



**Somos calidad,
somos USC**

Prevalencia de bacterias asociadas a etas en carne de res comercializada para el consumo humano en galerías de Santiago de Cali

Autores

**Nina Astrid Ruiz Ibarra
Tania Stephany Apraez Viveros**

Médico veterinario

Directores

**Juan Diego Duque
Camilo Ernesto Guarín**

**Grupo de investigación
Gimia**

**Línea de investigación
Microbiología Ambiental**

**Facultad De Ciencias Básicas
Programa De Medicina Veterinaria
Universidad Santiago De Cali
Santiago De Cali - Colombia
2026**

Impactos

Impacto	Producto	Beneficiario(s)
Científico	Generación de información sobre la prevalencia de bacterias asociadas a enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) en carne de res comercializada en galerías de Cali.	Comunidad científica, estudiantes e investigadores en microbiología y salud pública.
Técnico	Identificación de posibles fallas higiénico-sanitarias durante la manipulación y comercialización de carne de res.	Entidades de vigilancia sanitaria, expendedores de carne y profesionales del área de alimentos.
Social	Aporte al conocimiento sobre riesgos microbiológicos asociados al consumo de carne de res en la población.	Consumidores y comunidad en general.
Responsabilidad social	Promoción de prácticas adecuadas de higiene y manipulación de alimentos para disminuir el riesgo de ETA.	Comerciantes, manipuladores de alimentos y población consumidora.
Indicadores de gestión	Generación de datos microbiológicos que puedan servir como apoyo para programas de vigilancia y control sanitario.	Secretarías de salud, autoridades sanitarias y entes

*Incluir los productos obtenidos derivados de la investigación como: apropiación social del conocimiento, generación de nuevo conocimiento entre otros.

Prevalencia de bacterias asociadas a etas en carne de res comercializada en galerías de Cali

Nina Astrid Ruiz Ibarra¹, Tania Stephany Apraez Viveros¹, Camilo Ernesto Guarín¹, Juan Diego Duque-Zapata¹

¹ Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Santiago de Cali, Campus Pampalinda Calle 5 # 62-00, Santiago de Cali, Colombia

RESUMEN

La carne de res constituye una de las principales fuentes de proteína de origen animal en la alimentación de la población colombiana. Sin embargo, durante las etapas de producción, sacrificio, transporte y comercialización, puede contaminarse con bacterias patógenas que comprometen su inocuidad y representan un riesgo para la salud pública. El presente estudio tuvo como objetivo determinar la prevalencia de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* en carne de res comercializada en galerías de Santiago de Cali. Para ello, se recolectaron seis muestras de carne fresca en diferentes puntos de venta seleccionados aleatoriamente. Las muestras fueron transportadas bajo condiciones controladas y procesadas mediante análisis microbiológicos siguiendo las Normas Técnicas Colombianas NTC 4458 y NTC 4574. Los resultados evidenciaron una prevalencia de *Salmonella spp.* del 83,3 % (5/6 muestras) y de *E. coli* del 33,3 % (2/6 muestras), valores que superan los criterios microbiológicos establecidos para alimentos destinados al consumo humano. Estos hallazgos sugieren deficiencias en las condiciones higiénico-sanitarias durante la manipulación y comercialización de la carne, lo que podría incrementar el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos en la población consumidora y evidencia la necesidad de fortalecer las estrategias de vigilancia sanitaria y control microbiológico en los establecimientos de expendio de carne de res en Santiago de Cali.

Palabras clave: Inocuidad alimentaria; *Escherichia coli*; *Salmonella spp.*; enfermedades transmitidas por alimentos; carne de res.

Prevalence of bacteria associated with foodborne illnesses in beef sold at markets in Cali

Abstract

Beef is one of the main sources of animal protein in the Colombian population's diet.

However, during production, slaughter, transportation, and commercialization, it may become contaminated with pathogenic bacteria that compromise food safety and represent a risk to public health. The aim of this study was to determine the prevalence of *Escherichia coli* and *Salmonella spp.* in beef marketed in public marketplaces in Santiago de Cali. Six fresh beef samples were randomly collected from different retail points. The samples were transported under controlled conditions and processed through microbiological analyses following the Colombian Technical Standards NTC 4458 and NTC 4574. The results showed a prevalence of *Salmonella spp.* of 83.3% (5/6 samples) and *E. coli* of 33.3% (2/6 samples), values that exceed the microbiological criteria established for food intended for human consumption. These findings suggest deficiencies in hygienic and sanitary conditions during meat handling and commercialization, which may increase the risk of foodborne diseases among consumers and highlight the need to strengthen sanitary surveillance and microbiological control measures in beef retail establishments in Santiago de Cali.

