

EFFECTO DEL CHOQUE TERMICO SOBRE LA PREVALENCIA DE *Salmonella* spp Y *Campylobacter* spp EN POLLO ENTERO MARINADO, PRESA MARINADA Y MATERIA PRIMA.

Yennifer Astrid Gutiérrez González

Microbiología

Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona



Nota del autor

Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Pamplona –Pamplona, Norte de Santander.

Trabajo como requisito para optar por el Título de Microbiólogo

Este trabajo fue realizado en Avidesa Mac Pollo S.A. Corrección y asesoría de la profesora

PhD. Claudia Marina Clavijo Olmos de la Facultad de Ciencias Básicas del programa de

Microbiología y Tutora empresarial Bacterióloga Elsa Beatriz Gelvez.

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA JURADO

FIRMA JURADO

RESUMEN

Salmonella spp y *Campylobacter* spp., son principales patógenos relacionados con enfermedades transmitidas por alimentos ETAs por el consumo de productos y derivados cárnicos. La congelación rápida es una de las estrategias que se ha implementado las grandes industrias de alimentos para conservar las características organolépticas, así mismo, la congelación detiene el metabolismo de aquellos microorganismos patógenos. El objetivo de este trabajo fue evidenciar a partir de un análisis microbiológico que las bajas temperaturas en túnel e IQF, pueden disminuir y controlar la carga microbiana de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp en las etapas identificadas como PCC durante el almacenamiento, refrigerado y congelado. se recolectaron 58 muestras de pollo entero marinado, materia prima y presa marinada antes y después del túnel e IQF en los meses de marzo, abril, mayo. Se analizaron muestras de pollo entero congelado, durante el almacenamiento. La identificación y caracterización se realizó mediante el ensayo de detección molecular de 3M, confirmación en selectivos, tinción de Gram, pruebas bioquímicas y serológicas. El recuento de *Salmonella* spp se realizó por NMP miniaturizado y el resultado expresado en log10. Se realizó un análisis de varianza empleando el software de Rstudio. Los resultados evidenciaron que hay diferencias significativas después de la congelación en túnel e IQF. En pollo entero marinado se determinó que a -14°C hubo mayor reducción de *Salmonella* spp. Sin embargo, la aplicación de las diferentes temperaturas para materia prima y presa marinada no presento un efecto significativo en la reducción de este patógeno. Se presentó una reducción de *Campylobacter* spp del 11,1% en pollo entero marinado después del túnel, 5% en materia prima y un 40% en presa marinada. Los resultados de pollo entero congelado durante el almacenamiento a -18°C, redujeron la presencia de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp hasta niveles indetectables, demostrando que las bajas temperaturas debidamente aplicadas,

es posible controlar un peligro biológico. Las estrategias de control se deberían incluir agentes antimicrobianos, probióticos y prebióticos para mejorar la microbiota intestinal de las aves.

Palabras claves: congelación, túnel, pollo, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., zoonosis.

ABSTRACT

Salmonella spp and *Campylobacter* spp., are major pathogens related to foodborne diseases caused by the consumption of meat products and derivatives. Rapid freezing is one of the strategies that has been implemented by the large food industries to preserve organoleptic characteristics, so freezing stops the metabolism of those pathogenic microorganisms. The aim of this study was to show from a microbiological analysis that low tunnel and IQF temperatures can decrease and control the microbial load of *Salmonella* spp and *Campylobacter* spp in the stages identified as PCC during storage, chilled and frozen. 58 samples of marinated whole chicken, marinated raw material and marinated prey were collected before and after the tunnel and IQF in the months of March, April, May. Samples of frozen whole chicken were analyzed during storage. The identification and characterization was carried out by the 3M molecular detection test, confirmation in selective, Gram staining, biochemical and serological tests. The count of *Salmonella* spp was performed by miniaturized NMP and the result expressed in log₁₀. A variance analysis was performed using Rstudio software. The results showed that there are significant differences after tunnel freezing and IQF. In marinated whole chicken it was determined that at -14°C there was a greater reduction of *Salmonella* spp. However, the application of different temperatures for raw material and marinated prey did not present a significant effect in the reduction of this pathogen. *Campylobacter* spp was reduced by 11.1% in whole marinated chicken after the tunnel, 5% in raw material and 40% in marinated prey.

The results of frozen whole chicken during storage at -18°C, reduced the presence of *Salmonella* spp and *Campylobacter* spp to undetectable levels, demonstrating that properly applied low temperatures, it is possible to control a biological hazard. Control strategies

should include antimicrobial, probiotic and prebiotic agents to improve the gut microbiota of birds.

Keywords: freezing, tunnel, chicken, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., zoonosis.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION.....	11
1. OBJETIVOS.....	13
1.1. Objetivo General.....	13
1.2. Objetivos Específicos	13
2. JUSTIFICACION.....	14
3. MARCO REFERENCIAL	15
3.1. Marco Teórico.....	15
3.1.1. Métodos de conservación de productos cárnicos	16
3.1.2. Generalidades de <i>Campylobacter</i> spp	20
3.2. Marco Legal	23
4. ANTECEDENTES.....	25
4.1.1. Antecedentes documentales internacionales	25
4.1.2. Antecedentes documentales nacionales	27
5. METODOLOGÍA	28
5.1. Toma de muestras.....	28
5.2. Análisis microbiológico de <i>Salmonella</i> spp y <i>Campylobacter</i> spp.....	28
5.3. Detección e identificación molecular.....	29
5.4. Aislamiento y confirmación de <i>Campylobacter</i> spp.....	30
5.5. Cuantificación de <i>Salmonella</i> spp usando el método de NMP.....	30
5.6. Análisis estadístico.....	31
6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	32
7. RESULTADOS Y DISCUSION.....	33
8. CONCLUSIONES	49
9. RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	54

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados microbiológicos de pollo entero marinado	34
Tabla 2. Resultados microbiológicos de materia prima	35
Tabla 3. Resultados microbiológicos de presa marinada	36
Tabla 4. Resultados del análisis de varianza de las muestras de pollo entero marinado.....	37
Tabla 5. Efecto de las temperaturas del túnel sobre la reducción logarítmica de <i>Salmonella</i> sp., en pollo entero marinado.....	39
Tabla 6. Resultados del análisis de varianza de las muestras de materia prima.....	41
Tabla 7. Efecto de las temperaturas del túnel sobre la reducción logarítmica de <i>Salmonella</i> spp en materia prima.....	42
Tabla 8. Resultados del análisis de varianza de las muestras de presa marinada.....	42
Tabla 9 Efecto de las temperaturas del túnel sobre la reducción logarítmica de <i>Salmonella</i> spp en presa marinada.....	45
Tabla 10. Resultados de la prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp.	45
Tabla 11. Resultados de muestras de pollo entero congelado a (-18°C), durante el almacenamiento.	47

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Técnica de detección molecular 3M	31
Figura 2. Efecto del choque térmico sobre la prevalencia de <i>Salmonella</i> spp en pollo entero marinado antes y después del túnel.	37
Figura 3. Efecto de las diferentes temperaturas aplicadas en el túnel sobre la prevalencia de <i>Salmonella</i> spp en pollo entero marinado.	39
Figura 4. Efecto del choque térmico sobre la prevalencia de <i>Salmonella</i> spp en muestras de materia prima antes y después del túnel	40
Figura 5. Efecto de las diferentes temperaturas aplicadas en el túnel sobre la prevalencia de <i>Salmonella</i> spp en muestras de materia prima.....	41
Figura 6. Efecto del choque térmico sobre la prevalencia de <i>Salmonella</i> spp en presa marinada antes y después del túnel.....	43
Figura 7. Efecto de las diferentes temperaturas aplicadas en el túnel sobre la prevalencia de <i>Salmonella</i> spp en muestras de materia prima.....	44
Figura 8. Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp en pollo entero durante el almacenamiento a -18°C	46

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Enjuague de las muestras	54
Anexo 2. Prueba de aglutinacion antisuero poly A (<i>Salmonella</i> spp).....	54
Anexo 3. Prueba de oxidasa (<i>Campylobacter</i> spp)	55
Anexo 4. Tinción de Gram (<i>Campylobacter</i> spp)	55
Anexo 5. Prueba catalasa (<i>Campylobacter</i> spp).....	56
Anexo 6. Crecimiento de <i>Campylobacter</i> spp en agar CFA	56
Anexo 7. Prueba de motilidad (<i>Campylobacter</i> spp)	57
Anexo 8. Recuento de <i>Salmonella</i> spp en agar XLT4.....	58
Anexo 9. Placa de NMP miniaturizado	58
Anexo 10. Medio enriquecido para <i>Campylobacter</i>	59
Anexo 11. Medio enriquecido para <i>Salmonella</i>	60

INTRODUCCION

En las grandes industrias de producción avícola, se utilizan varias técnicas para conservar el producto, de la cual, un nuevo avance de innovación y tecnología para preservar los alimentos se presenta en la congelación rápida e individual, estos procesos de congelación y refrigeración son los métodos comúnmente utilizados, para proteger los alimentos al prevenir el crecimiento microbiano de patógenos causantes de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETAs) (Hammad *et al.*, 2021).

A nivel mundial, la carne de pollo es muy susceptible al deterioro por una gran cantidad de microorganismos por ser un alimento con alto contenido nutricional, por ende, se encuentra frecuentemente implicada en brotes de enfermedades transmitidas por alimentos (Hanson *et al.*, 2020). La congelación y la refrigeración siguen siendo una de las estrategias más utilizadas para la conservar los alimentos y controlar la proliferación de algunos patógenos como *Campylobacter* spp., el cual tiene un rango óptimo de temperatura de crecimiento de 37 a 42 °C, y no crecen por debajo de los 30 °C (Bhaduri y Cottrell, 2004), a su vez, *Salmonella*, que puede crecer entre 7 a 49 °C, donde su crecimiento se ve reducido a menos de 15 °C. Sin embargo, se ha evidenciado que puede crecer a una temperatura 5,9 °C.

Actualmente se encuentran muchos tipos de alimentos congelados en el mercado, facilitando obtener presas de pollo en individual quick freezing (IQF), permitiendo que estas presas sean congeladas de manera independiente, a través de una banda giratoria que va de forma ascendente en espiral, siendo controlado por un intervalo de tiempo corto y rápido aproximado de 20 a 25 minutos (Barajas, 2020). Otro sistema de congelación rápida, son los túneles de congelación, que permiten el enfriamiento rápido del producto; hasta alcanzar los

-18°C para su conservación, posteriormente se almacenan en cámaras, donde se alista la salida de la cadena de distribución. Estos métodos permiten en el pollo una congelación homogénea y evitan la formación de grandes cristales de hielos, optimizando la conservación del producto por largos periodos y manteniendo sus propiedades organolépticas iniciales tras la descongelación. A su vez, la industria avícola ha introducido el uso de aditivos alimentarios como es el marinado, para mejorar las características de sabor, olor y textura. (Novofri, 2019).

Hoy, la Salmonelosis y la Campilobacteriosis son las zoonosis de mayor prevalencia en países desarrollados y no desarrollados, debido a la contaminación de alimentos de origen animal. Ambos son zoonosis que afectan a todos los grupos de edad con mayor incidencia entre los extremos de la vida, en menores de 5 y mayores de 60 años. (Morillo *et al.*, 1996). La infección por *Campylobacter* es la principal causa de gastroenteritis bacteriana en humanos en todo el mundo, y *Salmonella* es una de las principales causas de intoxicación alimentaria en humanos, en la que las aves y sus derivados juegan un papel importante como fuente de infección. Estas enfermedades causan la mayoría de los brotes de enfermedades que afectan a las personas. (Rodríguez *et al.*, 2016). Estos microorganismos a menudo requieren condiciones óptimas, como su temperatura de crecimiento, por lo que la refrigeración entre -2 °C y 4 °C retrasará el crecimiento de los microorganismos. Asimismo, la congelación previene en cierta medida el crecimiento de microorganismos, pero no los elimina por completo (Hammad *et al.*, 2021). Por tanto, el objetivo de este estudio es demostrar a partir de una validación microbiológica en la etapa de choque térmico en túnel que IQF es utilizada como medida para controlar un peligro biológico de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp.

1. OBJETIVOS

1.1.Objetivo General

Evidenciar que durante la etapa de choque térmico en túnel e IQF, es utilizada como medida para controlar un peligro biológico de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp.

1.2.Objetivos Específicos

- Establecer el efecto de choque térmico realizado en túnel, sobre la prevalencia de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp en el pollo entero marinado y materia prima que ingresa al proceso de Molino.
- Estimar el efecto del choque térmico realizado en individual quick freezing (IQF), sobre la prevalencia de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp en la presa marinada.
- Evaluar el efecto de la temperatura de congelación (-18°C) a lo largo del tiempo sobre la prevalencia de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp en el producto durante la etapa de almacenamiento.

2. JUSTIFICACION

En los últimos años se ha visto el incremento en el mercado de la producción avícola y con él, varios avances normativos y tecnológicos para garantizar la inocuidad y calidad de los alimentos. Uno de los avances más importante en la industria avícola, ha sido la introducción e implementación de los sistemas de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP). Con el sistema HACCP se permite identificar aquellos puntos críticos de control (PCC) en las diferentes etapas de un proceso de producción y de tal forma que se utilizarán como ubicaciones y/o puntos en el proceso donde se aplican estas medidas para reducir o eliminar los peligros microbianos (Thames y Theradiyil, 2020).

