



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL**

**Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en dos granjas y plantas de beneficio
porcino de Colombia**

Maira Juliana Fajardo Guerrero

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

2017



PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS
MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL

**Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en dos granjas y plantas de beneficio
porcino de Colombia**

Maira Juliana Fajardo Guerrero

Directora:

Ana Karina Carrascal Camacho

Bacterióloga M.Sc

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

2017

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

DEDICATORIA

Dedico este trabajo,

A Dios, por su infinita bondad y amor, por ser mi guía y por permitirme llegar a este momento importante de mi vida.

A mi madre Sara Cristina y padre Osmar, por su amor, orientación y apoyo incondicional que me brindaron a cada momento.

A mis hermanos Sebastián y Sergio, por su cariño y comprensión.

A todos mis amigos y profesores que me acompañaron y llenaron de conocimiento durante todo el proceso.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora Ana Karina Carrascal, por haberme dado la confianza de realizar este proyecto; por sus consejos y apoyo; aportando sus conocimientos para la realización de este trabajo.

Al laboratorio de microbiología de alimentos de la Pontificia Universidad Javeriana y el personal que hace parte de este; en especial Iliana Chamorro por su ayuda y consejos.

A mi compañera de trabajo Carol Rojas por su dedicación y apoyo incondicional.

A PorkColombia por la financiación de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN.....	10
2. INTRODUCCIÓN.....	11
3. OBJETIVOS.....	13
3.1. Objetivo general.....	13
3.2. Objetivos específicos.....	13
4. METODOLOGÍA.....	14
4.1. Selección de empresas.....	14
4.2. Toma de muestras.....	14
4.3. Cuantificación de <i>Salmonella</i> usando el método de Número Más Probable.....	15
5. RESULTADOS.....	16
6. DISCUSIÓN.....	19
7. CONCLUSIÓN Y REFERENCIAS.....	24
8. BIBLIOGRAFÍA.....	25
9. ANEXOS.....	29
9.1. Anexo 1: Tabla N°1 Concentraciones mapeo microbiológico de <i>Salmonella</i> spp. en Antioquia.....	29
9.2. Anexo 2: Tabla N°2 Concentraciones mapeo microbiológico de <i>Salmonella</i> spp. en Cundinamarca.....	30
9.3. Anexo 3: Tabla N°3 Promedio de concentraciones mapeo microbiológico de <i>Salmonella</i> spp. en Antioquia y Cundinamarca.....	31
9.4. Anexo 4: Tabla N°4 Lectura de resultados tabla de Numero Mas Probable para serie de 3 tubos.....	32

TABLA DE FIGURAS

1. Figura N°1 Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en Antioquia.....16
2. Figura N°2 Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en Cundinamarca.....17
3. Figura N°3 Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp.....18

TABLA DE ANEXOS

1.	Tabla N°1 Concentraciones mapeo microbiológico de <i>Salmonella</i> spp. en Antioquia.....	29
2.	Tabla N°2 Concentraciones mapeo microbiológico de <i>Salmonella</i> spp. en Cundinamarca.....	30
3.	Tabla N°3 Promedio de concentraciones mapeo microbiológico de <i>Salmonella</i> spp. en Antioquia y Cundinamarca.....	31
4.	Tabla N°4 Lectura de resultados tabla de Numero Mas Probable para serie de 3 tubos.....	32

1. RESUMEN

Uno de los patógenos más importantes presentes en la carne cerdo y subproductos es *Salmonella* spp.; presentándose como una de las principales causas de las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) en Colombia. Este microorganismo se ha aislado en las diferentes etapas de la cadena de producción porcina siendo un riesgo para la salud humana si no se cuenta con programas de control y vigilancia para *Salmonella*. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la concentración de *Salmonella* spp. en cerdos listos para sacrificio en granja y durante el proceso de beneficio, en dos empresas ubicadas en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca. Se realizaron 10 muestreos durante 5 meses para un total de 400 muestras y se analizaron mediante el método de número más probable (minuaturizado NMP). En esta investigación se obtuvo una mayor concentración de *Salmonella* en la etapa de colgado correspondiente a las muestras de la empresa de Antioquia con un valor de 8,924 NMP/cm² y en Cundinamarca en la etapa de granja con un valor de 9,044 NMP/g, en general los datos de NMP obtenidos fueron bajos, indicando que los procesos se realizan de manera adecuada.

Palabras clave: Mapeo microbiológico, cerdos, *Salmonella* spp., Granja, Beneficio, Numero más probable.

2. INTRODUCCIÓN

Salmonella spp. es un bacilo Gram negativo que hace parte de la familia *Enterobacteriaceae*, son móviles gracias a la presencia de flagelos peritricos, es una bacteria aerobia y anaerobia facultativa, no formadora de esporas, fermenta glucosa y puede crecer entre 7- 49 °C, con un pH 4-9 y un a_w de 0,995. El género *Salmonella* consta solo de dos especies *S. bongori* y *S. enterica*, esta última se subdivide en seis subespecies: *enterica*, *salamee*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* e indica y a su vez *S. enterica* se divide en más de 2700 serotipos (Torres, 2013), (Martínez, 2007) (Mattar, 2004), (Brunia, 2008).

La infección de origen alimentario por *Salmonella* spp., es una de las causas más importantes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) produciendo como síntoma principal la gastroenteritis en seres humanos, esta se caracteriza por fiebre alta, dolor abdominal, diarrea, náusea y vómitos; los síntomas de la enfermedad aparecen generalmente de 12 a 36 horas después de la ingesta del alimento contaminado y la enfermedad dura entre 2 y 7 días; cada año provoca decenas de millones de casos en todo el mundo, aunque muchos de estos casos son leves, puede llegar a ocasionar la muerte, dependiendo de factores propios del huésped y de la cepa de *Salmonella* (OMS, 2017, Caffer y Terrango, 2001).

