

MITIGACIÓN DEL RIESGO MICROBIOLÓGICO EN LA ETAPA DE ENFRIAMIENTO DE CANALES DE POLLO Y SU EFECTO EN SALUD PÚBLICA: “UNA REVISIÓN”.

MITIGATION OF MICROBIOLOGICAL RISK IN THE CHILLING STAGE OF POULTRY CARCASSES AND ITS EFFECT ON PUBLIC HEALTH: “A REVIEW”.

César Augusto Malagón-González¹; Alberto Méndez Suárez²; John Alexis Cadena Cubides³

¹Médico Veterinario, especialista en gerencia de empresas agropecuarias
Magister en gerencia de programas sanitarios en inocuidad de alimentos.
cmalagong@gmail.com

²Médico Veterinario y Zootecnista, estudiante de especialización en salud pública veterinaria, Fundación Universitaria Agraria de Colombia.
amendezs@invima.gov.co

³Médico Veterinario, estudiante de especialización en salud pública veterinaria, Fundación Universitaria Agraria de Colombia.
johncadenamv@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo investigo la mitigación del riesgo microbiológico en la etapa de enfriamiento de canales de pollo en plantas de beneficio avícola y su impacto en la salud pública en Colombia. Se efectuó una revisión de literatura científica y se llevó a cabo un análisis de información de encuestas en las plantas de beneficio para identificar microorganismos patógenos en materia fecal e ingesta de aves y valorar el aporte del proceso de enfriamiento a la mitigación del riesgo microbiológico. Se concluyó que *Salmonella* spp., *Campylobacter*, *E. coli* O157:H7 y *Listeria monocytogenes* son comunes en este contexto y están relacionados con enfermedades transmitidas por alimentos. Las temperaturas de enfriamiento por debajo de 4,0°C pueden reducir la carga bacteriana, y el uso de desinfectantes como cloro y ácido peracético también es efectivo para controlar los patógenos. Estos hallazgos recalcan la importancia de medidas de control adecuadas para garantizar la seguridad alimentaria y proteger la salud pública.

Palabras clave: Riesgo microbiológico, enfriamiento de canales, seguridad alimentaria

ABSTRACT

The present work investigates the mitigation of microbiological risk in the cooling stage of chicken carcasses in poultry processing plants and its impact on public health in Colombia. A review of scientific literature was carried out and an analysis of information from surveys in the processing plants was carried out to identify pathogenic microorganisms in fecal matter and bird ingestion and to assess the contribution of the cooling process to the mitigation of microbiological risk. It was concluded that *Salmonella* spp., *Campylobacter*, *E. coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* are common in this context and are associated with foodborne illnesses. Cooling temperatures below 4.0°C can reduce bacterial load, and the use of disinfectants such as chlorine and peracetic acid is also effective in controlling pathogens. These findings emphasize the importance of appropriate control measures to ensure food safety and protect public health.

Keywords: Microbiological risk, chilling of carcasses, food safety

INTRODUCCIÓN

El consumo per cápita de carne de pollo a nivel mundial ha aumentado en las últimas décadas, según la Organización de las Naciones Unidas para la

Agricultura y la Alimentación (FAO), en 2020, se consumieron 134 millones de toneladas de carne de pollo en el mundo, lo que equivale a un promedio de 17,2 kg por persona al año, esto representa un aumento del 223% en comparación con la producción de 41 millones de toneladas en 1990. (FAO, 2020). Lo anterior, se debe a su disponibilidad, bajo costo, y valor nutricional. La carne de pollo es una fuente rica en proteínas, vitaminas y minerales esenciales como la vitamina B12, hierro y zinc. (FAO, 2020). La situación en Colombia es similar, el consumo per cápita de pollo en el 2023 alcanzó los 36,7 kilos por habitante, frente a los 36,3 kilos que se consumen en América Latina, siendo la proteína animal más consumida en el país (Fenavi, 2023).

Estas estadísticas destacan la importancia de la avicultura no solo como industria sino también en el contexto de la escala de la inocuidad de los alimentos provenientes de la producción avícola. El pollo de engorde a través de todo su proceso productivo es susceptible de contraer enfermedades, algunas de ellas zoonóticas y ya transformado en producto alimenticio el consumo de carne contaminada puede producir Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) de no existir un manejo adecuado durante su producción y procesamiento (Olea *et al.* 2012). Las ETA abarcan una amplia escala de manifestaciones y son consideradas un problema de salud pública. Los microorganismos patógenos presentes en materia fecal e ingesta pueden contaminar las canales de pollo y sobrevivir a través del procesamiento y almacenamiento (Jaimes *et al.* 2010). Dentro de los agentes patógenos que afectan a las aves se encuentran protozoarios, bacterias, virus y hongos los

cuales actúan solos o en conjunto, generando diferentes cuadros de enfermedad y por consiguiente consecuencias económicas en el sistema productivo (Jaimes *et al.* 2010). La presencia de bacterias patógenas como *Salmonella* spp. y *Campylobacter* en el pollo de engorde y los productos obtenidos de su transformación aumenta el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos para los consumidores (Fearnley *et al.* 2011). *Salmonella* spp. es productora de una enterotoxina lábil al calor, que produce pérdida de fluidos intestinales causando diarrea, esta enterotoxina está estrechamente relacionada funcional, inmunológica y genéticamente con la toxina de *Vibrio cholerae* y la toxina lábil al calor de *Escherichia coli* patógena (FSANZ, 2013). La mayoría de las cepas de *Salmonella* también producen citotoxinas lábiles al calor que pueden dañar la superficie de la mucosa intestinal provocando manifestaciones entéricas e inflamación (FSANZ, 2013). Los organismos *Campylobacter* originan dos tipos de toxinas: la enterotoxina y las citotoxinas. Se ha propuesto que la enterotoxina producida por *Campylobacter* spp. produce diarrea acuosa, mientras que las citotoxinas producen diarrea sanguinolenta (Wassenaar, 1997). La carga microbiana de las canales de pollo de engorde también puede afectar la calidad de los productos cárnicos y reducir su vida útil, lo que da como resultado pérdidas económicas para la industria avícola (Northcutt *et al.* 2008). Se considera a las ETA, como una importante carga de enfermedad en el mundo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la incidencia anual de diarreas es de 1.500 millones de casos, y además publicó que 3 millones de

niños menores de cinco años mueren anualmente a causa de ellas. (Organización Mundial de la Salud, 2015). En Estados Unidos, la contaminación alimentaria por *Salmonella* spp. y *Campylobacter* es un reto significativo en términos económicos debido a los costos relacionados con la hospitalización y el tratamiento de los pacientes afectados, estos dos patógenos se han identificado como los principales responsables de las enfermedades transmitidas por alimentos. (IFT, 2004). Un informe de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) de 2020, señalo que la Salmonelosis y la Campilobacteriosis fueron responsables del 30% y 24% respectivamente de los brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. Hoffman y colaboradores en estudio publicado en el Journal of Food Protection en 2015 reportan que la hospitalización de pacientes con *Salmonella* en Estados Unidos representó un costo de \$2,7 mil millones de dólares en 2018, mientras que la hospitalización por *Campylobacter* representó un costo de \$1,9 mil millones de dólares en el mismo año. En Colombia según el Instituto Nacional de Salud (INS) en el año 2012, se notificó al Sistema nacional de vigilancia 11836 casos de enfermedades transmitidas por alimentos, involucrados en 1004 brotes; de los cuales, el 51% de los casos se encontraron asociados a la identificación de algún agente etiológico dentro de los que se identificaron *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo, *Salmonella* spp, *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes* entre otros (Instituto Nacional de Salud, 2015). Comprender las fuentes y la prevalencia de estos patógenos en el proceso de producción avícola puede ayudar a

orientar las prácticas de la industria, por eso se hace pertinente realizar una revisión de la literatura científica disponible y analizar las medidas reglamentarias y los métodos utilizados por la industria colombiana principalmente en la etapa de enfriamiento de las canales de pollo de engorde. Con base en estos análisis, se determinará si las prácticas implementadas son efectivas en la mitigación de los peligros biológicos listados y si de esta forma se está garantizando la seguridad de los productos avícolas para los consumidores. Dentro de las prácticas preventivas más usadas en la industria se encuentra la inmersión de las canales en agua fría, en un proceso durante el cual se sumergen y movilizan las canales a través de un tanque (llamado chiller) con circulación de agua a temperaturas $\leq 4^{\circ}\text{C}$ (James *et al.* 200). El principio del chiller es su capacidad de limitar el crecimiento de microorganismos tanto patógenos como deteriorantes, esto se logra mediante un cambio en la temperatura de la canal, durante este procedimiento es común la adición de algún compuesto químico para una correcta desinfección (Barbut, 2020).

El objetivo de este trabajo de investigación fue listar los principales microorganismos patógenos presentes en materia fecal e ingesta, que pueden contaminar las canales de aves e identificar la efectividad del proceso de enfriamiento en la mitigación del riesgo microbiológico, este es un proceso de vital importancia ya que los microorganismos patógenos pueden causar enfermedades graves en los seres humanos cuando se consumen alimentos

contaminados. Identificar los patógenos presentes en las canales de aves permite implementar estrategias específicas para reducir su presencia y, por lo tanto, disminuir los riesgos para la salud pública con el fin de fortalecer la garantía de la inocuidad en las plantas de beneficio de aves en Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación empleó una metodología integral que combinó revisión de literatura y análisis de datos obtenidos a través de encuestas en plantas de beneficio de aves en Colombia. La revisión sistemática de la literatura técnica, científica y normatividad nacional e internacional, permitió listar los microorganismos patógenos presentes en materia fecal e ingesta de aves de corral que pueden contaminar las canales y a la vez identificar los métodos utilizados en la etapa de enfriamiento en la industria avícola y que son indispensables para la mitigación del riesgo microbiológico.

Para el adecuado desarrollo de este trabajo, se tuvieron en cuenta las siguientes fases y actividades:

1. Selección de la Población:

Se identificaron y seleccionaron plantas de beneficio avícola en Colombia, a partir del censo de establecimientos del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos Y Alimentos (INVIMA), información a la cual se accedió previo aval del ente citado. La cantidad específica de plantas encuestadas se

determinó considerando la disponibilidad y accesibilidad en el territorio nacional. Cabe mencionar que la encuesta se remitió de manera oficial por parte del Invima al 100% de plantas de beneficio de aves con autorización sanitaria con fecha a 1 de Noviembre de 2023, su diligenciamiento no se constituyó como una obligación y se informó a los establecimientos que el manejo de la información sería con fines académicos.