Keywords: *Food safety; Escherichia coli; Salmonella spp.; foodborne diseases; beef.*

Introducción

La carne de res constituye una de las principales fuentes de proteína de origen animal en la dieta de la población colombiana, con un consumo per cápita de 18,4 kilogramos por habitante al año según cifras de la Federación Colombiana de Ganaderos [1], lo que la posiciona como un alimento de gran relevancia para la seguridad alimentaria nacional. Su comercialización es frecuente tanto en hogares como en establecimientos de preparación de alimentos; sin embargo, a lo largo de la cadena de producción, sacrificio, transporte y comercialización, puede contaminarse con diversos patógenos bacterianos que representan un riesgo significativo para la salud pública [2].

Entre los microorganismos de mayor importancia asociados a la carne de res se encuentran *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*, agentes causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) tanto a nivel nacional como mundial [3, 4, 5]. Estas bacterias no solo comprometen la inocuidad de los productos cárnicos, sino que pueden generar cuadros clínicos que van desde gastroenteritis autolimitadas hasta infecciones graves, especialmente en poblaciones vulnerables como niños, adultos mayores e individuos inmunocomprometidos [3]. A nivel global, la Organización Mundial de la Salud estima que los alimentos contaminados con agentes bacterianos como *Salmonella* y *E. coli* se encuentran entre los principales responsables de la carga de enfermedad asociada a ETA [6].

En Colombia, las ETA constituyen un problema persistente de salud pública. El Instituto

Nacional de Salud (INS) ha reportado brotes recurrentes asociados al consumo de alimentos contaminados en distintas regiones del país, con la carne de res como vehículo frecuente de transmisión [7]. Estudios nacionales han documentado la presencia de *E. coli* y *Salmonella* spp. en diferentes puntos de la cadena cárnica: Rosado-Porto et al. (2021) reportaron *E. coli* biotipo 1 y O157:H7 en canales bovinas en plantas de beneficio del Atlántico [8], mientras que Giraldo-Rubio et al. (2023) describieron por primera vez la prevalencia de *E. coli* productora de toxina Shiga en carne molida en el Quindío [9], evidenciando que la contaminación se perpetúa desde el faenado hasta los puntos de venta. En Colombia entre 2010 y 2013, *Salmonella* spp. y *E. coli* figuraron entre los principales agentes etiológicos de ETA reportados al sistema de vigilancia epidemiológica [10].

La comercialización de carne en galerías y mercados informales configura un escenario de alto riesgo sanitario, debido a la manipulación inadecuada, la interrupción frecuente de la cadena de frío, la contaminación cruzada y las deficientes condiciones higiénico-sanitarias presentes en estos espacios [11]. Rabelo Florez et al. (2024) señalan que los mercados informales y las galerías representan los entornos con mayor riesgo de aislamiento de patógenos en carne de res en Colombia [12]. Si bien el Decreto 1500 de 2007 establece el marco normativo para la inspección y vigilancia de la carne en el país, su aplicación efectiva en contextos de comercialización informal continúa siendo limitada [13].

Ante la escasa evidencia microbiológica disponible sobre la inocuidad de la carne de res comercializada en galerías de Santiago de Cali y frente a la ausencia de controles rutinarios en estos establecimientos, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la prevalencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en muestras de carne de res comercializadas en galerías de Santiago de Cali, con el fin de generar evidencia científica que oriente el fortalecimiento de las estrategias locales de control sanitario y vigilancia de enfermedades transmitidas por alimentos.

2. Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio de tipo descriptivo y transversal con un enfoque cuantitativo, orientado a determinar la presencia de bacterias patógenas asociadas a Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETAs) en carne de res fresca comercializada en Santiago de Cali, Colombia. Considerando el tamaño muestral reducido, la investigación se desarrolló como un estudio piloto exploratorio, dirigido principalmente a generar evidencia preliminar en el contexto local y a validar la estrategia metodológica de muestreo, procesamiento y análisis microbiológico, antes que a realizar una estimación de

prevalencia poblacional con inferencia estadística.

