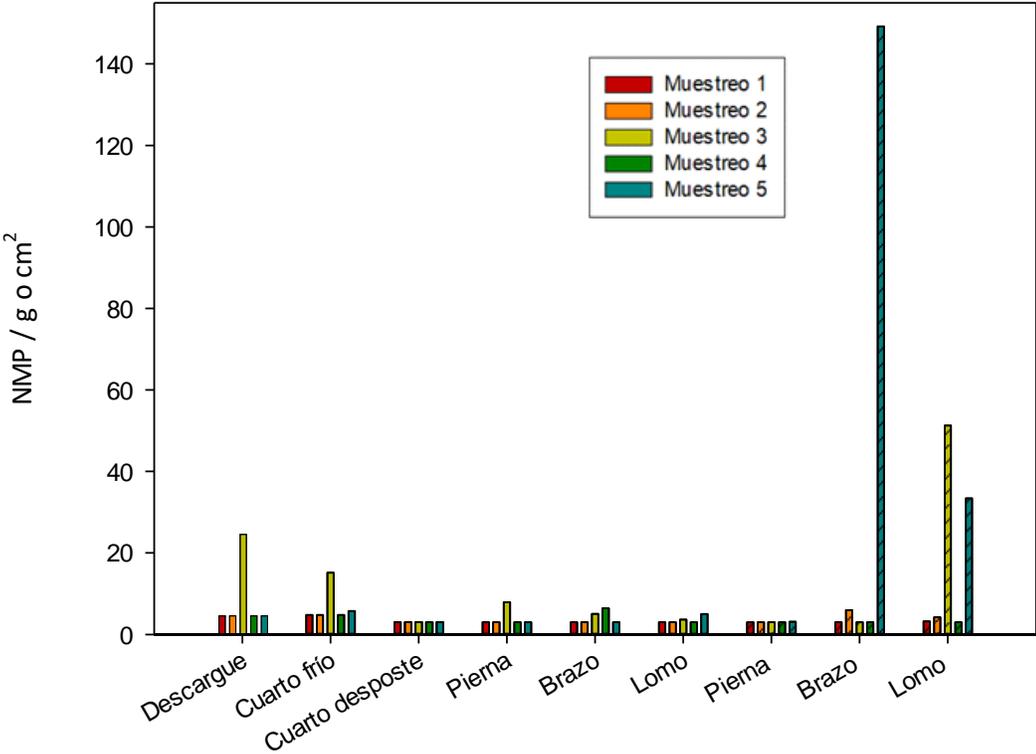
## 6. RESULTADOS

Los datos obtenidos en los cinco muestreos realizados en la empresa ubicada en el Departamento de Antioquia se presentan en la Figura 1, donde se puede observar que en todas las etapas se obtuvieron valores menores o cercanos a 3 NMP/g. La etapa que presentó una mayor presencia del microorganismo fue el corte de pierna en el muestreo 3 tomada en la etapa de comercialización con un valor de 4,252 NMP/g.