Dado que la prevalencia de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp se mantiene durante las diferentes etapas del proceso, las estrategias de estas industrias es mantener diferentes estándares de desempeño, para monitorear la efectividad de los procedimientos y limitar la contaminación en los canales de pollos de engorde, pollo triturado y partes de pollo, por lo tanto, la refrigeración y la congelación siguen siendo intervenciones utilizadas en el control del crecimiento bacteriano en los alimentos (Bhaduri y Cottrell, 2004). A pesar de las numerosas mejoras en las medidas de seguridad alimentaria y los protocolos más estrictos, sin embargo, aún existen desafíos emergentes asociados con la *Salmonella* y *Campylobacter* en el procesamiento de aves de corral. Este trabajo se realizó con el fin de evidenciar a partir de un análisis microbiológico que las bajas temperaturas en túnel e IQF, pueden disminuir y controlar la carga microbiana de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp en las etapas identificadas como PCC durante el almacenamiento, refrigerado y congelado.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. Marco Teórico

La industria avícola en Colombia es uno de los sectores que viene creciendo cada año y debe estar atento a proveer soluciones efectivas a las necesidades del mercado actual. Existe un objetivo principal para todos los productores avícolas, el cuál es ofrecer a sus clientes un producto de calidad y asegurar el estado óptimo del pollo por mucho más tiempo, con una presentación inigualable, de este modo delimitar pérdidas de producción y de dinero, para que en el momento que llegue al consumidor final, éste quede totalmente satisfecho con el estado y aspecto del producto (FENAVI, 2017).

En este sentido, Galvano, 2012 citado por (Luque *et al.*, 2012) señala la producción de alimentos de calidad con garantías sanitarias debe ser prioritario en todos los países, al tener los alimentos un papel protagonista en la transmisión de enfermedades y pudiendo constituir un riesgo potencial para la salud pública. Los sistemas de producción deben evitar en todo momento la contaminación de los alimentos con productos químicos y biológicos que supongan un riesgo para el consumidor.

Entre estos riesgos, la presencia de agentes bacterianos y víricos en el producto final puede tener unas consecuencias nefastas para la salud pública, tanto por el número de individuos afectados, como por la gravedad de las enfermedades que producen. Hoy en día, el control y regulación de medidas que garantizan la seguridad sanitaria de los alimentos se aplican desde, la producción primaria, hasta que el producto llega al consumidor. La aplicación de medidas que permitan reducir la contaminación de la carne a través de buenas prácticas en granjas, mataderos y puntos de distribución de los alimentos, así como el análisis

y control de los puntos críticos (sistemas HACCP en la Industria), permitirán mejorar la calidad de los alimentos. (p. 175)

3.1.1. Métodos de conservación de productos cárnicos

3.1.1.1. Enfriamiento o refrigeración.

La exposición de la carne y otros alimentos a temperaturas de refrigeración o congelación es una manera rápida, eficaz y sencilla de detener o hacer mucho más lento el crecimiento de las bacterias, evitando que los alimentos de origen animal se deterioren o se conviertan en un peligro para la salud (Escartin *et al.*, 2000).

En el proceso de enfriamiento se extrae el calor del producto, para lograr la disminución de la actividad microbiana. El descenso de la temperatura de los alimentos de una manera rápida, es la base de la conservación por refrigeración, donde es importante recordar que la baja temperatura disminuye el crecimiento, su actividad metabólica e inclusive puede controlar algunas bacterias, sin embargo, no es posible la eliminación las bacterias del alimento (Chaves *et al.*, 2011). Este método también se utiliza para controlar la velocidad de algunas reacciones químicas y enzimáticas del alimento y además de las velocidades de crecimiento y metabolismo de microorganismos deseables para la calidad del producto, por el cual, el proceso de enfriamiento se debe realizar inmediatamente después del sacrificio del animal, con una posterior desinfección, para bajar la carga inicial de bacterias a valores permitidos. Las temperaturas adecuadas de refrigeración deben ser de -2°C a 4°C que regularmente se utiliza para la circulación de aire frío continua (Cabrera, 2006).

3.1.1.2. Congelación.

Con la congelación a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ o temperaturas inferiores a esta, se genera las formaciones de cristales de hielo en cárnicos, en el que, el cambio del estado del agua en hielo impide que los microorganismos puedan aprovechar el agua líquida para su metabolismo (Cabrera, 2006), cuando la congelación se realiza de manera correcta y rápida, no podrá generar cambios radicales en el producto como: su tamaño, forma, textura, color y sabor, utilizando sistemas con alta velocidad de aire y a una temperatura de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, los cristales de agua formados son microscópicos y no podrán expandirse durante la descongelación para romper la estructuras del alimento. Teniendo en cuenta lo anterior, sino se controla adecuadamente este método, se producen cambios al romper emulsiones, desnaturalizar proteínas y causa otros daños tanto físicos como químicos (Dergal, 1990).

“Los ciclos de congelamiento – descongelamiento, son muy dañinos para la mayoría de los alimentos y causan la desnaturalización y la agregación de sus proteínas (Dergal, 1990).

3.1.1.2.1. **Congelación rápida.** Cuando la congelación se realizó de manera más rápida, se utilizó sistemas con alta velocidad de aire y a una temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, los cristales de agua serán microscópicos, y no podrán expandirse durante la descongelación, para romper la estructura de la fibra muscular del producto y permitiendo conservar sus características organolépticas.

Existen varios sistemas de congelación rápida empleadas en la industria avícola, de las cuales se trabajó las siguientes el IQF (Individual Quick Freezing) y el túnel.

3.1.1.2.2. **Congelación en IQF (Individual Quick Freezing).** Se le conoce por su sigla en inglés como IQF a “Individual Quick Freezing”. Este método acomoda las

piezas individuales en forma ordenada para una congelación, permitiendo una manipulación posterior de cada presa. Cuando la congelación es individual es mucho más rápida, lo que da menos tiempo al crecimiento de las bacterias tratadas. Seguidamente, el producto es transportado mediante una banda en un túnel en forma de espiral, a través del cual se pone en contacto con corrientes de aire intensas, un aire que comprende unas temperaturas de -10°C a -30°C , durante un tiempo estimado de 20 a 25 minutos obteniendo un producto completamente congelado (Cabrera, 2006).

3.1.1.2.3. ***Congelación en Túnel.*** Los túneles de congelación contienen una estructura cerrada, fabricadas con materiales de alta calidad para minimizar cualquier pérdida de frío. La estructura básica está formada por paneles aislantes en acero inoxidable y aluminio, en cuyo interior se va a producir la congelación del producto. En su fabricación resulta fundamental controlar el aislamiento térmico y minimizar las pérdidas de frío; haciendo que su aspecto importante en su diseño y fabricación sea la facilidad de acceso para su limpieza y mantenimiento. los túneles de congelación permiten el enfriamiento rápido del producto con un tiempo determinado de 3 horas aproximadas, hasta que el producto alcance los 0°C para su conservación posterior en cámaras de almacenamiento y su salida a la cadena de distribución.

Los túneles de congelación son ampliamente utilizados en industrias cárnicas, de pescados y mariscos, de comidas preparadas y en el sector de verduras congeladas, estos túneles permiten la congelación del producto de forma rápida y en un ambiente controlado, permitiendo una congelación homogénea, obteniendo productos con sus propiedades iniciales, sabor y

texturas; tras la descongelación y evitando la formación de grandes cristales de hielo. (Novofri, 2019)

3.1.1.3. Marinado del Pollo.

El Fondo Nacional Avícola citado por (Silva y Jaramillo, 2001) el marinado del pollo es el proceso mediante el cual se incorpora a la carne sustancias de uso permitido, para impartirles suavidad y sabor, prolongando su vida útil. Además, someter cualquier carne a una solución de agua, sal y otros ingredientes, es una técnica utilizada para mejorar el sabor, textura y vida útil del alimento. Dicha solución recibe el nombre de salmuera, y al aplicarla en carnes se llama marinar. en el ámbito industrial, las salmueras vienen en una amplia variedad de opciones, dependiendo de las necesidades del productor y de las características de valor que quiera darle a su producto. También, este método cuenta con otros modos de aplicación, como: inmersión, masajeo o inyección, siendo este último el más común y rentable en la avicultura.

Por su parte, (Barajas, 2020) sostiene que el marinado por inyección es el más usado, ya que permite una aplicación consistente más rápida y con mayor éxito en la absorción de la salmuera. Presentemente la tecnología de máquinas inyectoras con agujas en acción simultánea, facilita dosificar uniformemente la salmuera en el pollo, y la adecuada recirculación de la misma solución. En este proceso suelen participar cilindros de masajeo que golpean suavemente al pollo, luego del inyectado para cerrar inmediatamente el poro de aplicación, esto antes de someter el producto a su empaquetado y congelamiento.

3.1.2. Generalidades de *Campylobacter* spp

Actualmente según (Casey, Fitzgerald, Lucey, 2017) citado por (Kürekci *et al.*, 2021) “hay 32 especies y 13 subespecies del género *Campylobacter*, reconocido como el agente más común de gastroenteritis aguda en humanos, siendo la causa más prevalentes y frecuentes de infecciones relacionadas con los alimentos en todo el mundo” (Kürekci *et al.*, 2021). Su capacidad para multiplicarse en una atmósfera que contiene casi un 10 % de CO₂ y un 5 % de O₂, con un rango de temperatura de 30 a 46 °C, los distingue de otros patógenos transmitidos por los alimentos. Donde se ha observado una mayor incidencia de infecciones por *Campylobacter* tanto en países desarrollados como subdesarrollados.

La mayoría de los casos humanos que presentan gastroenteritis, presentan diarrea acuosa o sanguinolenta aguda, dolor abdominal, vómitos, fiebre y deshidratación. Entre la cual las especies conocidas de *Campylobacter*, *Campylobacter jejuni* es la más prevalente y se asocia con frecuencia a diarrea u otras infecciones bacterémicas (Instituto Nacional de Salud., 2013).

Otras especies como *C. coli*, *C. lari* y *C. upsaliensis*, indica (Chucwu *et al.*, 2019), también han sido implicadas en casos de gastroenteritis. *Campylobacter* son altamente patogénicos, capaces de causar otras complicaciones de salud como infecciones del tracto urinario, septicemia o algunas neuropatías, incluida la artritis reactiva, el síndrome de Guillain-Barré (GBS), el intestino irritable y el síndrome de Miller Fisher (MFS).

El (Instituto Nacional de Salud., 2013), asegura que *Campylobacter* spp., es un bacilo Gram negativo, no esporulado, flagelado, de morfología delgada y en forma de coma. su tamaño puede oscilar entre un ancho de 0,2 a 0,9 µm y un largo de 0,5 a 5,0 µm”. usualmente

contiene un flagelo en uno o ambos polos (monótrico o anfítrico); conservando una alta motilidad de forma helicoidal con giros sobre su eje longitudinal y frecuencia cambios opuestos de dirección; En la medida que el microorganismo envejece la célula adquiere una forma cocoide. Estos microorganismos pertenecen al filo Proteobacteria, clase Epsilonproteobacteria, orden Campylobacterales, familia Campylobacteraceae.

También, *Campylobacter* sp., es una bacteria ubicua que se encuentra frecuentemente en el tracto gastrointestinal de animales, especialmente aves, y en el ambiente incluyendo agua. La temperatura ideal de crecimiento de las especies del género *Campylobacter*, oscila entre 37 °C y 42 °C. *Campylobacter jejuni* y *C. Coli* son termotolerantes los cuales crecen mejor a 42°C, pero son incapaces de crecer por debajo de 30° C o por encima de 45°C. En condiciones óptimas, su multiplicación es lenta, con tiempos de generación de una hora sobrevive mejor en refrigeración 4°C o inferior, que a temperatura ambiente. El congelamiento por debajo de 0 °C no inactiva a *C. jejuni* instantáneamente, en este sentido las temperaturas de congelación reducen la carga inicial en un ciclo logarítmico para luego extenderse en una reducción gradual durante el almacenamiento que varía en relación con el tipo de alimento y temperatura. (Instituto Nacional de Salud., 2013)

3.1.3. Generalidades de *Salmonella* spp

La Salmonelosis es una de las causas más importantes de gastroenteritis en las personas producida por el consumo de alimentos contaminados. Aunque son variados los productos que presentan un riesgo para el consumidor, son los derivados de las aves, representados por la carne y huevos, los principales responsables de los brotes de gastroenteritis en la mayoría de los países (Luque *et al.*, 2012).