Área de estudio y recolección de muestras

El estudio se llevó a cabo en dos centros de expendio denominados Galería A y Galería S. Se recolectó un total de 6 muestras de carne de res (A1-A3 y S1-S3), adquiridas bajo las condiciones habituales de venta al detal [14]. Durante la recolección, se registraron variables higiénico-sanitarias mediante observación directa, tales como el uso de elementos de protección personal, la integridad de la cadena de frío y el riesgo de contaminación cruzada por manipulación simultánea de dinero y producto [tabla 1].

Las muestras se empacaron de forma aséptica en bolsas estériles de polietileno con cierre hermético WHIRL-PAK® (Nasco). El transporte se realizó en condiciones de refrigeración garantizando una temperatura de 0-4 °C hasta su llegada al laboratorio de microbiología de la Universidad Santiago de Cali, para su procesamiento inmediato.

Procesamiento microbiológico

La identificación y cuantificación de los microorganismos se realizó conforme a las siguientes normas técnicas colombianas:

-*Escherichia coli*: NTC 4458:2018.

-*Salmonella spp.*: NTC 4574.

Los ensayos se realizaron bajo estrictas condiciones de asepsia siguiendo protocolos estandarizados para la detección de patógenos en alimentos [14, 15].

Identificación de *Escherichia coli*

La identificación de esta cepa se realizó mediante métodos de detección cualitativa utilizando un medio cromogénico selectivo, el cual permitió la diferenciación de colonias características a partir de la actividad enzimática específica del microorganismo, evidenciada por una coloración azul típica. Posteriormente, las colonias sospechosas fueron sometidas a test bioquímicos como la prueba de indol como paso confirmatorio, evaluando la capacidad bacteriana de degradar triptófano mediante la enzima triptofanasa. La producción de indol se evidenció por el desarrollo de una coloración característica tras la adición del reactivo de Kovac's[14].

Detección de *Salmonella spp.*

La detección de esta cepa se llevó a cabo siguiendo un protocolo microbiológico estructurado en tres etapas, de acuerdo con métodos internacionales de referencia [15,16]. Inicialmente, se realizó un preenriquecimiento inoculando 25 g de muestra en caldo lactosa, con el fin de favorecer la recuperación de células bacterianas metabólicamente lesionadas. Posteriormente, se efectuó el enriquecimiento selectivo en caldo Rappaport-Vassiliadis, medio selectivo para favorecer el crecimiento de *Salmonella*. Finalmente, los cultivos se sembraron en agar XLD (Xilosa Lisina Desoxicolato) y agar Hektoen Enteric. La

identificación presuntiva se basó en la observación de colonias características: colonias rojas con centro negro en agar XLD y colonias verde-azuladas con centro negro en agar Hektoen, asociadas a la producción de sulfuro de hidrógeno (H₂S) y a patrones diferenciales de fermentación bacteriana [15,16].

Análisis de los datos

Los resultados microbiológicos fueron reportados bajo el criterio de presencia/ausencia en 25 g de muestra. La prevalencia de cada microorganismo se expresó en porcentajes con su respectivo intervalo de confianza (IC) del 95%. Se empleó la prueba estadística de Chi-cuadrado para comparar la frecuencia de aislamiento de patógenos entre ambas galerías, estableciendo un nivel de significancia de $p < 0,05$. Para la interpretación del riesgo sanitario, los hallazgos se contrastaron con los estándares de desempeño y criterios de adulteración establecidos en las directivas 10010.1 y 10250.1 del FSIS (Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos del USDA) [17]. Todos los cálculos estadísticos y la organización de tablas de frecuencias se realizaron mediante el software Microsoft Excel®.

Resultados

De acuerdo a las evidencias microbiológicas obtenidas durante el procesamiento de las muestras de carne de res, se logró identificar *E. coli* y *Salmonella spp* en algunas de las muestras analizadas. En la imagen 1A se observa el resultado de crecimiento de *E. coli* en agar cromogénico, así mismo la imagen 1B muestra el resultado confirmatorio de la misma con la prueba de indol.