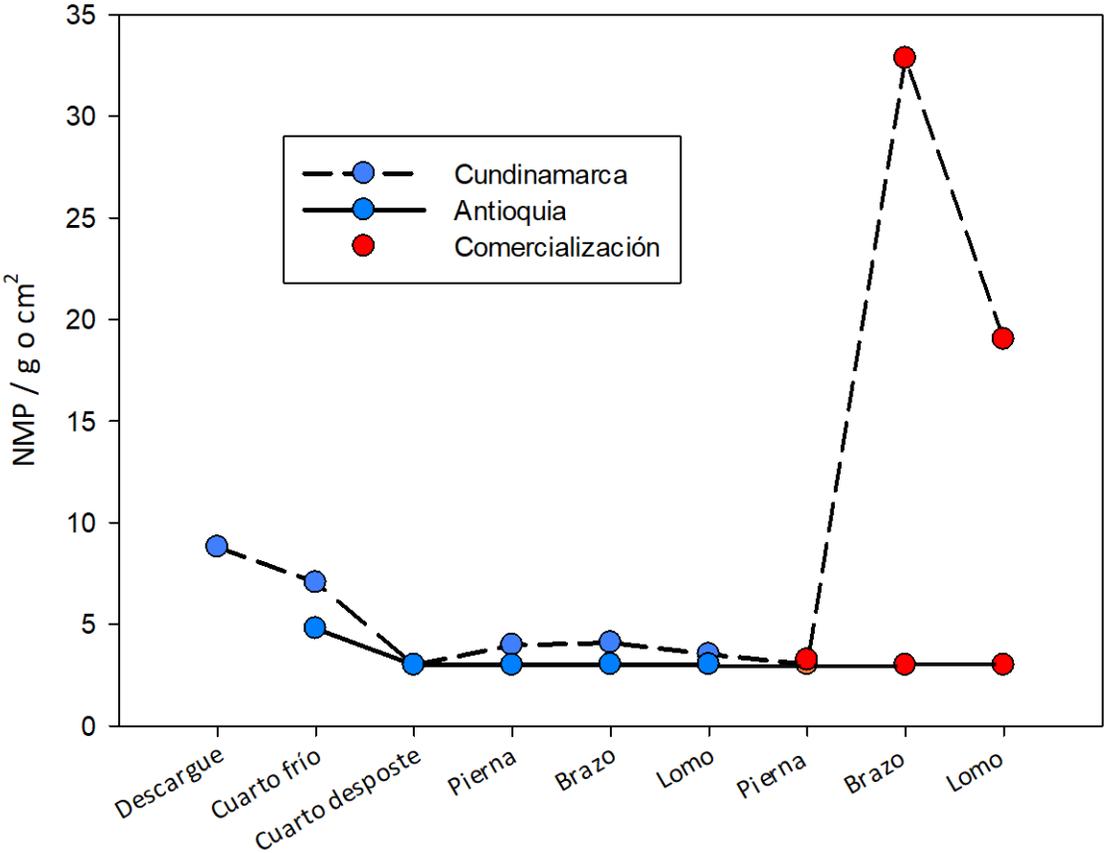
**Fig. 1.** Concentraciones de *Salmonella* spp. en planta de desposte y comercialización en Antioquia. Las barras con líneas en diagonal representan la etapa de comercialización.

En la Figura 2 se presentan los datos obtenidos en la empresa ubicada en el Departamento de Cundinamarca, donde la etapa con mayor concentración de Salmonella fue en la etapa de comercialización en el muestreo 5 con una concentración de 149,148 NMP/g seguido de lomo con 51,254 NMP/g en el muestreo 3 y 33,396 NMP/g en el muestreo 5.



**Fig. 2.** Concentraciones de *Salmonella* spp. en planta de desposte y comercialización en Cundinamarca. Las barras con líneas en diagonal representan la etapa de comercialización.

Al comparar el comportamiento de las dos empresas (Figura 3), se evidencia que las concentraciones de Salmonella son inferiores en la empresa ubicada en Antioquia respecto a las obtenidas en Cundinamarca.



**Fig. 3.** Promedio de concentraciones de *Salmonella* spp. en plantas de desposte y comercialización en Antioquia y Cundinamarca.

## 7. DISCUSIÓN

El cerdo al ser uno de los principales reservorios de *Salmonella*, se ha descrito como fuente de contaminación en planta, por lo tanto en el proceso de desposte la presencia de esta bacteria puede ser frecuente, pero en industrias que cuentan con sistemas de inocuidad estandarizados es posible mantener bajo control la presencia del microorganismo (Creus, 2007). En el caso de la industria en Antioquia los datos muestran (Figura 1) que el proceso de desposte y comercialización de la carne se encuentran bajo control, dado que las concentraciones reportadas en la mayoría de los muestreos fueron menores a 3 NMP/g. Los datos obtenidos obedecen a que esta industria cuenta con un sistema HACCP que ha sido certificado por el INVIMA. Además, un estudio realizado anteriormente en granja y planta de beneficio de la misma empresa en Antioquia, determinó que las concentraciones de *Salmonella* spp. desde granja eran bajas (Fajardo, 2017). Otro factor importante que afecta la concentración de *Salmonella* en esta planta, es el control de la temperatura (por debajo de 12°C) lo que previene la colonización de la bacteria en la carne por largos periodos, además de una limpieza y desinfección adecuada al finalizar las jornadas de trabajo (Berends et al, 1998<sup>b</sup>).