2. Proceso de Recolección de Información:

Se diseñó y aplicó una encuesta descriptiva por medio de la aplicación Microsoft Forms al personal responsable de los establecimientos (plantas de beneficio). La encuesta abordó aspectos importantes y directamente relacionados con la inocuidad de los productos, tales como temperatura del agua del chiller, temperatura de las canales y uso de desinfectantes, entre otros. Paralelamente se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos y literatura relacionada, además de la normatividad vigente aplicable en Colombia, utilizando herramientas de búsqueda como Google Scholar, Redalyc, Scielo, Science Direct, PubMed, Repositorio de datos de la Universidad de Santander, Repositorio Universidad de Pamplona. Se aplicaron criterios de búsqueda específicos como normatividad vigente, microorganismos patógenos, salud pública, materia fecal, ingesta, desinfectantes, canales de aves y chiller.

3. Procedimientos y Técnicas:

Se realizó una investigación teórica descriptiva de tipo documental, a través de rastreo, consolidación y análisis descriptivo, de datos relacionados con las variables recopiladas en la encuesta, incluyendo métodos y técnicas de enfriamiento, desinfectantes utilizados, aditivos y sus concentraciones. Se aplicaron técnicas estadísticas para determinar la correlación entre variables y evaluar la efectividad del proceso de enfriamiento mediante el uso de chiller en la reducción de la carga microbiana en las canales de pollo de engorde. La estadística descriptiva facilitó el análisis de frecuencia, distribución y relaciones entre las variables de estudio.

4. Análisis, Interpretación y Presentación de Resultados:

La presentación de resultados se realizó de manera visual mediante gráficos y tablas para facilitar su comprensión. Se discutieron los resultados en relación con la literatura existente. Se establecieron conclusiones y se infirieron las practicas que ayudaran a fortalecer los procedimientos que pueden contribuir a la garantía de la inocuidad de la carne de pollo en las plantas de beneficio avícola en Colombia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión de las fuentes bibliográficas disponibles arrojó un total inicial de 252 documentos. Después de un análisis de títulos y resúmenes, se excluyeron 98 artículos que no cumplían con los criterios de relevancia determinados para la investigación. Esto resultó en la selección de 154 documentos pertinentes para el estudio. Posteriormente, durante la etapa de

extracción de datos, se descartaron 101 documentos debido a diversas razones, por ejemplo la falta de cumplimiento de los criterios de inclusión, la procedencia de países con escasa representatividad en el tema abordado, la inaccesibilidad al documento completo y las limitaciones relacionadas con el idioma de publicación. Finalmente se obtuvieron 53 documentos que fueron sometidos a un análisis detallado.

En la Tabla 1 se proporciona información relevante sobre el país de origen, el año de publicación y una breve descripción de cada artículo elegido. Este conjunto de documentos ha sido seleccionado para respaldar y enriquecer el análisis realizado en el presente trabajo.

La Resolución 2690 de 2015 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y del Ministerio de Protección Social es una base fundamental para la verificación microbiológica dentro del marco del Sistema Oficial de la Inspección, Vigilancia y Control de la carne y productos cárnicos destinados al consumo humano en Colombia. Esta normativa otorga prioridad a ciertos microorganismos en el proceso de verificación, los cuales incluyen *E. coli* genérico, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* 0157:H7, *Escherichia coli* no 0157 (STEC) productores de toxina shiga, y *Campylobacter* spp. Dicha resolución establece un marco sólido para la inspección y control microbiológico, recalcando el compromiso con la seguridad alimentaria y la protección de la salud pública.

Con base en la revisión de literatura y la información recabada, se listaron los principales microorganismos patógenos detectados en materia fecal e ingesta. En materia fecal, se determinó la presencia de *Salmonella* spp., *E. Coli* 0157:H7, *Campylobacter*, y *Listeria Monocytogenes*, corroborada por fuentes como: (Antunes *et al.* 2016; Yáñez *et al.* 2018; FAO, 2022; CDC, 2021; EFSA, 2019; Johnson y Stell, 2000; Manges *et al.* 2001; Faundez, 2018; USDA, 2015; Rodríguez *et al.* 2015; Farber & Peterkin, 1991; Lomonaco *et al.* 2015; Swaminathan y Gerner-Smidt, 2007). Por otro lado en ingesta, se encontró predominantemente la presencia de *Salmonella* spp., *Campylobacter*, y *E. Coli* 0157:H7, respaldada también por fuentes como: (Antunes *et al.* 2016; Yáñez *et al.* 2018; FAO, 2022; CDC, 2021; EFSA, 2019; Faundez, 2018; USDA, 2015; Rodríguez *et al.* 2015; Johnson y Stell, 2000; Manges *et al.* 2001). Estos resultados resaltan la importancia de abordar estos microorganismos, dada su relevancia en la salud pública y la seguridad alimentaria.

Salmonella Spp.

Salmonella es una de las bacterias zoonóticas más críticas involucradas en enfermedades transmitidas por alimentos y que esta relacionada con sistemas de producción de los mismos, es considerada una zoonosis de distribución mundial. (FAO, 2022). El Instituto Nacional de Salud Pública de Colombia (INS), considera que *Salmonella* spp. es una de las causas más importantes de enfermedades transmitidas por alimentos en el país. En 2020, se reportaron 268 brotes de enfermedades transmitidas por alimentos y 3079 casos de

salmonelosis en el 81% de todas las regiones geográficas colombianas, con el 11% de los informes de enfermedades transmitidas por alimentos relacionados con productos de carne aviar (INS, 2020). Se han desarrollado y aplicado medidas preventivas y de control en un esfuerzo por mitigar la presencia de *Salmonella* en los productos avícolas; sin embargo, cepas resistentes han surgido rápidamente, provocando brotes a pesar de estos esfuerzos (Antunes *et al.* 2016). La salmonelosis es causada por serotipos de *Salmonella* distintos a *Salmonella* entérica serovar Typhimurium y *Salmonella* Paratyphi; el serotipo comunmente responsable de la mayoría de los brotes relacionados con aves es *Salmonella* entérica serotipo Enteritidis (Antunes *et al.* 2016). Es de vital importancia el control de este agente en las diferentes etapas de la cadena alimenticia ya que el mercado nacional e internacional exige que todos los productos de consumo humano estén libres de este patógeno (Yáñez *et al.* 2018). La infección por *Salmonella*, en particular por *Salmonella* Enteritidis, puede presentar una variedad de manifestaciones gastrointestinales. (CDC, 2021). Los individuos afectados suelen experimentar síntomas como fiebre, diarrea y dolor abdominal. (CDC, 2021). En algunos casos, la infección puede ser asintomática o causar síntomas leves, pero en situaciones más severas, la bacteria puede provocar una infección generalizada, sobre todo en personas con sistemas inmunológicos debilitados, lo que conlleva a complicaciones más graves. (CDC, 2021). La gravedad de los síntomas puede variar de persona a persona y puede incluir náuseas, vómitos, dolor de cabeza y malestar general. (EFSA, 2019). La

Salmonella Enteritidis es conocida por tener un período de incubación corto, generalmente de 6 a 72 horas después de la ingestión de alimentos contaminados, por lo que los síntomas aparecen rápidamente. (EFSA, 2019). Esta enfermedad está estrechamente relacionada con la enfermedad diarreica aguda, la cual se produce principalmente al ingerir alimentos y agua contaminados o por personas que ejercen manipulación directa con los alimentos de fácil contaminación. (Bayona, 2012). Es esencial subrayar la importancia de la vigilancia y el control de la Salmonella en las plantas de sacrificio de aves y en la cadena alimentaria en general, ya que la contaminación puede ocurrir en cualquier etapa, desde la producción hasta el consumo final, y los síntomas pueden tener un impacto significativo en la salud pública. (EFSA, 2019).

Salmonella spp. es conocida por su capacidad de adaptación a una amplia gama de condiciones ambientales, incluidas las temperaturas bajas, varios estudios han demostrado que la Salmonella puede sobrevivir y persistir en entornos fríos, como los encontrados en sistemas de enfriamiento de canales de aves. (Bridier *et al.* 2011). A temperaturas por debajo de 4°C, la Salmonella puede entrar en un estado de latencia o persistencia, lo que le permite mantenerse viable durante períodos prolongados y resistir las condiciones ambientales adversas (Bridier *et al.* 2011). Por esto es importante la implementación de medidas efectivas de control y el uso de desinfectantes

para reducir el riesgo de contaminación por Salmonella en las plantas de beneficio de aves.

E. Coli:

Escherichia coli (E. coli) es una bacteria gramnegativa que forma parte de la microbiota intestinal de humanos y animales, incluidos los pollos de engorde. (Johnson & Stell, 2000). Su presencia en el tracto gastrointestinal es normal y beneficia al hospedero al participar en funciones metabólicas esenciales, sin embargo, algunas cepas de E. coli pueden ser patógenas y causar enfermedades tanto en humanos como en animales. (Johnson & Stell, 2000). Johnson y Stell en 2000 reportaron que E. coli patógena puede clasificarse en diferentes categorías, siendo las cepas patogénicas extraintestinales (ExPEC) y las enteroagregativas (EAEC) algunas de las más estudiadas. E. coli patógena está involucrada en brotes de enfermedades transmitidas por alimentos. Según un estudio de Manges y colaboradores en 2001, las cepas patógenas de E. coli, como la variedad productora de toxina Shiga (STEC), son responsables de casos graves de intoxicación alimentaria, con síntomas que van desde diarrea hasta el síndrome urémico hemolítico (SUH). La resistencia antibiótica en E. coli es una preocupación creciente. Autores como Pitout y colaboradores en 2015, han destacado la presencia de cepas de E. coli resistentes a múltiples antibióticos, lo que complica el tratamiento de las infecciones bacterianas, este fenómeno se ha observado tanto en entornos clínicos como en el sector agrícola, donde el uso excesivo de antibióticos en

animales puede contribuir a la resistencia. La presencia de E. coli patógena en alimentos, especialmente en carne de aves, plantea riesgos para la inocuidad alimentaria. Un estudio de Mellor y colaboradores en 2016, resalta la importancia de las buenas prácticas agrícolas y de procesamiento para prevenir la contaminación de alimentos con E. coli patógena, destacando la necesidad de intervenciones específicas en la cadena de suministro de alimentos. La enfermedad diarreica aguda constituye la segunda causa más prevalente de morbilidad en Colombia, con una tasa de incidencia de aproximadamente 110 casos por cada 100.000 habitantes. Cerca del 50% de estos casos se vincula con agentes virales, mientras que un rango del 20% al 30% se relaciona con agentes bacterianos. (Gómez, 2014). Además, se estima que entre el 20% y el 30% de los casos se asocia con otras causas, aunque la frecuencia específica de la enfermedad diarreica aguda atribuible a cepas de E. coli enteropatógenos en Colombia no se conoce con exactitud, informes señalan que en la región del Caribe Colombiano, esta frecuencia alcanza el 7.5% del total de casos de diarrea. (Gómez, 2014). Es relevante destacar que la incidencia de E. coli es más acentuada en naciones en vía de desarrollo, donde puede representar hasta el 50% de los casos, mientras que en países como Argentina, México y Brasil, la frecuencia varía entre el 6% y el 28% (Gómez, 2014).