Los principales reservorios de esta bacteria son animales portadores asintomáticos como aves, porcinos, bovinos, entre otros. Los cerdos se pueden convertir en portadores asintomáticos durante su etapa productiva, porque el microorganismo sobrevive en los ganglios linfáticos mesentéricos (Wales et al. 2011). Las fuentes de infección más frecuente son los alimentos y subproductos de estos y la infección en el hombre se adquiere por consumo de carne de cerdo cruda o parcialmente cocida (Uribe, 2006). En Colombia la carne de cerdo es la tercera proteína de consumo, con un promedio anual de 8,6 kilos por persona (Pork Colombia, 2016).

En palabras de García, (2011) *Salmonella* spp. puede encontrarse en toda la cadena de producción de alimentos de la carne de cerdo y aves. Los cerdos al ser portadores de *Salmonella* pueden transmitir este patógeno y ser una causa de contaminación de la carne en canales y productos cárnicos que al llegar al consumidor pueden ocasionar la enfermedad, por lo tanto, es de gran importancia el control de este agente, desde la producción primaria, granjas y plantas de beneficio, siguiendo el enfoque global de la seguridad alimentaria que dice que se debe garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos “de la Granja a la mesa”.

En el caso de la industria porcina el riesgo microbiológico más alto se da por *Salmonella* donde la principal fuente de contaminación en las plantas de beneficio se da por los cerdos que llegan contaminados de la granja o adquieren la bacteria por otros cerdos que en el momento del transporte o estacionamiento pueden ser contaminados rápidamente. *Salmonella* puede entrar en las granjas a través del alimento, las crías o los cerdos para levante, y se disemina a través de enfermos o portadores asintomáticos. En el prebeneficio la contaminación de camiones, el tiempo de transporte, el estrés por manipulación, el ayuno, la alta densidad animal, y la permanencia en corrales pueden incrementar la infección y/o diseminación del microorganismo. (Bolton et al. 2013), (Kich et al. 2011, Hernández et al. 2013).

Durante el beneficio la contaminación se asocia al depilado, pulido de los animales, a la evisceración y falta de anudado del recto o a la presencia del microorganismo en piel, cavidad bucal, heces o ganglios linfáticos. La contaminación de la carne también puede ocurrir por contacto con equipos o utensilios, por manipulación, almacenamiento o conservación inapropiada de los productos en etapas del beneficio, posbeneficio, comercialización, venta o consumo (Rodríguez y Suarez, 2013, Tolsá y Malas, 2008).

Las normativas en Colombia para las empresas productoras de carne de cerdo se basan en el Decreto 1500 de 2007 del ministerio de protección social; donde se establece el sistema de inspección, vigilancia y control de la carne, productos cárnicos y derivados, que están destinadas al consumo humano, las cuales se deben cumplir en toda la cadena de producción porcina como lo son la producción primaria, beneficio, desposte, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización y venta. De igual manera en la Resolución 2640 del 2007 del ministerio de protección social se establecen los requisitos sanitarios que debe cumplir las granjas de producción de cerdos destinados al consumo humano. Todo esto con la finalidad de proteger la vida, la salud humana y el ambiente mejorando las condiciones sanitarias y la inocuidad desde la producción primaria hasta la etapa de comercialización.

Por esta razón, se realizó un trabajo de investigación basado en un mapeo microbiológico utilizando el método de número más probable (NMP), para cuantificar la concentración de *Salmonellas* spp., y determinar cuáles son las etapas de mayor contaminación en la granja y beneficio de los cerdos y así corroborar si las actividades realizadas y las medidas de control empleadas durante las diferentes etapas de la cadena de producción porcina son las adecuadas.

3. OBEJETIVOS

3.1. Objetivo General

Determinar la concentración de *Salmonella spp.* en dos granjas y plantas de beneficio de la cadena de producción porcina.

3.2. Objetivos Específicos

- Estimar la concentración de *Salmonella spp.* mediante la técnica de número más probable (NMP).
- Identificar la etapa de mayor contaminación de la cadena de producción porcina.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Selección de empresas:

Para el desarrollo de la investigación se realizó un muestreo por conveniencia donde se escogieron dos empresas, que cuentan con toda la cadena de producción de carne de cerdo: granja, planta de beneficio, desposte y punto de venta. Estas empresas están ubicadas en los departamentos de Antioquia y Cundinamarca; las empresas participaron de manera voluntaria.

4.2. Toma de muestras:

Para determinar la concentración de *Salmonella* spp. en las granjas y planta de beneficio se tomaron un total de 400 muestras en las empresas de Antioquia y Cundinamarca, las cuales corresponden a las etapas de granja, descargue, colgado, escaldado, eviscerado, lavado, desinfección y enfriamiento.

Las muestras fueron tomadas por un Médico Veterinario previamente entrenado, que siguió el protocolo de toma de muestras, donde se especificó el lugar, la cantidad y el método a usar. Se escogieron cinco cerdos por lote (estos se marcaron para poder seguir la trazabilidad). En las granjas para cada animal se tomaron 25 gramos de materia fecal y se depositaron en bolsas estériles debidamente identificadas.

Con respecto a las plantas de beneficio las etapas a muestrear fueron las siguientes: descargue, donde se tomaron 25 gramos de heces; y en las etapas: colgado, escaldado, eviscerado, lavado, desinfección y enfriamiento se tomaron las muestras con una esponja hidratada con 10 ml buffer, la cual se pasó en zonas como el carillo, el vientre, la pierna o cerca al recto y posteriormente se guardaron en bolsa con 15 ml de agua peptonada (Carrascal y Rodríguez, 2014). Estas muestras fueron tomadas a los mismos cerdos que estaban marcados previamente con una manilla en la etapa de granja y de esta manera se garantizó la trazabilidad. Este muestreo se realizó durante 5 meses en cada empresa. Una vez tomadas las muestras fueron enviadas al laboratorio de microbiología de alimentos de la Pontificia Universidad Javeriana.