Por su parte, (Agudelo y Forero, 2018) la definen como una bacteria perteneciente a la familia Enterobacteriáceas, bacilo Gram negativo, en su mayoría intracelulares facultativos; pueden ser aerobias y anaerobias, son oxidasa negativa, su crecimiento oscila entre 7- 48 °C, su pH óptimo de crecimiento es de 4 y 7 (23, 26). Generan enfermedades entéricas tanto en los seres humanos como en los animales, (1, 2, 24). Se clasifican en dos especies: *Salmonella bongori* y *Salmonella entérica*, esta última a su vez se divide en 6 subespecies: Subespecie I = subespecie enterica Subespecie II = subespecie salamae Subespecie IIIa = subespecie arizonae Subespecie IIIb = subespecie diarizonae Subespecie IV = subespecie houtenae Subespecie VI = subespecie indica. las cuales se diferencian por características bioquímicas. (p. 21)

La clasificación de *Salmonella* en diferentes serovares o serotipos se realiza en función de la estructura antigénica y actualmente se reconocen más de 2500 serovares, Aunque clásicamente se reconocen tres tipos de antígenos, somáticos (O), flagelares (H) y de superficie (Vi), la serotipificación de *Salmonella* entérica involucra fundamentalmente a los antígenos somáticos y los flagelares. Los antígenos somáticos se encuentran en el Lipopolisacárido situado en la membrana externa, el cual está formado por polisacáridos (60%), lípidos (20.30%) y hexosaminas (3,5-4%). Estos antígenos somáticos se clasifican en antígenos mayores, que son aquellos que identifican un serogrupo, y en antígenos menores, que son aquellos que tienen un valor discriminatorio menor. Los antígenos flagelares están formados por las flagelinas, proteínas de alto peso molecular que forma parte del filamento del flagelo. En total existen más de 60 antígenos flagelares reconocidos, producidos por cambios en la estructura primaria de las flagelinas (contenido y orden de aminoácidos). (Agudelo y Forero, 2018) aseguran que “la mayoría de las cepas de *Salmonella* expresan dos

fases flagelares, pero también se conocen variantes afásicas, monofásicas y trifásicas. El antígeno capsular es un homopolímero lineal constituido por ácidos N-acetilglucosaminourónico. Se encuentra en sólo tres serovariedades: *S. typhi*, *S. paratyphi* y en algunas cepas de *S. dublin*”.

3.2. Marco Legal

Dentro de la investigación llevada a cabo, es importante mencionar que existen normas constituyentes y legítimas en las cuales se establecen la cría, el manejo y la comercialización de las aves en canal; así como requisitos sanitarios que garanticen la salud del ser humano.

Decreto Número 1500:2007

En este se establece el reglamento técnico por el cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que deben ser cumplidos a lo largo de todas las etapas de la cadena alimentaria; este sistema está basado en el análisis de riesgos y tiene por finalidad proteger la vida, la salud humana y el ambiente para prevenir las prácticas que puedan inducir a error, confusión o engaño a los consumidores. (Ministerio de la Protección Social, 2007)

Resolución 00402 de 2002

En la Resolución 00402 del 10 de abril de 2002, el Ministerio de salud expide los requisitos de vigilancia sanitaria para la comercialización de aves beneficiadas enteras, despresadas y/o deshuesadas sometidas a técnicas de marinado. (Ministerio de Salud, 2002).

Resolución 242 de 2013

Establece los requisitos sanitarios para el funcionamiento de las plantas de beneficio de aves de corral, desprese y almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación de carne o productos cárnicos comestibles.

Resolución 2690 de 2015

Por la cual se establecen las directrices para la formulación del Programa de Verificación Microbiológica del Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne y Productos Cárnicos Comestibles.

4. ANTECEDENTES

Para la veracidad de este proyecto de investigación, es fundamental tener referentes como los siguientes trabajos de investigación orientados hacia el estudio de la prevalencia de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp en el pollo entero marinado, presa marinada y materia prima.

4.1.1. Antecedentes documentales internacionales

El siguiente trabajo de ámbito internacional es realizado en Estados Unidos en la península de Delmarva de Delaware y tiene el siguiente título: Una revisión de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp en la carne de pollo de engorde: desafíos emergentes y medidas de seguridad alimentaria. Esta investigación fue desarrollada por (Thames y Theradiyil, 2020) estudiosos de la Universidad Estatal de Mississippi en el Departamento de Ciencias Avícolas. El propósito de esta investigación gira en torno a brindar información sobre los últimos desafíos en el procesamiento de pollos de engorde que plantean *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp y analizar los avances modernos en las intervenciones antimicrobianas.

Los autores plantean su investigación partiendo del establecimiento de la primera planta de procesamiento de pollos de engorde en los Estados Unidos en la península de Delmarva de Delaware en el año 1937. “Los clientes pudieron comprar pájaros a los que se les quitaron las plumas y la sangre. En esta primera forma de procesamiento, las aves se vendían con la cabeza, las patas y las vísceras intactas. Durante la Segunda Guerra Mundial, la producción creció significativamente debido a la escasez de alimentos”. (Thames y Theradiyil, 2020) Además, plantean que una de las principales causas de enfermedades

transmitidas por los alimentos en los Estados Unidos es la *Salmonella*, una bacteria que se encuentra comúnmente en el tracto digestivo de los pollos infectados. Cada año, se informan en los Estados Unidos aproximadamente 1,35 millones de casos de salmonelosis, una infección por *Salmonella* no tifoidea, que comúnmente causa diarrea y fiebre. La carne de aves de corral contaminada es uno de los mayores contribuyentes a la salmonelosis.

El consumo de aves y productos cárnicos crudos sigue siendo la principal fuente de *Salmonella spp* en muchos países. Los estudios han informado que las aves de corral están asociadas con el 25 % de los brotes, enfermedades y hospitalizaciones causadas por un patógeno confirmado transmitido por los alimentos. El principal reservorio de *Salmonella spp* no tifoidea es el tracto intestinal de los animales, lo que conducirá fácilmente a la contaminación de diversos productos alimenticios. Como resultado, se sugirió que las aves de corral son el principal factor de riesgo para la salud humana, ya que permiten que las bacterias se transmitan fácilmente de los huevos de mesa y la carne de aves de corral a los humanos.

Los autores concluyen, que todavía se buscan formas de disminuir los recuentos de bacterias en la carne de aves a pesar de que se han producido muchos avances a lo largo de los años en el procesamiento de aves. Con las tecnologías actualmente bajo investigación, las medidas convencionales pronto pueden sufrir cambios significativos. A pesar de los desafíos que siguen surgiendo en torno a la seguridad alimentaria de la carne de ave, todavía se están descubriendo mejoras tecnológicas notables.

4.1.2. Antecedentes documentales nacionales

El trabajo de investigación realizado en Colombia por (Godoy *et al.*, 2012) titulado prevalencia de *Salmonella* spp en canales de pollo de engorde al por menor en Colombia. los autores recolectaron 1.003 muestras de canales de pollo de engorde de 23 departamentos, empleando un método de muestreo estratificado. La técnica empleada para el análisis de los enjuagues de las canales fue mediante el método de cultivo convencionales. El objetivo de esta investigación fue establecer la prevalencia de *Salmonella* en carne de pollo en los mercados minoristas y los datos recolectados, se emplearían en la industria avícola para mejorar las condiciones sanitarias de sus productos, además servirían para implementar estrategias para disminuir la contaminación por *Salmonella* a lo largo de la cadena alimentaria de la producción avícola.

La prevalencia de *Salmonella* spp fue del 27% en las muestras recolectadas de diferentes ciudades. Las muestras de pollo refrigeradas presentaron una prevalencia del 42%, mientras que en las muestras de pollo congeladas fue del 14%. Los autores concluyen, que en Colombia todavía hay oportunidades para reducir la presencia de este patógeno, empleando buenas prácticas agrícolas, la aplicación del sistema HACCP en toda la cadena de producción, procesamiento y comercialización de las aves de corral y a su vez en la mejora de la educación de los consumidores al momento de preparar estos alimentos para garantizar la seguridad alimentaria.

5. METODOLOGÍA

Las metodologías presentadas en este trabajo, son realizadas según procedimientos y normas internas establecidas por la empresa.

5.1. Toma de muestras: Se recolectaron en total 58 muestras durante los meses de marzo, abril y mayo. Estas corresponden a pollo entero marinado que ingresan a túnel de congelación durante aproximadamente 3 horas, presa marinada sometida a IQF durante 20 – 25 minutos y materia prima (costilla, rabadilla, hueso de pechuga, pescuezo, entre otras) que ingresan a túnel de congelación hasta alcanzar una temperatura de 0°C. Se tomaron dos tiempos de muestreo, antes y después del choque térmico en túnel/IQF y se analizaron por duplicado. Los parámetros que se tuvieron en cuenta para la recolección fueron: referencia del producto, lote de producción, tipo de conservación del producto (refrigerado – congelado), temperatura del producto y temperatura ambiente (túnel/frío). Para pollo entero marinado congelado se evaluó la prevalencia de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp en los días 1, 9, 15, 35 y 65 durante el almacenamiento a -18°C.

5.2. Análisis microbiológico de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp Para el análisis de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp se realizó un enjuague para cada muestra; para las muestras de pollo entero, se añadieron 400 mL de agua peptonada tamponada ISO (anexo 11), que contiene Hidrolizado enzimático de caseína 10,0 g, Cloruro de sodio 5,0 g, Fosfato dihidrogenado de potasio 1,5 g y Hidrogenofosfato de sodio dodecahidrato 9,0 g; se agitó en forma vigorosa por un minuto. Posteriormente se transfirieron 30 ml del enjuague a una bolsa estéril con 30 ml de agua peptonada tamponada ISO para *Salmonella* y se incubó a 37° C por 24 horas (anexo 1). Para el análisis de *Campylobacter* se realizó tomando 30 ml del enjuague, con 30 ml de caldo enriquecido para *Campylobacter* (anexo 10), que contiene peptonas,

extractos de carne, extracto de levadura, cloruro de sodio, ácido alfa-cetoglutarico, carbonato sódico metabisulfito de sodio, piruvato sódico y heptahidrato de sulfato ferroso, se incubó a 42°C por 24 horas. Cada muestra se etiquetó con la información apropiada (referencia del producto, lote y fecha estéril).

5.3. Detección e identificación molecular: Esta identificación se realizó empleando el ensayo de detección molecular de 3M, que contiene un kit con reactivos específicos para cada microorganismo. Cada kit contiene solución de lisis, controles y tubos de reacción para la amplificación. Para el control negativo (NC) (figura 1), se adicionó 20 µL del medio de cultivo correspondiente a cada microorganismo, para *Salmonella* spp se empleó caldo ISO y para *Campylobacter* spp caldo enriquecido específico. Las muestras se organizan consecutivamente según las posiciones de los tubos de lisis (figura 1), seguidamente se tomaron 20 µL de cada muestra y se añadieron a su respectivo tubo de lisis del kit. Los tubos de lisis (LS) se colocaron en el bloque térmico de detección molecular 3M a 100 ± 1 °C por 15 minutos.

Durante el calentamiento, la solución LS cambiará de rosa (frío) a amarillo (caliente), al terminar el tiempo se retiran los tubos de LS del bloque de calentamiento y se dejan enfriar en el bloque de enfriamiento durante al menos 5 minutos, cuando se enfríe, los tubos de LS vuelven a ser de color rosa. Se retiran los tubos del bloque de enfriamiento y se toman 20 µL de cada tubo se añaden a los tubos de reacción para la amplificación. Para el control positivo (RC) se añaden 20 µL del tubo de LS con caldo ISO (posición A1).

Finalmente, configurado el software de detección molecular de 3M, Colocamos la bandeja del cargador rápido de Detección Molecular 3M en el lector de placas 3M y se cierra

la tapa para iniciar el ensayo. Los resultados se proporcionan entre 60 y 75 minutos, aunque los positivos pueden detectarse antes y estos son analizados automáticamente por el software.

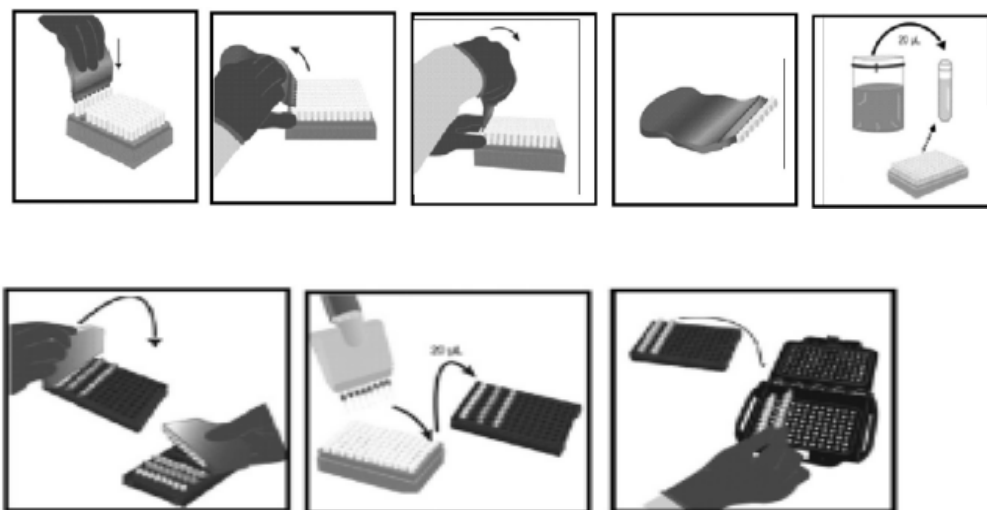
Los resultados positivos presuntivos se informan en tiempo real, mientras que los resultados negativos se obtienen una vez que se complete el tiempo de ejecución. Las muestras con un resultado positivo deben confirmarse usando medios selectivos para cada microorganismo y a su vez métodos bioquímicos y serológicos apropiados.