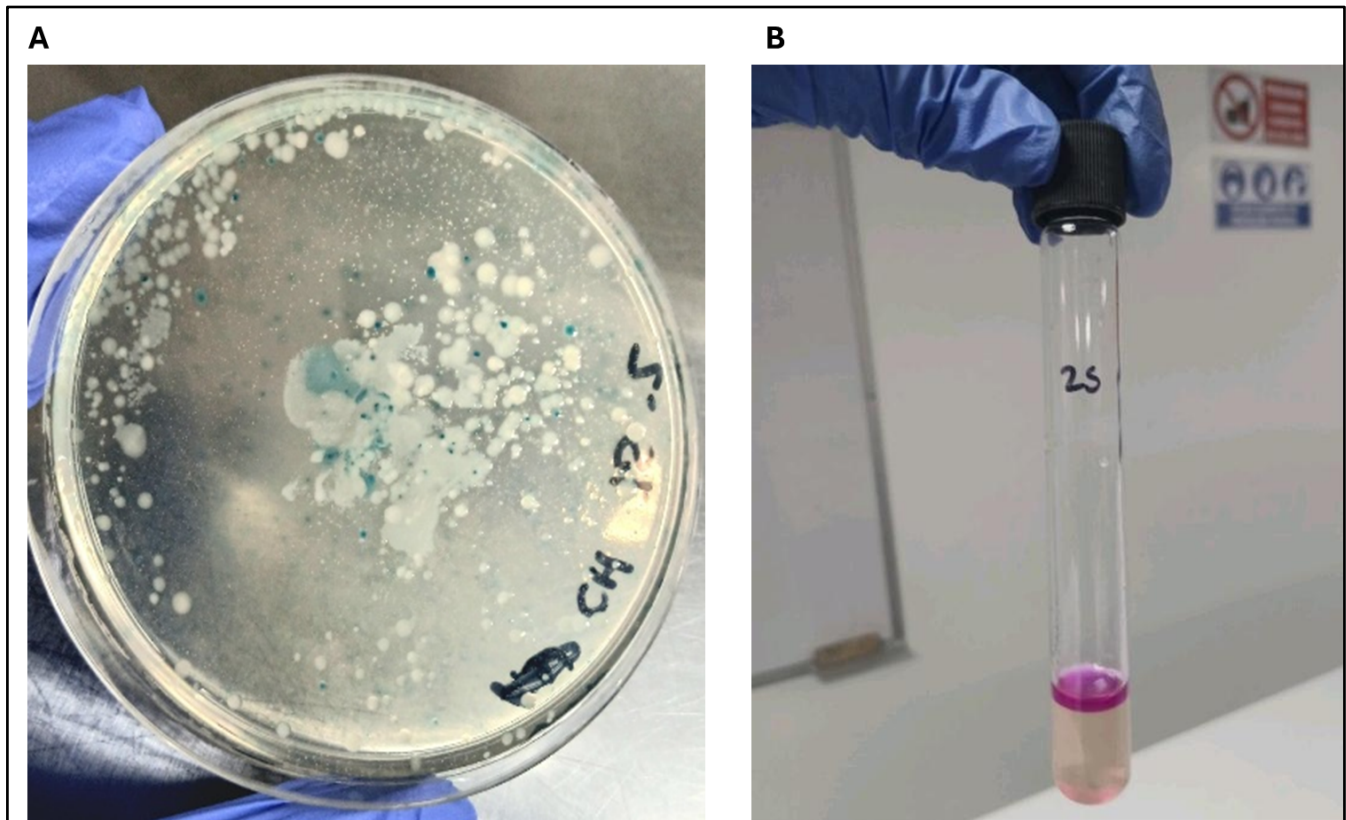


Imagen 1. A) Se observa el medio cromogénico con presencia de colonias azules típicas para *E.coli*. B) Prueba indol, se obtuvo un resultado positivo, confirmando la presencia de *E.coli*

Por otro lado la imagen 2 muestra el crecimiento característico de *Salmonella spp* en agar XLD.



Imagen 2. Se observa el medio XLD con presencia de colonias con centro negro típicas para *Salmonella spp*.

Con base a los resultados obtenidos se construyo la Tabla 1, la cual muestra la presencia/ausencia de las bacterias evaluadas junto con observaciones realizadas en las condiciones higiénico-sanitarias en los puntos de venta evaluados

Tabla 1. Presencia de *E. coli* y *Salmonella spp.* y condiciones higiénico-sanitarias en los puntos de venta evaluados

Galería	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella spp.</i>	Cadena de frío	Ubicación	Uso de guantes	Manipulación de dinero y carne
A1	Ausencia	Presencia	Si	Puesto Galería	No	Sí (misma persona)
A2	Ausencia	Presencia	Si	Puesto Galería	No	Sí (misma persona)
A3	Ausencia	Ausencia	Si	Puesto Galería	No	Sí (misma persona)
S1	Presencia	Presencia	No	Puesto Galería	No	Sí (misma persona)
S2	Presencia	Presencia	No	Calle/Peatonal	No	Sí (misma persona)
S3	Ausencia	Presencia	Si	Calle/Peatonal	No	Sí (misma persona)