4.3. Cuantificación de *Salmonella* usando el método de Número más probable

Para la cuantificación de *Salmonella* el protocolo a seguir está adaptado de la ISO 6579-2:2017 y se utilizó el método propuesto por Pavic y colaboradores (2010) que corresponde al NMP miniaturizado, Para desarrollar esta técnica se realizaron diluciones seriadas de 10^{-1} a 10^{-3} de cada muestra; empleando 100 μ L de la muestra en tubos conteniendo 900 μ L de agua peptonada bufferada (por triplicado para cada dilución), estos se llevaron a incubar a 37°C por 18 horas, posteriormente el mililitro de cada tubo se pasó a 500 μ L de agar semi-sólido Rappaport, se incubó a 42°C por 18 horas. Terminado el tiempo de incubación se observaron los tubos y los que presentaron viraje de color (de verde a blanco) se aislaron en agar chromocult para *Salmonella* y en agar Hektoen. Estas cajas de agar se incubaron a 37°C de 18 a 24 horas y las colonias que presentaron las características correspondientes a *Salmonella* se confirmaron en el equipo MALDI-TOF. La lectura del NMP se realizó por medio de una tabla para series de tres tubos, donde se tuvieron en cuenta los tubos positivos (turbidez) y negativos; esta técnica presenta una confiabilidad del 95% (Salfinger y Tortorello, 2015). Para las muestras tomas con la esponja hidratada se realizó la corrección de unidades con la siguiente ecuación pasando de mL a cm^2 teniendo en cuenta el área de muestreo que fue de 400 cm^2

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

5. RESULTADOS

Los resultados para los cinco muestreos que se realizaron en cada empresa de Antioquia se encuentran en la Figura N°1 donde la etapa con mayor concentración con *Salmonella* fue el colgado, con un valor de 22,333 NMP/cm², seguido por 10,278 NMP/g de la etapa de descargue, estas concentraciones se reportaron en el muestreo 2. Es importante señalar que en las muestras recolectadas en las granjas no se reportó la presencia de *Salmonella* spp. por el método del NMP, por lo tanto, se reportó un valor de <3 que corresponde al límite de detección de la técnica, por lo tanto, no se puede descartar que sean negativas, si no que posiblemente el valor es menor.

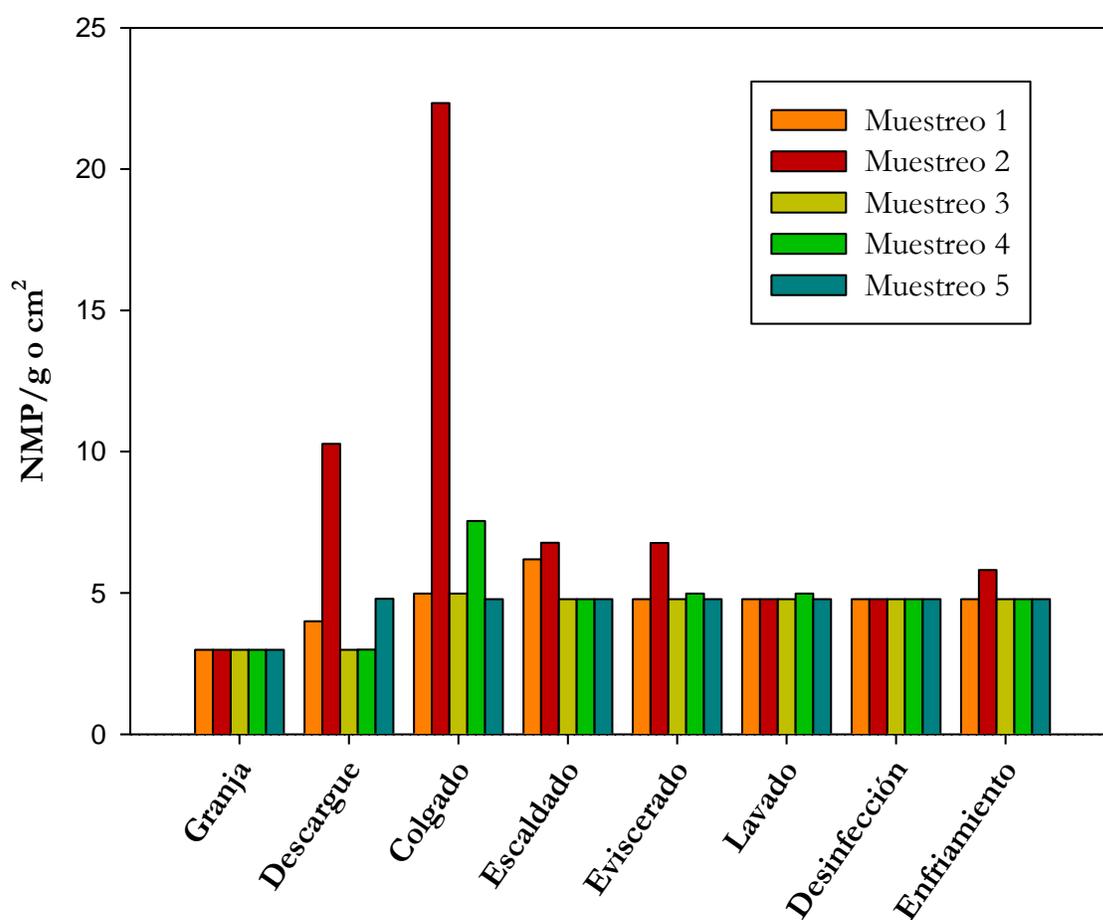


Figura N°1 Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp en Antioquia.

En la Figura N°2, se presentan los resultados obtenidos en los cinco muestreos del departamento de Cundinamarca, donde la mayor concentración de *Salmonella* spp. fue la etapa de granja con una concentración de 30,994 NMP/g en el muestreo 4, seguido de descargue con 13,396 NMP/g en el muestreo 2. No se detectó *Salmonella* spp. por el método empleado en la etapa de enfriamiento.