5.4. Aislamiento y confirmación de *Campylobacter* spp: Las muestras positivas en el ensayo de detección se siembran en agar campy food o CFA por sus siglas en inglés (anexo 6). Se incubó a 42° C por 24 horas en jarra de anaerobiosis utilizando sobres generadores especiales para atmósferas microaerófilas. Se realizaron pruebas bioquímicas de catalasa (anexo 5), oxidasa (anexo 3), tinción de Gram (anexo 4) y motilidad para su confirmación (anexo 7).

5.5. Cuantificación de *Salmonella* spp usando el método de Número más probable (NMP): Las muestras positivas en el ensayo de detección molecular posteriormente se analizaron por la técnica de NMP miniaturizado. Se realizaron diluciones seriadas de 10^0 a 10^{-3} de cada muestra; iniciando de la dilución 10^0 (30 mL muestra+30 mL caldo ISO), luego se adicionaron 100µL de la muestra en eppendorf que contenían 900 µL de caldo ISO. En una placa microtituladora se añadió 250 µL de agar semi-sólido Rappaport a cada pocillo por triplicado, seguidamente se añadió 50 µL de cada dilución en cada pocillo y se incubó a 42°C por 48 horas (anexo 9). Terminado el tiempo de incubación se observaron los pocillos, los que presentaron viraje de color (de verde a blanco) se aislaron en agar XLT4 (Xylose-Lysine-Tergitol 4) y se incubaron a 37°C por 24 horas (anexo 8). Las colonias presuntivas correspondientes a *Salmonella* spp se confirmaron con Antisueros *Salmonella* O, como

prueba de aglutinación en portaobjetos para la identificación de *Salmonella* mediante antígenos somáticos (O) y tinción de Gram (anexo 2). La lectura se realizó por medio de la tabla de NMP para series de tres tubos.

Figura 1. Técnica de detección molecular 3M.



tomado de método oficial usado por la AOAC.

5.6 Análisis estadístico: se calculó el logaritmo del NMP del choque térmico antes y después de túnel/ IQF. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un pvalor <0.05 para determinar si los tratamientos tenían un efecto sobre *Salmonella* spp; posteriormente se determinó mediante la prueba de Tukey si existían diferencias significativas entre los tratamientos. Los datos se analizaron con el paquete estadístico R studio versión 4.1.3.

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL LABORATORIO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Repiques en tubos y cajas																												
Recuento de bacterias ácido lácticas en petrifilm																												
Recuento de mohos y levaduras																												
Control de bioindicadores de autoclaves																												
Confirmación de <i>Campylobacter</i>																												
Confirmación de <i>Salmonella</i>																												
Montaje de aguas y Hielos de plantas, granjas por NMP																												
Filtración por membrana de plantas y granjas en 3M																												
Montaje de letheen (LyD) equipos, operarios, huevos, vehiculos, etc.																												
Registro de resultados																												
Control Cepario R2 a R3																												
Promoción de crecimiento de cepas																												
Montaje de plumón																												
Montaje de enjuagues por NMP miniaturizado para <i>Salmonella</i>																												
Auxiliar de apoyo de laboratorio																												
ACTIVIDADES DE TRABAJO DE GRADO																												
Planteamiento del problema																												
Busqueda bibliográfica																												
Recolección de muestras																												
Aplicación de Metodología																												
Recolección de resultados																												
Análisis de resultados																												
Conclusiones																												
Informe final																												

Fuente: (Gutiérrez, 2022)

7. RESULTADOS Y DISCUSION

La prevalencia de *Campylobacter* spp y *Salmonella* spp se evaluó antes y después en los métodos de túnel e IQF de congelación rápida. En la tabla 1, se obtienen los resultados de muestras de pollo entero marinado, tabla 2 materia prima y tabla 3 presa marinada. Los resultados se analizaron teniendo en cuenta el tipo de muestra, etapa del proceso, tiempo y temperatura antes y después del choque térmico. Los recuentos de *Salmonella* spp se realizaron empleando la tabla de número más probable (NMP) y el resultado expresado en log₁₀.

Tabla 1. Resultados microbiológicos de pollo entero marinado

Ref. Producto	Etapas	Tipo de Choque	Tiempo de Choque	T° ambiente tunel/IQF	Lote	T° Producto	T° Conservación	<i>Campylobacter spp</i>	<i>Salmonella spp</i>	NMP/mL	Log10
Pollo entero	Antes			10	O61	2,6	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
	Después	Tunel	3 horas	-14	O61	-2	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			10	O61	2,8	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-14	O61	-2	Refrigerado	negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			11	O62	3	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.2=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-15	O62	-2	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
Pollo entero	Antes			11	O62	3	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.2.2=210	2,32
	Después	Tunel	3 horas	-15	O62	-2	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			11	O81	2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-13	O81	-1,8	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			11	O81	2,4	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
	Después	Tunel	3 horas	-13	O81	-1,8	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			10	O84	2,8	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.3.3.0=240	2,38
	Después	Tunel	3 horas	-15	O84	-2	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.1.2.1=15	1,18
Pollo entero	Antes			10	O84	3	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
	Después	Tunel	3 horas	-15	O84	-2	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			11	109	2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	1.1.2.1=15	1,18
	Después	Tunel	3 horas	-14	109	-2	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			11	109	2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-14	109	-2	Refrigerado	Positivo	Positivo	0.0.2.0=6,2	0,79
Pollo entero	Antes			10	110	4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-10	110	-2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
Pollo entero	Antes			10	110	4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.2=1100	3,04
	Después	Tunel	3 horas	-10	110	-2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.1=460	2,66
Pollo entero	Antes			10	111	3,6	Refrigerado	Negativo	Positivo	2.2.1.2=27	1,43
	Después	Tunel	3 horas	-13	111	-2	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			10	111	3,6	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
	Después	Tunel	3 horas	-13	111	-2	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			11	131	2,4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.2.1.0=15	1,18
	Después	Tunel	3 horas	-14	131	-1,8	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			11	131	2,6	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
	Después	Tunel	3 horas	-14	131	-1,8	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pollo entero	Antes			11	132	2,4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.2.2=210	2,32
	Después	Tunel	3 horas	-13	132	-1,6	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.2.1.1=20	1,3
Pollo entero	Antes			11	132	2,6	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.3.2.2=210	2,32
	Después	Tunel	3 horas	-13	132	-1,4	Refrigerado	Negativo	Positivo	2.3.2.1=150	2,18

Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Tabla 2. Resultados microbiológicos de materia prima

Ref. Producto	Etapas	Tipo de Choque	Tiempo de Choque	T° ambiente tunel/IQF	Lote	T° Producto	T° Conservación	Campylobacter sp	Salmonella sp	NMP/mL	Log10
Costilla	Antes			11	O66	2	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.2.2.0=21	1,32
	Después	Tunel	3 horas	-15	O66	-2	Refrigerado	Positivo	Positivo	1.0.0.0=2	0,3
pescuezo sin piel	Antes			11	O66	2	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.1.0=43	1,63
	Después	Tunel	3 horas	-15	O66	-1	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.2.1.2=27	1,43
Costilla campesina	Antes			12	O68	1	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
	Después	Tunel	3 horas	-15	O68	-2	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Rabadilla	Antes			12	O68	1	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
	Después	Tunel	3 horas	-15	O68	-2	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
pescuezo sin piel	Antes			10	O69	2	Refrigerado	Positivo	Positivo	1.1.1.1=11	1,04
	Después	Tunel	3 horas	-20	O69	-1	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Rabadilla	Antes			10	O69	1,6	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
	Después	Tunel	3 horas	-20	O69	-0,2	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
pescuezo sin piel	Antes			11	B00122087	2	Refrigerado	Positivo	Positivo	0.2.3.1=36	1,56
	Después	Tunel	3 horas	-10	B00122087	-2	Refrigerado	Positivo	Positivo	0.2.3.0=29	1,46
Rabadilla	Antes			11	B00122087	2,2	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
	Después	Tunel	3 horas	-10	B00122087	-2	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Hueso pechuga	Antes			10	B00122089	2,2	Refrigerado	Negativo	Positivo	1.3.3.3=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-12	B00122089	-1,6	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.3.2.0=93	1,97
pescuezo sin piel	Antes			10	B00122089	2	Refrigerado	Positivo	Positivo	2.3.3.3=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-12	B00122089	-1,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	2.3.1.1=75	1,88
Costilla	Antes			10	115	2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-13	115	-1	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.1.2=120	2,01
Rabadilla	Antes			10	115	2,4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.2=1100	3,04
	Después	Tunel	3 horas	-13	115	-1	Refrigerado	Positivo	Positivo	0.0.0.0=2	0,3
Costilla	Antes			10	117	2	Refrigerado	Negativo	Positivo	2.2.2.2=35	1,54
	Después	Tunel	3 horas	-12	117	-1,6	Refrigerado	Negativo	Positivo	2.1.2.0=11	1,04
Rabadilla	Antes			10	117	2	Refrigerado	Negativo	Positivo	0.0.1.1=6.1	0,78
	Después	Tunel	3 horas	-12	117	-1,4	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Costilla	Antes			11	136	2	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.2.1.0=15	1,18
	Después	Tunel	3 horas	-14	136	0	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Rabadilla	Antes			11	136	2,2	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-14	136	-0,2	Refrigerado	Negativo	Positivo	2.2.3.1=36	1,56
Hueso pechuga	Antes			11	137	2,2	Refrigerado	Positivo	Positivo	0.1.0.0=3.6	0,56
	Después	Tunel	3 horas	-13	137	-1,2	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Ala maltrato	Antes			11	137	2,4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-13	137	-1	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.1.2=150	2,18
Costilla	Antes			10	139	2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	Tunel	3 horas	-14	139	-1,8	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.2.2.0=21	1,32
Rabadilla	Antes			10	139	2	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.0.2=64	1,8
	Después	Tunel	3 horas	-14	139	-2	Refrigerado	Positivo	Positivo	2.2.2.1=36	1,55

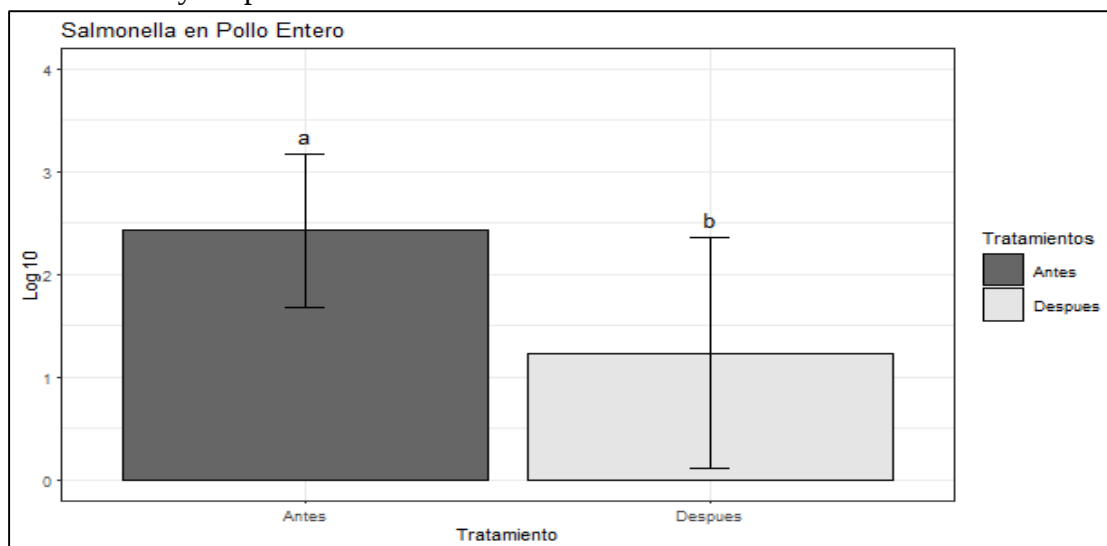
Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Tabla 3. Resultados microbiológicos de presa marinada