Prevalencia Microbiológica

Salmonella spp. fue el microorganismo más frecuente, con una prevalencia del 83.3% (5 de 6 muestras positivas; IC 95%: 35.9% – 99.6%) [17]. Por su parte, *E. coli* presentó una prevalencia del 33.3% (2 de 6 muestras; IC 95%: 4.3% – 77.7%). Aunque los intervalos de confianza son amplios debido al tamaño de la muestra, la alta frecuencia de aislamiento evidencia una falla crítica en la inocuidad del producto (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de prevalencia y frecuencias

Microorganismo	Frecuencia de Aislamiento	Prevalencia (%)	Intervalo de Confianza (95%)*
<i>Salmonella spp.</i>	5 de 6 muestras	83.3%	[35.9% – 99.6%]
<i>Escherichia coli</i>	2 de 6 muestras	33.3%	[4.3% – 77.7%]

*Nota: Debido al tamaño reducido de la muestra (n=6), los intervalos de confianza son extremadamente amplios, lo que indica que, aunque la presencia es alta en este estudio, se requeriría un muestreo mayor para generalizar los resultados con precisión estadística.

Distribución por Galería y Condiciones Ambientales

Al comparar los puntos de venta, se observó una distribución desigual de la

contaminación:

Galería S (50% de la muestra total): Presentó la mayor carga microbiológica con un 100% de positividad para *Salmonella spp.* (3/3) y un 66.7% para *E. coli* (2/3). Estos hallazgos coinciden con los puntos de venta ubicados en la vía pública y con la ruptura de la cadena de frío observada en 2 de sus 3 muestras.

Galería A (50% de la muestra total): Registró un 66.7% de positividad para *Salmonella spp.* (2/3) y una ausencia total de *E. coli* (0/3). A pesar de mantener la refrigeración, la persistencia de *Salmonella* sugiere riesgos inherentes a la manipulación (Gráfico 1).

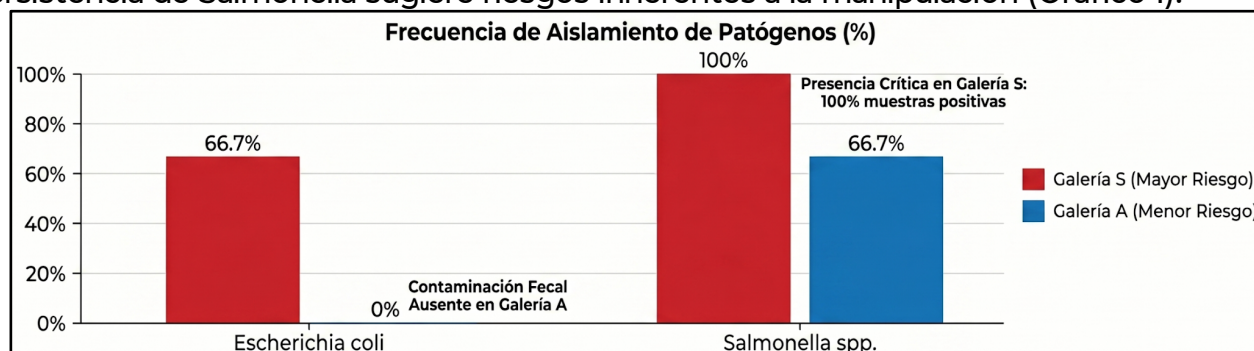


Gráfico 1. Frecuencia de aislamiento de patógenos

Prácticas de Manipulación y Contaminación Cruzada

En el 100% de las muestras de ambas galerías, se registraron deficiencias graves en las Buenas Prácticas de Higiene:

- Ausencia de guantes en todos los manipuladores.
- Contaminación cruzada directa, ya que la misma persona encargada del corte de la carne realizaba el cobro de dinero en efectivo (Tabla 3).