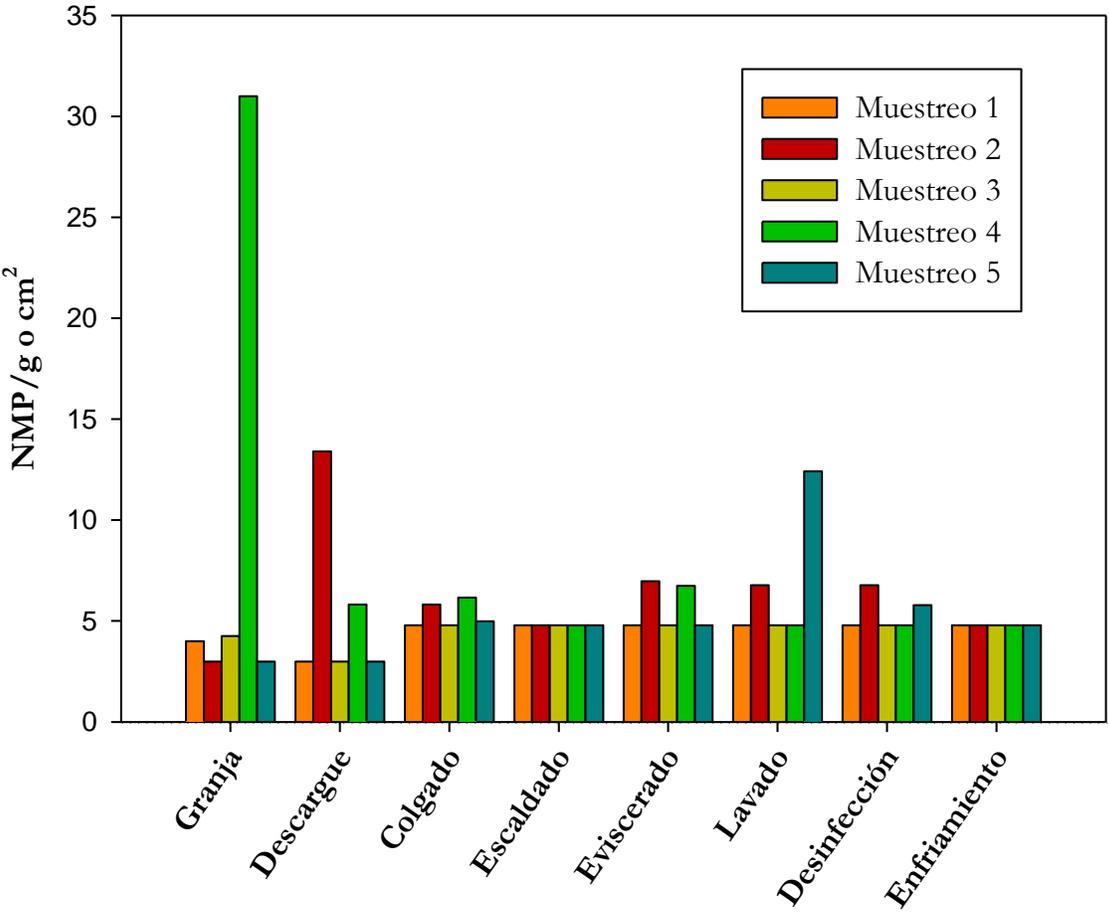


Figura N°2 Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp. en Cundinamarca

Del total de las 400 muestras, se realizó un promedio por etapas (25 muestras por etapa) en las dos empresas, donde la concentración más alta de *Salmonella* en Antioquia fue en la etapa de colgado con un valor de 8,924 NMP/cm². Para el caso de Cundinamarca la etapa de mayor concentración de *Salmonella* fue la de granja con 9,044 NMP/g (figura N°3). Al comparar los datos de las dos empresas se observa que su comportamiento no es similar, esto obedece a las operaciones que se realiza en cada una de las plantas, este aspecto se discutirá más adelante.

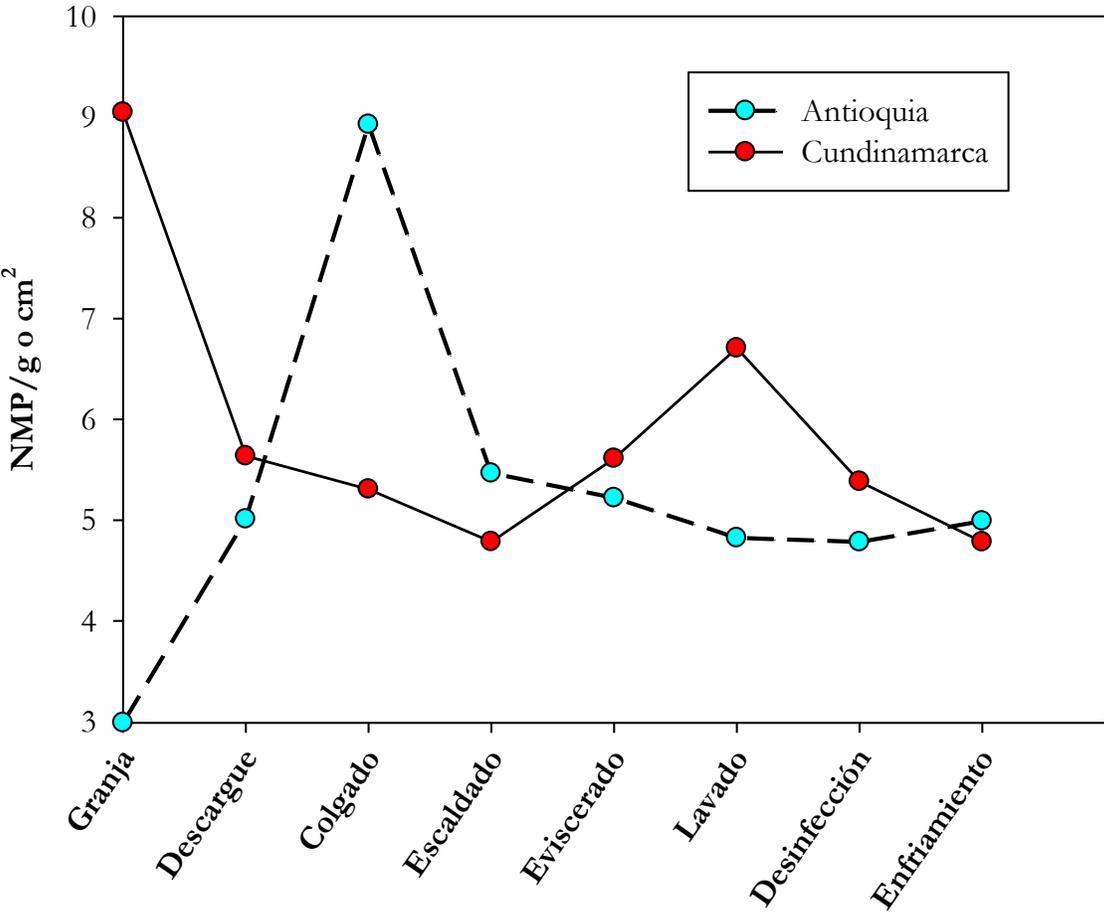


Figura N°3 Mapeo microbiológico de *Salmonella* spp.

6. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados encontrados en la cuantificación de *Salmonella* de la empresa ubicada en el departamento de Antioquia, la etapa que presentó mayor contaminación fue colgado con una concentración de 22,333 NMP/cm² (Figura N°1), esta etapa se encuentra reportada en la literatura como pre-escaldado y es considerada una etapa de riesgo como lo demostraron Hernández y colaboradores (2013), donde determinaron que la mayor prevalencia de *Salmonella* se da en el pre-escaldado con un 36% seguido por las muestras tomadas en los camiones utilizados para el transporte con un 23%; datos que coinciden con esta investigación. El aumento de la concentración de *Salmonella* en el colgado se puede ver influenciado por etapas previas, como el transporte de los animales desde de la granja al lugar beneficio, pues *Salmonella* puede encontrarse en los ganglios linfáticos mesentéricos de los cerdos; los cuales pueden presentar la enfermedad de forma subclínica (Wales et al. 2011), y al estar en condiciones de estrés pueden eliminar esta bacteria de manera intermitentemente en la heces, aumentando la diseminación y llegando a infectar a cerdos sanos. (Ayala et al. 2016). Algunos de los factores que están relacionados con el estrés en esta etapa, pueden ser el manejo fuerte en el momento del cargue y descargue, la alta densidad poblacional, la larga duración del transporte y las condiciones climáticas (Arguello et al. 2012, Hurd et al. 2001). El ayuno de 18-48 horas también puede causar estrés y tener un incremento negativo, pero se ha reportado que por el contrario, puede ser beneficioso porque reduce la contaminación de las canales debido a que baja el riesgo de corte accidental en los intestinos (Martin et al. 2009, Morrow et al. 2002, Saucier et al. 2007).

En un estudio realizado por Hurd y colaboradores (2002) aislaron diferentes serotipos de *Salmonella* en etapas de granja y beneficio a partir de heces y ganglios, donde lograron demostrar que la prevalencia de este microorganismo era 7 veces mayor en el beneficio que en la granja, donde el transporte y los corrales de reposo son un punto crítico en la diseminación del patógeno, por otro lado, los serotipos encontrados en las muestras eran diferentes en las dos etapas; lo que permite corroborar que no siempre la contaminación de *Salmonella* es proveniente de la granja como se pudo observar en la Figura N°1, donde no se logró aislar en ninguno de los 5 muestreos reportándose una concentración de <3 NMP/g (2,99 NMP/mg límite detección). De igual manera, De Busser (2011) concluyó que la contaminación de la canal está directamente relacionada con la contaminación de la piel de los cerdos vivos antes del aturdimiento la cual es causada con la contaminación del área de reposo. Es importante señalar que el límite de

detección de la técnica es 3.00 NMP/g o mL por lo cual es posible que en la granja existan muestras positivas para *Salmonella* solo que por el método utilizado no pueden ser detectadas concentraciones más bajas.

Arguello et al. 2012, Hernández et al. 2013 y Hurd et al. 2002 han demostrado el impacto que tiene el transporte de los animales a planta de beneficio, de igual manera se han realizado otras investigaciones que señalan que lugares como los corrales de reposo o estabulación que son necesarios para el descanso del animal después del descargue el cual dura de 18-24 horas, pueden ser focos de diseminación de *Salmonella* (Bolton et al. 2013). Igualmente, Boughton et al. 2007 y Arguello et al. 2012, demostraron por medio de la exposición de cerdos infectados con *Salmonella* a cerdos sanos que dos horas de contacto son suficientes para que animal se contagie ya sea de manera oral-fecal o contaminando la piel con las heces, siendo este último un factor importante en la contaminación cruzada de los canales. Por esta razón, los corrales al ser un paso previo al colgado (siendo esta la que presentó mayor contaminación en Antioquia) se podría atribuir parte del aumento de la concentración de *Salmonella* a lugares como estos.

De igual manera, Dorr y colaboradores (2009) realizaron un estudio longitudinal de la dispersión de *Salmonella* y el papel de la contaminación ambiental en los sistemas de producción porcina, encontraron que algunos serotipos aislados en camiones, zonas de reposo y ganglios linfáticos mesentéricos no siempre correspondían al entorno de la granja. Por lo cual concluyeron que diversos factores ambientales como el inadecuado lavado de camiones y la estabulación o corrales de reposo eran elementos importantes en la diseminación y contaminación de los animales por este patógeno; por lo tanto, el incremento de la concentración de *Salmonella* en la empresa de Antioquia puede verse influenciada por aspectos como estos.

Al analizar los resultados encontrados en la cuantificación de *Salmonella*, de la empresa ubicada en el departamento de Cundinamarca, la etapa que presentó mayor contaminación según los 5 muestreos fue granja con una concentración de 30,994 NMP/g (Figura N°2), esto coincide con un estudio realizado por Arguello y colaboradores (2012) donde su objetivo fue investigar la prevalencia de *Salmonella* y los principales serotipos circulantes en granja, canales y medio ambiente en cuatro plantas de beneficio, llegando a la conclusión de que los cerdos infectados en la granja son la principal fuente de contaminación por *Salmonella* en las plantas de beneficio,

pues se observaron los mismo serotipos en las diferentes etapas lo cuales fueron *S. Typhimurium*, *S. Rissen*, *S. Derby*. En este mismo estudio, se obtuvo una disminución de *Salmonella* en la etapas de enfriamiento coincidiendo con los resultados obtenidos en este trabajo donde en esta etapa la concentración fue de 4,784 NMP/cm² y esto se debe a la temperatura de enfriamiento que debe ser menor a 4°C y a la acción de etapas previas como escaldado (Bolton et al. 2003), que si es realizada de manera adecuada puede ayudar a la reducción de patógenos pues la canal es sumergida en un tanque con agua a temperaturas mayores de 62 °C, que permiten disminuir la concentración de este microorganismo siempre y cuando se tenga un monitoreo adecuado de la temperatura y el agua de buena calidad bacteriológica (Hald et al. 2003, Arce et al. 2010).