Ref. Producto	Etapas	Tipo de Choque	Tiempo de Choque	T° ambiente tunel/IQF	Lote	T° Producto	T° Conservación	<i>Campylobacter</i> spp	<i>Salmonella</i> spp	NMP/mL	Log10
Colombinas	Antes			10	O73	2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	22 Minutos	-16	O73	-1,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.2.2.0=21	1,32
Alas pasabocas	Antes			10	O73	2,4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	22 Minutos	-16	O73	-1,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.2.2.2=35	1,54
Media pechuga	Antes			9	O75	3	Refrigerado	Positivo	Positivo	2.3.1.0=43	1,63
	Después	I.Q.F	23 minutos	-13	O75	-2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	0.0.1.1=6.1	0,78
Pernil sin piel	Antes			9	O75	2,8	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.2.3=290	2,46
	Después	I.Q.F	23 minutos	-13	O75	-2,6	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.1.0.0=3.6	0,56
Piernas con piel	Antes			2,0	B00222094	16	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
	Después	I.Q.F	20 Minutos	-16	B00222094	0,2	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Mixto	Antes			2	B00222094	1,4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	20 Minutos	-16	B00222094	0,2	Refrigerado	Negativo	Positivo	0.1.0.0=3.6	0,56
Coditos	Antes			1	B00222096	2	Refrigerado	Positivo	Positivo	2.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	25 Minutos	-28	B00222098	-1,6	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Piernas sin piel	Antes			11	B00222097	3,2	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	25 Minutos	-28	B00222099	-2	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Piernas sin piel	Antes			10,8	122	2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	20 Minutos	-27	122	-0,2	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.2=1100	3,04
Pernil sin piel	Antes			10,6	122	2,4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	20 Minutos	-27	122	-0,8	Refrigerado	Negativo	Positivo	1.0.0.0=3.6	0,55
pechuga sin piel	Antes			10,8	123	2,4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	22 Minutos	-25	123	0	Refrigerado	Positivo	Positivo	0.0.0.0=2	0,3
Alas Friday	Antes			10,8	123	2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	22 Minutos	-25	123	-0,2	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
Churrasco con piel	Antes			10,6	129	2,6	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.3.3.2=1100	3,04
	Después	I.Q.F	25 Minutos	-27	129	-1,8	Refrigerado	Negativo	Positivo	2.2.3.1=36	1,56
Churrasco sin piel	Antes			10,6	129	2,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	0.1.0.1=7.2	0,86
	Después	I.Q.F	25 Minutos	-27	129	-1,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	1.0.1.0=3	0,48
Media pechuga	Antes			11	143	2	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	25 Minutos	-20	143	-1,6	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.1=460	2,66
Piernas sin piel	Antes			11	143	2,4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	25 Minutos	-20	143	-1,2	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.3.1.2=120	2,01
Coditos	Antes			11	144	2	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.2.3=290	2,46
	Después	I.Q.F	25 Minutos	-20	144	-1	Refrigerado	Positivo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Pierna pernil	Antes			10,8	144	2,2	Refrigerado	Negativo	Positivo	3.2.1.1=20	1,3
	Después	I.Q.F	25 Minutos	-20	144	-1,4	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Churrasco con piel	Antes			10	146	2,4	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	25 Minutos	-20	146	-2	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
Alas pasabocas	Antes			10,6	146	2	Refrigerado	Positivo	Positivo	3.3.3.3=1200	3,08
	Después	I.Q.F	25 Minutos	-20	146	-1,8	Refrigerado	Negativo	Negativo	0.0.0.0=2	0,3

Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Figura 2. Efecto del choque térmico sobre la prevalencia de *Salmonella* spp en pollo entero marinado antes y después del túnel.



Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Nota. Eje Y: logaritmo del NMP. Eje X: antes y después del choque térmico. Diferente letra indica diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba de medias Tukey.

Los resultados obtenidos en las muestras de pollo entero, antes y después del túnel, se representan en la Figura 2. En la que se evidencia que el tratamiento de choque térmico en el túnel; tuvo un efecto en la reducción logarítmica de 1.192 Log₁₀ de *Salmonella* spp., así mismo, estadísticamente se presentan diferencias significativas según Tukey ($P < 0.05$)

Tabla 4. Resultados del análisis de varianza de las muestras de pollo entero marinado.

Etapa	Media	Desviación estándar	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F valor	P(>F)	Grupo
ANTES	2.428462	0.7443324	1	9.24	9.24	10.16	0.00396	a
DESPUES	1.236154	1.1248077	24	21.83	0.91			b

Fuente: (Gutiérrez, 2022)

En la tabla 4. La media de los resultados logarítmicos obtenidos antes y después fue de 2.428462 y 1.236154, respectivamente. La desviación estándar en los tratamientos presenta una baja dispersión de los datos logarítmicos.

Está visto que el uso de procesos a bajas temperaturas ha sido empleado en la industria alimentaria para retardar las reacciones químicas y enzimáticas de los alimentos, permitiendo su conservación, además permite controlar la proliferación de microorganismos patógenos, ya que durante este proceso se desprovee el agua disponible en las estructuras celulares e intercelulares se congela, formando pequeños cristales de hielo y de este modo, logrando la deshidratación e impidiendo la actividad metabólica de las células (Hammad *et al.*, 2021).

Después de la congelación, la reducción logarítmica de *Salmonella* spp se podría atribuir a lesiones de los componentes celulares causados durante la congelación, como aumento de la viscosidad provocando desaparición de gases citoplasmáticos como el O₂ y el CO₂ y de esta manera suprimir las reacciones metabólicas (Ricke *et al.*, 2018). Estos resultados se contrastaron con el estudio de (Chaves *et al.*, 2011) quienes encontraron una reducción significativa $p < 0,05$ de 1 Log₁₀ ufc/mL de *Salmonella* spp y *E. coli* en muestras de pechuga sin piel y muslos de pollo después de la congelación.

Algunos estudios realizados señalan que *Salmonella* spp puede sobrevivir a bajas temperaturas por ciertos periodos de tiempo y su prevalencia va depender de los componentes alimenticios como el contenido de grasa que puede generar un tipo de efecto protector durante los procesos de congelación (UERIA 2011).

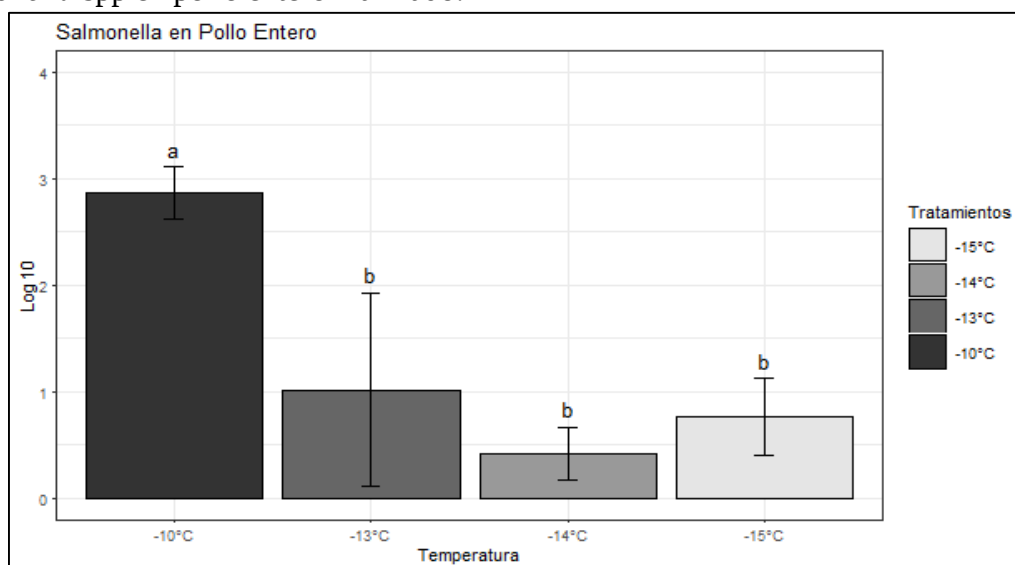
Tabla 5. Efecto de las temperaturas del túnel sobre la reducción logarítmica de *Salmonella* spp, en pollo entero marinado.

Temperaturas del túnel	Media	Desviación estándar	grupo
-10°C	2.8700	0.2424	a
-13°C	1.0200	0.9056	b
-14°C	0.4225	0.2450	b
-15°C	0.7650	0.3604	b

Fuente: (Gutiérrez, 2022)

En la tabla 5, las temperaturas aplicadas en el túnel de congelación para pollo entero, indican que a temperatura de -10°C presento una media de 2.8700, mayor en comparación de las temperaturas de -13°C, -14°C y -15°C. la desviación estándar de 0.9056 fue mayor a -13°C evidenciando que las muestras tratadas a esta temperatura, presentaron mayor dispersión de los resultados.

Figura 3. Efecto de las diferentes temperaturas aplicadas en el túnel sobre la prevalencia de *Salmonella* spp en pollo entero marinado.

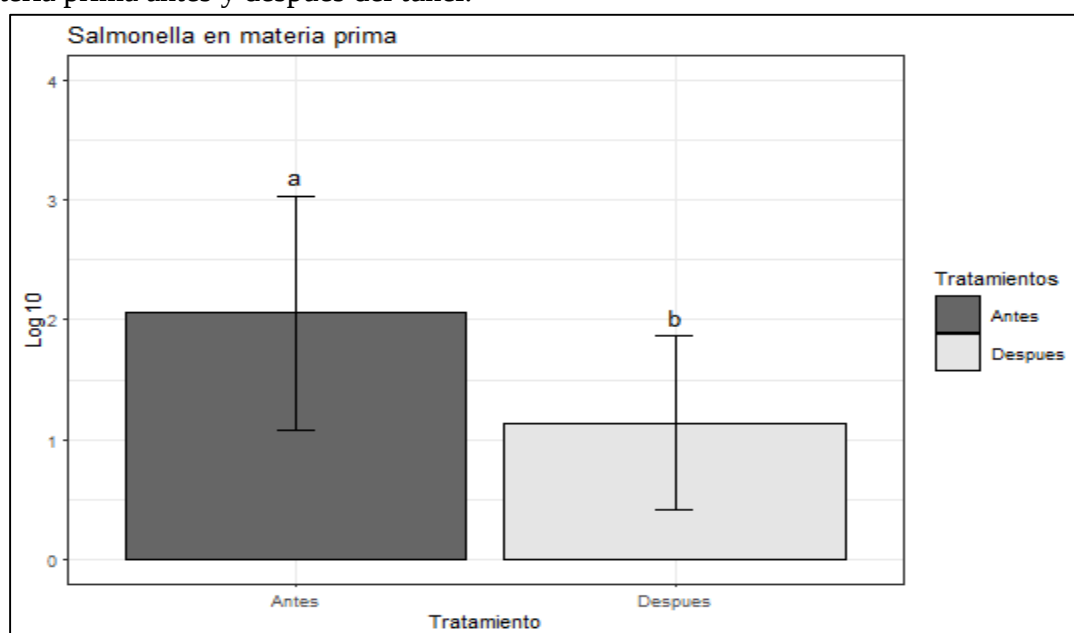


Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Nota. Eje Y: logaritmo del NMP. Eje X: temperatura del choque térmico. Diferente letra indica diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba Tukey.

En la Figura 3, se observa el comportamiento del tratamiento en túnel de congelación a temperaturas de -10°C , -13°C , -14°C y -15°C durante 3 horas, se observa que a temperatura de -13°C , -14°C y -15°C hay una disminución de los recuentos de *Salmonella* spp y presentan diferencias significativas en comparación a la temperatura de -10°C , de igual manera, el tratamiento a -14°C presenta la media con mayor reducción de todos los tratamientos de 0.4225, evidenciando que la temperatura adecuada para disminuir la prevalencia de *Salmonella* spp es a -14°C .

Figura 4. Efecto del choque térmico sobre la prevalencia de *Salmonella* spp en muestras de materia prima antes y después del túnel.



Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Nota. Eje Y: logaritmo del NMP. Eje X: antes y después del choque térmico. Diferente letra indica diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba Tukey.

La materia prima está compuesta por cortes de pollo (rabadilla, costilla, alas, etc.), empleadas para la elaboración de algunos derivados cárnicos después de un proceso de molido. Los resultados de materia prima antes y después del túnel, se presentan en la Figura 4. En la que se evidencia que el tratamiento de choque térmico en el túnel presentó un efecto en la reducción logarítmica de 0.9206 Log10. De igual manera, según la prueba Tukey ($P < 0.05$) se presentan diferencias significativas entre el antes y después de ingresar la materia prima al túnel de congelación Tabla 6.

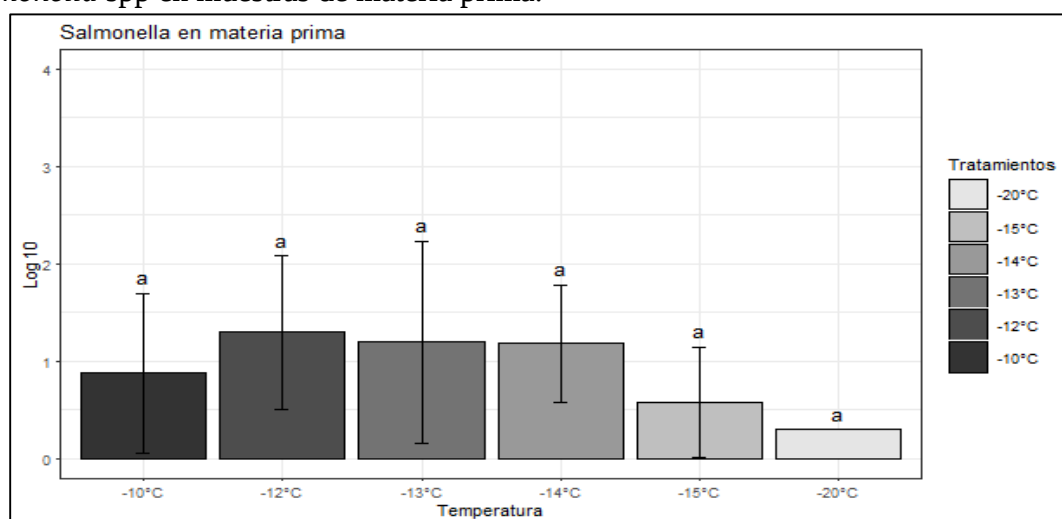
Tabla 6. Resultados del análisis de varianza de las muestras de materia prima.

