UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

"DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Escherichia Coli* EN CARNE AVIAR DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI ECUADOR"

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médica Veterinaria

Autora:

Panchi Rocha Karolin Liseth

Tutora:

Silva Déley Lucia Monserrath

Latacunga – Ecuador

Agosto 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Karolin Liseth Panchi Rocha con cédula de ciudadanía No. 0550572846 declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **"DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Escherichia Coli* EN CARNE AVIAR DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI ECUADOR"** siendo la Ingeniera Mg. Lucia Monserrath Silva Deléy, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 06 de agosto del 2026

Karolin Liseth Panchi Rocha
CC. 0550572846
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTORA

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PANCHI ROCHA KAROLIN LISETH**, identificada con cédula de ciudadanía **0550572846** de estado civil Soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **"DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Escherichia Coli* EN CARNE AVIAR DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI ECUADOR",** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2022 - Agosto 2022

Finalización de la carrera: Abril 2026 - Agosto 2026

Tutor: Ing. Lucia Monserrath Silva Deléy, Mg.

Tema: **"DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Escherichia Coli* EN CARNE AVIAR DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI ECUADOR"**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
b) La publicación del trabajo de grado.
c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, 06 de agosto del 2026.

Karolin Liseth Panchi Rocha	Dra. Idalia Pacheco Tigselema
LA CEDENTE	**LA CESIONARIA**

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

"DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Escherichia Coli* EN CARNE AVIAR DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI ECUADOR", de Panchi Rocha Karolin Liseth de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre-defensa.

Latacunga, 06 de agosto del 2026

Ing. Silva Déley Lucia Monserrath, MSc.

DOCENTE TUTORA

CI: 0602933673

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Karolin Liseth Panchi Rocha

, con el título del Proyecto de Investigación: **"DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Escherichia Coli* EN CARNE AVIAR DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI ECUADOR",** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 06 de agosto del 2026

DMV. Edilberto Chacón Marcheco, Ph.D.
CI: 1756985691
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Dra. Blanca Mercedes Toro Molina, Mg.
CC: 0501720999
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Dra. Nancy Cueva Salazar, Mg.
CC: 0501616353
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, quien me concedió la fortaleza necesaria para superar cada desafío, y a mi madre, cuyo amor, esfuerzo y apoyo incondicional fueron esenciales para alcanzar esta meta.

Mi reconocimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a sus autoridades y a los docentes de la carrera de Medicina Veterinaria, por contribuir a mi preparación profesional mediante sus conocimientos y enseñanzas. Agradezco de manera especial a mi tutora, Ing. Silva Déley Lucía Monserrath, MSc., y a la Dra. Mercedes Toro Molina, por su guía, dedicación y acompañamiento durante la elaboración de este trabajo de titulación. También agradezco a la Universidad Central del Ecuador por acoger el desarrollo de esta investigación en el marco del convenio establecido con la Universidad Técnica de Cotopaxi. Reconozco el valioso aporte de la Dra. María Belén Cevallos, el Dr. Marco Vinicio Cisneros, la Dra. María Inés Baquero y el Dr. Carlos Andrés Gómez Conrado, quienes brindaron sus conocimientos, orientación y apoyo durante las diferentes etapas del estudio. Asimismo, valoro la ayuda de mis compañeros de investigación, cuyo compromiso y trabajo en equipo fueron esenciales para llevar a cabo este proyecto.

Karolin Liseth Panchi Rocha

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios, por guiar mis pasos y concederme la fortaleza necesaria para cumplir esta meta. A mi madre, Sandra Rocha, pilar de mi vida, por su amor incondicional, sus sacrificios y por impulsarme a seguir adelante. A mis padrinos, por su ejemplo, cariño y respaldo constante. A mis hermanos, abuelos y tíos, por creer en mí y acompañarme durante este camino; de manera especial, a mis abuelos que hoy están en el cielo, cuyo amor y recuerdo permanecen siempre en mi corazón. A mi sobrina Jordana, por ser una fuente de alegría, y a Pancho y Nieve, mis fieles acompañantes, por regalarme su cariño y compañía. A mi prima Andrea, por estar siempre a mi lado, y a mi mejor amigo Gabriel, por su amistad sincera e incondicional. A mis compañeros de universidad, especialmente a Gabriela, por haber llegado justo cuando más la necesitaba, por brindarme su apoyo y ayudarme a seguir adelante; y a Nayeli, por acompañarme a lo largo de esta etapa y compartir conmigo este recorrido. A Mica, Maickol, Jhoa y a todos los demás, por ser grandes amigos y compañeros, y por cada experiencia que hizo inolvidable este camino.

Karolin Liseth Panchi Rocha.

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Escherichia Coli* EN CARNE AVIAR DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI ECUADOR"

Autora:

Karolin Liseth Panchi Rocha

.

RESUMEN

La carne aviar ocupa un lugar importante en la alimentación diaria por su valor nutricional, disponibilidad y precio accesible. Sin embargo, puede contaminarse durante el faenamiento, transporte, manipulación o venta cuando no se mantienen condiciones adecuadas de higiene y conservación. Debido a la limitada información disponible en Cotopaxi sobre la calidad microbiológica de este alimento, la investigación tuvo como objetivo determinar la prevalencia de *Escherichia coli* en muestras de carne aviar comercializadas en establecimientos de la provincia. Se realizó un estudio cuantitativo, observacional, descriptivo y transversal. Mediante un muestreo por conveniencia se recolectaron 305 muestras en establecimientos ubicados en 37 parroquias de los siete cantones de Cotopaxi. Estas fueron analizadas mediante un procedimiento microbiológico basado en la Norma ISO 16649-2 y adaptado al protocolo del laboratorio, lo que permitió reconocer colonias compatibles con *Escherichia coli*. Los resultados se organizaron según el tipo de establecimiento, la parroquia y el cantón de procedencia. También se aplicaron pruebas estadísticas de asociación y se elaboró un mapa de los puntos de muestreo. De las 305 muestras analizadas, 212 fueron positivas y 93 negativas, con una prevalencia aparente general del 69,51 % (IC 95 %: 64,13–74,41 %). Los mercados presentaron el mayor porcentaje de positividad, con el 74,2 %; pese a ello, no se encontró una asociación significativa entre el tipo de establecimiento y el resultado microbiológico (χ^2 = 0,374 p = 0,946).). En cambio, se observaron diferencias significativas entre los cantones (χ^2 = 31,262; p < 0,001). Saquisilí registró el 100 % de positividad (9/9), La Maná el 96,8 % (30/31) y Sigchos el valor más bajo, con el 30,0 % (6/20). Los hallazgos muestran una elevada presencia de colonias compatibles con *Escherichia coli* en la carne aviar examinada y diferencias en su distribución entre los cantones. Esta información puede contribuir a fortalecer la vigilancia microbiológica y mejorar las prácticas de higiene, manipulación y conservación durante su comercialización.

Palabras clave: *Escherichia coli*, carne aviar, prevalencia aparente, establecimientos comerciales, inocuidad alimentaria, Cotopaxi.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

THEME: "DETERMINATION OF THE PREVALENCE OF Escherichia coli IN POULTRY MEAT FROM MARKETS IN THE PROVINCE OF COTOPAXI, ECUADOR"

Author:

Karolin Liseth Panchi Rocha

ABSTRACT

Poultry meat plays an important role in the daily diet due to its nutritional value, availability, and affordability. However, it can become contaminated during slaughter, transport, handling, or sale when proper hygiene and storage conditions are not maintained. Due to the limited information available in Cotopaxi regarding the microbiological quality of this food, the objective of this study was to determine the prevalence of Escherichia coli in samples of poultry meat sold in establishments throughout the province. A quantitative, observational, descriptive, and cross-sectional study was conducted. Using convenience sampling, 305 samples were collected from establishments located in 37 parishes across the seven cantons of Cotopaxi. These samples were analyzed using a microbiological procedure based on ISO Standard 16649-2 and adapted to the laboratory's protocol, which enabled the identification of colonies consistent with Escherichia coli. The results were organized by type of establishment, parish, and canton of origin. Statistical tests of association were also applied, and a map of the sampling sites was created. Of the 305 samples analyzed, 212 were positive and 93 were negative, with an overall apparent prevalence of 69.51% (95% CI: 64.13–74.41%). Markets had the highest positivity rate, at 74.2%; however, no significant association was found between the type of establishment and the microbiological result (χ^2 = 0,374 p = 0,946).). In contrast, significant differences were observed among the cantons (χ^2 = 31.262; p < 0.001). Saquisilí recorded a 100% positivity rate (9/9), La Maná 96.8% (30/31), and Sigchos the lowest rate, at 30.0% (6/20). The findings show a high presence of colonies consistent with Escherichia coli in the poultry meat examined and differences in their distribution among the cantons. This information may help strengthen microbiological surveillance and improve hygiene, handling, and storage practices during marketing.