En un estudio realizado por Ewers y colaboradores en 2004 que evaluó los principales serogrupos aislados en la colisepticemia de la industria avícola, identificó los siguientes genes con una alta prevalencia: fimC (92.0%), iss (82.7%), colV (62.7%), iucD(78.0%) y la combinación de fyuA e irp2 (71.3%), los genes tsh (53.3%) y vat (48.7%) estuvieron presentes en aproximadamente la mitad de las cepas, y en menor prevalencia se identificó astA (20.0%) y papC (22.7%) en las cepas septicémicas.

En cuanto a la etapa de enfriamiento, la evidencia sugiere que si bien *E. coli* puede ser capaz de sobrevivir a temperaturas bajas, estas temperaturas aún pueden contribuir a la reducción de la carga bacteriana. (Rivera-Betancourt *et al.* 2004). Estudios han demostrado que las temperaturas de refrigeración pueden ralentizar el crecimiento y la multiplicación de *E. coli* O157:H7, lo que puede resultar en una disminución gradual de la carga bacteriana a lo largo del tiempo. (Rivera-Betancourt *et al.* 2004).

Campylobacter spp.

Campylobacter spp. es una bacteria microaerófila, móvil y se clasifica como un bacilo Gram negativo intracelular facultativo. (Faundez, 2018). Es el agente primario de la forma más frecuente de gastroenteritis bacilar humana. (Faundez, 2018). *Campylobacter* spp. puede colonizar superficies mucosas, generalmente del tracto intestinal en la mayoría de especies de mamíferos, aves e insectos. (Faundez, 2018).

Campylobacter spp. es señalada como la principal bacteria causante de gastroenteritis en humanos a nivel global, con una incidencia en aumento en determinados países, donde aproximadamente el 80% de los casos de infecciones por Campilobacteriosis están vinculados a una contaminación alimentaria. (Caipo, 2011). El reservorio de *Campylobacter* spp. comprende el tracto digestivo de un considerable número de animales de sangre caliente, especialmente aves, donde se manifiesta tanto como saprófito como patógeno entérico ocasional. (Caipo, 2011).

La prevalencia de *Campylobacter* spp. en muestras de pacientes con enfermedad diarreica aguda realizado por el grupo de microbiología del Instituto Nacional de Salud en Colombia en el año 2007 fue de 6.8%, en el año 2008 fue de 3.3%, en el año 2009 de 4.1%, en el 2010 de 5.1% y en el 2011 de 5.5%. (Gómez & Vázques, 2018).

El género *Campylobacter* abarca 17 especies y seis subespecies, siendo las más comúnmente reconocidas en enfermedades humanas *C. jejuni* (subespecie *jejuni*) y *C. coli* (Stern y Robach, 2003). En individuos afectados por enfermedades diarreicas, también se han detectado otras especies como *C. lari* y *C. upsaliensis*, aunque estas son menos frecuentes. (Stern & Robach, 2003).

La incidencia de la enfermedad causada por *Campylobacter* spp. continúa en aumento, con aproximadamente 190,566 casos de campilobacteriosis reportados anualmente en todo el mundo (Rodríguez *et al.* 2015). En Estados Unidos, anualmente alrededor de 1 millón de personas se infectan con este patógeno, mientras que en Europa se calculan 9 millones aproximadamente. En el año 2009, en Colombia, 73 personas resultaron infectadas, por otro lado en la República Checa se reportaron 195 casos por cada 100,000 habitantes asociados a *Campylobacter* spp. (Erazo, 2018). En Canadá, se reporto una incidencia de 145,000 casos en una población de 32.5 millones de habitantes, lo que posiciona a *C. jejuni* como el tercer microorganismo patógeno alimentario más importante en el país. En Inglaterra y Gales, en el año 2008, se reportaron 50,000 casos de campilobacteriosis, mientras que en Alemania se reportaron 70,560 casos en el 2011. En Australia, en el año 2010, fue la enfermedad transmitida por alimentos más frecuentemente notificada (Mardones & López, 2017).

Los principales reservorios de *Campylobacter* spp. son las aves de corral, además del ganado bovino, ovino, porcino, perros y gatos, colonizando principalmente el tracto gastrointestinal. Sin embargo, las aves son el principal reservorio y responsables del mayor número de casos de enfermedad en humanos. La manipulación, preparación y consumo de carne de pollo y subproductos son las vías mas frecuentes de contaminación, aunque el

consumo de leche cruda también incide en la transmisión de la bacteria (Rodríguez *et al.* 2015).

Campylobacter spp. es una bacteria microaerófilo móvil clasificado como un bacilo Gram negativo intracelular facultativo. Es el agente primario de la forma principal de gastroenteritis bacilar en humanos. *Campylobacter jejuni* puede colonizar superficies mucosas, especialmente las del tracto intestinal en la mayoría de especies de mamíferos, aves e insectos. (Faundez, 2018).

Campylobacter spp. es un género bacteriano conocido por su sensibilidad a las bajas temperaturas. Investigaciones han sugerido que las temperaturas por debajo de 4°C pueden inhibir el crecimiento y la supervivencia de *Campylobacter* spp. en medios acuosos (Rodríguez *et al.* 2015).

Listeria Monocytogenes

La bacteria grampositiva *Listeria monocytogenes* es un patógeno intracelular ubicuo que ha sido señalado en la última década como el microorganismo causante de varios brotes de ETAS. (Farber & Peterkin, 1991). La listeriosis, con una tasa de mortalidad de aproximadamente el 24%, se encuentra principalmente entre mujeres embarazadas, sus fetos y personas inmunocomprometidas, con síntomas que abarcan aborto, muerte neonatal, septicemia y meningitis. (Farber & Peterkin, 1991). El agente tiene un sistema de virulencia multifactorial, siendo la hemolisina activada por tiales, la listeriolisina O, quien desempeña un papel crucial en la capacidad del

organismo para multiplicarse dentro de las células fagocíticas del huésped y propagarse de célula a célula, el organismo se encuentra ampliamente en los alimentos, con las incidencias más altas encontradas en productos cárnicos, avícolas y mariscos. (Farber & Peterkin, 1991).

Esta bacteria ha sido identificada como agente causal de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos a nivel mundial, lo cual representa un reto significativo para la salud pública y la industria alimentaria (Swaminathan & Gerner-Smidt, 2007). La listeriosis, la enfermedad asociada con la infección por *L. monocytogenes*, puede manifestarse con síntomas leves similares a los de la gripe hasta formas más graves como septicemia, meningitis y aborto espontáneo en mujeres embarazadas (Goulet *et al.* 2012).

La capacidad de *L. monocytogenes* para sobrevivir y reproducirse en una amplia variedad de condiciones ambientales, que incluyen temperaturas de refrigeración y congelación, así como en ambientes ácidos y salinos, la convierte en un patógeno alimentario especialmente complicado para su control (Ramaswamy *et al.* 2007).

L. monocytogenes tiene la capacidad para formar biofilms en superficies de equipos de procesamiento de alimentos y en el medio ambiente aumenta su persistencia en las instalaciones de procesamiento de alimentos y puede contribuir a la contaminación cruzada (Latorre *et al.* 2010). Esto destaca la necesidad de prácticas higiénicas estrictas y protocolos de control de calidad

efectivos en la industria alimentaria para prevenir la contaminación por *L. monocytogenes* (Farber y Peterkin, 1991).

La detección y el control de *L. monocytogenes* en los alimentos son fundamentales para garantizar la seguridad alimentaria y prevenir enfermedades transmitidas por alimentos. Métodos de detección, como la PCR (reacción en cadena de la polimerasa), se han desarrollado y validado para una rápida identificación y cuantificación de *L. monocytogenes* en muestras alimentarias (Torres *et al.* 2004).

A pesar de los esfuerzos para controlar la contaminación por *L. monocytogenes*, los brotes de enfermedades siguen siendo un desafío continuo en todo el mundo. Es necesaria una vigilancia continua y la colaboración entre la industria alimentaria, los organismos reguladores y los profesionales de la salud pública para reducir los riesgos asociados con este patógeno y proteger la salud de los consumidores (Gombas *et al.* 2003). Por otro lado la investigación continua en áreas como la genómica de *L. monocytogenes* y la epidemiología molecular ayudará a mejorar nuestra comprensión de la ecología y la dinámica de transmisión de este patógeno y a desarrollar estrategias más efectivas para su control y prevención (Gray *et al.* 2021).

DESARROLLO DE ENCUESTA

Debido al considerable impacto de estos microorganismos en la salud pública, las plantas de beneficio de aves en Colombia aplican medidas preventivas para reducir los riesgos de contaminación de las canales. Durante este proyecto, se identificaron factores que predisponen a la contaminación de las canales, como el manejo inadecuado en la producción primaria, deficiencias en la bioseguridad de la granja, y fallos en el manejo de cama, comederos y bebederos en los galpones. Sin embargo, los puntos de control y los procedimientos implementados en las plantas de beneficio contribuyen a disminuir estos riesgos. El uso de desinfectantes en la industria alimentaria es crucial para controlar la carga microbiana en las canales, aunque estos productos no sustituyen las prácticas adecuadas durante el sacrificio.