ETAPA	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F VALOR	P(>F)	GRUPO
ANTES	2.058125	0.9738735	1	6.78	6.780	9.201	0.00496	a
DESPUES	1.137500	0.7248862	30	22.11	0.737			b

Fuente: (Gutiérrez, 2022)

En la tabla 6 los resultados del análisis de varianza en materia prima, la media y la desviación estándar fue mayor antes del tratamiento en túnel de congelación. Evidenciando el efecto de la congelación, en la reducción logarítmica de *Salmonella* spp.

Figura 5. Efecto de las diferentes temperaturas aplicadas en el túnel sobre la prevalencia de *Salmonella* spp en muestras de materia prima.



Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Nota. las letras iguales indican que no existe diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba Tukey.

Las muestras de materia prima fueron tratadas con diferentes temperaturas; -10°C , -12°C , -13°C , -14°C , -15°C y -20°C por un tiempo de 3 horas. En la Figura 5 se observa las diferentes temperaturas empleadas en el túnel y su efecto en la reducción logarítmica. De acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$), no se presentan diferencias significativas entre las temperaturas aplicadas sobre la reducción de *Salmonella* spp., tabla 7, esto podría estar relacionado en la toma de muestra, ya que no se tuvo en cuenta la aplicación de las temperaturas a una misma cantidad de muestras.

Tabla 7. Efecto de las temperaturas del túnel sobre la reducción logarítmica de *Salmonella* spp en materia prima.

Temperaturas del túnel	Media	Desviación estándar	grupo
-10°C	0.8800	0.8202	a
-12°C	1.2975	0.7858	a
-13°C	1.1975	1.0386	a
-14°C	1.1825	0.5986	a
-15°C	0.5825	0.5650	a
-20°C	0.3000	0.0000	a

Fuente: (Gutiérrez, 2022)

En la tabla 7, las temperaturas aplicadas en el túnel de congelación para materia prima, evidencian que las diferentes temperaturas aplicadas, no influyeron sobre la reducción logarítmica de este microorganismo, por lo tanto, no se puede estimar una temperatura adecuada que influya en la disminución de *Salmonella* spp en materia prima.

Tabla 8. Resultados del análisis de varianza de las muestras de presa marinada.

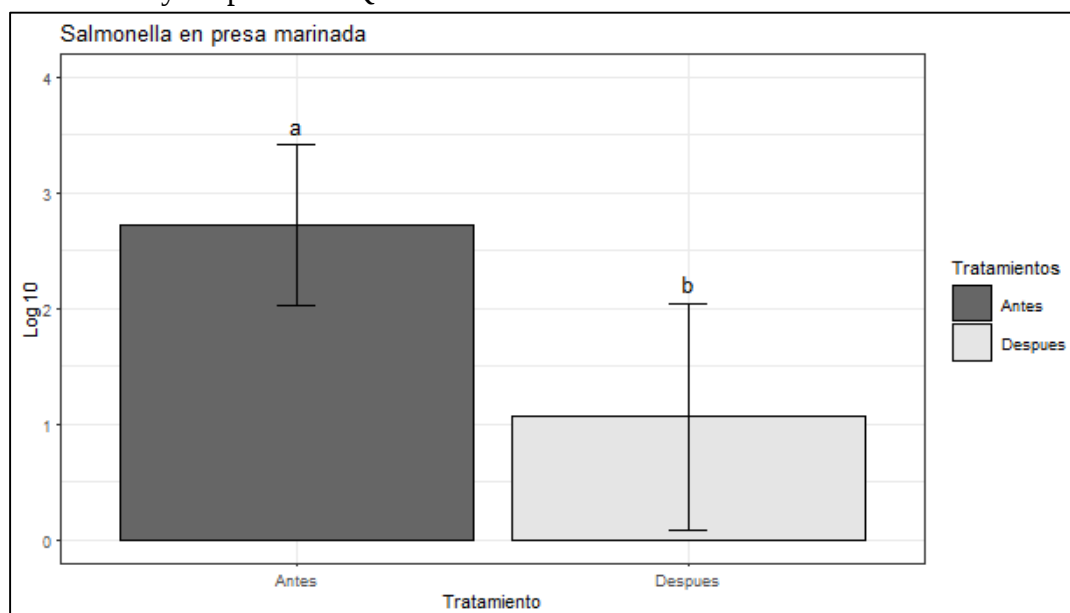
ETAPA	MEDIA	DESVIACION ESTANDAR	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	F VALOR	P(>F)	GRUPO
ANTES	2.725789	0.6906464	1	26.20	26.195	36.53	0,0000006	a

DESPUES	1.065263	0.9783454	36	25.82	0.717			b
---------	----------	-----------	----	-------	-------	--	--	---

Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Los resultados del análisis de varianza en presa marinada, la media fue menor después del choque térmico en IQF de 1.0652. la desviación estándar fue mayor después del IQF presentando mayor dispersión de los datos.

Figura 6. Efecto del choque térmico sobre la prevalencia de *Salmonella* spp en presa marinada antes y después del IQF.

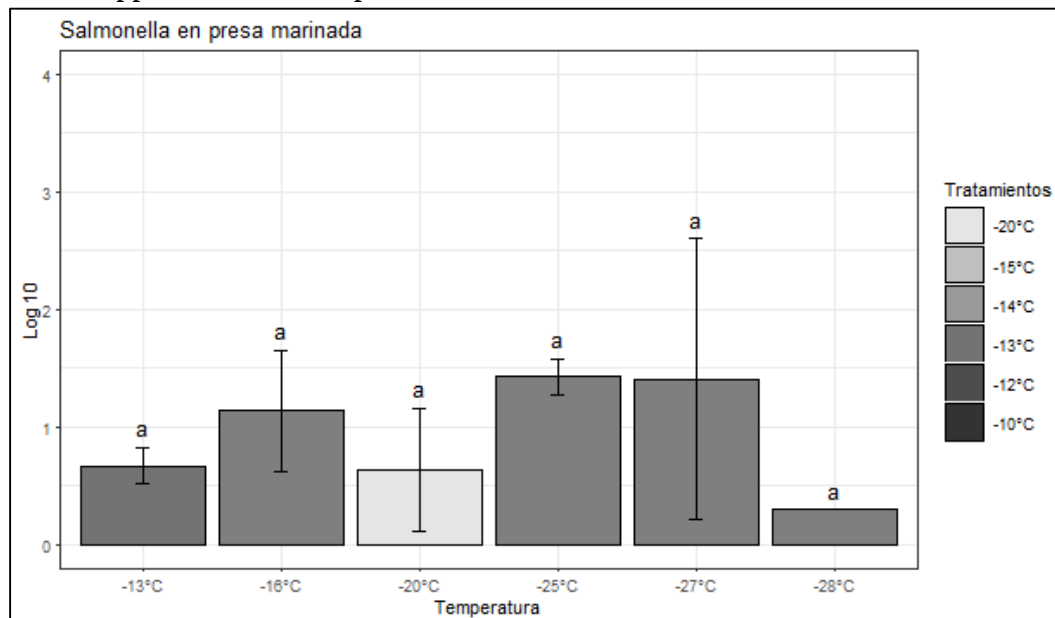


Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Nota. Eje Y: logaritmo del NMP. Eje X: antes y después del choque térmico. Diferente letra indica diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba Tukey

Las muestras de presa marinada antes y después del tratamiento en IQF, se representan en la Figura 6. Los resultados evidencian que el tratamiento de choque térmico en IQF; tuvo un efecto en la reducción logarítmica de 1.66 Log₁₀ de *Salmonella* sp., así mismo, estadísticamente se presentan diferencias significativas según la prueba de medias Tukey ($P < 0.05$) como se observa en la Tabla 8.

Figura 7. Efecto de las diferentes temperaturas aplicadas en el IQF sobre la prevalencia de *Salmonella* spp en muestras de presa marinada.



Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Nota. las letras iguales indican que no hay diferencias significativas ($p < 0.05$) de acuerdo con la prueba Tukey.

En la figura 7, se observa el comportamiento del tratamiento en IQF de congelación a temperaturas de -13°C, -16°C, -20°C, -25°C, -27°C y -28°C y su efecto en la reducción logarítmica de *Salmonella* spp durante un periodo de tiempo de 20 a 25 minutos. De acuerdo a la prueba de comparación de medias de Tukey ($p < 0.05$), no se presentan diferencias significativas entre las temperaturas aplicadas sobre la reducción de *Salmonella* spp Tabla 9. Por lo tanto, no es posible indicar una temperatura optima que influya en la reducción de este patógeno en presa marinada.

Tabla 9 Efecto de las temperaturas del túnel sobre la reducción logarítmica de *Salmonella* spp en presa marinada.

Temperaturas del túnel	Media	Desviación estándar	grupo
-13	0.6700	0.1555	a
-16	1.1400	0.5114	a
-20	0.6380	0.5270	a
-25	1.4300	0.1555	a
-27	1.4075	1.1949	a
-28	0.3000	0.0000	a

Fuente: (Gutiérrez, 2022)

En la tabla 7, las temperaturas aplicadas en el IQF de congelación presa marinada, evidencian que las diferentes temperaturas aplicadas, no influyeron sobre la reducción logarítmica de *Salmonella* spp, así mismo, no se puede estimar una temperatura adecuada que influya en la disminución de *Salmonella* spp al igual que materia prima.

Tabla 10. Resultados de la prevalencia de *Campylobacter* spp.

TIPO DE MUESTRA	N° DE MUESTRAS	ANTES TUNEL/IQF	DESPUÉS TUNEL/IQF
Pollo entero marinado	18	66,6%	55,5%
Materia prima	20	70%	75%
Presa marinada	20	90%	50%

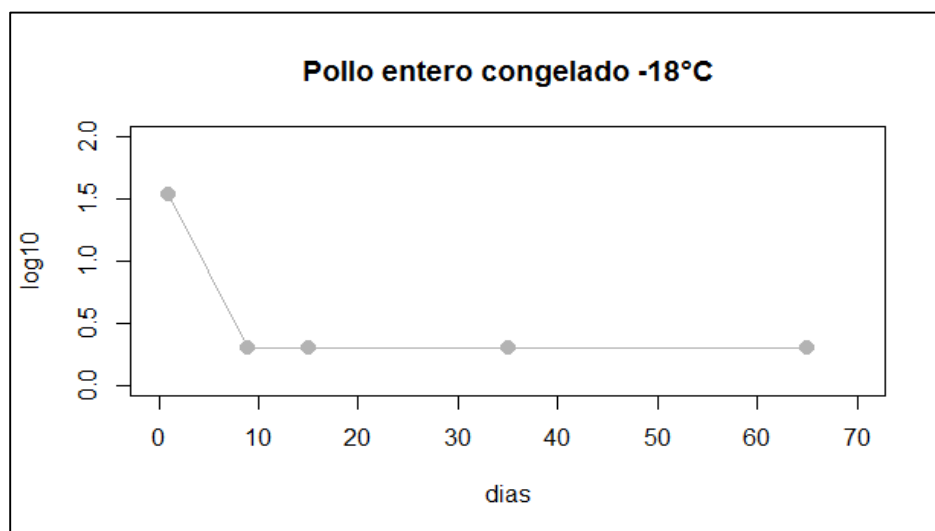
Fuente: (Gutiérrez, 2022)

La prevalencia de *Campylobacter* spp en pollo entero marinado antes y después del túnel fue del 66,6% y 55,5% respectivamente tabla 10, presentando una reducción de 11, 1% en el tratamiento después del túnel de congelación. En materia prima la prevalencia fue de 70% antes y 75% después, con una disminución del 5% después del choque térmico. En las muestras de presa marinada presento una prevalencia de 90% antes y 50 % después del choque térmico en IQF.

Se ha demostrado que los recuentos de *Campylobacter* spp en las canales de aves de corral disminuyen durante el almacenamiento refrigerado, pero a su vez, una parte de la población sobrevive en muestras de aves crudas o cocidas durante la refrigeración (instituto nacional de salud ministerio de salud y protección social, 2013). Así mismo, los componentes químicos y nutricionales como las proteínas, los ácidos grasos y los aceites presentes en las estructuras superficiales de la piel del pollo pueden mejorar la supervivencia de las bacterias contaminantes al inhibir la formación de cristales de hielo (Bhaduri y Cottrell, 2004).

Una comparación directa con otros autores sobre la prevalencia de *Campylobacter* spp. Un estudio realizado en un mercado inglés, aislaron *Campylobacter* spp en pollos enteros del 83% y un 86% en porciones de pollo (Jorgensen *et al.*, 2002). Otro estudio realizado por (Gomez *et al.*, 2016) sobre la prevalencia de *Campylobacter* spp y *Salmonella* spp en 76 muestras, detectaron la presencia de *Campylobacter* spp del 89% en pollo congelado y 74% en pollo fresco.

Figura 8. Prevalencia de *Salmonella* spp en pollo entero durante el almacenamiento a -18°C



Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Salmonella spp se evidenció al día 1 de almacenamiento con un recuento logarítmico de 1,54 log₁₀ tal como se evidencia en la Figura 8. En los días 9,15, 35 y 63, se redujo hasta niveles indetectables y su reducción podría deberse a causa de daños fisiológicos irreversibles que sufrieron las células durante estos tiempos de almacenamiento. Es posible que su reducción también se haya presentado a la carga microbiana inicial presente en la muestra.