KEYWORDS: Escherichia coli, Poultry meat, Apparent prevalence, Commercial establishments, Food safety, Cotopaxi.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR..... iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN vi
AGRADECIMIENTO..... vii
DEDICATORIA..... viii
RESUMEN..... ix
ABSTRACT x
ÍNDICE DE TABLAS..... xiv
ÍNDICE DE FIGURAS xv
1. INFORMACIÓN GENERAL 1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... 2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 3
3.1. DIRECTOS..... 3
3.2. INDIRECTOS..... 3
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 4
5. OBJETIVOS..... 5
5.1. OBJETIVO GENERAL..... 5
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
6. ACTIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACIÓN..... 6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA..... 7
7.1. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS..... 7
7.1.1. DEFINICIÓN..... 7
7.1.2. IMPORTANCIA PARA LA SALUD PÚBLICA..... 7
7.1.3. PRINCIPALES AGENTES BACTERIANOS TRANSMITIDOS POR ALIMENTOS..... 8
7.2. ESCHERICHIA COLI..... 9
7.2.1. DEFINICIÓN..... 9
7.2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA 10
7.2.3. MORFOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS 10

7.2.4. IMPORTANCIA SANITARIA DE ESCHERICHIA COLI EN LOS ALIMENTOS 11
7.2.5. LA CARNE DE AVE COMO ALIMENTO DE RIESGO MICROBIOLÓGICO 11
7.2.6. FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA CARNE DE AVE 11
7.2.7. CONTAMINACIÓN CRUZADA 12
7.3. PREVALENCIA DE ESCHERICHIA COLI EN LA CARNE DE AVE 12
7.3.1. DEFINICIÓN DE PREVALENCIA 12
7.3.2. ESTUDIOS A NIVEL MUNDIAL 12
7.3.3. ESTUDIOS EN AMÉRICA LATINA 13
7.3.4. ESTUDIOS REALIZADOS EN ECUADOR 13
7.4. NORMA ISO 16649-2 PARA LA IDENTIFICACIÓN Y CONTEO DE ESCHERICHIA COLI 13
7.4.1. FACTORES RELACIONADOS CON LA CONTAMINACIÓN DE LA CARNE DE AVE EN LOS MERCADOS 14
7.4.2. CONDICIONES HIGIÉNICO-SANITARIAS DE LOS ESTABLECIMIENTOS 14
7.4.3. CONSERVACIÓN DE LA CADENA DE FRÍO 15
7.5. ENTORNO SANITARIO Y REGULATORIO EN ECUADOR 15
7.5.1. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL EN ECUADOR 15
7.5.2. NORMAS MICROBIOLÓGICAS APLICABLES A LA CARNE DE AVE 15
7.5.3. REQUISITOS HIGIÉNICOS PARA LA COMERCIALIZACIÓN EN MERCADOS 16
7.5.4. CÓDIGO DE PRÁCTICAS DE HIGIENE PARA LA CARNE 16
8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS 17
8.1. PREGUNTA CIENTÍFICA 1 17
8.2. PREGUNTA CIENTÍFICA 2 17
9. METODOLOGÍA 17
9.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 17
9.2. ÁREA DE ESTUDIO 17
9.2.1. UBICACIÓN 17
9.2.2. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA 18
9.2.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN 18
9.2.4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN 18

9.3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO 19
9.4. ANÁLISIS Y MANEJO DE DATOS Y/O INFORMACIÓN 22
9.4.1. MANEJO DE DATOS 22
9.4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 22
9.4.3. SOFTWARE Y HERRAMIENTAS 23
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 23
11. IMPACTOS 33
11.1. IMPACTO SOCIAL 33
11.2. IMPACTO ECONÓMICO 33
11.3. IMPACTO TÉCNICO 34
12. CONCLUSIONES 34
13. RECOMENDACIONES 35
14. BIBLIOGRAFÍA 35
15. ANEXOS .....

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS..... 6
TABLA 2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESCHERICHIA COLI..... 10
TABLA 3. DEFINICIÓN DE VARIABLES..... 18
TABLA 4. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS MUESTREADOS SEGÚN CATEGORÍA COMERCIAL EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI..... 23
TABLA 5. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS POR CATEGORÍA COMERCIAL EN COTOPAXI..... 24
TABLA 6. PREVALENCIA DE ESCHERICHIA COLI POR CANTÓN..... 28
TABLA 7. PREVALENCIA TOTAL..... 30

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN GEORREFERENCIADA DE LOS RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS DE COTOPAXI 32

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto: "DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE ***Escherichia Coli*** EN CARNE AVIAR DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI ECUADOR"

Fecha de inicio: Abril del 2026

Fecha de finalización: Agosto del 2026

Lugar de ejecución: Parroquias de los 7 cantones (Latacunga, Pujilí, Saquisilí, Salcedo, Sigchos, Pangua y La Mana) de la provincia de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado: Determinación de la prevalencia de *Salmonella, Campylobacter y Escherichia coli* ESBL en carne porcina y aviar de mercados de la provincia de Cotopaxi (Ecuador)

Equipo de trabajo:

Karolin Liseth Panchi Rocha (Anexo 1)

MSc. Silva Déley Lucia Monserrath. (Anexo 2)

Área de Conocimiento: Agricultura

Sub área: 64. Veterinaria

Línea de investigación: Producción y biotecnología animal.

Sublínea de investigación de la Carrera: Microbiología, Parasitología, Inmunología y Sanidad animal.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La carne de pollo es parte de la dieta de las familias ecuatorianas y es saludable, además de barata y fácilmente disponible. En 2024, se produjeron 212,040,960 pollos de engorde en Ecuador, de los cuales 5,584,228 provinieron de la provincia de Cotopaxi. Estos números indican la importancia de la industria avícola y la cantidad de carne que pasa por los centros de matanza, medios de transporte y establecimientos comerciales antes de llegar a los hogares. Por esta razón, mantener la calidad microbiológica es muy importante para evitar que un alimento consumido frecuentemente se convierta en una fuente potencial de contaminación para la población (1).

La apariencia, el olor y la frescura de la carne no siempre son indicativos de bacterias. La contaminación puede ocurrir durante el sacrificio y especialmente durante el desplume y evisceración, y también puede ocurrir al mover, almacenar, manipular o vender los alimentos. Salazar-Llorente et al. de Ecuador analizaron 450 muestras de alimentos vendidas en los mercados más populares de Quito, Guayaquil y Cuenca, incluyendo carne de pollo cruda. En estas muestras se encontraron microorganismos indicadores de contaminación y bacterias de importancia sanitaria, y fue necesaria la vigilancia microbiológica de los alimentos disponibles para la población (2).

Entre las bacterias que deben tomarse en serio está *Escherichia coli*, ya que puede llevar a contaminación fecal y posibles problemas de higiene. No todas las cepas causan enfermedades, pero su detección indica problemas a lo largo de las distintas fases que atraviesa el producto hasta su comercialización. Amancha et al. realizaron un estudio en Ecuador que examinó 383 muestras de carcasas de pollo en 199 centros de sacrificio y encontraron *E. coli* en 148 de ellas (39%). El 90% de los aislados mostraron resistencia a al menos un antimicrobiano esencial para la salud humana (3).

Los establecimientos comerciales están ubicados cerca del punto de compra y consumo, y la forma en que se manipulan los alimentos allí puede afectar la calidad del producto. Hasib et al. señalaron que el uso continuo de cuchillos, cortadores, superficies de madera y otros utensilios sin descontaminación frecuente podría fomentar la contaminación cruzada de la carne. También dijeron que la refrigeración y el almacenamiento en algunos puntos de venta eran problemáticos. Por eso es importante evaluar mercados, carnicerías, mini-mercados y tiendas,

porque la carne puede volver a entrar en contacto con superficies, utensilios o manos contaminadas (4).

En Cotopaxi, hay muy poca información científica sobre *Escherichia coli* en la carne de pollo comercializada. Por lo tanto, el estudio permitirá determinar la positividad, una indicación de su prevalencia y la correlación con los cantones, parroquias y tipos de establecimientos considerados en el estudio. Los resultados serán beneficiosos para los comerciantes de los 305 sitios estudiados, los consumidores, así como para los veterinarios y las autoridades sanitarias encargadas de la vigilancia alimentaria. También se pueden utilizar para informar sobre la capacitación en higiene, refrigeración y prevención de la contaminación cruzada. Además, la información se utilizará para informar futuras investigaciones que consisten en recuentos bacterianos, pruebas confirmatorias, caracterización molecular y resistencia antimicrobiana, ya que se han confirmado aislados resistentes en carne de pollo destinada al consumo humano (5).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Directos

- Consumidores de carne aviar de los cantones estudiados en Cotopaxi.
- Autora del proyecto, como parte de su formación y del requisito para obtener el título de Médica Veterinaria.

3.2 Indirectos

- Propietarios y expendedores de los establecimientos incluidos en la investigación.
- Autoridades sanitarias y médicos veterinarios relacionados con el control de alimentos.
- Estudiantes, docentes e investigadores del área de Medicina Veterinaria.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las enfermedades ocasionadas por el consumo de alimentos contaminados continúan siendo un problema importante para la salud pública en todo el mundo. Además de afectar la salud de las personas, también generan consecuencias sociales y económicas, como la pérdida de productividad y una mayor necesidad de atención sanitaria. Según las estimaciones más recientes de la Organización Mundial de la Salud, en 2021 los 42 peligros infecciosos y químicos evaluados estuvieron relacionados con aproximadamente 866 millones de casos, 1,52 millones de muertes y la pérdida de 57,1 millones de años de vida saludable. Estas cifras muestran que mantener alimentos seguros para el consumo sigue siendo una necesidad a nivel mundial (6)

En Ecuador, la contaminación microbiológica de los alimentos también constituye un problema de interés sanitario. Salazar-Llorente et al. analizaron 450 muestras de alimentos de alta demanda comercializados en mercados populares de Quito, Guayaquil y Cuenca, entre ellas carne de pollo cruda. Los autores encontraron microorganismos indicadores de contaminación y bacterias de importancia para la salud pública, lo que demuestra la necesidad de mantener una vigilancia microbiológica sobre los alimentos expendidos en estos lugares (2).