Cumplimiento Normativo (FSIS)

Al contrastar con la normativa internacional, el producto presenta un incumplimiento sanitario total:

1. *Salmonella spp.*: La positividad del 83.3% excede masivamente el estándar de desempeño del FSIS, que establece un límite máximo del 7.5% para productos molidos [17].
2. *E. coli*: La confirmación de *E. coli* mediante prueba de indol en el 33.3% de las muestras indica una manipulación sanitaria deficiente. Según la Directiva 10010.1, la presencia de cepas patógenas STEC clasifica el producto como adulterado [18].
3. Condiciones Higiénicas: Las fallas en la cadena de frío y la higiene de los empleados violan los principios de control de procesos exigidos para garantizar la inocuidad alimentaria [17, 18] (Tabla 3).

Tabla 3. Comparación de hallazgos con límites normativos FSIS.

Parametro	Limite Normativo(FIS)	Resultados del Análisis	Estado de Cumplimiento
E.coli	Cero tolerancia (adulterado si es positivo)	Presente en 33% de las muestras	Incumplimiento
Salmonella	7.5% maximo de positividad en el set	83.3% de positividad	Incumplimiento critico
Manipulación	Uso de técnicas aseptocas y equipo desinfectado	Sin guantes, contacto con dinero y falta de frio	Incumplimiento total

DISCUSIÓN

Los resultados del estudio piloto exploratorio evidenciaron la presencia de *Salmonella* spp. (83,3 %) y *Escherichia coli* (33,3 %) en muestras de carne de res comercializadas en dos galerías de Santiago de Cali. Si bien estos hallazgos sugieren la existencia de un riesgo potencial para la inocuidad alimentaria, deben interpretarse con cautela debido al tamaño reducido de la muestra

Como estudio exploratorio, se observó una frecuencia de aislamiento de *Salmonella* spp. superior a la reportada en estudios previos realizados en contextos similares de América Latina. No obstante, esta diferencia no debe interpretarse como evidencia concluyente de una mayor prevalencia en Cali, sino como un hallazgo preliminar que resalta la necesidad de desarrollar estudios con muestras más amplias y representativas que permitan estimaciones epidemiológicas con mayor precisión. En concordancia con lo descrito por Pereira et al. (2025), documentaron prevalencias variables de *Salmonella enterica* en cadenas de producción bovina en Brasil, destacando que las etapas de comercialización minorista representan puntos críticos de contaminación cuando no existen controles de temperatura adecuados[19]. De manera similar, Rabelo Flórez et al. (2024) identificaron en su revisión bibliométrica que los mercados informales y las galerías constituyen los entornos con mayor riesgo de aislamiento de patógenos en carne de res en Colombia[12]. La elevada positividad para *Salmonella* observada en ambas galerías del presente estudio, incluyendo la Galería A dónde se mantuvo la cadena de frío, sugiere que la contaminación no es exclusivamente atribuible a la temperatura, sino también a prácticas deficientes de higiene en la manipulación.

En cuanto a *E. coli*, la prevalencia del 33,3% concuerda con los hallazgos de Rosado-Porto et al. (2021), quienes reportaron la presencia de *E. coli* biotipo 1 en canales de carne bovina en plantas de beneficio del Atlántico (Colombia), señalando que la contaminación frecuentemente tiene origen en el proceso de faenado y se perpetúa durante la cadena de distribución [8]. La confirmación de *E. coli* mediante prueba de indol en muestras de la Galería S, el punto de venta ubicado en vía pública con ruptura de cadena de frío, refuerza lo documentado por Munera Saavedra (2023), quien asoció directamente la comercialización informal sin refrigeración con mayores concentraciones de indicadores fecales en la carne [11].

Las deficiencias en buenas prácticas de higiene registradas como la ausencia de guantes y contaminación cruzada por manejo simultáneo de dinero y producto, constituyen

factores de riesgo reconocidos. Alimi et al. (2022) describieron patrones similares en expendios minoristas de Nigeria, concluyendo que la higiene de los manipuladores es un determinante crítico en la carga microbiana de la carne al momento de la venta [20]. En el contexto colombiano, Pardo (2020) documentó que la mayoría de los brotes de ETA asociados a carne de res son atribuibles a fallas en la higiene personal de los expendedores, la ausencia de control de temperatura y la contaminación cruzada [3].

Al contrastar los resultados con los estándares del FSIS, el incumplimiento es total: la positividad del 83,3% para *Salmonella* excede en más de diez veces el límite máximo del 7,5% establecido para productos cárnicos molidos [17]; Sin embargo, este referente se empleó únicamente con fines comparativos. Aunque dicha normativa fue diseñada para el contexto regulatorio estadounidense, su aplicación como referente comparativo es pertinente ante la ausencia de estándares cuantitativos equivalentes en la normativa colombiana vigente. El Decreto 1500 de 2007 establece el marco general para la inspección y vigilancia de la carne en Colombia, pero no define umbrales de prevalencia comparables para *Salmonella* en puntos de venta minorista [13].