Tabla 11. Resultados de muestras de pollo entero congelado a (-18°C), durante el almacenamiento.

LOTE	POLLO CONGELADO	NUMERO DE MUESTRA	LUGAR DE ALMACENAMIENTO	TIEMPO DE CONGELACION	TEMPERATURA DEL PRODUCTO	<i>Campylobacter</i> spp	<i>Salmonella</i> spp	log10
075	POLLO ENTERO	1	camara 4	1 día	(-18°C)	Positivo	2.2.2.2=35	1,54
075	POLLO ENTERO	2	camara 4	9 días	(-18°C)	Positivo	0.0.0.0=2	0,3
075	POLLO ENTERO	3	camara 4	15 días	(-18°C)	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
075	POLLO ENTERO	4	camara 4	35 días	(-18°C)	Negativo	0.0.0.0=2	0,3
075	POLLO ENTERO	5	camara 4	63 días	(-18°C)	Negativo	0.0.0.0=2	0,3

Fuente: (Gutiérrez, 2022)

Los productos de pollo crudo son una parte importante en el mercado de alimentos nacional e internacional. Los criterios de seguridad y las acciones posteriores en caso de incumplimiento, que atienden la presencia de *Salmonella* spp, dependen de la etapa de la cadena alimentaria, la sensibilidad del plan y método de muestreo y el tipo de método analítico. Debido a las implicaciones sanitarias y económicas de estos patógenos transmitidos por los alimentos, la industria alimentaria utiliza una variedad de tratamientos de conservación, que incluyen congelación (Chavez, 2011). Se evaluó la prevalencia de *Campylobacter* spp y *Salmonella* spp en pollo entero durante el almacenamiento a -18°C a los días; 1, 9, 15,35 y 63. La presencia de *Campylobacter* spp se presentó al día 1 y 9 Tabla 11.

Una investigación realizada por (Domínguez y Schaffner, 2009), estimaron la supervivencia de *Salmonella* sp en productos cárnicos y avícolas durante el almacenamiento en congelación -20°C por 16 semanas y los resultados han demostrado una supervivencia completa de este patógeno o una reducción mínima, ocasionando diversos grados de daño durante 90 días de almacenamiento. Estos resultados coincidieron con los reportados por (Escartin *et al.*, 2000). Realizaron ensayos en la reducción de *Salmonella* spp en la carne de cerdo congelada durante el almacenamiento. Los niveles de *Salmonella* spp se redujeron de 7–11 a 1,6 NMP/g durante un período de 22 semanas. En un segundo ensayo, los recuentos de *Salmonella* se redujeron de 1500 a 9000 a 2,3 MPN/g después de 42 semanas y un tercer ensayo los recuentos se redujeron de 2100 a 20 000 a solo 20 MPN/g después de 78 semanas de almacenamiento en congelación.

8. CONCLUSIONES

Del análisis microbiológico realizado, se puede concluir que el tratamiento de choque térmico en túnel e (IQF), tuvo un efecto en la reducción de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp en las muestras de pollo entero marinado, materia prima y presa marinada, por lo tanto, se evidencia que pueden ser utilizados como medida para control de esos peligros biológicos.

El tratamiento de choque térmico realizado en túnel presentó resultados significativos en la reducción de *Salmonella* spp en pollo entero marinado y materia prima después de la congelación. De igual manera, disminuyó la presencia de *Campylobacter* spp de las muestras analizadas. A su vez, las diferentes temperaturas aplicadas durante la congelación en túnel, tuvieron un efecto significativo en la reducción de *Salmonella* spp a una temperatura de -14°C en pollo marinado, sin embargo, en materia prima las temperaturas empleadas en el túnel no influyeron significativamente en la reducción de *Salmonella* spp.

El efecto de choque térmico realizado en túnel mostró resultados significativos en la reducción logarítmica de *Salmonella* spp y la presencia de *Campylobacter* spp en presa marinada, sin embargo, la aplicación de diferentes temperaturas del IQF no presentó un efecto significativo sobre la reducción de *Salmonella* spp.

Los resultados obtenidos de pollo entero congelado durante el almacenamiento a -18°C, redujeron la presencia de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp hasta niveles indetectables, demostrando que las bajas temperaturas debidamente aplicadas, logran controlar un peligro biológico.

9. RECOMENDACIONES

Siguiendo los resultados de este trabajo, se recomienda incluir otras estrategias para mitigar la contaminación de *Salmonella* spp y *Campylobacter* spp durante toda la cadena de producción, desde la granja a la mesa, empleando agentes antimicrobianos, probióticos y prebióticos permitiendo mejorar la microbiota intestinal de las aves.

Es importante mantener la cadena de frío durante todo el proceso para controlar la proliferación de estos patógenos en los alimentos.

Se recomienda para la estandarización del método, se realice con controles positivos con cepas certificadas, evitando falsos positivos.

Tener en cuenta las buenas prácticas de manufactura (BPM), buenas prácticas veterinarias (BPV), buenas prácticas de producción (BPP) y el sistema HACCP, para una adecuada manipulación de estos alimentos para evitar cualquier tipo de contaminación durante el proceso de producción y así, garantizar alimentos inocuos.

BIBLIOGRAFÍA

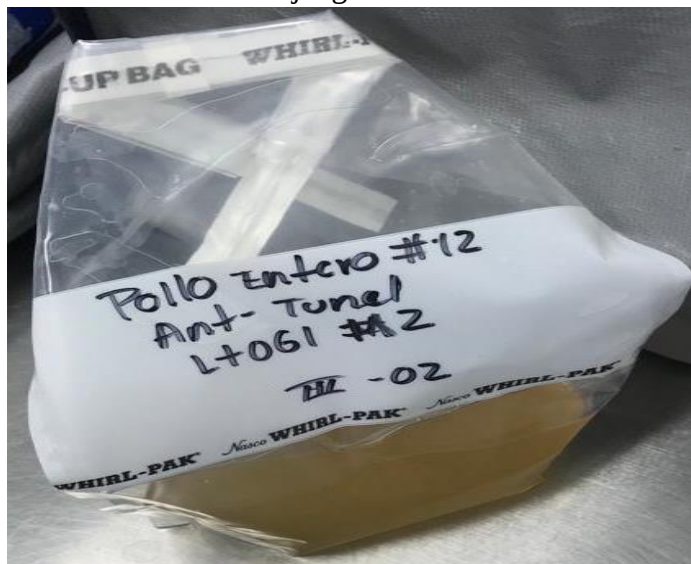
- Agudelo, C., & Forero, C. (2018). *Factores asociados con Salmonella spp en etapas de recepción y salida de chiller, en una planta de beneficio de aves*. Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Facultad de Medicina. Bogotá: Universidad del Rosario. Obtenido de <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/18524/AgudeloRico-Carol-2018.pdf;jsessionid=66CCB8F535E11F316D16C18FFC638F32?sequence=3>
- Barajas, A. (1 de Octubre de 2020). *Claves para optimizar el uso de salmueras en pollo*. Obtenido de Industria Avícola: <https://www.industriaavicola.net/procesamiento-y-sacrificio/claves-para-optimizar-el-uso-de-salmueras-en-pollo/>
- Cabrera, S. M. (2006). *Evaluación de piezas de pollo congeladas marinadas con carragenina*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería . Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0983_Q.pdf
- Chaves, B., Dawson, H., & Northcutt, J. (2011). Survival of artificially inoculated *Escherichia coli* and *Salmonella Typhimurium* on the surface of raw poultry products subjected to crust freezing. *Elsevier*(90), 2874-2878.
- Chucwu, M., Luther Knig, A., Ubomba-Jaswa, E., Obi, L., Barr, & John. (21 de Junio de 2019). Caracterización y análisis filogenético de especies de *Campylobacter* aisladas de muestras pediátricas de heces y agua en la provincia del noroeste de Sudáfrica. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(12). Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6617328/>
- Dergal, S. B. (1990). *Química de los alimentos* (Segunda ed.). México: Editorial Alambra Mexicana.
- Domínguez, S., & Schaffner, D. (5 de junio de 2009). Supervivencia de *Salmonella* en productos de pollo procesados durante el almacenamiento congelado. *Protección de alimentos*. 72(10), 2088-2092.
- Escartin, E., Lozano, J., & Garcia, O. (2000). Quantitative survival of native *Salmonella* serovars during storage of frozen raw pork. *Elsevier*, 54(1-2), 19-25.
- FENAVI. (Junio de 2017). Avicultores. *FENAVI Federación Nacional de Avicultores*(250), 4-44. Obtenido de <https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/revista-250.pdf>

- Godoy, P., Clavijo, V., Leo, M., Tafur, A., & Gonzáles, S. (20 de enero de 2012). Prevalencia de Salmonella en canales de pollo de engorde al por menor en Colombia. . 75(6), 1134-1130. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22691484/>
- Hammad, H., Mohammed, H., Nawaz, A., Guofeng, J., Abdegadir, W., Elgasim, E., & Khalifa, I. (2021). Effect of frozen and refrozen storage of beef and chicken meats on inoculated microorganisms and meat quality. *Elsevier*, 175.
- Hanson, A., Otwey, R., & Mosi, L. (2020). Microbiological quality and salmonella prevalence, serovar distribution, and antimicrobial resistance associated with informal curbside processing of raw chicken,. *Ghana*, 118.
- Instituto Nacional de Salud. (2013). *Perdil de Riesgo Campylobacter spp. en pollos de Engorde*. Bogotá D.C.: Ministerio de Salud y Protección Social. Obtenido de <https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/Publicaciones%20ERIA%20y%20Plaguicidas/PERFIL%20CAMPYLOBACTER%20EN%20POLLOS.pdf>
- Jorgensen, F., Bailey, R., Henderson., W., Bolton, F., & Humphrey. (2002). Prevalencia y numero de Salmonella y Campylobacter spp en pollos enteros crudos en relación con los métodos de muestreo. *Elsevier*, 151-164.
- Kürekci, C., Sakin, F., Epping, L., Knüver, M.-T., Semmler, T., & Stingl, K. (18 de Agosto de 2021). Caracterización de Campylobacter ssp. Cepas aisladas de aves silvestres en Turquía. *Frontiers in Microbiology. Microbiología de Alimentos*. Obtenido de <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.712106>
- Luque, I., Molero, G., Huerta, B., Gómez-Gascón, L., Cardoso-Todet, F., Montiel, M., & Tarradas, C. (Diciembre de 2012). Evaluación de la Calidad Microbiológica de canales de pollo sacrificadas en el estado de Zulia (Venezuela). Aplicación de norma vigente. *Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, 25(1), 173 - 189. Obtenido de <file:///C:/Users/Acer/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeLaCalidadMicrobiologicaDeCanalesDePoll-4721575.pdf>
- Metodo oficial AOAC (2016). Salmonella spp en alimentos superficies ambientales. ensayo de detección molecular (MDA). obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/AOAC%202016.01%20Salmonella%20MDS2.en.es.pdf>
- Ministerio de la Protección Social. (Mayo de 2007). DECRETO NÚMERO 1500 DE 2007. Colombia. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2007/dec_1500_2007.pdf
- Ministerio de Salud. (10 de Abril de 2002). Resolución Numero 00402 de 2002. Colombia. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion%20402%20de%202002.pdf>

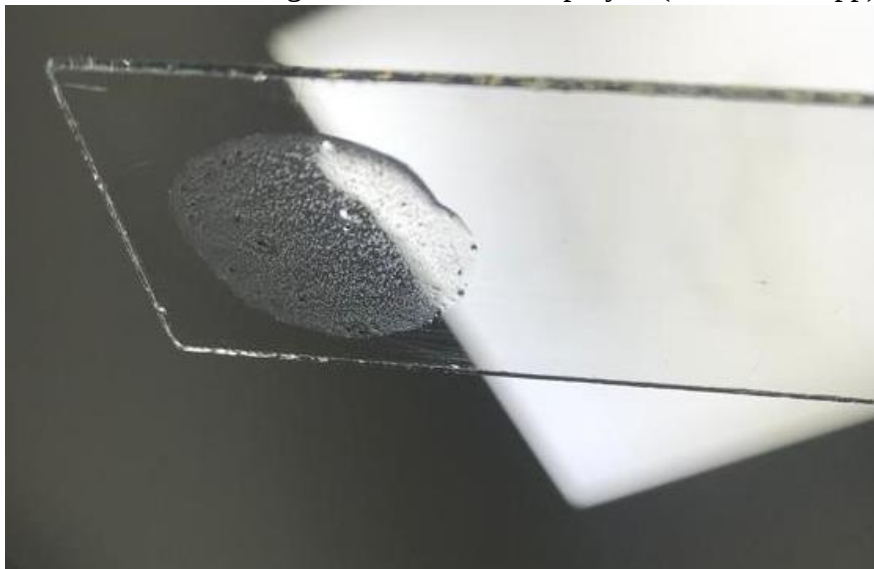
- Novofri. (4 de Junio de 2019). *Novofri*. Obtenido de novofri.es:
<https://www.novofri.es/como-funcionan-los-tuneles-de-congelacion/#:~:text=Los%20t%C3%BAneles%20de%20congelaci%C3%B3n%20s on%20estructuras%20cerradas%20fabricadas%20con%20materiales,producir%20la %20congelaci%C3%B3n%20del%20producto>
- Piki, M. (08 de Enero de 2007). *La IQF o congelación rápida de manera individual*. Obtenido de DAP: <https://www.directopaladar.com/nuevas-tendencias/la-iqf-o-congelacion-rapida-de-manera-individual>
- Ricke, S., Dawoud, T., Kim, S., Park, S., & Kwon, Y. (2018). Chapter one-Salmonella cold stress reponse: mechanisms and occurrence in foods. *Elsevier*, 104, 1-38.
- Rodríguez, r., Gómez, F., Sandoval, H., Corona, J., & Mendoza, M. (2016). Presencia de *Campylobacter* y *Salmonella* en pollo a la venta en Gpomez Palacio Durando, México. *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(6), 1-7. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63646808001.pdf>
- Silva, J., & Jaramillo, D. (2001). *Propuesta de mejoramiento de la planta de sacrificio de pollo de la avícola pollo listo S.A.S.* Universidad ICESI, Facultad de Ingeniería Industrial. Santiago de Cali: Univerdiad ICESI. Obtenido de [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/76264/1/propuesta _mejoramiento_planta.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/76264/1/propuesta_mejoramiento_planta.pdf)
- Thames, H., & Theradiyil, A. (11 de Junio de 2020). Una revision de *Salmonella* y *Campylobacter* en la carne de pollo engorde: desafios emergentes y medidas de seguridad alimentaria. *National Library of Medicine. Foods*, 9(6). doi:10.3390/foods9060776