La situación también fue estudiada por Díaz Cárdenas et al., quienes evaluaron la diversidad microbiana de varios alimentos comercializados en espacios de venta de las tres ciudades más importantes del Ecuador. La carne de pollo cruda se encontró entre los productos con mayor diversidad microbiana y presentó bacterias entéricas, fecales y oportunistas. La presencia de estos microorganismos demuestra que todavía existen aspectos de la inocuidad alimentaria que requieren mayor investigación y control en Ecuador (7).

Dentro de esta problemática, *Escherichia coli* tiene especial importancia porque su detección en la carne puede indicar contaminación fecal o posibles fallas higiénicas durante el faenamiento, transporte, almacenamiento, manipulación y expendio. En Ecuador, Amancha et al. analizaron 383 muestras de canales de pollo procedentes de 199 centros de faenamiento y aislaron *E. coli* en 148, equivalentes al 39 %. Además, el 90 % de los aislamientos presentó resistencia al menos a un antimicrobiano de importancia crítica para la salud humana (3).

La contaminación puede comenzar durante el desplume y la evisceración, cuando el contenido intestinal entra en contacto con la carne, y continuar en los establecimientos comerciales

mediante utensilios, superficies o manos contaminadas. En un estudio realizado en mercados municipales de El Salvador, López et al. relacionaron la presencia de contaminación microbiana en la carne de pollo con diferentes condiciones de manipulación, conservación e higiene observadas en los lugares de expendio. Esto demuestra que los establecimientos comerciales constituyen una fase relevante para controlar las condiciones microbiológicas del producto previo a su llegada al consumidor (8).

A pesar de la información disponible, la frecuencia de *Escherichia coli* presente en la carne aviar comercializada en mercados, carnicerías, mini-mercados y tiendas en las parroquias estudiadas en Cotopaxi aún se desconoce. Tampoco se sabe si la frecuencia de muestras positivas varía según el cantón, la parroquia o el tipo de establecimiento. Esta falta de información dificulta la comprensión de la situación microbiológica de la carne y la identificación de las regiones con la mayor frecuencia de resultados positivos. Por lo tanto, las muestras deben ser analizadas utilizando un procedimiento microbiológico estandarizado que permita generar información específica y actualizada sobre los establecimientos incluidos en la investigación.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Determinar la prevalencia de *Escherichia coli* en muestras de carne aviar comercializadas en establecimientos ubicados en la provincia de Cotopaxi, Ecuador, con el propósito de generar información actualizada que contribuya a la vigilancia microbiológica de este alimento.

5.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la positividad de *Escherichia coli* en muestras de carne aviar obtenidas en establecimientos comerciales de las parroquias de la provincia de Cotopaxi, mediante un procedimiento microbiológico basado en la Norma ISO 16649 y adaptado al protocolo del laboratorio.
2. Evaluar la asociación entre los diferentes tipos de establecimientos comerciales dedicados al expendio de carne aviar en las parroquias de la provincia de Cotopaxi y la positividad de *Escherichia coli* en las muestras recolectadas, mediante análisis estadístico.
3. Estimar la prevalencia aparente de *Escherichia coli* en las muestras analizadas, a partir del análisis estadístico de los resultados obtenidos.

6. AIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación con los objetivos planteados

Objetivos	**Actividad**	**Resultado de la actividad**	**Método de verificación**
Determinar la positividad de ***Escherichia coli*** en muestras de carne aviar obtenidas en establecimientos comerciales de las parroquias de la provincia de Cotopaxi, mediante un procedimiento microbiológico basado en la Norma ISO 16649 y adaptado al protocolo del laboratorio.	1. Identificación y selección de los establecimientos comerciales. 2. Recolección, rotulado y transporte de las muestras bajo cadena de frío. 3. Procesamiento microbiológico de las muestras. 4. Registro y organización de los resultados obtenidos.	Se procesaron 305 muestras de carne aviar procedentes de establecimientos comerciales ubicados en 37 parroquias de Cotopaxi. De las muestras examinadas, 212 fueron positivas y 93 negativas para *Escherichia coli*.	Base de datos de los resultados microbiológicos en Microsoft Excel
Evaluar la asociación entre los diferentes tipos de establecimientos comerciales dedicados al expendio de carne aviar en las parroquias de la provincia de Cotopaxi y la positividad de ***Escherichia coli*** en las muestras recolectadas, mediante análisis estadístico.	1. Clasificación de los establecimientos de acuerdo con el tipo de punto de venta. 2. Organización de los resultados por categoría comercial. 3. Aplicación de las pruebas estadísticas en RStudio.	No se encontró asociación significativa entre las variables (χ^2 = 0,374; gl = 3; p = 0,946; Fisher–Freeman–Halton: p = 0,954).	• Prueba de chi-cuadrado de Pearson y prueba exacta de Fisher.
Estimar la prevalencia aparente de ***Escherichia coli*** en las muestras analizadas, a partir del análisis estadístico de los resultados obtenidos.	1. Organización de los datos. 2. Cálculo de la prevalencia e IC 95 %. 3. Elaboración de tablas y mapa	Prevalencia aparente del 69,51 % (212/305), con IC 95 % de 64,13–74,41 %.	Prevalencia y mapa geográfico.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

7.1. Enfermedades Transmitidas por Alimentos

7.1.1. Definición

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) son afecciones que pueden presentarse que ocurren tras consumir alimentos o agua que contienen agentes contaminantes. Si la contaminación es de origen microbiológico, puede estar relacionada con bacterias, virus, parásitos o toxinas originadas por determinados microorganismos. Estos agentes pueden llegar a los alimentos en distintas fases de la cadena alimentaria, ya sea en durante la producción, sacrificio, procesamiento, transporte, almacenamiento o preparación antes del consumo (9).

La gravedad de estas enfermedades varía según el tipo de microorganismo, la cantidad de alimento ingerido y la salud de cada individuo. En algunos casos, solo se presenta una molestia digestiva leve y temporal, pero también pueden desarrollarse infecciones graves que requieren hospitalización, dejan secuelas e incluso causan la muerte (10).

Desde un punto de vista epidemiológico, es necesario saber con qué frecuencia ocurren, cuán graves son y qué consecuencias tienen en la población (11).

Los alimentos contaminados tampoco siempre son indicativos de cambios. Incluso si parecen normales (siempre que aún tengan un olor y sabor normales), pueden albergar microorganismos que pueden causar enfermedades. Por lo tanto, los análisis microbiológicos pueden identificar contaminantes potenciales y determinar si un alimento es peligroso para la salud del consumidor (9).

7.1.2. Importancia para la salud pública

Las enfermedades relacionadas con el consumo de alimentos contaminados siguen siendo un situación relevante para la salud pública en países con distintas condiciones de desarrollo. Se estima que afectan a cerca del 7,7 % de la población a nivel mundial cada año; sin embargo, el número real de casos podría ser mayor ya que muchos casos leves no reciben un diagnóstico específico ni se reportan a las autoridades sanitarias. En los niños menores de cinco años, son las víctimas más vulnerables y representan alrededor del 30 % de las muertes reportadas por estas enfermedades (12).

La carga también es más aguda en regiones con menor desarrollo sociodemográfico, y los niños pequeños y los ancianos sufren consecuencias más graves de las infecciones entéricas (13).

Las enfermedades transmitidas por alimentos tienen implicaciones económicas además de riesgos para la salud. Estas enfermedades cuestan dinero, hospitalización, ausencias laborales y pérdida de productividad y pueden afectar el desarrollo familiar e infantil y la importación y exportación de alimentos. Por estas razones, conocer su frecuencia, gravedad y distribución ayudará a identificar peligros que necesitan más atención y la asignación de recursos para prevenirlas o controlarlas. Por lo tanto, la seguridad alimentaria debería ser una inversión en salud pública, porque ayuda a prevenir enfermedades y ahorrar dinero que se habría gastado sin dicha vigilancia (14).

Desde la perspectiva de Una Salud, la vigilancia debe integrar información de personas, animales y alimentos. Se han identificado *Campylobacter* spp. y diferentes tipos de *Escherichia coli* en animales destinados al consumo, aves y carnes comercializadas, con aislados resistentes a varios antimicrobianos. Estos hallazgos demuestran el fuerte vínculo entre la salud humana, la salud animal y la seguridad alimentaria (15).

7.1.3. Principales agentes bacterianos transmitidos por alimentos

Las enfermedades bacterianas transmitidas por alimentos pueden resultar de la ingestión del microorganismo o de las toxinas creadas por él. Algunas de las bacterias más importantes para la salud *son* Salmonella *spp.,* Campylobacter *spp.,* Escherichia coli *patógena* y *Listeria monocytogenes.* También se ha encontrado que *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* y *Clostridium botulinum* son significativos y capaces de generar toxinas asociadas con intoxicaciones alimentarias. Esto indica que las enfermedades bacterianas transmitidas por alimentos pueden tener diferentes mecanismos y no deben ser vistas como un solo tipo de enfermedad (16).