Entre las limitaciones del estudio se debe señalar el tamaño reducido de la muestra ($n=6$), lo cual genera intervalos de confianza amplios y restringe la capacidad de generalización de los resultados. No obstante, la consistencia de los hallazgos entre los dos puntos de venta evaluados y su concordancia con la literatura existente otorgan validez a las conclusiones en el contexto específico de los establecimientos estudiados. Se recomienda la realización de estudios con muestras más amplias que permitan estimaciones de prevalencia con mayor precisión estadística y que incluyan la serotipificación de los aislamientos de *Salmonella* y la caracterización molecular de las cepas de *E. coli* para evaluar su potencial patogénico.

CONCLUSIONES

La carne de res comercializada en las galerías evaluadas de Santiago de Cali presenta una prevalencia crítica de bacterias patógenas asociadas a enfermedades transmitidas por alimentos. *Salmonella* spp. fue detectada en el 83,3% de las muestras y *E. coli* en el 33,3%, superando ampliamente los parámetros sanitarios de referencia internacionales y evidenciando una falla grave en la inocuidad del producto ofertado a los consumidores. Aunque el tamaño de la muestra no permite estimar la prevalencia poblacional de estos patógenos, las frecuencias observadas constituyen una señal de alerta sobre posibles riesgos para la inocuidad de la carne comercializada.

Las condiciones higiénico-sanitarias observadas en los dos puntos de venta, constituyen factores de riesgo directamente asociados a la contaminación microbiológica registrada, en concordancia con lo reportado en la literatura.

Los hallazgos demuestran que la comercialización informal de carne en galerías representa un riesgo real y documentable para la salud pública de la población caleña, particularmente para grupos vulnerables como niños, adultos mayores e individuos inmunocomprometidos. Esto subraya la necesidad urgente de fortalecer los mecanismos de inspección, vigilancia y control sanitario en estos espacios de expendio.

Como trabajo futuro, se recomienda ampliar el tamaño muestral, extender el muestreo a otras galerías de la ciudad, e incorporar la caracterización molecular de los aislamientos para determinar el potencial de patogenicidad y resistencia antimicrobiana de las cepas detectadas.

Agradecimientos

Nina Astrid: Quiero agradecer principalmente a mis padres por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional durante toda mi formación académica y en el desarrollo de esta investigación. Gracias por acompañarme en cada momento y motivarme a seguir adelante para alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

También agradezco a Cristina y Doris, por su compañía, comprensión y palabras de ánimo durante este proceso.

De manera especial, expreso mi agradecimiento al profesor Juan Diego Duque y al profesor Camilo Guarín por su orientación, apoyo académico y conocimientos brindados durante la realización de este trabajo de grado. Asimismo, agradezco a la directora del programa, Karen Melissa Cardona, por su apoyo y acompañamiento durante esta etapa de formación profesional.

Finalmente, agradezco a mis mascotas, quienes fueron una compañía importante y un apoyo emocional durante esta etapa.

Declaro que no existe conflicto de intereses relacionado con la presente investigación.

Tania Stephany: Agradezco a Dios, por ser el fundamento de cada paso en mi vida, por su guía y fortaleza.

A mis padres, quienes han sido mi mayor sostén a lo largo de este camino. Gracias por acompañarme con amor en cada momento, por creer siempre en mí y por impulsarme a seguir adelante.

Al profesor Juan Diego Duque y al profesor Camilo Guarín, por su orientación académica, su paciencia y el conocimiento compartido durante el desarrollo de esta investigación. Su dedicación deja huella en cada página de este trabajo.

Y a mis mascotas, compañeras silenciosas de toda mi carrera universitaria, cuyo cariño fue refugio y cuya presencia, alegría constante.