En la Figura N°2, se puede observar un incremento de la concentración de *Salmonella* en el lavado del muestreo 5, el cual puede ser ocasionado por fallas en el proceso. Algunos autores se han referido al lavado de las canales para eliminar posibles patógenos en la piel, donde unos recomiendan el uso de soluciones de ácidos orgánicos como ácido láctico y propiónico, irradiación o agua caliente a temperatura de 80°C por 15 segundos; siendo esta última poco eficiente pues se pueden observar cambios en la coloración de la carne e implica un alto gasto de agua (Tolsá y Malas, 2008, Swanenburg et al. 2001). El aumento de la concentración de esta etapa fue también reportado por O'connor (2012) y estaba asociada a procedimientos como pos-evisceración y división de canal, esto es causado por falta de anudado del recto o utensilios contaminados para realizar el corte, situación que pudo darse en esta planta de beneficio.

Una concentración alta de *Salmonella* en la granja puede originarse por diversos factores como: El alimento, el agua, compra de animales infectados en etapas de cría y levante, la producción continua, la mala higiene de corrales o la presencia de roedores (Rajic et al. 2007, Uribe, 2006). Por lo tanto, las intervenciones en la granja y una buena higiene pueden actuar como una primera línea de control al disminuir el número de animales enfermos que tengan la capacidad de contaminar ya que en muchos casos los cerdos pueden presentar la salmonelosis de manera subclínica y al no poderse detectar la diseminación en la granja puede aumentar (Wales et al. 2011, Nielsen et al. 2001). Por otra parte, Leterllier et al. 2009 reportó que el estado de los cerdos está estrechamente relacionado con la presencia de *Salmonella* en la cadena de beneficio, pues identificaron los mismos serovares, justificando que el aumento de este microorganismo se debe

a la falta de cuidado y control de contaminación cruzada, al ser positivo en ganglios o heces por factores como el estrés y el eviscerado incorrecto pueden incrementar la concentración en las canales.

Los datos de promedio mostrados en la figura N°3, permiten observar la tendencia de *Salmonella*, demostrando que la concentración tiende a disminuir a lo largo de toda la cadena donde al pasar por etapas como escaldado, lavado y desinfección se observan reducciones importantes; en la etapas de refrigeración la concentración bajo a 4,989 en Antioquia y 4,784 NMP/cm² en Cundinamarca; coincidiendo con la revisión sistemática sobre mapeos de prevalencia de *Salmonella* realizada por O'connor y colaboradores (2012), donde encontraron que los procedimientos de procesamiento generalmente ayudan en la disminución de la prevalencia de *Salmonella* spp. en cuanto las canales pasan por todas las etapas hasta la refrigeración; y esta última reduce la presencia de *Salmonella*, debido al estrés asociado a las bajas temperaturas.

Es muy importante recalcar que cada lote de cerdos tiene un potencial de introducir nuevos contaminantes en el entorno, por lo cual se debe tener en cuenta la eficacia de los protocolos de limpieza rutinarios a lo largo de la cadena de beneficio del cerdo, incluyendo transporte y corrales de reposo, pues estos al no ser realizados adecuadamente tienen un gran impacto en la contaminación cruzada de canales ya sea por utensilios, operarios o los animales con heces en la piel en etapas iniciales (Arguello et al 2012, Arce et al. 2010, De Busser et al. 2013).

En un estudio realizado por Casanova et al. 2017, quienes evaluaron el riesgo de contaminación por *Salmonella* de los cerdos en el beneficio demostraron que los cerdos seronegativos de *Salmonella* pueden arrojar resultados positivos en el proceso de beneficio, lo cual estaría asociado con la exposición previa a ambientes contaminados es decir, transporte y corrales de reposo; con respecto a los cerdos que ya venían infectados de la granja la probabilidad de contaminar o infectar fue mucho mayor y esto dependería si la bacteria ya había colonizado o no los ganglios linfáticos, siendo mayor en los cerdos donde sí se aisló en los ganglios linfáticos. Coincidiendo con los resultados de esta investigación, donde una mayor concentración de *Salmonella* en la granja puede incrementar la infección y contaminación cruzada por este patógeno en etapas posteriores.

Por lo tanto, en general no existen un patrón que rijan el comportamiento de las empresas pues existen diversos factores que influyen en el aumento o disminución de *Salmonella*, por lo cual se es complicado comparlas pues los mecanismos de control y limpieza varían entre ellas, pero si es muy importante resaltar que las medidas de prevención deben comenzar en la granja con la aplicación de las buenas prácticas porcícolas, las cuales pueden evitar el ingreso de cerdos positivos para *Salmonella* en el beneficio, ya que esto puede aumentar significativamente el nivel de contaminación; seguidas de sistemas de aseguramiento de la inocuidad como el sistema HACCP; de igual manera, a pesar de tener valores positivos en la concentración de *Salmonella* estos valores no son significativas para causar salmonelosis, pues su dosis infectiva para causar la enfermedad es de 100UFC/g. (Torres, 2013).

7. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

- Se determinó que las etapas que tiene mayor concentración de *Salmonella* en Antioquia fue la etapa de colgado con un valor de 8,924 NMP/cm² y no se logró aislar este microorganismo en las etapas de granja y desinfección.
- Para el caso de Cundinamarca la etapa de mayor concentración de *Salmonella* fue la de granja con 9,044 NMP/g y esta bacteria no se aisló en la etapa de enfriamiento.
- Aunque los cerdos provenientes de las granjas son la principal fuente de contaminación por *Salmonella* en las plantas de beneficio, las condiciones de transporte y la contaminación cruzada en las etapas de procesado son factores que incrementan la concentración de este microorganismo.
- Antioquia presentó mejores condiciones a lo largo de toda la cadena beneficio, lo cual se ve claramente influenciado en que esta planta tiene implementado el sistema HACCP en sus procesos.