La vigilancia sanitaria en Europa muestra que la campilobacteriosis, la salmonelosis y las infecciones asociadas con *E. coli* productora de toxina Shiga son las zoonosis más frecuentemente reportadas. La listeriosis tiene un registro menos severo pero aún resulta en casos graves y un alto porcentaje de hospitalizaciones, particularmente en individuos vulnerables. Como resultado, la importancia del agente bacteriano no debe medirse únicamente por su frecuencia, sino también por la gravedad de los efectos que puede causar (17).

Salmonella spp. y *Campylobacter* spp. están relacionados con aves de corral, carne de aves y huevos. Estos microorganismos pueden contaminar el producto durante el sacrificio, evisceración, transporte, comercialización o preparación. Una revisión sistemática de 13 países de América Latina informó que la carne tenía la mayor prevalencia de Salmonella no tifoidea, con serotipos Enteritidis, Typhimurium y Derby. Algunos aislados de alimentos de origen animal presentaron resistencia a diferentes antimicrobianos. Estos resultados demuestran la necesidad de medidas higiénicas y controles sanitarios en cada aspecto de la producción y comercialización de carne (18).

La identificación de *E. coli* en un alimento no significa que una cepa específica sea patógena, ya que solo algunos grupos tienen factores de virulencia. Estos incluyen cepas enteropatógenas, enterotoxigénicas, enteroagregativas y productoras de toxina Shiga. En aves de corral y carne (otros animales destinados al consumo), hay E. coli diarrogénica y Campylobacter spp., algunas de las cuales son resistentes a diferentes antimicrobianos (15).

7.2. Escherichia coli

7.2.1. Definición

Escherichia coli corresponde a una bacteria Gram-negativa, con morfología bacilar, perteneciente a la familia Enterobacteriaceae Gran parte de sus cepas habitan en el tracto digestivo de las personas y de otros animales y son comunes en nuestra microbiota intestinal sin causar daño alguno. Sin embargo, la especie es multifactorial en términos genéticos y biológicos, por lo que sus cepas no necesariamente se comportan de la misma manera ni representan el mismo riesgo para la salud. Por lo tanto, la identificación de *E. coli* debe hacerse a partir del origen y las características de los organismos que son los aislados (19).

Aunque la mayoría de las cepas de *E. coli* son comensales, algunas pueden tener genes para producir características asociadas con la virulencia y provocar alteraciones intestinales o extraintestinales. Entre las cepas patógenas se encuentran varios grupos diarrogénicos, incluidos aquellos que producen toxina Shiga, que son importantes en la seguridad alimentaria ya pueden ocasionar trastornos gastrointestinales y complicaciones graves. La transmisión puede producirse mediante alimentos o agua contaminados y el contacto con animales portadores o con entornos contaminados (20).

7.2.2. Clasificación taxonómica

Desde un punto de vista taxonómico, *Escherichia coli* pertenece al género *Escherichia* y a la familia Enterobacteriaceae. Tiene una diversidad considerable y está estrechamente relacionada con bacterias del género Shigella, por lo que es difícil establecer una clasificación de ellas (21).

Tabla 2. Clasificación taxonómica de *Escherichia coli*

Nivel taxonómico	Clasificación
Dominio	Bacteria
Filo	Pseudomonadota
Clase	Gammaproteobacteria
Orden	Enterobacterales
Familia	Enterobacteriaceae
Género	*Escherichia*
Especie	*Escherichia coli*

Fuente: Elaboración propia a partir de NCBI Taxonomy (22).

7.2.3. Morfología y características bacteriológicas

Escherichia coli es un bacilo Gram-negativo, que no produce esporas y puede crecer en presencia y ausencia de oxígeno, por lo que se considera una bacteria anaerobia facultativa. Al observarse microscópicamente, sus células pueden aparecer solas o en pares y tienen un tamaño aproximado de 1-3 µm de longitud y 0,4 a 0,7 µm de ancho. La mayoría de sus cepas son móviles debido a los flagelos distribuidos alrededor de la célula, pero también hay cepas que no son móviles. En el laboratorio, estas características guían su identificación, pero deben combinarse con pruebas de cultivo y bioquímicas para identificarla (23).

Esta bacteria puede crecer en medios de cultivo simples y tiene más éxito a una temperatura de 37 °C. Su tamaño y forma no siempre permanecen iguales dependiendo de la etapa de crecimiento, nutrientes y condiciones ambientales. La microscopía electrónica de barrido muestra que típicamente es alargada o en forma de bastón; sin embargo, el estrés ambiental, la modificación genética y los antimicrobianos pueden alterar la longitud y el ancho. Por lo tanto, la morfología juega un papel importante en el diagnóstico microbiológico, aunque no es prueba de que el microorganismo sea E. coli (24).

7.2.4. Importancia sanitaria de *Escherichia coli* en los alimentos

Las razones sanitarias para la detección de *Escherichia coli* en productos alimenticios pueden ser diferentes. Por un lado, esta bacteria es un indicador de higiene, ya que puede contribuir a la contaminación fecal o a fallos en el uso correcto en la producción, manipulación, conservación y comercialización del producto. Sin embargo, no todas las cepas son dañinas ya que forman parte habitualmente del tracto intestinal de personas y animales (25).

El problema es cuando son virulentas, como en los patotipos enteropatógenos, enterotoxigénicos, enteroagregativos, enteroinvasivos y productores de toxina Shiga (26). El último grupo de cepas puede Scausar diarrea, colitis hemorrágica y en algunos casos síndrome urémico hemolítico (20). Además, en pollo, res y cerdo, se han encontrado aislados con genes de resistencia a antimicrobianos y factores de virulencia, lo que aumenta su relevancia para la salud pública (25).

7.2.5. La carne de ave como alimento de riesgo microbiológico

La carne de ave puede contaminarse con microorganismos presentes en los intestinos de las aves, especialmente durante el sacrificio y la evisceración. *Campylobacter* spp. y *Salmonella* spp. pueden llegar a la canal y propagarse a través de utensilios, equipos o superficies contaminadas (27). El riesgo aumenta si hay problemas de higiene, por ejemplo, si no se almacena a la temperatura adecuada, o si hay contaminación cruzada durante la manipulación (8). Además, la carne de ave puede tener *Escherichia coli* y *Salmonella* resistentes a los antibióticos (3).

7.2.6. Fuentes de contaminación de la carne de ave

La contaminación de las aves puede comenzar antes del sacrificio, ya que las aves tienen bacterias en su tracto intestinal. Al sacrificar las aves, las vísceras pueden romperse en el lugar y la canal puede infectarse con heces. El agua de lavado, los equipos y los utensilios también pueden transferir microorganismos de una canal a otra cuando la limpieza no se realiza adecuadamente (27).

En el punto de venta, las manos de los manipuladores, las tablas de cortar y las mesas de trabajo pueden ser fuentes de contaminación cruzada. La presencia de *Escherichia coli* en estas

superficies demuestra la importancia de mantener una higiene constante durante el corte y la comercialización de la carne (28).

7.2.7. Contaminación cruzada

La contaminación cruzada se produce cuando los microorganismos en la carne de pollo cruda se transfieren de las manos, cuchillos, tablas de cortar, mesas o recipientes a otros alimentos o superficies. Esto es particularmente peligroso si entra en alimentos que ya están cocidos o se consumen sin tratamiento térmico (27). La presencia de *Escherichia coli* en los vendedores y superficies utilizadas para cortar y comercializar pollo es evidencia de la necesidad de estos puntos de contacto (28). Las prácticas inadecuadas de higiene durante la manipulación también representan un problema, y la contaminación puede persistir durante toda la comercialización (8).

7.3. Prevalencia de *Escherichia coli* en la carne de ave

7.3.1. Definición de prevalencia

La prevalencia es el porcentaje de elementos en una población que pertenecen a una población en algún período o tiempo particular. En el análisis microbiológico de alimentos, se expresa como el porcentaje de muestras positivas frente al número total de muestras examinadas. Para calcularla, se divide el número de muestras positivas por el número total de muestras examinadas, y el resultado se multiplica por cien. Esta medida nos da información sobre la frecuencia con la que se ha detectado *Escherichia coli* en la carne de ave, pero no proporciona la concentración bacteriana ni una indicación clara de si las cepas aisladas son patógenas (29).

7.3.2. Estudios a nivel mundial

Diferentes países tienen diferentes porcentajes de *E. coli* en aves y productos avícolas. Una revisión sistemática de 61 estudios de 18 países estimó una prevalencia global del 8,9 % para cepas productoras de toxina Shiga. Este es un resultado de STEC en pollos y no representa la frecuencia general de E. coli en la carne aviar a nivel nacional (30). En India, un metaanálisis de 90 estudios encontró una prevalencia combinada del 50 %, pero solo se utilizaron muestras de carne al por menor, productos procesados y entornos conectados a la cadena de pollo (31). En Rumania, se detectaron bacterias en 30 de 100 muestras de carne de pollo examinadas y tienen una prevalencia del 30 % (32).