Declaro que no existe conflicto de intereses relacionado con la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán), "Consumo per cápita de carne de res

en Colombia 2025," *El Universal*, abr. 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.eluniversal.com.co/economica/2026/04/07/este-fue-el-consumo-per-capita-de-carne-de-res-en-colombia-durante-2025/>

[2] P. Mariño Cardozo, "Caracterización de las poblaciones microbiológicas presentes en la carne (cerdo, aves de corral y bovinos) y su relación con la inocuidad a partir de una revisión de literatura realizada para el periodo 2015-2020," Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12494/20014>

[3] S. Y. Pardo, "Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) de origen microbiano asociadas a carne, productos cárnicos comestibles y derivados cárnicos en Colombia," Monografía, UNAD, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/36204>

[4] E. Abebe, G. Gugsu y M. Ahmed, "Review on major food-borne zoonotic bacterial pathogens," *Journal of Tropical Medicine*, vol. 2020, p. 4674235, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/4674235>

[5] S. Ali y A. F. Alsayeqh, "Review of major meat-borne zoonotic bacterial pathogens," *Frontiers in Public Health*, vol. 10, p. 1045599, 2022. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1045599>

[6] T. Hald *et al.*, "World Health Organization estimates of the relative contributions of food to the burden of disease due to selected foodborne hazards: A structured expert elicitation," *PLOS ONE*, vol. 11, no. 1, p. e0145839, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145839>

[7] Instituto Nacional de Salud, "*Lineamiento para la vigilancia de Escherichia coli y Salmonella spp. productoras de BLEE y carbapenemasas*," INS, s.f. [En línea]. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/lineamiento-vigilancia-e-coli-y-salmonella-spp-productoras-de-blee-y-carbapenemasas.pdf>

[8] D. Rosado-Porto *et al.*, "Determinación de *E. coli* biotipo 1 y *E. coli* O157:H7 en canal de carne bovina en plantas de beneficio del departamento del Atlántico (Colombia)," *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 32, no. 3, p. e18476, 2021. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i3.18476>

[9] V. Giraldo-Rubio, B. S. Arango-Gil y C. V. Granobles-Velandia, "First report of the prevalence of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in ground beef in Quindío, Colombia," *Biomedica*, vol. 43, no. 4, pp. 474–482, 2023. <https://doi.org/10.7705/biomedica.7004>

[10] Z. E. Soto Varela, L. del S. Pérez Lavalle y D. M. Estrada Alvarado, "Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: Una mirada en Colombia 2010-2013," *Salud Uninorte*, vol. 32, no. 1, 2016. <https://doi.org/10.14482/sun.32.1.8598>

[11] I. M. Munera Saavedra, "Consecuencias sanitarias del consumo de carnes sin cadena de frío del comercio informal en el barrio Guadalupe de Bogotá, D.C.," *Boletín Semillas Ambientales*, vol. 17, no. 2, 2023. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/21665>

[12] R. A. Rabelo Florez *et al.*, "Identificación de bacterias patógenas en carnes: Una revisión de literatura y análisis bibliométrico," *Revista EIA*, vol. 21, no. 42, pp. 1–36, 2024.

<https://doi.org/10.24050/reia.v21i42.1730>

[13] República de Colombia, *Decreto 1500 de 2007: Reglamento técnico para crear el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de carne y productos cárnicos*. Función Pública, 2007. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38923>

[14] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), *NTC 4458: Microbiología de alimentos y piensos. Método horizontal para el recuento de coliformes o Escherichia coli o ambos*. Bogotá: ICONTEC, 2018.

[15] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), *NTC 4574: Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para la detección de Salmonella spp*. Bogotá: ICONTEC, 2007.

[16] WOA, "Salmonellosis. Technical Disease Cards," World Organisation for Animal Health, s.f. [En línea]. Disponible en: https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.09.08_SALMONELLISIS.pdf

[17] U.S. Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service, "FSIS Directive 10250.1: Salmonella and Campylobacter Verification Program for Raw Meat and Poultry Products," USDA, 2013. [En línea]. Disponible en: https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2021-02/10250.1.pdf

[18] Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos, "Directiva FSIS 10010.1 Rev. 4: Obtención y envío de muestras de productos de carne de res cruda," USDA, 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2020-07/10010.1-Spanish.pdf

[19] Y. L. Pereira *et al.*, *Salmonella enterica* isolated from a Brazilian beef production chain: Prevalence, virulence genotypes, sanitizer and antimicrobial susceptibility, and biofilm formation ability," *The Microbe*, vol. 8, p. 100527, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.microb.2025.100527>

[20] B. A. Alimi, R. Lawal y O. N. Odetunde, "Food safety and microbiological hazards associated with retail meat at butchery outlets in north-central Nigeria," *Food Control*, vol. 139, p. 109061, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109061>