Se realizó una encuesta a 100 plantas de beneficio de aves con autorización sanitaria bajo decreto 1500 de 2007 ubicadas en diferentes departamentos de Colombia de las cuales respondieron 57 establecimientos, a pesar de que no se recibió la encuesta diligenciada por el 100% de los establecimientos, no se afectó el trabajo, toda vez que con las 57 encuestas obtenidas, se contó con información para las diferentes categorías con base en el número de aves beneficiadas. Se obtuvieron los siguientes resultados:

En la gráfica 2 se muestran los resultados de la encuesta a la pregunta:
¿Número de aves procesadas por turno de beneficio?

La gráfica muestra que la mayoría de las plantas de beneficio de aves encuestadas (39%) procesan menos de 3000 aves al día, por lo cual se clasifican como plantas especiales de aves. Por otro lado, un porcentaje significativo (23%) de las plantas encuestadas realiza procesos de beneficio de más de 50000 aves al día. Otro 23% de las plantas reporto un beneficio diario de entre 3001 y 20000 aves. Además, el 11% de las plantas manejan volúmenes estimados entre 20001 y 30000 aves beneficiadas, mientras que solo el 5% reporta beneficios con volúmenes diarios entre 35001 y 50000 aves.

Es notable que el 39% de los establecimientos encuestados corresponda a plantas de beneficio especial de aves, lo cual sugiere un compromiso por parte de este segmento en cumplir con las regulaciones sanitarias y normatividad vigente. Esto no implica que las grandes empresas sean ajenas a estos temas que van de la mano con la productividad, pero se infiere que cuenten con más recursos y profesionales que les faciliten el cumplimiento de las normas y la coordinación con la autoridad sanitaria.

La gráfica 3 responde a la pregunta: ¿Qué métodos y tecnologías se utilizan para el enfriamiento de las canales de pollo?

En esta gráfica se muestra que el 96% de las plantas de beneficio de aves encuestadas utilizan el enfriamiento por agua (inmersión). Solo una planta utiliza enfriamiento por aire y una utiliza otro método (agua de hielo). Se asume que en este ítem la planta que respondió agua de hielo que corresponde a una planta especial de aves en realidad se refería a enfriamiento por agua. Por lo

que el porcentaje de plantas de beneficio que usan el método de enfriamiento por agua (inmersión) pasaría a ser de 98,24%

En estudio realizado por Zhang y colaboradores en 2011 se destaca la importancia del enfriamiento por agua (WIC, por sus siglas en inglés) en el procesamiento de las carcasas de pollo. El enfriamiento de las carcasas durante el procesamiento avícola es un paso crítico para prevenir el crecimiento de bacterias patógenas y de deterioro. (Zhang *et al.* en 2011).

Wang y colaboradores en estudio realizado en China en 2020 reportan en cuanto al riesgo microbiológico que se observó que carcasas tratadas con enfriamiento por agua (WC) presentaron los recuentos más bajos de microorganismos viables en comparación con las tratadas con enfriamiento por aire (AC) o métodos de enfriamiento combinados (CO20 y CO30). Esto sugiere que el WC puede ser más efectivo para mitigar el riesgo microbiológico en el procesamiento de pollo de engorde. (Wang *et al.* 2020)

La Gráfica 4 revela las preferencias en cuanto a desinfectantes para las canales durante la etapa de enfriamiento. El desinfectante más empleado es el cloro, utilizado por el 68% de las plantas encuestadas. Un 16% emplea ácido peracético, mientras que otro 16% no utiliza ningún desinfectante en esta fase del proceso. Ninguna planta mencionó el uso de ácido láctico.

Del 68% de establecimientos que utilizan cloro, el 9% (correspondiente a 5 plantas) lo emplean a una concentración de 50 PPM.

La concentración de cloro a 50 PPM utilizada en la etapa de enfriamiento de las canales de aves puede tener un impacto significativo en la supervivencia de los microorganismos patógenos. Estudios han demostrado que el cloro en concentraciones adecuadas es efectivo para reducir la carga bacteriana en las superficies de las canales de aves. Por ejemplo, investigaciones realizadas por Russell y Axtell en 2005 encontraron que el cloro es un agente antimicrobiano eficaz para reducir las poblaciones de bacterias en las carcasas de pollo. Además, Bauermeister y colaboradores en 2008 observaron que el tratamiento con cloro puede mejorar las propiedades microbiológicas y de calidad de las carcasas de aves.

Por otro lado, algunos estudios han señalado que concentraciones más altas de cloro pueden ser necesarias para lograr una desinfección efectiva en las canales de aves. Bartenfeld y colaboradores en 2014 encontraron que el uso de altas concentraciones de cloro en la ducha de las carcasas tuvo un efecto significativo en la reducción de Salmonella en las carcasas de pollo. Por su parte, Agirdemir y colaboradores en 2021 evaluaron los efectos de diversos desinfectantes químicos en la supervivencia de Salmonella Typhimurium en carcasas de pollo y observaron que el cloro fue uno de los desinfectantes más efectivos para reducir la carga bacteriana.

El cloro ha demostrado ser efectivo para reducir la contaminación bacteriana de E. coli en carcasas de aves, especialmente cuando se utiliza en

concentraciones adecuadas y en combinación con otros procesos de saneamiento (Bartenfeld *et al.* 2014; Bauermeister *et al.* 2008).

Un estudio realizado en Georgia USA por Russell y Axtell en 2005, comparó el efecto del hipoclorito de sodio (SH) versus la monocloramina (MON) en las poblaciones bacterianas asociadas con las carcasas de pollo. Se observó que el SH a una concentración de 50 ppm fue capaz de eliminar diversas bacterias patógenas, incluyendo *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* serovares, se destacó que el SH logró una reducción significativa en las poblaciones de bacterias, lo que indica su eficacia como agente desinfectante en el agua de los chillers para enfriamiento de canales de aves. (Russell & Axtell, 2005).

Sin embargo, también se señaló que el uso de SH a concentraciones más bajas, como 20 ppm, podría no ser tan efectivo para reducir las poblaciones de bacterias en comparación con concentraciones más altas ya que se observó un aumento nominal en los recuentos de *E. coli* y *Salmonella* en las carcasas de pollo expuestas al tratamiento con 20 ppm de SH, estos hallazgos indican que la eficacia del hipoclorito de sodio depende de la concentración utilizada y de la sensibilidad de las bacterias presentes en el medio. (Russell & Axtell, 2005).

Un estudio realizado en USA por Sukted y colaboradores en 2017, resalta la importancia del cloro debido a su capacidad para reducir de manera significativa el número de *Campylobacter* y otras poblaciones microbianas

presentes en el agua de enfriamiento empleada en el procesamiento avícola. La adición de cloro al agua de enfriamiento representa una estrategia efectiva para disminuir los niveles de *Campylobacter*, lo cual es de importancia dada la preocupación por esta bacteria, además los resultados obtenidos tanto por experimentos como por simulaciones indican que la presencia de cloro en los enfriadores, permite una reducción significativa de *Campylobacter*, lo que resalta la relevancia del cloro en el control de esta bacteria patógena en el procesamiento avícola. (Sutked *et al.* 2017).

Aunque el cloro puede ser eficaz para reducir la carga bacteriana de *Listeria* en ciertos ambientes, se ha observado que este patógeno puede ser más resistente en comparación con otros microorganismos (Farber & Peterkin, 1991).

De los 9 establecimientos que usan ácido peracético 8 establecimientos lo hacen a una concentración entre 10 y 50 PPM, mientras que uno solo lo utiliza a una concentración de 100 PPM.

Las concentraciones de ácido peracético (PAA) utilizadas en la desinfección de canales de aves pueden tener un efecto importante en la supervivencia de los microorganismos patógenos. Estudios previos han demostrado que el ácido peracético en concentraciones de 10 a 50 PPM puede ser eficaz para reducir la carga bacteriana en las superficies de las carcasas de aves (Bauermeister *et al.* 2008). Sin embargo como con cualquier desinfectante la

efectividad del PAA puede variar dependiendo de factores como el tiempo de exposición y las condiciones específicas de la planta de procesamiento.

En Colombia Moncada Barragán en 2012, evaluó el efecto del ácido peracético e hipoclorito de sodio sobre cepas de *Salmonella* spp. inoculadas en agua de chiller. Los resultados mostraron que la adición de ácido peracético inactivó un máximo de $0,92 \pm 0,07$ unidades logarítmicas (14,7%) de *Salmonella*, mientras que la adición de hipoclorito de sodio a 20 mg/L inactivó un máximo de $0,25 \pm 0,1$ unidades logarítmicas (3,7%) de *Salmonella*. Se observó que el tratamiento con 200 mg/L de hipoclorito de sodio fue significativamente más eficiente que los otros tratamientos, aunque esta concentración no es permitida por las autoridades competentes. (Moncada Barragán, J. L., 2012). Además, se encontró que la adición de hipoclorito de sodio a 20 mg/L acidificado con 150 mg/L de ácido peracético logró una disminución mayor a 5 unidades logarítmicas, equivalente al 99,99% de la población de *Salmonella*, transcurrido 1 minuto de contacto, este resultado se mantuvo hasta el tiempo máximo evaluado, y no se encontraron diferencias significativas entre los casos estudiados. Se destacó que, para esta concentración, la cuantificación de cloro residual mostró una reducción del 69,1% de la concentración inicial a los 65 minutos. (Moncada Barragán, J. L., 2012).

Bauermeister y colaboradores reportan que la adición de ácido peracético al agua de enfriamiento reduce la presencia de *Salmonella* en carcasas

inoculadas en un 92%, y que el efecto del desinfectante mejora considerablemente al aumentar la concentración, mostrando una respuesta eficiente a 100 y 200 mgL⁻¹, valores ante los que no se evidencian efectos secundarios sobre características organolépticas de las carcasas. (Bauermeister *et al.* 2018).