La contaminación de la carne de cerdo con *Salmonella* spp. en plantas de desposte se puede atribuir a diferentes fuentes (Rodríguez, 2014), dentro de las que se incluyen: cerdos infectados desde la granja y contaminación cruzada durante el sacrificio, aspectos que juegan un papel importante en la contaminación final en mayor o menor medida de la canal, lo cual se puede afirmar en un estudio realizado por Arguello *et al* (2013), quienes identificaron que los serotipos de *Salmonella* aislados en corrales de reposo presentaban el mismo perfil a lo largo del resto de la cadena de producción, lo que representa un riesgo para la salud humana ya que la planta de desposte es la última etapa de procesamiento antes de llegar la carne a los puntos de venta.

En un estudio realizado por Predergast *et al* (2008), para la determinación de *Salmonella* spp. en cortes de cerdo por la técnica de NMP, obtuvieron como resultados valores  $< 3$  NMP/g de las muestras procesadas, datos similares a los obtenidos en la empresa de Antioquia con valores menores o cercano a 3 NMP/g. Además realizaron una evaluación de la contribución que tiene los equipos y superficies en contacto de la planta de desposte con la contaminación por Salmonella; concluyendo que la contaminación cruzada tiene un alto potencial de diseminación de la bacteria; también observaron en algunas ocasiones una mayor contaminación en las muestras de la tarde en comparación de las que tomaban en la mañana, lo que concuerda con lo reportado por Berends *et al* (1998<sup>a</sup>) quien dice que los efectos de limpieza y desinfección son efectivos durante las primeras horas de producción, pero al pasar el tiempo los efectos disminuyen por el constante paso de canales positivos para Salmonella.

La canal si, al llegar desde planta de beneficio, ingresa al cuarto de desposte con una alta concentración del patógeno, las superficies y utensilios en línea serán contaminados, diseminando Salmonella en las demás carnes. Lo que se puede atribuir a los valores altos (24,8 y 15,165 NMP/ cm<sup>2</sup>) encontrados en la etapa de planta de desposte en la empresa de Cundinamarca (Figura 2). Gomes *et al* (2012), evaluaron la prevalencia de *Salmonella* spp. aislada de los ganglios linfáticos y la canal durante la planta de beneficio hasta las salas de despique y deshuesado, concluyendo la hipótesis de que existe contaminación cruzada entre las etapas sucesivas al sacrificio del animal por canales contiguas contaminadas lo que propaga la contaminación hasta el cuarto de desposte (Berends *et al*, 1998<sup>b</sup>). Estudios realizados por Rodriguez, 2014., evaluo la presencia de Salmonella en operarios como otra fuente potencial de contaminación cruzada y reportaron cuatro manipuladores positivos para Salmonella en 99 muestras tomadas, identificando esto como un factor que se da por no tomar las suficientes

precauciones y no tener una correcta higiene al realizar el manejo de las canales (Rodríguez, 2014).

Por lo cual los altos niveles reportados de *Salmonella* spp. en comercialización de la empresa de Cundinamarca indica también que la canal que entró a planta de desposte ya llegaba con un nivel significativo de concentración de esta bacteria, puesto que, como reporta Wong *et al* (2002), los niveles de contaminación en carne de cerdo y la calidad del producto final en los puntos de venta y distribución depende en gran medida de la calidad de la materia prima. Un estudio realizado en tres tipos de mercado (mayoristas, minoristas y tradicionales) con diferentes condiciones de higiene (buena, moderada y mala higiene) respectivamente, mostro que los mercados tradicionales tuvieron la mayor prevalencia de Salmonella (17.1% de 41 muestras) en comparación con los mercados mayoristas (10% de 40 muestras) y tiendas minoristas (11.8% de 51 muestras) (Ji-Yeon *et al*, 2011).

Siendo importante a tener en cuenta en sitios de distribución los principales factores que influyen en la calidad microbiológica de los alimentos que son la manipulación, aunque en el caso de las empresas evaluadas, el producto final era empacado al vacío, siendo este factor que no influyó en la presencia de Salmonella; en este caso es posible que el principal factor fue fallas en la temperatura durante la etapa de comercialización, así como el tiempo, ya que en este caso las muestras se tomaron tres días despues del desposte lo que puedo influir en la concentración de Salmonella (Wong *et al*, 2002; Delhalle *et al*. 2009).