Recomendaciones: En próximos estudios se sugiere evaluar la etapa de descanso o cuarentena antes del beneficio, con el propósito de determinar posibles factores que contribuyen a la presencia de la *Salmonella* spp. Así mismo, se podría hacer un muestreo a los equipos y utensilios utilizados en cada una de las etapas de beneficio para determinar si existe contaminación cruzada.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arce Miguel A.; Avello Eida; Camacho Maria C.; Peña Fredy; Bernal Pedro; Tandrón Elsie. (2010). Identificación de riesgos y puntos críticos de control para la implementación de un sistema HACCP en un matadero porcino. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba.
- Arguello H, Carvajal A, Collazos JA, García-Feliz C, Rubio P. (2012) Prevalence and serovars of *Salmonella* enterica on pig carcasses, slaughtered pigs and the environment of four Spanish slaughterhouses. Food Res Int; 45:905-912
- Ayala C, Ballen C, Chamorro I, Zabaleta G, González N, Zambrano C, et al. (2016) Determinación de *Salmonella* spp. en canales y ganglios mesentéricos de la cadena porcina colombiana. Vitae (01214004);23: S99-S100
- Bolton DJ, Ivory C, McDowell D. (2013). A study of *Salmonella* in pigs from birth to carcass: Serotypes, genotypes, antibiotic resistance and virulence profiles. Int J Food Microbiol;160:298-303.
- Bolton DJ, Pearce R, Sheridan JJ, McDowell DA, Blair IS. (2003). Decontamination of pork carcasses during scalding and the prevention of *Salmonella* cross-contamination. J Appl Microbiol; 94(6):1036-1042.
- Boughton C, Egan J, Kelly G, Markey B, Leonard N. (2007) Rapid infection of pigs following exposure to environments contaminated with different levels of *Salmonella* Typhimurium. Foodborne Pathog Dis; 4:33-40
- Brunia, A. Foodborne Microbial Pathogens. (2008). Ed Springer. USA pp 201-216
- Caffer, M. I., & Terragno, R. (2001). Manual de procedimientos para la caracterización de *Salmonella*. Ministerio de Salud. Buenos Aires, Argentina. Subsecretaría de Investigación y Tecnología ANLIS Dr. Carlos G. Malbrán. Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas. Departamento de Bacteriología. Servicio de Enterobacterias
- Carrascal Ana Karina y Rodríguez Deicy. (2014). Manual toma de muestras para *Salmonella* y E coli biotipo 1 en canales de cerdo. Javegraf. pp 24
- Casanova-Higes A, Andrés-Barranco, S., Mainar-Jaime R. (2017). Influence of On-farm pig *Salmonella* status on *Salmonella* Shedding at Slaughter. Zoonoses and Public Health, 64(5):328-336.

- De Busser EV, De Zutter L, Dewulf J, Houf K, Maes D. (2013) *Salmonella* control in live pigs and at slaughter. *The Veterinary Journal*;196(1):20-27
- De Busser EV, Maes D, Houf K, Dewulf J, Imberechts H, Bertrand S, et al. (2011). Detection and characterization of *Salmonella* in lairage, on pig carcasses and intestines in five slaughterhouses. *International Journal of Food Microbiology*;145(1):279-286.
- Decreto 1500 de 2007; expedido por: Ministerio de Protección Social. Colombia.
- Dorr, P. M., D. A. Tadesse, B. M. Zewde, P. Fry, S. Thakur, and W. A. Gebreyes. (2009). A longitudinal study of *Salmonella* dispersion and the role of environmental contamination in commercial swine production systems. *Appl. Environ. Microbiol.* 75:1478–1486.
- García, C. F., (2011). *Salmonelosis porcina en España: prevalencia, factores de riesgo y resistencia antimicrobiana* (Doctoral dissertation, Universidad de León). Disponible en: <http://hdl.handle.net/10612/1508>
- Hald, T., A. Wingstrand, M. Swanenburg, A. von Altrock, and B. M. Thorberg. (2003). The occurrence and epidemiology of *Salmonella* in European pig slaughterhouses. *Epidemiol. Infect.* 131:1187–1203
- Hernández M, Gómez-Laguna J, Luque I, Herrera-León S, Maldonado A, Reguillo L, et al. (2013). *Salmonella* prevalence and characterization in a free-range pig processing plant: Tracking in trucks, lairage, slaughter line and quartering. *Int J Food Microbiol*; 162:48-54.
- Hurd H.S., McKean J.D., Griffith R.W., Wesley I.V., Rostagno M.H. (2002). *Salmonella enterica* infections in market swine and without transport and holding *Applied and Environmental Microbiology*, 68, pp. 2376-2381
- Hurd HS, Gailey JK, McKean JD, Rostagno MH. (2001). Rapid infection in market-weight swine following exposure to a *Salmonella typhimurium*-contaminated environment. *Am J Vet Res*;62(8):1194-1197.
- Kich JD, Coldebella A, Morés N, Gomes M, Cardoso M, Fratamico PM, Call JE. (2011) Prevalence, distribution, and molecular characterization of *Salmonella* recovered from swine finishing herds and a slaughter facility in Santa Catarina, Brazil. *Int J Food Microbiol.* 151:307-313
- Letellier A, Beauchamp G, Guévremont E, D'allaire S, Hurnik D, Guessy S. (2009). Risk Factors at Slaughter Associated with Presence of *Salmonella* on Hog Carcasses in Canada. *J Food Prot*;72(11):2326-2331.