ANEXOS

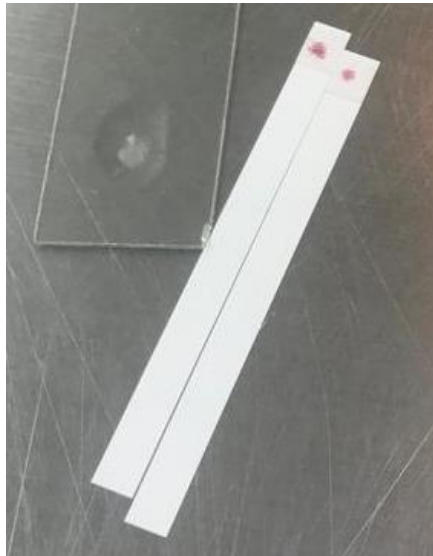
Anexo 1. Enjuague de las muestras



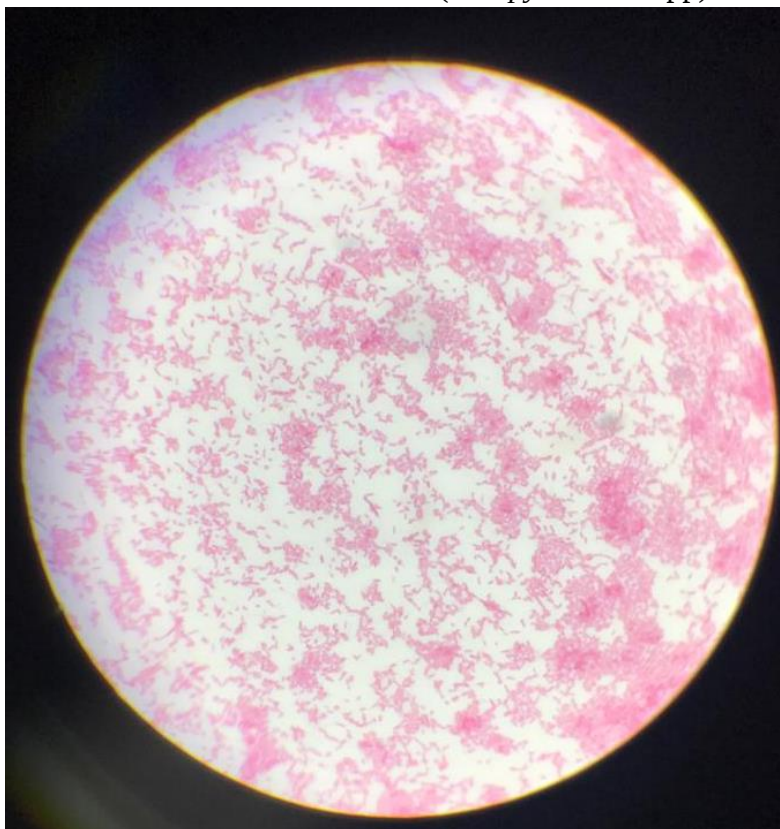
Anexo 2. Prueba de aglutinación antisuero poly A (*Salmonella* spp)



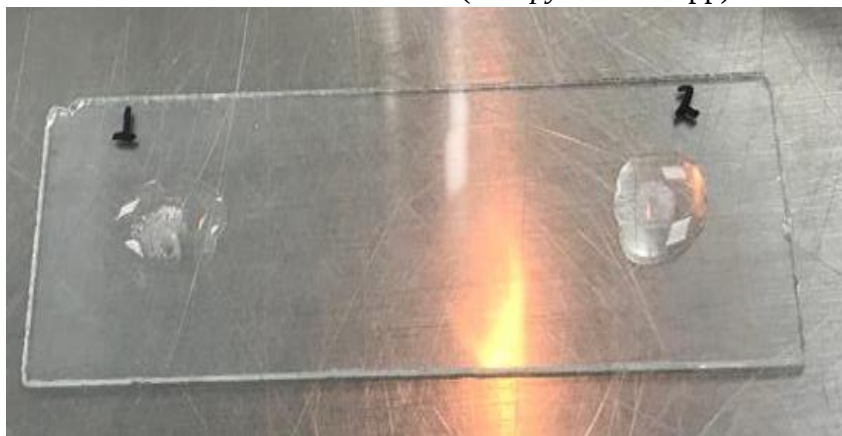
Anexo 3. Prueba de oxidasa (*Campylobacter* spp)



Anexo 4. Tinción de Gram (*Campylobacter* spp)



Anexo 5. Prueba catalasa (*Campylobacter* spp)



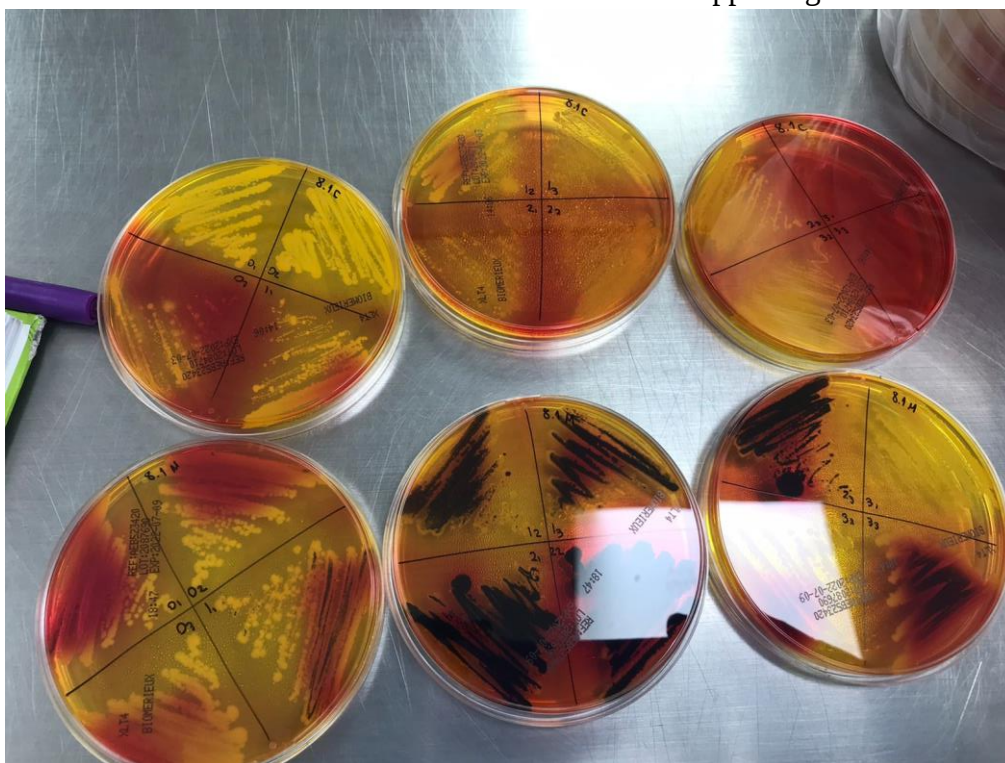
Anexo 6. Crecimiento de *Campylobacter* spp en agar CFA



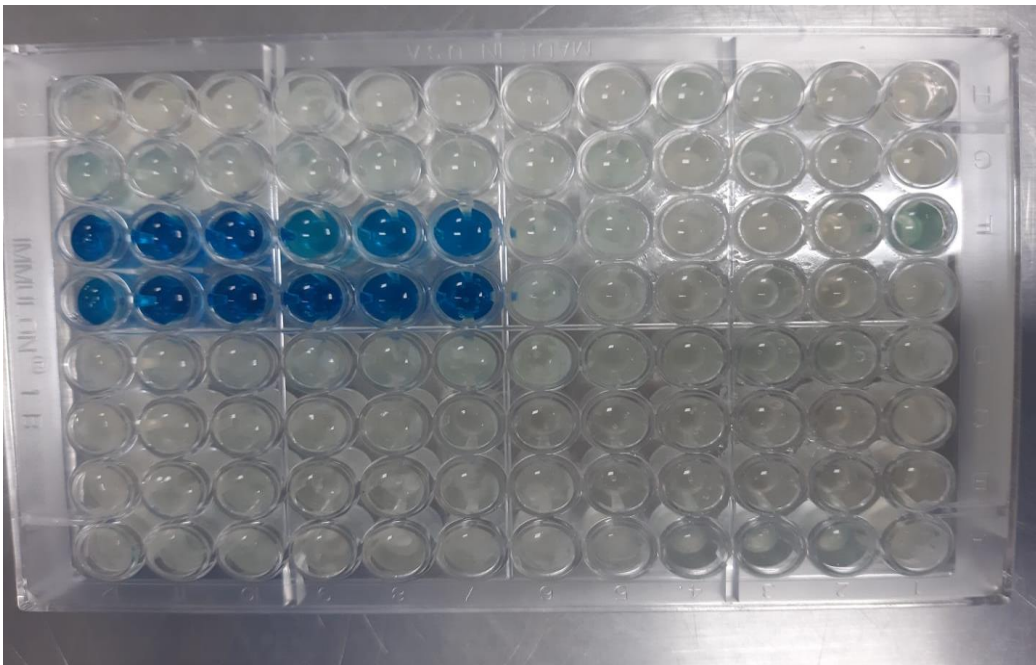
Anexo 7. Prueba de motilidad (*Campylobacter* spp)

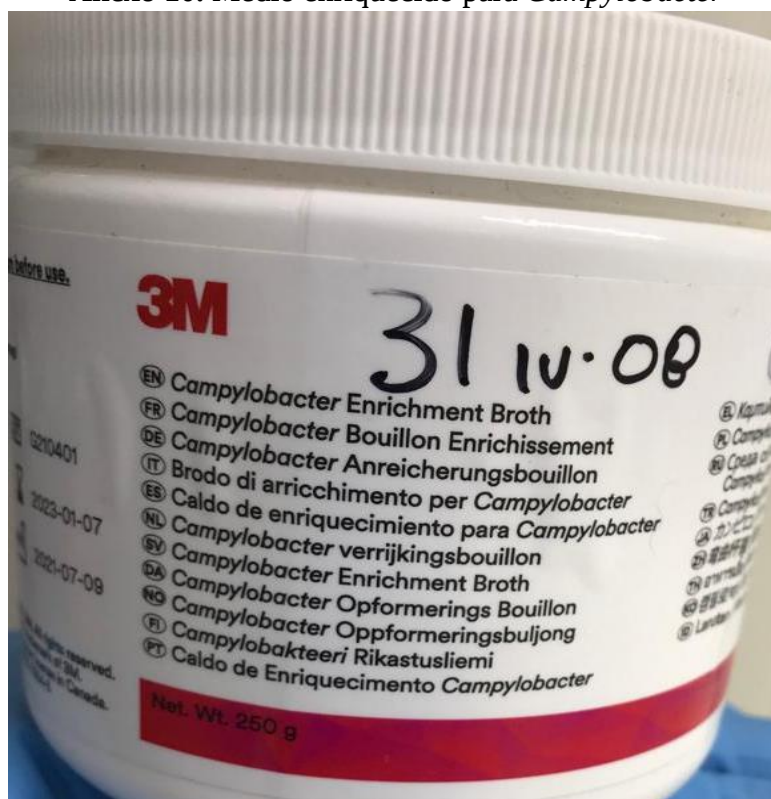


Anexo 8. Recuento de *Salmonella* spp en agar XLT4



Anexo 9. Placa de NMP miniaturizado



Anexo 10. Medio enriquecido para *Campylobacter*

Anexo 11. Medio enriquecido para *Salmonella*