Por último, los resultados observados en la Figura 3 describen la concentración de *Salmonella* spp. a través de las etapas de desposte y comercialización en las dos empresas, las cuales tiene comportamientos de concentración distintos lo que puede estar influenciado el aumento o disminución por los diversos factores explicados anteriormente. El p-valor obtenido en el análisis estadístico de las dos

empresas es inferior a 0.05, indicando la diferencia significativa que existe en las concentraciones encontradas del patógeno, mostrando que esto depende de los procesos que se manejen en cada empresa. Los protocolos de control y limpieza se manejan según cada empresa, sin embargo, es importante que cumplan las Buenas Prácticas de Manufactura para poder controlar los niveles de contaminación de patógenos en la planta e implementar sistemas de aseguramiento de inocuidad como el sistema HACCP, además es necesario llevar a cabo un monitoreo regular de las temperaturas de almacenamiento del producto en la etapa de comercialización (Berends *et al* 1998<sup>a</sup>; Wong *et al*, 2002). Finalmente, el mapeo microbiológico en la industria permitió determinar las concentraciones de *Salmonella* spp. en cada etapa evaluada de la cadena de producción, dejando evidenciar si las medidas tomadas por las empresas tienen un efecto en la disminución o control del patógeno.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La etapa que se determinó con una mayor concentración de *Salmonella* spp. en Antioquia fue el corte de pierna en el muestreo 3 en la etapa de comercialización con un valor de 4,252 NMP/g, el cual se puede asociar a contaminación cruzada.

En Cundinamarca la etapa de mayor concentración de *Salmonella* spp. fue la etapa de comercialización con una concentración de 149,148 NMP/g en el muestreo 5 seguido de lomo con 51,254 NMP/g en el muestreo 3 y 33, 396 NMP/g en el muestreo 5.

Los principales factores de contaminación en las plantas de desposte y puntos de comercialización son cerdos contaminados desde granja, contaminación cruzada durante el proceso y pérdida de cadena de frío.

La implementación de sistemas de seguridad como HACCP ayudan a reducir y mantener bajo control la presencia de patógenos en la industria, como se pudo observar en la empresa de Antioquia, la cual mostro mejores condiciones a lo largo de las etapas.

Recomendación: se recomienda utilizar el mapeo microbiológico en investigación para el monitoreo de patógenos en la industria de alimentos.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Arguello H, Carvajal A, Naharro G, Arcos M, Rodicio M, Martin C, *et al.* Sero- and genotyping of *Salmonella* in slaughter pigs, from farm to cutting plant, with a focus on the slaughter process. *International Journal of Food Microbiology*. 2013 jan; 161(1):44-52. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.11.013>

Berends BR, Urlings HAP, Snijders JMA, Van Knapen F. Identification and quantification of risk factors in animal management and transport regarding *Salmonella* spp. in pigs. *International Journal of Food Microbiology*. 1996 jun; 1996;30(1):37-53.

<sup>a</sup>Berends BR, Van Knapen F, Mossel DAA, Burt SA, Snijders JMA. Impact on human health of *Salmonella* spp. on pork in The Netherlands and the anticipated effects of some currently proposed control strategies. *International Journal of Food Microbiology* [Internet] 1998 nov [citado 07 abr 2018]; 44(3):219-229. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(98\)00121-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(98)00121-4)

<sup>b</sup>Berends BR, Van Knapen F, Mossel DAA, Burt SA, Snijders JMA. *Salmonella* spp. On pork at cutting plants and at the retail level and the influence of particular risk factors. *International Journal of Food Microbiology* [Internet] 1998 nov [citado 07 abr 2018]; 44(3):207-217. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(98\)00122-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(98)00122-6)

Creus E. Salmonelosis porcina: marco actual y medidas de intervención: “de la granja a la mesa”. *Ediporc* [Internet] 2007 feb [citado 07 abr 2018]; 103:44-54.

Delhalle L, Saegerman C, Farnir F, Korsak N, Maes D, Messens W, *et al.* *Salmonella* surveillance and control at post-harvest in the Belgian pork meat chain. *Food Microbiology* 2009 may; 26(3):265-271.

Fajardo Guerrero M. Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. En dos granjas y plantas de beneficio porcino de Colombia. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2017.