Guastalli y colaboradores reportaron en su estudio de 2016, que el ácido peracético fue uno de los cinco desinfectantes evaluados, junto con el clorito de sodio acidificado, el cloruro de amonio alquil dimetil bencil amonio, el dióxido de cloro y el hipoclorito de sodio, los resultados demostraron que el ácido peracético, junto con otros desinfectantes, fue efectivo para reducir las poblaciones de microorganismos indicadores de calidad alimentaria, así como de *Salmonella Enteritidis* (SE), especialmente en ausencia de materia orgánica. (Guastalli *et al.* 2016). Esto sugiere que el ácido peracético podría ser una alternativa viable al hipoclorito de sodio, comúnmente utilizado en Brasil para su aplicación en agua de los tanques de preenfriamiento, lo que resalta su importancia como una herramienta efectiva para reducir el riesgo microbiológico. (Guastalli *et al.* 2016).

En la gráfica 5 se reflejan los resultados a la pregunta ¿Qué mecanismo se utiliza para el enfriamiento del agua en su establecimiento? Se evidencia que 19 (33%) de las plantas de beneficio encuestadas emplean hielo producido en el propio establecimiento, 19 (33%) utilizan hielo mixto (Producido en planta

de beneficio y proveedor externo), 9 (16%) utilizan agua fría producida por equipo de enfriamiento y 10 (18%) emplean hielo comprado a terceros.

La tendencia observada al comparar el mecanismo de enfriamiento de agua con el volumen de beneficio indica que las plantas con un procesamiento diario de más de 20000 aves utilizan agua fría producida por sus propios equipos de enfriamiento y hielo producido internamente. En caso de contingencias, recurren a proveedores externos de hielo. Por otro lado, en instalaciones con un volumen de beneficio menor, como las plantas de beneficio especiales (procesamiento de menos de 3000 aves al día), es más común adquirir hielo de terceros. Esta diferencia indica una correlación entre el tamaño del establecimiento y la capacidad de producción interna de recursos, las plantas más grandes tienden a depender menos de fuentes externas para satisfacer sus necesidades de enfriamiento.

A la pregunta ¿Cuál es la temperatura promedio del agua del chiller durante el proceso de enfriamiento? Los rangos oscilaron entre $-3,0^{\circ}\text{C}$ a $4,0^{\circ}\text{C}$

Es interesante que las plantas con beneficios entre 35001 y 50000 aves y las plantas con beneficios menores o iguales a 3000 aves reportaron la misma temperatura promedio de $1,2^{\circ}\text{C}$, a pesar de tener volúmenes de beneficio significativamente diferentes. Esto puede indicar que, en algunos casos, el tamaño del establecimiento no necesariamente se relaciona con la eficacia del sistema de enfriamiento, y otros factores pueden influir en la temperatura final alcanzada.

A la pregunta ¿Cuál es la temperatura promedio de las canales al salir del chiller? Los rangos oscilaron entre 0 a 4,0°C, dos establecimientos reportaron temperaturas de hasta 5,0°C.

Cabe señalar que en el Artículo 21 de la Resolución 242 del 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social se estipula que “en el área de enfriamiento y empaque de canales y productos cárnicos comestibles se realizan las operaciones para lograr la disminución de la temperatura de la canal y los productos cárnicos comestibles (Menudencias) hasta máximo 4,0°C”, independiente del método utilizado.

Cuando las temperaturas superan los 4,0°C, las bacterias patógenas, como Salmonella, Escherichia coli y Listeria monocytogenes, pueden multiplicarse rápidamente, lo que aumenta el riesgo de intoxicación alimentaria (Jay *et al.* 2005; Juneja *et al.* 2003).

A la pregunta ¿Se realiza recirculación del agua del chiller? Se evidencia que 27 establecimientos (47%) si realizan recirculación, mientras que 30 establecimientos (53%) no lo hacen.

A la pregunta ¿A qué temperatura se reintroduce el agua al chiller?

Los establecimientos que realizan la práctica lo hacen a temperaturas que oscilan de 0,2°C hasta temperatura ambiente.

Es importante señalar que la recirculación del agua puede representar riesgos de contaminación cruzada, especialmente si no se mantienen condiciones

adecuadas de temperatura y limpieza. La literatura científica respalda la importancia de controlar la temperatura del agua como medida de mitigación del riesgo microbiológico, destacando que debe ser verificada tanto por la industria como por las autoridades sanitarias para garantizar la seguridad alimentaria. (Miller *et al.* 2019).

En Colombia la Resolución 242 del 2013 del Ministerio de Salud y Protección Social en el artículo 12 estipula que para su funcionamiento, las plantas de beneficio deben garantizar el suministro de agua potable y las condiciones para almacenar, monitorear, mantener la calidad del agua, temperatura, presión y distribución hacia todas las áreas de proceso. La potabilidad del agua está regida por los parámetros señalados en la Resolución 2115 de 2007.

Las temperaturas en agua cercanas a la temperatura ambiente, pueden crear un ambiente propicio para el crecimiento bacteriano y la proliferación de patógenos alimentarios, estudios han demostrado que el agua en sistemas de recirculación puede albergar una carga significativa de microorganismos si no se controla adecuadamente la temperatura y se llevan a cabo prácticas higiénicas efectivas. (Rivera-Betancourt *et al.* 2004).

A la pregunta ¿Cuenta con banco de agua fría? Se evidencio que 7 establecimientos (12%) si cuentan con este mientras que 50 establecimientos (88%) no cuentan con él.

La disponibilidad de un banco de agua fría proporciona una fuente constante de agua a temperaturas bajas, lo que es crucial para mantener la cadena de frío y preservar la frescura de los productos perecederos, como las carnes avícolas. Esto contribuye a prevenir el crecimiento bacteriano y la contaminación microbiológica durante el proceso de enfriamiento, lo anterior no quiere decir que el 88% de plantas que no cuentan con banco representen un riesgo para la inocuidad de los productos, toda vez que deben contar con programa de control de proveedores con criterios de aceptación y rechazo (para el caso del hielo comprado a terceros) y controles durante la operación tales como monitoreo y verificación de la temperatura del agua del chiller.

CONCLUSIONES

La literatura consultada ratifica el riesgo microbiológico durante el proceso de beneficio de pollos de engorde, confirmando la posibilidad de presencia de *Salmonella* spp, *Campylobacter*, *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y otros agentes patógenos en la materia fecal e ingesta de aves.

Los agentes patógenos listados, en materia fecal e ingesta (de acuerdo a la literatura consultada), están directamente relacionados con serias afectaciones en la salud de los consumidores, en diferentes países, incluyendo Colombia, principalmente asociadas a tracto gastro intestinal, sistemas urinario, neurológico e inmunológico en diferentes grupos poblacionales, cuyos signos y síntomas pueden variar entre moderados y severos, hasta la muerte; es así que en Colombia las cifras arrojadas por el Instituto Nacional

de Salud (INS) en el año 2015, revelan que se notificó al Sistema nacional de vigilancia 11836 casos de enfermedades transmitidas por alimentos, involucrados en 1004 brotes; de los cuales, el 51% de los casos se encontraron asociados a la identificación de algún agente etiológico dentro de los que se identificaron *Salmonella* spp, *Escherichia coli* y *Listeria monocytogenes* entre otros (Instituto Nacional de Salud, 2015).

A través de la información recopilada con la encuesta de tipo descriptivo, se concluye que el promedio de temperatura del pollo a la salida de la etapa de enfriamiento (chiller), en los establecimientos participantes en la encuesta, es lo suficientemente seguro, desde el punto de vista microbiológico, teniendo en cuenta que esta temperatura contribuye de manera directa en la reducción de la carga microbiana de las canales y adicionalmente inhibe la proliferación de las mismas, incluyendo las bacterias patógenas, estudios han demostrado que las temperaturas de refrigeración menores a 4,0°C pueden ralentizar el crecimiento y la multiplicación de *E. coli* O157:H7, *Campylobacter* spp y *Listeria monocytogenes* lo que puede resultar en una disminución gradual de la carga bacteriana a lo largo del tiempo. (Rodríguez et al. 2015; Rivera-Betancourt *et al.* 2004)

A partir de la revisión de literatura realizada, se pudo constatar que las principales sustancias desinfectantes a las concentraciones empleadas en etapa de enfriamiento por el 84% de los establecimientos encuestados (Cloro 50ppm, ácido peracético 10- 50 ppm) son efectivas para reducir la carga de

los microorganismos patógenos listados Salmonella spp, Campylobacter, E. coli o157: H7, Listeria Monocytogenes en canales de pollo de engorde contaminadas con materia fecal o ingesta de tal manera que se controle el riesgo de afectación a la inocuidad y por ende a la salud del consumidor.

CONFLICTOS DE INTERESES

El manuscrito fue preparado y revisado con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe ningún conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

REFERENCIAS

- AGIRDEMIR, O., YURDAKUL, O., KEYVAN, E. Y SEN, E. 2021. Effects of carcasses. Food Science and Technology.
- ANTUNES, P., MOURÃO, J., CAMPOS, J., & PEIXE, L. 2016. Salmonellosis: The various chemical decontaminants on Salmonella typhimurium survival in chicken role of poultry meat. Clinical Microbiology and Infection, 22, 110–121.
- BARBUT S. 2020. La ciencia del procesamiento avícola y de carnes. Recuperado de <https://bmeditores.mx/avicultura/descontaminacion-de-canales-de-pollo>
- BARTENFELD, L. N., FLETCHER, D. L., NORTHCUTT, J. K., BOURASSA, D. V., COX, N. A., & BUHR, R. J. 2014. The effect of high-level chlorine carcass drench on the recovery of Salmonella and enumeration of bacteria from broiler carcasses. Poultry Science, 93(11), 2893-2899.
- BAUERMEISTER L. J., BOWERS J. W. J., TOWNSEND J. C., R. MS. 2008. The Microbial and Quality Properties of Poultry Carcasses Treated with Peracetic Acid as an Antimicrobial Treatment. Poultry Science. 2008;87:2390–8.