7.3.3. Estudios en América Latina

En América Latina, los resultados reportados también han mostrado variaciones entre los estudiosestudio en mercados municipales de El Salvador detectó *E. coli* en el 74 % de las muestras de carne de pollo. La razón de esto fue la temperatura de almacenamiento inadecuada y ciertas prácticas en la manipulación del producto (8).

En Lima, Perú, se detectó la bacteria en el 42 % de 150 muestras de vendedores, tablas de cortar y mesas donde se vendía carne de ave. Aunque este porcentaje solo está asociado con las superficies de manipulación y no con la carne, sigue siendo una buena indicación del hecho de que pueden estar involucradas en la contaminación de alimentos. Debido a la diferencia en las matrices, ambos resultados deben interpretarse de manera independiente y no como una prevalencia general para la región (28).

7.3.4. Estudios realizados en Ecuador

En Ecuador, un estudio a nivel nacional examinó 383 muestras de canales de pollo de 199 centros de sacrificio. Se detectó *Escherichia coli* en 148 muestras, lo que corresponde a una prevalencia del 39 %. El primer estudio presenta información obtenida durante el sacrificio y extiende la cobertura en un área más general (3).

En las instalaciones de almacenamiento en frío de Quevedo, se encontró la bacteria en el 70 % de las 60 muestras de muslos de pollo analizadas, es decir, en 42 muestras. El segundo estudio presenta la situación en un área de comercialización específica. Debido a la falta de estudios comparables en el país, es importante obtener información específica sobre la carne de ave vendida en Cotopaxi y sus métodos de muestreo y microbiológicos (33).

7.4. Norma ISO 16649-2 para la identificación y conteo de *Escherichia coli*

La norma ISO 16649-2 establece un procedimiento para la detección y cuantificación de *Escherichia coli* positiva a β-glucuronidasa en alimentos mediante cultivo en agar Tryptone Bile X-Glucuronide (TBX). Este método es ventajoso ya que la mayoría de las cepas de E. coli producen la enzima β-glucuronidasa, que reacciona con sustratos cromogénicos en el medio de cultivo y conduce a colonias azules o azul-verdosas después de la incubación a 44 °C. Debido a su fiabilidad y amplia aceptación internacional, esta norma se utiliza para determinar la presencia de E. coli y su concentración mediante el conteo de UFC (34).

En el ámbito de la inocuidad alimentaria, la ISO 16649-2 juega un papel significativo en el control microbiológico de productos cárnicos y otros alimentos procedentes de animales , ya que *Escherichia coli* puede llevar a contaminación fecal y problemas higiénicos en el sacrificio, procesamiento, transporte o comercialización. Además, un método estandarizado proporciona resultados reproducibles y comparables para que cada laboratorio haga más efectiva la vigilancia de la seguridad alimentaria (34).

7.4.1. Factores relacionados con la contaminación de la carne de ave en los mercados

La contaminación microbiológica de la carne de ave puede ocurrir durante el sacrificio, transporte y comercialización. El desplume y la evisceración, la mala manipulación, el equipo contaminado y la mala higiene en los humanos también favorecen bacterias como *Escherichia coli* en la carne (27).

En los mercados, la interrupción de la cadena de frío, el contacto cruzado con fuentes contaminantes y la conservación de la carne bajo condiciones inadecuadas pueden favorecer la multiplicación bacteriana. Por lo tanto, el uso de buenas prácticas de higiene y manipulación es necesario para evitar la contaminación y garantizar la seguridad de la carne de ave para el consumo humano (8).

7.4.2. Condiciones higiénico-sanitarias de los establecimientos

Las condiciones sanitarias e higiénicas de los vendedores de carne de ave son muy importantes para mantener la calidad microbiológica. La limpieza de las instalaciones, equipos y utensilios, la higiene del personal y el manejo adecuado de los productos alimenticios reducen la posibilidad de contaminación por microorganismos de *Escherichia coli*. Cuando los productos no se limpian adecuadamente, también pueden contaminarse cruzadamente con otros productos y generar un riesgo para la salud de quienes los consumen (35).

7.4.3. Conservación de la cadena de frío

La cadena de frío constituye un proceso fundamental para mantener la seguridad de la carne de ave durante el almacenamiento, transporte y comercialización. El producto se mantiene a una temperatura óptima que impide el crecimiento de microorganismos y prolonga la vida útil del producto. La multiplicación bacteriana aumenta cuando la refrigeración se interrumpe o no se

mantiene regularmente, lo que incrementa el riesgo deafecciones asociadas al consumo de alimentos y el deterioro de la calidad del producto (36).

7.5. Entorno sanitario y regulatorio en Ecuador

7.5.1. Marco legal e institucional en Ecuador

La seguridad alimentaria es parte de las responsabilidades de la Autoridad Nacional de Salud en Ecuador. La Ley Orgánica de Salud requiere que el Ministerio de Salud Pública regule, controle y supervise las actividades que puedan impactar la salud de la población, por ejemplo, la calidad y seguridad de los alimentos. Así, las condiciones sanitarias que se exigen a las empresas para almacenar, manejar o vender productos alimenticios previenen la contaminación y protegen al consumidor (37).

La Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria también otorga a Agrocalidad el control y regulación de la salud y seguridad animal en la producción primaria. Esta institución también supervisa los centros de matanza y el cumplimiento de buenas prácticas en la cadena ganadera. En la carne de ave, estas disposiciones tienen como objetivo controlar los riesgos sanitarios desde la crianza y matanza de las aves hasta las etapas previas a su comercialización, por lo que su cumplimiento es necesario para asegurar que los productos no se envíen a los mercados con productos adulterados (38).

7.5.2. Normas microbiológicas aplicables a la carne de ave

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2346:2016 determina las condiciones que deben cumplir la carne y las vísceras comestibles para consumo humano en el punto de venta. Para *Escherichia coli*, define un plan de muestreo de cinco unidades, con un límite de aceptación de $1{,}0 \times 10^2$ UFC/g y un máximo de $1{,}0 \times 10^3$ UFC/g. También define la ausencia de Salmonella spp. en 25 g de producto y utiliza la NTE INEN-ISO 16649-2 como método para contar E. coli (39).

Los límites microbiológicos establecidos por esta norma se expresan en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g). La aplicación de estos parámetros necesita ser cuantificada. En esta investigación, se estableció la presencia o ausencia de *E. coli* , pero no se contó el número de bacterias. Por lo tanto, los resultados pueden usarse para identificar la contaminación de las

muestras analizadas, pero no determinan si estas muestras cumplen o no con los límites cuantitativos establecidos por la NTE INEN 2346:2016 (39).

7.5.3. Requisitos higiénicos para la comercialización en mercados

La NTE INEN 2687:2013 establece los requisitos y prácticas aplicables a los mercados mayoristas y minoristas que realizan actividades de recepción, manipulación, almacenamiento, transporte y comercialización de alimentos. Esta norma considera a la carne y las aves como alimentos altamente perecederos, debido a que pueden favorecer el crecimiento de microorganismos cuando no se conservan o manipulan en condiciones apropiadas (40).

Para disminuir el riesgo de contaminación, la normativa señala que los productos cárnicos deben conservarse refrigerados, mantenerse separados de otros alimentos y exhibirse en vitrinas frigoríficas y recipientes individuales. También establece que los puestos, equipos y utensilios deben permanecer limpios y desinfectados, que se debe disponer de agua potable y que la temperatura de refrigeración debe mantenerse entre 0 °C y 5 °C. Estas medidas contribuyen a prevenir la contaminación cruzada y a conservar la inocuidad de la carne durante su comercialización (40).

7.5.4. Código de prácticas de higiene para la carne

El Código de prácticas de higiene para la carne CXC 58-2005 comprende las medidas sanitarias aplicables a la carne cruda, incluidos los productos procedentes de aves de corral, desde la producción del animal hasta la venta al consumidor. Su propósito es reducir los riesgos biológicos mediante controles basados en la inocuidad, aplicados durante el faenamiento, transporte, almacenamiento, manipulación y comercialización de la carne (41).

Este código recomienda mantener condiciones adecuadas de limpieza y desinfección, controlar la temperatura, prevenir la contaminación cruzada y capacitar a las personas encargadas de manipular los productos cárnicos. También señala que las medidas de higiene deben mantenerse durante toda la cadena, debido a que una falla en cualquiera de sus etapas puede favorecer la contaminación microbiológica de la carne antes de llegar al consumidor (41).

8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS

8.1. Pregunta científica 1

¿Cuál es la prevalencia aparente de *Escherichia coli* en las muestras de carne aviar comercializadas en establecimientos de la provincia de Cotopaxi?

8.2. Pregunta científica 2

¿Existe asociación entre el tipo de establecimiento comercial y la positividad de *Escherichia coli* en las muestras de carne aviar analizadas?

9. METODOLOGÍA

9.1 Diseño de la investigación

Esta investigación corresponde a un estudio epidemiológico de tipo observacional, no experimental, descriptivo y transversal, con enfoque cuantitativo. La investigación se desarrolló entre diciembre de 2025 y junio de 2026. Se considera descriptiva porque tuvo como propósito estimar la prevalencia aparente de *Escherichia coli* en las muestras de carne aviar recolectadas en establecimientos comerciales de la provincia de Cotopaxi, sin manipular las variables ni establecer relaciones causales.