Guerrero J. Protocolo de Vigilancia en Salud Pública. Enfermedades Transmitidas por alimentos y aguas. 2015 nov. Disponible en: <http://www.hosusana.gov.co/sites/default/files/u1/capacitacion/PRO%20Enfermedades%20Trans.%20por%20alimentos.pdf>

Gomes-Neves E, Antunes P, Tavares A, Themudo P, Fonseca M, Gärtner F, Costa J, Peixe L. *Salmonella* cross-contamination in swine abattoirs in Portugal: Carcasses, meat and meat handlers. *International Journal of Food Microbiology* [Internet] 2012 jun [citado 07 abr 2018]; 157(1):82-87. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.04.015>

Instituto Nacional de Salud. Enfermedades Transmitidas por Alimentos. Protocolo de Vigilancia en Salud Pública [Internet]. 2ª ed. 2009 [citado 07 abr 2018]. Disponible en: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos%20SIVIGILA/PRO%20Enfermedades%20Trans.%20por%20alimentos.pdf>

Instituto Nacional de Salud. Perfil de riesgo *Salmonella* spp. (no tifoidea) en pollo entero y en piezas. *Revista Cultura Científica* [Internet]. Bogotá, 2011 [citado 07 abr 2018] Disponible en: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/investigacion/ueria/Publicaciones/PERFIL%20SALMONELLA%20SPP.pdf>

Ji-Yeon H. Jung-Whan C. In-Gyun H. Hyo-Sun K. Moo-Sang K. Prevalence, antibiotic resistance, and molecular characterization of *Salmonella* serovars in retail meat

products. *Journal of Food Protection* [Internet] 2011 jun [citado 07 abr 2018]; 74(1):161-166.

Organización Mundial de la Salud. Las enfermedades de transmisión alimentaria (ETA) en la Región de las Américas de la OMS. Carga mundial de enfermedades de transmisión alimentarias: estimaciones de la OMS [Internet]. 2015 [citado 07 abr 2018] Disponible en: [http://www.who.int/foodsafety/areas\\_work/foodborne-diseases/amro\\_es.pdf?ua=1](http://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/amro_es.pdf?ua=1)

Organización Mundial de la Salud. *Salmonella* (no tifoidea) [Internet]. 2017 [citado 07 abr 2018] Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/es/>

Pavic A, Groves P, Bailey G, Cox, JM. A validated miniaturized MPN method, based on ISO 6579:2002, for the enumeration of *Salmonella* from poultry matrices. *Journal of Applied Microbiology*. 2010 jul; 109(1):25-34.

Parra M, Durango J, Máttar S. Microbiología, patogénesis, epidemiología, clínica y diagnóstico de las infecciones producidas por *Salmonella*. *Revista MVZ Córdoba* [Internet] 2002 [citado 07 abr 2018]; 7(2):187-200. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69370201>

Porkcolombia. Informe económico del mes de enero 2018.

Prendergast D. Duggan S. Fanning S. Cormican M. Gonzales-Barron U. Butler F. Duffy G. Prevalence and numbers of *Salmonella* spp. and Enterobacteriaceae on pork cuts in abattoirs in the Republic of Ireland. *Journal of Applied Microbiology* [Internet] 2008 sep [citado 07 abr 2018]; 157(1):82-87. Disponible en: <https://doi.org.ezproxy.javeriana.edu.co/10.1111/j.1365-2672.2008.03854.x>

Rodríguez D, Suárez M. *Salmonella* spp. in the pork supply chain: a risk approach. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* [Internet]. 2014;27(2):65-75. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295030559002>

Rodríguez D. Carrascal AK. Manual toma de muestras de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli* biotipo I en canales porcinas. 2015.

Rönnqvist M, Välttilä V, Ranta J, Tuominen P. *Salmonella* risk to consumers via pork is related to the *Salmonella* prevalence in pig feed. *Food Microbiology* [Internet] 2018 may [citado 07 abr 2018]; 71:93-97. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.03.017>

Wong L. Hald T. van der Wolf P. Swanenburg M. Epidemiology and control measure for *Salmonella* in pigs and pork. *Livestock Production Science* [Internet] 2002 sep [citado 07 abr 2018]; 76(3):215-222. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00121-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00121-5)

## 10. Anexos

### 10.1. Anexo 1

Tabla N° 1 Concentraciones mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en Antioquia.

		Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5
Planta de desposte	Cuarto frío	NMP/ cm <sup>2</sup>	4,784	4,784	4,784	4,784	4,784
	Cuarto desposte	NMP/ g	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
	Pierna	NMP/ g	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
	Brazo	NMP/ g	2,99	2,99	2,99	3,112	2,99
	Lomo	NMP/ g	2,99	2,99	3,112	2,99	2,99
Comercialización	Pierna	NMP/ g	2,99	2,99	4,252	2,99	2,99
	Brazo	NMP/ g	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
	Lomo	NMP/ g	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99

### 10.2 Anexo 2

Tabla N° 2 Concentraciones mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en Cundinamarca.

		Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5
Planta de desposte	Descargue	NMP/ cm <sup>2</sup>	4,784	4,784	24,8	4,784	4,784
	Cuarto frío	NMP/ cm <sup>2</sup>	4,784	4,784	15,165	4,784	5,747
	Cuarto desposte	NMP/ g	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
	Pierna	NMP/ g	2,99	2,99	7,876	2,99	2,99
	Brazo	NMP/ g	2,99	2,99	5,04	6,392	2,99
	Lomo	NMP/ g	2,99	2,99	3,634	2,99	4,992
Comercialización	Pierna	NMP/ g	2,99	2,99	2,99	2,99	3,112
	Brazo	NMP/ g	2,99	5,978	2,99	2,99	149,198
	Lomo	NMP/ g	3,234	4,234	51,254	2,99	33,396

### 10.3 Anexo 3

Tabla N° 3 Promedio de concentraciones mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en Antioquia y Cundinamarca.

		<b>Unidades</b>	<b>Antioquia</b>	<b>Cundinamarca</b>
<b>Planta de desposte</b>	<b>Descargue</b>	NMP/ cm <sup>2</sup>	ND	8,787
	<b>Cuarto frío</b>	NMP/ cm <sup>2</sup>	4,784	7,053
	<b>Cuarto desposte</b>	NMP/ cm <sup>2</sup>	2,99	2,99
	<b>Pierna</b>	NMP/ g	2,99	3,967
	<b>Brazo</b>	NMP/ g	3,014	4,080
	<b>Lomo</b>	NMP/ g	3,014	3,519
<b>Comercialización</b>	<b>Pierna</b>	NMP/ g	3,242	3,014
	<b>Brazo</b>	NMP/ g	2,99	32,829
	<b>Lomo</b>	NMP/ g	2,99	19,022

### 10.4 Anexo 4

Tabla N° 4 Análisis estadístico

		<b>Antioquia</b>		<b>Cundinamarca</b>	
		<b>Negativo</b>	<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>	<b>Positivo</b>
<b>Planta de desposte</b>	<b>Cuarto frío</b>	5	0	3	2
	<b>Cuarto de desposte</b>	5	0	5	0
	<b>Pierna</b>	5	0	4	1
	<b>Brazo</b>	4	1	3	2
	<b>Lomo</b>	4	1	3	2
<b>Comercialización</b>	<b>Pierna</b>	4	1	4	1
	<b>Brazo</b>	5	0	3	2
	<b>Lomo</b>	5	0	1	4
	<b>p-valor</b>	1,53x10 <sup>-6</sup>		0,0220	

10.5 Anexo 5

Tabla N° 5 Tabla de Número Más Probable para serie de 3 tubos.

<b>Tabla 5. Número mas probable por gramo de muestra e intervalos de confianza del 95 %, utilizando 3 tubos con 0,1; 0,01 y 0,001 g de muestra.</b>											
No. de tubos positivos			NMP/g	Límite de confianza		Tubos positivos			NMP/g	Límite de confianza	
0,10	0,01	0,001		Inferior	Superior	0,10	0,01	0,001		Inferior	Superior
0	0	0	<3,0	--	9,5	2	2	0	21	4,5	42
0	0	1	3,0	0,15	9,6	2	2	1	28	8,7	94
0	1	0	3,0	0,15	11	2	2	2	35	8,7	94
0	1	1	6,1	1,2	18	2	3	0	29	8,7	94
0	2	0	6,2	1,2	18	2	3	1	36	8,7	94
0	3	0	9,4	3,6	38	3	0	0	23	4,6	94
1	0	0	3,6	0,17	18	3	0	1	38	8,7	110
1	0	1	7,2	1,3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3,6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7,4	1,3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3,6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3,6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4,5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4,5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9,2	1,4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3,6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4,5	42	3	3	0	240	42	1,000
2	1	0	15	3,7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4,5	42	3	3	2	1100	180	4,100
2	1	2	27	8,7	94	3	3	3	>1100	420	--

Referencia: Bacteriological Analytical Manual. FDA, 8th Edition, Revision A, 1998. Actualización diciembre 2003