- BAYONA, M. 2012. Prevalencia de Salmonella y enteroparásitos en alimentos y manipuladores de alimentos de ventas ambulantes y restaurantes en un sector del norte de Bogotá, Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 15(2), 267-274.
- BRIDIER, A., BRIANDET, R., THOMAS, V., & DUBOIS-BRISSONNET, F. 2011. Resistance of bacterial biofilms to disinfectants: A review. *Biofouling*, 27(9), 1017-1032.
- BYUN, K. H., HAN, S., YOON, J., PARK, S. H., & HA, S. D. 2020. Efficacy of chlorine-based disinfectants (sodium hypochlorite and chlorine dioxide) on Salmonella Enteritidis planktonic cells, biofilms on food contact surfaces and chicken skin. *Food Control*, 123, 107838.
- CAIPO, M. 2011. Directrices para el control de Campylobacter y Salmonella en la carne de pollo. Unidad de Inocuidad de los Alimentos y Codex, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (CAC/GL 78-2011), 1-28.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION [CDC]. 2021. Salmonella. Disponible desde Internet en: <https://www.cdc.gov/salmonella/index.html>
- CERVANTES, E & CRAVIOTO, A. 2007. Campylobacter y enfermedades asociadas. *Rev Fac Med UNAM*. Recuperado de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2007/un071j.pdf>
- ERAZO, L. 2018. Determinación de la prevalencia de Campylobacter en una planta avícola ubicada en el departamento del Meta. Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/35142/Proyecto%20final%20determinaci%C3%B3n.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY [EFSA]. 2019. The European Union One Health 2018 Zoonoses Report. *EFSA Journal*, 17(12), e05926.
- EWERS, C., JANßEN, T., KIEßLING, S., PHILIPP, H.-C., & WIELER, L. H. 2004. Molecular epidemiology of avian pathogenic Escherichia coli (APEC) isolated from colisepticemia in poultry. *Veterinary Microbiology*, 104(1-2), 91-101.
- FAO. 2020. FAOSTAT - Production statistics. Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/CL>
- FAO. 2022. Salmonella and Campylobacter in Chicken Meat - Meeting Report. Microbiological Risk Assessment Series (MRA) 19. Retrieved January 31, 2022, from

<https://www.fao.org/documents/card/en/c/1ba49045-e062-501c-a32f-6f6cb15cf631/>

- FARBER, J. M., & PETERKIN, P. I. (1991). *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. *Microbiological Reviews*, 55(3), 476-511.
- FAUNDEZ, F. 2018. Detección de *Escherichia Coli* 0157:H7 y *Campylobacter* *Jejuni* en canales de bovinos en faenadoras de la región del bio bio. Recuperado de:
http://repositorio.udec.cl/bitstream/11594/3367/4/Tesis_Deteccion_de_Escherichia_coli_O157_H7.Image.Marked.pdf
- FEARNLEY, E., RAUPACH, J., LAGALA, F., & CAMERON, S. 2011. *Salmonella* in chicken meat, eggs and humans; Adelaide, South Australia, 2008. *International Journal of Food Microbiology*, 146(1), 219-227.
- FENAVI. 2023. Infografía: Avicultura en cifras 2023 [Infografía]. World Wide Web electronic publication. Disponible desde Internet en:
<https://fenavi.org/centro-de-noticias/infografia-avicultura-en-cifras-2023/>
- FSANZ. 2013. *Agents of Foodborne Illness*. 2nd ed, Food Standards Australia New Zealand, Canberra. Hocking, A.
- GOMBAS, D. E., CHEN, Y., CLAVERO, R. S., SCOTT, V. N., & SURVEY, U. F. I. (2003). *Listeria monocytogenes*: Hazard identification and exposure assessment. *Journal of Food Protection*, 66(9), 1694-1711.7.
- GÓMEZ, M., & VAZQUES, N. 2018. Evaluación de la susceptibilidad de *Campylobacter jejuni* frente a las especies: *Achyrocline satureioides*, *Achyrocline bogotensis* y *Gnaphalium elegans*. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA.
- GÓMEZ, O. 2014. Enfermedad diarreica aguda por *Escherichia coli* enteropatógenas en Colombia. Recuperado de:
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v31n5/art10.pdf>
- GOULET, V., HEDBERG, C., LE MONNIER, A., & DE VALK, H. 2012. Increasing incidence of listeriosis in France and other European countries. *Emerging Infectious Diseases*, 18(10), 1705-1709.
- GRAY, J., CHANDRY, P. S., KAUR, M., KOCHARUNCHITT, C., FANNING, S., BOWMAN, J. P., & FOX, E. M. 2021. Colonization dynamics of *Listeria monocytogenes* strains isolated from food production environments. *Scientific Reports*, 11(1), 12195.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-91503-w>

- GUASTALLI, B., BATISTA, D., SOUZA, A., GUASTALLI, E., LOPES, P., ALMEIDA, A., ET AL. 2016. Evaluation of Disinfectants Used in Pre-Chilling water Tanks of Poultry Processing Plants. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 18(2), 217–224.
- HERNÁNDEZ VALDÉS, L. M. 2016. Evaluación de la efectividad del cloruro cetilpiridinio (cecare 40%) en las etapas post chiller en el control de salmonella spp en una planta de beneficio de aves. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/1218/1/Hernandez_2016_TG.pdf
- HOFFMANN, S., MACULLOCH, B., & BATZ, M. 2015. Economic burden of major foodborne illnesses acquired in the United States.
- IFT. 2004. Bacteria Associated with Foodborne Diseases. Scientific Status Summary, Institute of Food Technologists, Chicago, IL, United States of America.
- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD [INS]. 2020. Vigilancia brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, Colombia, semana epidemiológica 04 de 2020. BES Boletín Epidemiológico Semanal, 1–5.
- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. 2015 Protocolo de Vigilancia, Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública.
- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD. 2015. Protocolo de Vigilancia, Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública.
- JAIMES, O., GÓMEZ, R., ÁLVAREZ, E., SOLER T., ROMERO, P., VILLAMIL J. 2010. Las enfermedades infecciosas y su importancia en el sector avícola. *Revista de Medicina Veterinaria* N° 20 / julio - diciembre 2010.
- JAMES, C., VINCENT, C., DE ANDRADE LIMA, T. I., & JAMES, S. J. 2006. The primary chilling of poultry carcasses—a review. *International Journal of Refrigeration*.
- JAY, J.M., LOESSNER, M.J., & GOLDEN, D.A. 2005. *Modern Food Microbiology* (7th ed.). New York: Springer.
- JOHNSON, J. R., & STELL, A. L. 2000. Extended virulence genotypes of *Escherichia coli* strains from patients with urosepsis in relation to phylogeny and host compromise. *The Journal of Infectious Diseases*, 181(1), 261-272.

- JUNEJA, V. K., SOFOS, J. N., & MURANO, E. A. 2003. Control of Foodborne Microorganisms. Marcel Dekker
- LATORRE, A. A., VAN KESSEL, J. A., KARNIS, J. S., ZURAKOWSKI, M. J., PRADHAN, A. K., BOOR, K. J. & SCHUKKEN, Y. H. 2010. Biofilm in milking equipment on a dairy farm as a potential source of bulk tank milk contamination with *Listeria monocytogenes*. *Journal of Dairy Science*, 93(7), 2792-2802.
- MANGES, A. R., JOHNSON, J. R., FOXMAN, B., O'BRYAN, T. T., FULLERTON, K. E., & RILEY, L. W. 2001. Widespread distribution of urinary tract infections caused by a multidrug-resistant *Escherichia coli* clonal group. *New England Journal of Medicine*, 345(14), 1007-1013.
- MARDONES P, GUSTAVO, & LÓPEZ M, JUANA. 2017. Implicancias de *Campylobacter* spp. como patógeno alimentario. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 33(1), 73-83.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902017005002005>
- MELLOR, G. E., SIM, K., & MCKINNON, J. 2016. Prevalence and antimicrobial resistance profiles of *Escherichia coli* O157:H7 in beef cattle from Queensland and the Northern Territory, Australia. *Journal of Food Protection*, 79(12), 2098-2105.
- MILLER, J. D., WORKMAN, C. L., PANCHANG, S. V., SNEEGAS, G., ADAMS, E. A., YOUNG, S. L., & THOMPSON, A. L. 2021. Water Security and Nutrition: Current Knowledge and Research Opportunities. *Current Developments in Nutrition*, 5(12), nzab158.
- MONCADA, J. L. 2012. Evaluación de ácido peracético e hipoclorito de sodio sobre cepas de *salmonella* spp., inoculadas en agua de chiller. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/13284>.
- NORTHCUTT, J., SMITH, D., HUEZO, R., & INGRAM, K. 2008. Microbiology of Broiler Carcasses and Chemistry of Chiller Water as Affected by Water Reuse. *Poultry Science*, 87(8), 1458-1463.
- OLEA, A., DÍAZ, J., FUENTES, R., VAQUERO, A., & GARCÍA, M. 2012. Foodborne disease outbreaks surveillance in Chile. *Revista Chilena de Infectología*, 29(5), 504-510.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2015. Estimación de la carga mundial de enfermedades de transmisión alimentaria, consecuencias sanitarias y económicas devastadoras.
- PITOUT, J. D., NORDMANN, P., LAUPLAND, K. B., & POIREL, L. 2005. Emergence of Enterobacteriaceae producing extended-spectrum β -

lactamases (ESBLs) in the community. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 56(1), 52-59.

- RAMASWAMY, V., CRESENCE, V. M., REJITHA, J. S., LEKSHMI, M. U., DHARSANA, K. S., & PRASAD, S. P. 2007. *Listeria*—review of epidemiology and pathogenesis. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 40(1), 4-13.
- RESOLUCIÓN 2115 DE 2007. 2007. Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- RESOLUCIÓN 242 DE 2013. 2013. Ministerio de Salud y Protección Social.
- RESOLUCIÓN 2690 DE 2015. 2015. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Protección Social.
- RIVERA-BETANCOURT, M., SHACKELFORD, S. D., ARTHUR, T. M., WESTMORELAND, K. E., BELLINGER, G., ROSSMAN, M., REAGAN, J. O., & KOOHMARAIE, M. 2004. Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* in two geographically distant commercial beef processing plants in the United States.
- ROCOURT, J., MOY, G., VIERK, K. Y SCHLUNDT, J. 2003. The present state of foodborne disease in OECD countries. Food Safety Department, World Health Organization, Geneva, Suiza.
- RODRÍGUEZ, V., GUZMÁN, L., VERJAN, N. 2015. *Campylobacter* spp. en productos aviares y su impacto en salud pública. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Recuperado de: <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/3653/2461>
- RUSSELL, S. M., & AXTELL, S. P. 2005. Monochloramine versus sodium hypochlorite as antimicrobial agents for reducing populations of bacteria on broiler chicken carcasses. *Journal of Food Protection*, 68(4), 758-763.
- SCHLECH, W. F., LAVIGNE, P. M., BORTOLUSSI, R. A., ALLEN, A. C., HALDANE, E. V., WORT, A. J. & BROOME, C. V. 1993. Epidemic listeriosis—evidence for transmission by food. *New England Journal of Medicine*, 308(4), 203-206.
- STERN, N. J., & ROBACH, M. C. 2003. Enumeration of *Campylobacter* spp. in Broiler Feces and in Corresponding Processed Carcasses. *Journal of Food Protection*, 66(9), 1557-1563.
- SUKTED, N., TUITEMWONG, P., TUITEMWONG, K., POONLAPDECHA, W., & ERICKSON, L. E. 2017. Inactivation of *Campylobacter* during

immersion chilling of chicken carcasses. *Journal of Food Engineering*, 202, 25-33.