9.2 Área de Estudio

9.2.1. Ubicación

La investigación se desarrolló en la provincia de Cotopaxi, ubicada en la región interandina del Ecuador. El estudio abarcó 37 parroquias distribuidas en sus siete cantones: Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí y Sigchos. En estas localidades se incluyeron puntos de comercialización de carne aviar ubicados en diferentes sectores de la provincia. La recolección se efectuó en tercenas, minimercados, tiendas y mercados, seleccionados según la disponibilidad y el acceso a los puntos de venta de cada parroquia.

9.2.2 Población y tamaño de la muestra

Se obtuvieron 305 muestras de carne aviar cruda, correspondientes a igual número de establecimientos. Cada muestra fue codificada de acuerdo con el cantón y la parroquia de procedencia para facilitar su identificación y registro durante la investigación. Anexo 2.

Criterios de inclusión

- Muestras de carne de pollo comercializadas en tercenas, tiendas de barrio, mini mercados y mercados.
- Establecimientos comerciales localizados en las parroquias seleccionadas de la provincia de Cotopaxi.
- Muestras obtenidas durante el periodo definido para la ejecución del estudio.

Criterios de exclusión

- Muestras de carne que no correspondieran a la especie aviar.
- Productos procesados, embutidos u otros derivados elaborados a partir de carne de aviar.

Tabla 1. Definición de variables

Variable	Tipo	Definición	Dimensión	Indicador/ unidad	Tipo de dato estadístico	Escala	Instrumento de medición
Presencia de Escherichia coli	Dependiente	Identificación microbiológica de Escherichia coli en muestras de carne aviar procedentes de diferentes puntos de venta..	Resultado del análisis microbiológico	Positivo/ Negativo	Cualitativo	Dicotómica	Número de cepas respaldadas y conservadas en ultracongelación
Parroquia	Independiente	Parroquias de la provincia de Cotopaxi seleccionadas para la recolección de muestras.	Ubicación geográfica	Nombre de la parroquia	Cualitativo	Categórica	Base de datos general del proyecto
Tipo de establecimiento	Independiente	ipo de establecimiento comercial de procedencia de la muestra de carne aviar.	Tipo de punto de venta	Tercena / Tienda de barrio/mini mercado/mercado	Cualitativo	Categórica	Base de datos general del proyecto

9.3 Metodología de estudio

OB:1 Determinar la positividad de *Escherichia coli* en muestras de carne aviar obtenidas en establecimientos comerciales de las parroquias de la provincia de Cotopaxi, mediante un procedimiento microbiológico basado en la Norma ISO 16649 y adaptado al protocolo del laboratorio.

Actividad 1.

Cálculo del tamaño muestral a partir de un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 % con el propósito de asegurar la confiabilidad de los resultados.

Actividad 2

Se identificaron los establecimientos dedicados al expendio de carne aviar, entre ellos tiendas de barrio, tercenas, mini mercados, plazas y mercados. Posteriormente, se elaboró una base de datos en la que se registró de manera organizada la ubicación georreferenciada de cada punto de venta incluido en el estudio.

Actividad 3.

Las jornadas de recolección se organizaron en las diferentes parroquias, tomando en cuenta la accesibilidad a cada localidad y la disponibilidad del laboratorio para recibir y procesar las muestras.

Actividad 4..

Las fundas con cierre hermético tipo Ziploc fueron identificadas mediante un sistema alfanumérico. La codificación incluyó el código asignado a cada parroquia, una numeración correlativa desde el 01 hasta el número total de muestras correspondiente y la letra «P», utilizada para indicar que la muestra pertenecía a carne de pollo.

Actividad 5.

La recolección se efectuó de acuerdo con la planificación establecida para cada parroquia. Las muestras de carne aviar fueron adquiridas directamente en los establecimientos comerciales disponibles e incluidos en el estudio.

Actividad 7.

Después de su recolección, las muestras se conservaron bajo refrigeración en coolers provistos de refrigerantes de gel, con la finalidad de mantener la cadena de frío y evitar alteraciones microbiológicas durante el transporte. El tiempo transcurrido entre la toma y la entrega de las muestras no superó las cuatro horas. En el caso de las parroquias cuyo traslado requería un periodo mayor, las muestras fueron congeladas antes de ser transportadas.

Actividad 8. .

Las muestras fueron recibidas y registradas en el Laboratorio de Bacteriología y Micología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Central del Ecuador. Durante su recepción, se verificaron las condiciones de conservación, la cantidad y la correcta rotulación de cada muestra.

Actividad 9.

Las muestras fueron procesadas mediante un procedimiento microbiológico basado en la Norma ISO 16649 y adaptado al protocolo establecido por el laboratorio.

Actividad 9. 1

Se rotularon las placas Petri de acuerdo con el código asignado a cada muestra.

Se completaron los formularios correspondientes a la recepción y registro de las muestras.

Se pesaron asépticamente 25 g de cada muestra en bolsas estériles tipo Stomacher y se añadieron 225 mL de agua peptonada, para obtener una dilución inicial de 1:10.

Cada muestra se homogeneizó mecánicamente mediante el equipo Stomacher, hasta obtener una suspensión uniforme.

Actividad 9..2

Cultivo de la suspensión inicial

Con una micropipeta se inocularon 100 µL de la suspensión inicial en placas Petri que contenían agar cromogénico TBX suplementado con cefotaxima en una concentración de 6 mg/100 mL, de acuerdo con el protocolo establecido (CLSI, 2023).

El inóculo se distribuyó uniformemente sobre la superficie del agar mediante un asa de Drigalski, aplicando la técnica de siembra por extensión.

Las placas se incubaron a 37 °C durante un periodo de 18 a 24 horas.

Transcurrido el tiempo de incubación, se realizó la lectura de las placas y se identificaron las colonias sospechosas de *Escherichia coli*. De cada muestra se seleccionaron dos colonias representativas, denominadas colonia A y colonia B.

Las colonias presuntivas de *E. coli* que crecieron en el agar TBX suplementado con cefotaxima presentaron una coloración azul verdosa.

Las colonias A y B se sembraron en agar triple azúcar hierro (TSI) para realizar la evaluación bioquímica y posteriormente se incubaron a 37 °C durante 18 a 24 horas.

Se registró como resultado bioquímico compatible la reacción A/A con producción de gas, evidenciada por la presencia de burbujas o fracturas en el medio.

Actividad 9.3

Conservación de las cepas aisladas

Los criotubos fueron identificados con los códigos correspondientes a cada cepa aislada.

Las asas de siembra desechables, las puntas de 1 000 µL, la micropipeta, los guantes de nitrilo y los criotubos previamente rotulados se expusieron a radiación ultravioleta durante 15 minutos, según el procedimiento aplicado en el laboratorio.

En cada criotubo se colocaron 1 800 µL de una mezcla de caldo de infusión cerebro-corazón (BHI) y glicerol, preparada en una proporción de 80:20.

Mediante un asa estéril se tomó una cantidad suficiente de biomasa de cada aislamiento y se incorporó al criotubo correspondiente.

El contenido de los tubos se homogeneizó utilizando un agitador vórtex.

Finalmente, las cepas fueron almacenadas mediante crioconservación a una temperatura de −80 °C.

OE 2 Evaluar la asociación entre los diferentes tipos de establecimientos comerciales dedicados al expendio de carne aviar en las parroquias de la provincia de Cotopaxi y la positividad de *Escherichia coli* en las muestras recolectadas, mediante análisis estadístico.

Actividad 1.

A partir de la base de datos consolidada, se calcularon los porcentajes de positividad de *Escherichia coli* de acuerdo con el cantón y el tipo de establecimiento comercial en el que se obtuvo cada muestra.

Actividad 2.

Se aplicaron pruebas estadísticas apropiadas, como la prueba de chi-cuadrado de Pearson, para determinar si existía una asociación estadísticamente significativa entre la positividad de *Escherichia coli* y las variables evaluadas.

OE 3 Estimar la prevalencia aparente de *Escherichia coli* en las muestras analizadas, a partir del análisis estadístico de los resultados obtenidos.

Actividad 1.

En el estudio se realizó un análisis estadístico descriptivo, mediante el cálculo de las frecuencias y los porcentajes de positividad de *Escherichia coli*. Con estos resultados se determinó la prevalencia general y por cantón en las muestras de carne aviar analizadas en la provincia de Cotopaxi.

Actividad 2.

En la investigación se elaboraron tablas para presentar de forma clara y ordenada la distribución de la prevalencia de *Escherichia coli*, según el cantón y el tipo de establecimiento comercial donde fueron recolectadas las muestras.

9.4 Análisis y manejo de datos y/o información

9.4.1. Manejo de datos

Para organizar y sistematizar la información obtenida durante la investigación, se elaboró una base de datos en Microsoft Excel. En ella se registraron la fecha de recolección, el código asignado a cada muestra (Ejemplo: Parroquia 11 de Noviembre – CL11N 01 P), la provincia, el cantón, la parroquia, las coordenadas geográficas, el tipo de establecimiento comercial tienda de barrio, tercena, mini mercado y mercado, la fecha de emisión de los resultados y el resultado microbiológico correspondiente.