- Martínez, A. N. (2007). Virulencia, resistencia y elementos genéticos móviles en serotipos no prevalentes de *Salmonella enterica* (Doctoral dissertation, Tesis de Doctor. España: Universidad de Oviedo).
- Martín-Peláez S, Peralta B, Creus E, Dalmau A, Velarde A, Pérez JF, et al (2009) Different feed withdrawal times before slaughter influence caecal fermentation and faecal *Salmonella* shedding in pigs. *The Veterinary Journal*;182(3):469-473
- Máttar, S. (2004). *Salmonella* un patógeno reemergente. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Revista MVZ Córdoba, 9(2).
- Morrow, W. E., M. T. See, J. H. Eisemann, P. R. Davies, and K. Zering. (2002). Effect of withdrawing feed from swine on meat quality and prevalence of *Salmonella* colonization at slaughter. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 220:497-502.
- Nielsen, B., L. Alban, H. Stege, L. L. Sorensen, V. Mogelmose, J. Bagger, J. Dahl, and D. L. Baggesen. (2001). A new *Salmonella* surveillance and control program in Danish pig herds and slaughterhouses. *Berl. Munch. Tierarztl. Wochenschr.* 114:323–326
- O'Connor A, M., Wang B, Denagamage T, McKean J. Process mapping the prevalence of *Salmonella* contamination on pork carcass from slaughter to chilling: a systematic review approach (2012). *Foodborne Pathog Dis* 05;9(5):386-395.
- Organización mundial de la salud (2017). *Salmonella* no tifoidea Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/es/>
- Pavic, A., Groves, P., Bailey, G. and Cox, J. (2010). A validated miniaturized MPN method, based on ISO 6579:2002, for the enumeration of *Salmonella* from poultry matrices. *Journal of Applied Microbiology*
- Rajic A., O'Connor B.P., Deckert A.E., Keenlside J., McFall M.E., Reid-Smith R.J., et al. (2007) Farm-level risk factors for the presence of *Salmonella* in 89 Alberta swine-finishing barns *Can. J. Vet. Res. = Revue canadienne de recherche veterinaire*, 71, pp. 264-270
- Relloso, M., Nievas, J., Fares Taie, S., Farquharson, V., Mujica, M., Romano, V., Zarate, M. and Smayevsky, J. (2015). Evaluación de la espectrometría de masas: MALDI-TOF MS para la identificación rápida y confiable de levaduras.
- Resolución 2640 del 2007; expedido por: Ministerio de Protección Social. Colombia
- Rodríguez, D. and Suarez, M. (2013). *Salmonella* spp. In the pork supply chain: a risk approach. *Revista colombiana de ciencias agropecuarias*, 27. pp 65-68

- Salfinger Y, Tortorello ML. (2015) Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 5th ed. Washington: American Public Health Association.
- Saucier L., Bernier D., Bergeron R., Méthot S., Giguère A., Faucitano L. (2007). Effect of feed texture, meal frequency and pre-slaughter fasting on behaviour, stomach weight and microbial carcass contamination in pigs Canadian Journal of Animal Science, 87, pp. 479-486.
- Swanenburg M, van dW, Urlings HAP, Snijders JMA, van Knapen F. (2001). *Salmonella* in slaughter pigs: the effect of logistic slaughter procedures of pigs on the prevalence of *Salmonella* in pork. Int J Food Microbiol; 70:231-242.
- Tolsá, M.D.; Malas, A.M (2008) Puntos críticos en el control de la *Salmonella* en la industria cárnica. Edicarn. 48-52
- Torres MR. (2013). Riesgos asociados al consumo de alimentos. México: Universidad de Guadalajara CUCEI.
- Uribe C, Suarez M. (2006) Nontyphoidal salmonellosis, transmission through the consumption of contaminated food of poultry origin. Colombia Medica. Vol 30 (2). Colombia
- Wales AD, Cook AJC, Davies RH. (2011). Producing *Salmonella*-free pigs: a review focusing on interventions at weaning. Vet Rec;168(10):267-276.

9. ANEXOS

9.1. Anexo 1

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

	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5
Granja	NMP/g	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
Descargue	NMP/g	3,994	10,278	2,99	2,992	4,792
Colgado	NMP/ cm ²	4,9792	22,3328	4,9792	7,5456	4,784
Escaldado	NMP/ cm ²	6,1952	6,7744	4,784	4,784	4,784
Eviscerado	NMP/ cm ²	4,784	6,7712	4,784	4,9792	4,784
Lavado	NMP/ cm ²	4,784	4,784	4,784	4,9792	4,784
Desinfección	NMP/ cm ²	4,784	4,784	4,784	4,784	4,784
Enfriamiento	NMP/ cm ²	4,784	5,8112	4,784	4,784	4,784

9.2. Anexo 2

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

	Unidades	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5
Granja	NMP/g	3,996	2,99	4,252	30,994	2,99
Descargue	NMP/g	2,992	13,396	2,99	5,818	2,99
Colgado	NMP/cm ²	4,784	5,8112	4,784	6,1632	4,9824
Escaldado	NMP/ cm ²	4,784	4,7872	4,784	4,784	4,784
Eviscerado	NMP/ cm ²	4,784	6,9664	4,784	6,7392	4,784
Lavado	NMP/ cm ²	4,784	6,7712	4,784	4,784	12,4128
Desinfección	NMP/ cm ²	4,784	6,7712	4,7904	4,784	5,7824
Enfriamiento	NMP/ cm ²	4,784	4,784	4,784	4,784	4,784

9.3 Anexo 3

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

	Unidades	Antioquia	Cundinamarca
Granja	NMP/g	2,99	9,0444
Descargue	NMP/g	5,0092	5,6372
Colgado	NMP/cm ²	8,92416	5,30496
Escaldado	NMP/ cm ²	5,46432	4,78464
Eviscerado	NMP/ cm ²	5,22048	5,61152
Lavado	NMP/ cm ²	4,82304	6,7072
Desinfección	NMP/ cm ²	4,784	5,3824
Enfriamiento	NMP/ cm ²	4,98944	4,784

9.4 Anexo 4

Tabla N°4 Lectura de resultados, tabla de Numero Mas Probable para serie de 3 tubos

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.

No. de tubos positivos			NMP/g	Limite de confianza		Tubos positivos			NMP/g	Limite 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	--