- SWAMINATHAN, B., & GERNER-SMIDT, P. 2007. The epidemiology of human listeriosis. *Microbes and Infection*, 9(10), 1236-1243.
- TORRES, K., POULTOU, R., CARRASCAL, A., SIERRA, S., & MERCADO, M. (2004). Validación de PCR para detección de *Listeria monocytogenes* en carne crudas de res y pollo. *MVZ-Córdoba*, 9(2), 414-
- WANG, H., QIN, X., LI, X., WANG, X., LEI, Y., & ZHANG, C. 2020. Effect of chilling methods on the surface color and water retention of yellow-feathered chickens. *Poultry Science*, 99(4), 2246-2255.
- WASSENAAR, T.M. 1997. Toxin production by *Campylobacter* spp.... *Clinical microbiology reviews* 10, 466-476.
- YÁNEZ, E., MÁTTAR, S., & DURANGO, A. 2008. Determinación de *Salmonella* spp. por PCR en tiempo real y método convencional en canales de bovinos y en alimentos de la vía pública de Montería, Córdoba. *Infectio*, 12(4), 246-253. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-93922008000400003&lng=en&tlng=es.
- ZHANG, L., JEONG, J. Y., JANARDHANAN, K. K., RYSER, E. T., & KANG, I. 2011. Microbiological quality of water immersion-chilled and air-chilled broilers. *Journal of Food Protection*, 74(9), 1531-1535.

Tabla 1. Algunas características de inclusión.

Artículo/ documento	País	Tema principal	Año de publicación
Evaluación de la efectividad del cloruro cetilpiridinio (cecare 40%) en las etapas post chiller en el control de Salmonella spp en una planta de beneficio de aves.	Colombia	<i>Cloruro cetilpiridinio (cecare 40%) para control de salmonella spp.</i>	2016
Determinación y cuantificación de Salmonella spp. Y Campylobacter spp. En los procesos salida chiller, intervención antimicrobiana (cecare) y salida de túnel, en una planta de beneficio de aves en Floridablanca, Santander.	Colombia	Determinación y cuantificación de Salmonella spp. Y Campylobacter spp. Post enfriamiento	2018
Monochloramine versus sodium hypochlorite as antimicrobial agents for reducing populations of bacteria on broiler chicken carcasses	Georgia USA	Comparación del efecto del hipoclorito de sodio frente a la monocloramina en las poblaciones bacterianas asociadas con las canales de pollos de engorde.	2005
Evaluación de ácido peracético e hipoclorito de sodio sobre cepas de salmonella spp., inoculadas en agua de chiller.	Colombia	Efectividad como desinfectante del hipoclorito de sodio y del ácido peracético sobre cepas de S. Enteritidis y S. Typhimurium inoculadas en aguas de enfriamiento de industrias avícolas.	2012
Effect of chilling methods on the surface color and water retention of yellow-feathered chickens.	China	Efectos del enfriamiento por aire, el enfriamiento por agua y combinado en el estado microbiológico de las canales de pollo.	2020

Comparison of microbial load in immersion chilling water and poultry carcasses after 8, 16 and 24 working hours.	Brasil	Evaluación de la carga microbiana del agua del enfriador utilizada en el sistema de enfriamiento por inmersión de aves después de 8, 16 y 24 horas.	2010
Aerobic plate count, Salmonella and Campylobacter loads of whole bird carcass rinses from pre-chillers with different water management strategies in a commercial poultry processing plant.	Wisconsin USA	Efectos de dos sistemas diferentes de preenfriador que utilizan diferentes temperaturas y sistemas de recirculación de agua en enjuagues de canales enteras de aves	2020
Effect of fecal contamination and cross-contamination on numbers of coliform.	Agriculture Department USA	Efecto de la contaminación fecal previa al enfriamiento sobre el número de bacterias en las canales enfriadas por inmersión.	2005
Microbiological quality of water immersion-chilled and air-chilled broilers.	Michigan USA	Comparación de la calidad microbiológica de canales de pollos de engorde enfriados con aire y agua procesados en la misma instalación comercial	2011
Bacteria recovery from genetically feathered and featherless broiler carcasses after immersion chilling.	Agriculture Department USA	Influencia de las plumas y los folículos de las plumas en la recuperación de bacterias de la canal después del enfriamiento	2005
Broiler carcass bacterial counts after immersion chilling using either a low or high volume of water.	Agriculture Department USA	Impacto bacteriológico del uso de diferentes volúmenes de agua durante el enfriamiento por inmersión de	2006

		canales de pollos de engorde.	
Recovery of bacteria from broiler carcasses after immersion chilling in different volumes of water.	Department of Animal Science USA	Relación entre el volumen de agua de refrigeración de las canales aves y la microbiología de las mismas.	2008
Chemical additive to enhance antimicrobial efficacy of chlorine and control cross-contamination during immersion chill of broiler carcasses.	Agriculture Department USA	Enfriamiento por inmersión de las canales de pollos de engorde y contaminación cruzada.	2014
The effect of high-level chlorine carcass drench on the recovery of Salmonella and enumeration of bacteria from broiler carcasses.	Department of Animal Science USA	Efecto bacteriológico de exposición de canales de pollos de engorde procesados a una alta concentración (10 veces mayor) de baño clorado.	2014
Microbiological impact of spray washing broiler carcasses using different chlorine concentrations and water temperatures.	Agriculture Department USA	Impacto microbiológico del lavado por aspersión de canales de pollos de engorde con agua clorada (0 a 50 ppm) a diferentes temperaturas.	2005
The influence of acid and alkaline treatments on pathogens and the shelf life of poultry meat.	Department of Veterinary Public Health and Preventative Medicine USA	Determinación de la influencia de los tratamientos ácidos y alcalinos sobre los patógenos y la vida útil de la carne de ave.	2005
Validating the Efficacy of Peracetic Acid Mixture as an Antimicrobial in Poultry Chillers, Journal of Food Protection.	Department of Animal Science USA	Acido peracético (PAHP) como antimicrobiano para uso en enfriadores de aves.	2008
Salmonella in chicken meat: Consumption, outbreaks, characteristics, current control methods and the potential of bacteriophage use.	Department of Animal Science USA	Control de Salmonella en las plantas de procesamiento de pollo	2021

Effect of ultrasound and chlorine dioxide on Salmonella Typhimurium and Escherichia coli inactivation in poultry chiller tank water.	Brasil	Evaluación de la aplicación de ultrasonido solo o combinado con dióxido de cloro (ClO ₂) para la inactivación de Salmonella Typhimurium y Escherichia coli en agua de tanques enfriadores de procesamiento de aves.	2021
Neutral electrolyzed water in chillers: a viable option in the microbiological disinfection of giblets chicken	Colombia	Evaluación de la efectividad del agua electrolizada neutra en un enfriador para la eliminación microorganismos patógenos en mollejas y cuellos de pollo.	2022
Evaluation of Disinfectants Used in Pre-Chilling water Tanks of Poultry Processing Plants.	Brasil	Evaluación del efecto de cinco desinfectantes (clorito de sodio acidificado, cloruro de alquil dimetil bencil amonio, dióxido de cloro, ácido peracético e hipoclorito de sodio) sobre las poblaciones de microorganismos en etapa de enfriamiento.	2016
Inactivation of Campylobacter during immersion chilling of chicken carcasses.	USA	Efectos de adición de cloro al agua de refrigeración en la reducción significativa de Campylobacter.	2017
Application of peroxyacetic acid for decontamination of raw poultry products and comparison to other commonly used chemical antimicrobial interventions: a review.	USA	Comparación de la efectividad de PAA (ácido peroxiacético) con la de otros antimicrobianos para la descontaminación de canales y partes de aves crudas.	2021

Calidad microbiológica de la carne de pollo	México	Impacto del manejo del pollo en la incidencia de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs).	2013
Effects of various chemical decontaminants on Salmonella typhimurium survival in chicken carcasses.	Turquía	Determinación de la supervivencia de S. Typhimurium en canales de pollo de engorde tratadas con diferentes concentraciones de ozono, ácido láctico (LA), hipoclorito de sodio (NaClO) y ácido levulínico (LEV) aplicados en diferentes tiempos.	2021
Resistance of bacterial biofilms to disinfectants: A review.	USA	Identificación de mecanismos que desempeñan un papel en la resistencia bacteriana a los desinfectantes.	2011
Efficacy of chlorine-based disinfectants (sodium hypochlorite and chlorine dioxide) on Salmonella Enteritidis planktonic cells, biofilms on food contact surfaces and chicken skin.	Corea del Sur	Eficacia de desinfectantes a base de cloro (hipoclorito de sodio y dióxido de cloro) contra las células planctónicas de Salmonella Enteritidis en presencia de diferentes niveles de sustancias orgánicas.	2020
Application of Peroxyacetic Acid for Decontamination of Raw Poultry Products and Comparison to Other Commonly Used Chemical Antimicrobial Interventions: A Review.	Portugal	Efectividad de ácido peroxiacético para la reducción en la flora nativa o bacterias inoculadas, generalmente Salmonella o Campylobacter.	2021
Water uptake by poultry carcasses during cooling by water immersion.	Brasil	Métodos de enfriamiento para carcasas de pollo de engorde y absorción de agua.	2007