9.4.2 . Análisis estadístico

Se efectuó un análisis estadístico descriptivo para determinar la prevalencia general de *Escherichia coli*. Asimismo, se calcularon las frecuencias absolutas y relativas expresadas en porcentajes de las muestras con resultados positivos y negativos. La prevalencia se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$Prevalencia\ aparente = \left(\frac{Nu´mero\ de\ muestras\ positivas\ para\ E.coli}{Número\ total\ de\ muestras\ analizadas}\right) \times 100$$

Los resultados se organizaron en tablas de frecuencia, lo que permitió presentar de manera clara la positividad de *Escherichia coli* según la parroquia y el tipo de establecimiento comercial. Esta organización facilitó la comparación de la frecuencia de muestras positivas entre tiendas de barrio, tercenas, minimercados y mercados.

Para analizar la relación entre el tipo de punto de venta de carne de pollo y la positividad de *Escherichia coli*, se utilizó la prueba de chi-cuadrado de Pearson (χ^2), con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Cuando las frecuencias esperadas no reunieron las condiciones requeridas para esta prueba, se recurrió a la prueba exacta de Fisher.. La prevalencia calculada se expresó en porcentaje junto con su intervalo de confianza del 95 % (IC 95 %), para mostrar la precisión de la estimación

Software y herramienta

- La información recopilada se registró, organizó y procesó inicialmente mediante Microsoft Excel.

- Los datos fueron analizados estadísticamente mediante IBM SPSS Statistics, versión 27.0
- La distribución espacial de los resultados se analizó mediante el programa QGIS.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se trabajó con 305 establecimientos comerciales. De estos, 214 eran tiendas (70,16 %), 44 eran tercena (14,43 %), 31 eran mercados (10,16 %) y 16 eran minimercados (5,25 %). Para explicar la diferencia en el número de establecimientos, el muestreo se realizó por conveniencia y los puntos de venta se seleccionaron según la disponibilidad y el acceso en las respectivas parroquias. Por lo tanto, los porcentajes reflejan cómo se distribuyeron los establecimientos muestreados, pero no representan a todos los establecimientos que venden carne de ave en Cotopaxi.

Tabla 2. Caracterización de los establecimientos muestreados según categoría comercial en la provincia de Cotopaxi.

Categoría del establecimiento	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Mercado	31	10,16
Minimarket	16	5,25
Tercena	44	14,43
Tienda	214	70,16
Total	305	100,0

En los puntos de venta, la carne de ave tuvo que ser probada según nuestro mejor conocimiento. Salazar-Llorente et al. (2) analizaron 450 muestras de alimentos de alta demanda, incluyendo pollo crudo vendido en mercados populares en Quito, Guayaquil y Cuenca. Esta investigación proporciona información de Ecuador sobre la calidad microbiológica de los alimentos ofrecidos directamente al público.

López et al. (8) trabajaron con 221 puestos de carne de pollo cruda en 33 mercados municipales en El Salvador y tomaron una muestra en cada puesto. En ese estudio, todos los puntos de venta pertenecían a mercados, mientras que en nuestra investigación actual se utilizaron mercados, minimercados, tercena y tiendas. Como las tiendas proporcionaron más muestras, la comparación entre categorías debe hacerse con los porcentajes de positividad y no con el número de resultados positivos.

Este estudio comparó los mercados, minimercados, carnicerías y tiendas con los resultados para determinar si la positividad variaba entre los puntos de venta. Se utilizó la prueba de chi-cuadrado de Pearson y se obtuvo el valor de $\chi^2 = 0,374$ con 3 grados de libertad y un valor de p de 0,946. Dado que una de las frecuencias esperadas fue de 4,88, también se utilizó la prueba exacta de Fisher–Freeman–Halton y su valor de p fue de 0,954. Los resultados de ambas pruebas fueron mayores a 0,05, por lo que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las categorías comerciales evaluadas (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados microbiológicos por categoría comercial en Cotopaxi

Categoría comercial	Positivos (n)	Negativos (n)	Total (n)	Positivos (%)
Mercado	23	8	31	74,2
Minimarket	11	5	16	68,8
Tercena	30	14	44	68,2
Tienda	148	66	214	69,2
Total	**212**	**93**	**305**	**69,5**

Prueba de asociación: χ^2 de Pearson = 0,374; p = 0,946
Prueba exacta de Fisher–Freeman–Halton: p = 0,954

De las 305 muestras en los datos, 212 fueron positivas y 93 fueron negativas. El porcentaje más alto en los mercados fue del 74,19 % (23/31), con las tiendas en 69,16 % (148/214), seguido de los minimercados con 68,75 % (11/16) y las carnicerías con 68,18 % (30/44). Las tiendas recolectaron la mayor cantidad de muestras positivas porque eran la categoría con más establecimientos evaluados. Al calcular los porcentajes, los resultados de los cuatro grupos fueron cercanos.

López et al. (8) encontraron *Escherichia coli* en el 74 % de las muestras de 221 puestos de carne de pollo en mercados municipales de El Salvador. Este valor es muy similar al 74,19 % reportado en los mercados de Cotopaxi. Ambos estudios se realizaron en carne disponible en puntos de venta cercanos al consumidor, pero utilizaron diferentes procedimientos microbiológicos y se llevaron a cabo bajo condiciones comerciales específicas de cada país.

García-Béjar et al. (42) estudiaron 30 productos avícolas comprados en supermercados y carnicerías en España. Los autores encontraron *Escherichia coli* en el 83 % de las muestras y el 91 % en productos de supermercados. Estos porcentajes fueron más altos que los de Cotopaxi,

pero el número de muestras fue pequeño e incluyeron cuartos traseros de pollo e hígados en el estudio.

Kostoglou et al. (43) analizaron 60 muestras de carne de pollo cruda refrigerada adquiridas en carnicerías y supermercados de Grecia. En 25 muestras (41,7 %) se encontraron recuentos de *Escherichia coli* iguales o superiores a 10^2 UFC/g. Debido a que ese trabajo cuantificó la bacteria, mientras que la presente investigación clasificó las muestras como positivas o negativas, los porcentajes no deben compararse de manera directa.

Khanom et al. (44) reportaron una positividad del 58,33 % en mercados de aves vivas y del 54,80 % en supermercados en Bangladesh. En este estudio se encontraron porcentajes similares entre los dos tipos de establecimientos, pero fueron más bajos que los de Cotopaxi. Los autores utilizaron muestras de músculo e hígado de pollos de engorde y confirmaron los aislamientos en pruebas moleculares, por lo que sus hallazgos no pueden compararse directamente con los encontrados en este estudio..

Rahman et al. (45) identificaron *Escherichia coli* en 381 de 600 muestras de carne de pollo obtenidas en 100 establecimientos minoristas de Bangladesh, equivalente al 63,5 %. Los autores no encontraron diferencias significativas entre pollos de engorde y ponedoras ni entre los cuatro distritos estudiados. El porcentaje fue menor que el obtenido en Cotopaxi, aunque ambos trabajos evaluaron carne disponible en puntos de venta.

Davis et al. (46) recuperaron *Escherichia coli* en el 87,6 % de 1 367 productos de pollo adquiridos en establecimientos minoristas de Arizona. La frecuencia de contaminación no cambió de manera significativa entre productos convencionales, orgánicos y aquellos comercializados como criados sin antibióticos. Estas categorías corresponden al sistema de producción y no al tipo de establecimiento, por lo que el resultado sirve como antecedente, pero no constituye una comparación directa con Cotopaxi.

Kola et al. (47) encontraron enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido en 175 de 399 muestras de carne de pollo comercializadas en supermercados, tiendas orgánicas y una carnicería de Alemania, equivalente al 43,9 %. Por su parte, Chaisatit et al. (48) detectaron *Escherichia coli* en el 53 % (106/200) de las muestras compradas en supermercados de Bangkok. Los dos porcentajes fueron inferiores a la positividad de Cotopaxi; sin embargo,

deben interpretarse considerando que los estudios utilizaron objetivos y procedimientos microbiológicos diferentes.

Mensah et al. (49) aislaron *Escherichia coli* en el 32 % (8/25) de las muestras de pollo crudo recolectadas en establecimientos minoristas de Accra. Este resultado fue menor que el registrado en Cotopaxi, pero provino de un número reducido de muestras, por lo que su comparación debe realizarse con cautela.

Se encontraron resultados positivos en las cuatro categorías comerciales en las muestras tomadas de Cotopaxi. Según las pruebas estadísticas, la positividad no cambió significativamente según el tipo de punto de venta. Sin embargo, el estudio no evaluó de manera específica las condiciones higiénicas, la procedencia de la carne ni la conservación de la cadena de frío, por lo que no se puede determinar.

El análisis territorial incluye 37 parroquias de Cotopaxi. El número de muestras cambió de una localidad a otra porque los puntos de venta fueron elegidos mediante muestreo por conveniencia, por lo que la lectura de los porcentajes se realizó teniendo en cuenta tanto la positividad como el número de muestras disponibles en cada parroquia. Para ver si los resultados positivos y negativos se distribuyeron en las parroquias de la misma manera, se aplicó la prueba de chi-cuadrado de Pearson. El análisis obtuvo $\chi^2 = 77.266$ con 36 grados de libertad y un valor $p < 0.001$. Debido a que algunas de las frecuencias esperadas fueron menores de cinco, combinamos este resultado con la prueba exacta de Fisher-Freeman-Halton a través de 10,000 simulaciones de Monte Carlo. La segunda prueba también mostró un valor $p < 0.001$. Según el análisis, la positividad varía con las parroquias consideradas en nuestro estudio (Anexo 4).