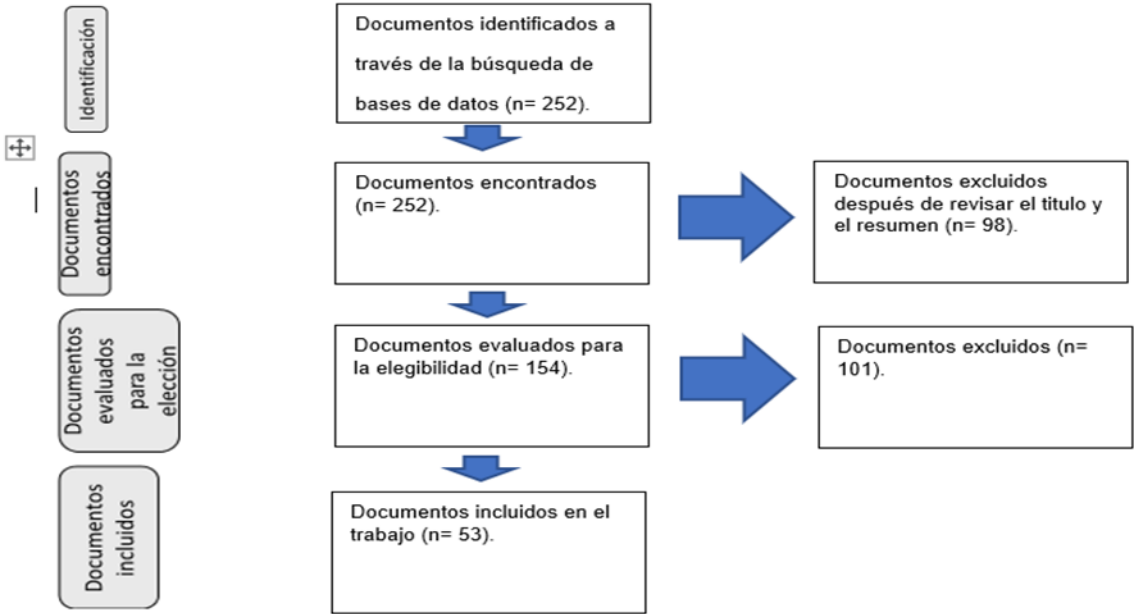
Effect of water activity on thermal resistance of Salmonella Krefeld in liquid medium and on rawhide surface.	Tailandia	Actividad del agua sobre la resistencia térmica de Salmonella Krefeld	2007
Maintaining the safety and quality of beef carcass meat. Ensuring safety and quality in the production of beef.	USA	Revisión del proceso de sacrificio y el mecanismo de adhesión bacteriana al tejido cárnico.	2017
Salmonella in chicken meat, eggs and humans.	Australia	Identificación de serotipos de Salmonella en carne de pollo y huevos.	2011
Análise de estratégias operacionais em sistema de pré-resfriamento de carcaças de frango por imersão.	Brasil	Análisis de parámetros en etapa de preenfriamiento en plantas procesadoras de pollo de engorde.	2020
Poultry meat and food safety: Pre and post-harvest approaches to reduce foodborne pathogens.	Reino Unido	Incidencia de las aves de corral y sus productos en infecciones transmitidas por alimentos a los humanos.	1999
Effect of Immersion or Dry Air Chilling on Broiler Carcass Moisture Retention and Breast Fillet Functionality.	USA	Efecto del método de enfriamiento sobre el color de la piel de la canal de pollo, la retención de humedad, la calidad del filete de pechuga y la funcionalidad.	2007
The primary chilling of poultry carcasses—a review.	Reino Unido	Revisión de estudios que se han llevado a cabo sobre el enfriamiento de canales de aves de corral.	2006
Las enfermedades infecciosas y su importancia en el sector avícola.	Colombia	Elementos de relevancia referentes a la industria avícola colombiana, relación con las enfermedades de control oficial y algunas de las enfermedades infecciosas que más la aquejan.	2010

Research and production of organic acids and industrial potential.	India	Tendencias en el mercado global de ácidos orgánicos en la industria alimenticia.	2020
Efficacy of hydrogen peroxide as a bactericide in poultry chiller water.	USA	Peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂) como bactericida en el agua de los enfriadores de aves.	2006
O processo de desinfecção pelo uso de derivados clorados em função do pH e a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.	Brasil	Información sobre la desinfección de agua por derivados clorados, resaltando la influencia del pH en este proceso.	2004
Vacuum cooling technology for the food processing industry: a review.	Escocia	Enfriamiento al vacío en industria de alimentos.	2000
Effect of different concentrations of acetic, citric, and propionic acid dipping solutions on bacterial contamination of raw chicken skin.	USA	Evaluación de diferentes combinaciones de soluciones de lavado con ácido orgánico (OA) por su capacidad para reducir la contaminación bacteriana de la piel de pollo cruda e inhibir el crecimiento de bacterias y patógenos perjudiciales en la piel durante el almacenamiento refrigerado.	2013
Carcass Decontamination methods in slaughterhouses: a review.	Grecia	Métodos de descontaminación de canales en plantas de beneficio animal	2014
Microbiology of Broiler Carcasses and Chemistry of Chiller Water as Affected by Water Reuse.	USA	Utilización de agua fresca y reutilizada para enfriamiento de canales de aves de corral en sistemas de refrigeración para lograr una reducción en el número de bacterias	2008

El enfriador a agua en el faenado avícola.	Brasil	Efectividad del enfriador de agua en lavado, reducción de contaminación y enfriamiento rápido de canales de aves.	2020
Calidad y seguridad microbiológica de la carne de pollo: con especial referencia a la incidencia de Salmonella, Campylobacter y Listeria monocytogenes en las diferentes etapas de la producción y procesado.	España	Evaluación de la calidad y seguridad microbiológica de la carne de pollo con especial referencia a Salmonella, Campylobacter y Listeria monocytogenes, así como el efecto de las distintas etapas de producción y procesado.	2015
Bacterial Contaminants of Poultry Meat: Sources, Species and Dynamics. Microorganisms.	Francia	Contaminación bacteriana de la carne de ave desde el proceso de sacrificio hasta la fecha de caducidad de los productos.	2017
Distribution of Campylobacter spp. in selected U.S. poultry production and processing operations.	USA	Identificación de Campylobacter en diferentes etapas de producción avícola en Estados Unidos.	2001
Poultry Slaughter Inspection: Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems.	USA	Sistemas de análisis de peligros y puntos de control críticos (HACCP) en plantas de beneficio de aves.	2018
Análisis comparativo entre ácido láctico, ácido peroxiacético e hipoclorito de sodio en la desinfección de canales bovinas en el frigorífico San Martín en Bogotá.	Colombia	Evaluar la eficacia de tres desinfectantes, ácido láctico, ácido peroxiacético e hipoclorito de sodio en la reducción de Escherichia coli biotipo I y Salmonella spp en la superficie de canales bovinas	2009
Evaluación del efecto desinfectante del ácido hipocloroso en carne	Colombia	Evaluación del efecto del Ácido hipocloroso (HCIO)	2012

de bovino y de pollo en Bogotá.		sobre carne de bovino y de pollo.	
Toxin production by Campylobacter spp.	USA	Revisión que compila todas las exotoxinas descritas, compara sus propiedades reportadas y proporciona un resumen de estudios en modelos animales y datos clínicos.	1997
Microbial decontamination of poultry carcasses. Microbial Decontamination in the Food Industry: Novel Methods and Applications.	Suiza	Análisis de las fuentes y rutas de contaminación de los canales de aves de corral, así como los principales patógenos bacterianos de interés, en particular Campylobacter y Salmonella.	2012

Gráfica 1 Diagrama de flujo que describe la selección de documentos y el proceso de inclusión y exclusión.



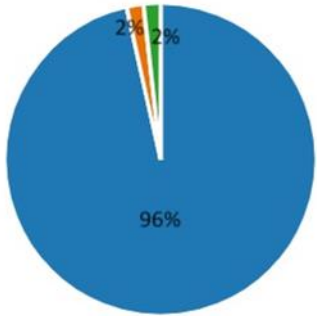
Gráfica 2. Número de aves procesadas por turno de beneficio



Fuente: Encuesta plantas de beneficio de aves con autorización sanitaria bajo decreto 1500 de 2007. 2023

Gráfica 3: Métodos y tecnologías utilizadas para el enfriamiento de canales de pollo (chiller).

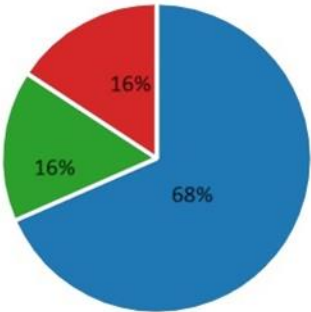
● Enfriamiento por agua (inmersió...	55
● Enfriamiento por aire	1
● Otro	1



Fuente: Encuesta plantas de beneficio de aves con autorización sanitaria bajo decreto 1500 de 2007. 2023

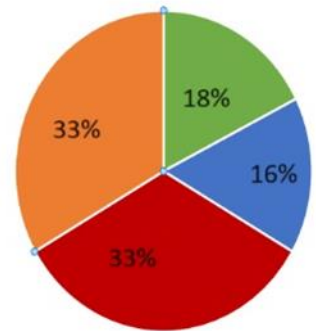
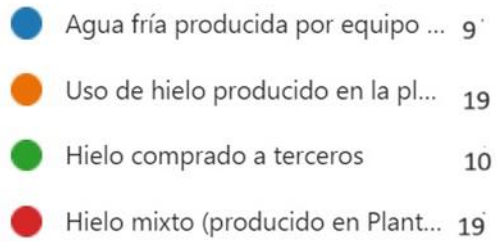
Gráfica 4. Desinfectantes utilizados en el proceso de enfriamiento (chiller de canales)

● Cloro	39
● Ácido láctico	0
● Ácido peracético	9
● Ninguno	9



Fuente: Encuesta plantas de beneficio de aves con autorización sanitaria bajo decreto 1500 de 2007. 2023

Gráfica 5. Mecanismo utilizado para enfriamiento de agua.



Fuente: Encuesta plantas de beneficio de aves con autorización sanitaria bajo decreto 1500 de 2007. 2023