Hubo 13 parroquias que mostraron resultados positivos en todas las muestras estudiadas, aunque el número de observaciones fue diferente. En el Centro de La Maná encontramos 22 resultados positivos de 22 muestras. En Guasaganda, Tanicuchí y el Centro de Saquisilí encontramos 6 resultados positivos. Los porcentajes del 100% en 11 de Noviembre, Guapara, Chantilín y Cusubamba se calcularon a partir de una muestra. Por lo tanto, estos porcentajes no tienen la misma importancia al interpretar la distribución territorial. De las parroquias con el mayor número de muestras, La Matriz, del cantón de Latacunga, tuvo 33 resultados positivos de 56 muestras (58.93%). San Felipe tiene 62.96% (17/27) y Juan Montalvo 93.33% (14/15). Los porcentajes más bajos se encuentran en el Centro de Sigchos con 8.33% (1/12), Toacaso

con 30.00% (3/10), Las Pampas con 33.33% (1/3) y Eloy Alfaro con 38.46% (5/13). La diferencia estadística entre las parroquias en Cotopaxi indica que los resultados no fueron uniformes en todos los establecimientos muestreados. Sin embargo, la parroquia de origen no puede tomarse como la fuente principal de la positividad. El muestreo por conveniencia, el número desigual de muestras y la falta de información sobre el origen y la conservación de la carne nos impiden determinar cuáles fueron las razones de estas diferencias.

Después de que los resultados se separaron parroquia por parroquia, las muestras se agruparon en los siete cantones de Cotopaxi. De esta manera, pudimos observar las diferencias en la proporción de positivos en cada cantón. Dado que el número de muestras no es igual en todos los lugares, los porcentajes deben tomarse junto con la cantidad examinada en cada caso.

La prueba de chi-cuadrado de Pearson mostró la diferencia de positividad entre los cantones ($\chi^2 = 31,262$; gl = 6; $p < 0,001$). Debido a que algunas frecuencias esperadas eran menores de cinco, también se llevó a cabo la prueba exacta de Fisher–Freeman–Halton utilizando 10 000 simulaciones de Monte Carlo y se obtuvo un valor de $p < 0,001$. Por lo tanto, la proporción de muestras positivas no fue la misma en los siete cantones estudiados

Tabla 6. Prevalencia de *Escherichia coli* por cantón

Cantón	Total (n)	Negativos (n)	Positivos (n)	Prevalencia (%)
La Maná	31	1	30	96,77
Latacunga	177	59	118	66,67
Pangua	23	6	17	73,91
Pujilí	22	5	17	77,27
Salcedo	23	8	15	65,22
Saquisilí	9	0	9	100,00
Sigchos	20	14	6	30,00
Total	305	93	212	69,51

Saquisilí presentó el porcentaje más alto, con nueve resultados positivos en las nueve muestras analizadas (100,00 %). La Maná fue la siguiente, con un 96,77 % (30/31); Pujilí, 77,27 % (17/22); y Pangua, 73,91 % (17/23). Latacunga tuvo el mayor número de resultados positivos, 118. Y su porcentaje fue del 66,67 %, porque tuvo la mayor cantidad de muestras. Salcedo tuvo un 65,22 % (15/23) y Sigchos tuvo el porcentaje más bajo de 30,00 % (6/20). El 100,00 % en

Saquisilí debe tomarse con mucha cautela, ya que en este caso solo hay nueve muestras. De manera similar, el número muy alto de positivos en Latacunga se relaciona con las 177 muestras que muestreamos en ese cantón. Debido al muestreo por conveniencia, estos valores representan los establecimientos en este estudio y no deben generalizarse a todos los puntos de venta en Cotopaxi.

Wu et al. (50) encontraron *Escherichia coli* en el 69,1 % de 576 pollos crudos comprados en mercados y supermercados en cuatro provincias de China. Este porcentaje fue cercano al 69,51 % en Cotopaxi. En el estudio de estos autores, la positividad también se dividió en provincias con valores que oscilaban entre el 45,8 % y el 86,8 %. Mathew et al. (51) probaron 600 muestras de carne de pollo de seis distritos de Kerala, India, e identificaron *Escherichia coli* en el 54,17 %. Ese porcentaje fue menor que el de Cotopaxi, pero en ambos casos la bacteria se puede encontrar en la carne de ave a la venta.

Li et al. (52) estudiaron 2 331 muestras de productos avícolas crudos preparados en 20 provincias de China y encontraron una positividad del 45,80 %. La diferencia en el presente estudio puede explicarse por el origen de las muestras, el manejo de los productos, las condiciones de venta y los procedimientos utilizados en la identificación de bacterias.

Eltai et al. (53) analizaron 270 canales de pollo locales e importadas adquiridas en hipermercados de Catar y recuperaron 216 aislamientos de *Escherichia coli*. De estos, cerca del 89 % presentó resistencia al menos a un antimicrobiano y el 63,4 % fue multirresistente. Como la presente investigación no evaluó resistencia antimicrobiana, este antecedente no se compara directamente con la positividad obtenida, pero demuestra la importancia de estudiar la carne disponible en establecimientos comerciales..

Los resultados de Amorim et al. (54) encontraron *Escherichia coli* en el 42 % de 88 muestras de carne de pollo vendidas en supermercados, carnicerías y ferias en Manaus, Brasil. En contraste con Cotopaxi, los autores no encontraron diferencias significativas entre las áreas estudiadas. Esta comparación indica que la distribución geográfica de positivos puede variar entre estudios y debe examinarse en función del diseño y el número de muestras tomadas de cada localidad.

Kuboka et al. (55) encontraron una prevalencia combinada de *Escherichia coli* del 41 % basada en una revisión sistemática y un meta-análisis de estudios en países del este de África. Los

autores encontraron una amplia variación entre los estudios según el país, el alimento estudiado, el proceso de procesamiento y el número de muestras estudiadas. Por lo tanto, los porcentajes en diferentes áreas no deben compararse sin antes verificar las características de los estudios.

En América Latina, Donado-Godoy et al. (56) detectaron *Escherichia coli* en el 83 % de las muestras de carne de pollo recolectadas en establecimientos minoristas de Colombia. Este porcentaje fue superior al obtenido en Cotopaxi, aunque el estudio colombiano se orientó además a caracterizar los patrones de resistencia antimicrobiana. La comparación confirma que la frecuencia de detección puede variar según el lugar, el diseño del muestreo y el procedimiento aplicado.

En caso de diferencias estadísticas entre los cantones de Cotopaxi, no investigamos el origen de la carne, las condiciones de higiene, la temperatura de almacenamiento o las prácticas de manejo de cada uno de los establecimientos. Estos resultados nos permiten reconocer una distribución desigual de la positividad, pero no determinar las razones de esto.

De todos los establecimientos se encontraron 212 muestras positivas y 93 negativas. La prevalencia aparente de muestras positivas para colonias compatibles con *Escherichia coli* fue del 69,51 %, y el intervalo de confianza del 95 % osciló entre el 64,13 % y el 74,41 %». En resumen, alrededor de siete de cada diez muestras estudiadas generaron un resultado positivo (Tabla 7).

Tabla 7. Prevalencia total

	Resultado
Total muestras (n)	305
Negativos (n)	93
Positivos (n)	212
Prevalencia (%)	69,51

La positividad fue mayor que la encontrada por Amancha et al. (3), quienes encontraron *Escherichia coli* en el 39 % de las carcasas de pollo en Ecuador. La diferencia debe ser notada, ya que el estudio anterior consideró muestras tomadas durante el sacrificio, mientras que el presente estudio investiga la carne de ave disponible en cocinas comerciales.

López et al. (8) encontraron *Escherichia coli* en el 74 % de las muestras de carne de pollo tomadas en mercados de El Salvador. Este resultado fue muy cercano al 69,51 % obtenido en Cotopaxi, aunque los estudios se realizaron en diferentes países y bajo diferentes condiciones de comercialización. Wu et al. (50) reportaron una positividad del 69,1 % en 576 pollos crudos comprados en mercados y supermercados en cuatro provincias de China. El resultado fue muy similar al encontrado en esta investigación, pero la coincidencia entre los porcentajes no significa que las condiciones de contaminación fueran las mismas.

Mathew et al. (51) encontraron *Escherichia coli* en el 54,17 % de 600 muestras de carne de pollo recolectadas en seis distritos de Kerala, India. Aunque este porcentaje fue menor que en Cotopaxi, ambos estudios encontraron la bacteria en una proporción significativa de las muestras estudiadas. García-Béjar et al. (42) analizaron 30 productos avícolas comprados en supermercados y carnicerías en España y encontraron *Escherichia coli* en el 83 % de las muestras. Este porcentaje fue mayor que en Cotopaxi, pero el número de productos estudiados fue considerablemente menor.

Lyhs et al. (57) aislaron *Escherichia coli* en 207 de 219 productos avícolas comercializados en Finlandia (94,5 %) y determinaron que el 23,2 % de los aislamientos presentaba características compatibles con cepas patógenas extraintestinales. Ranabhat et al. (58) identificaron *E. coli* patógena aviar en el 58,1 % de las muestras de carne de pollo obtenidas en establecimientos minoristas de Nepal. Estos resultados no son directamente comparables con Cotopaxi porque incluyeron caracterización molecular de grupos patógenos.

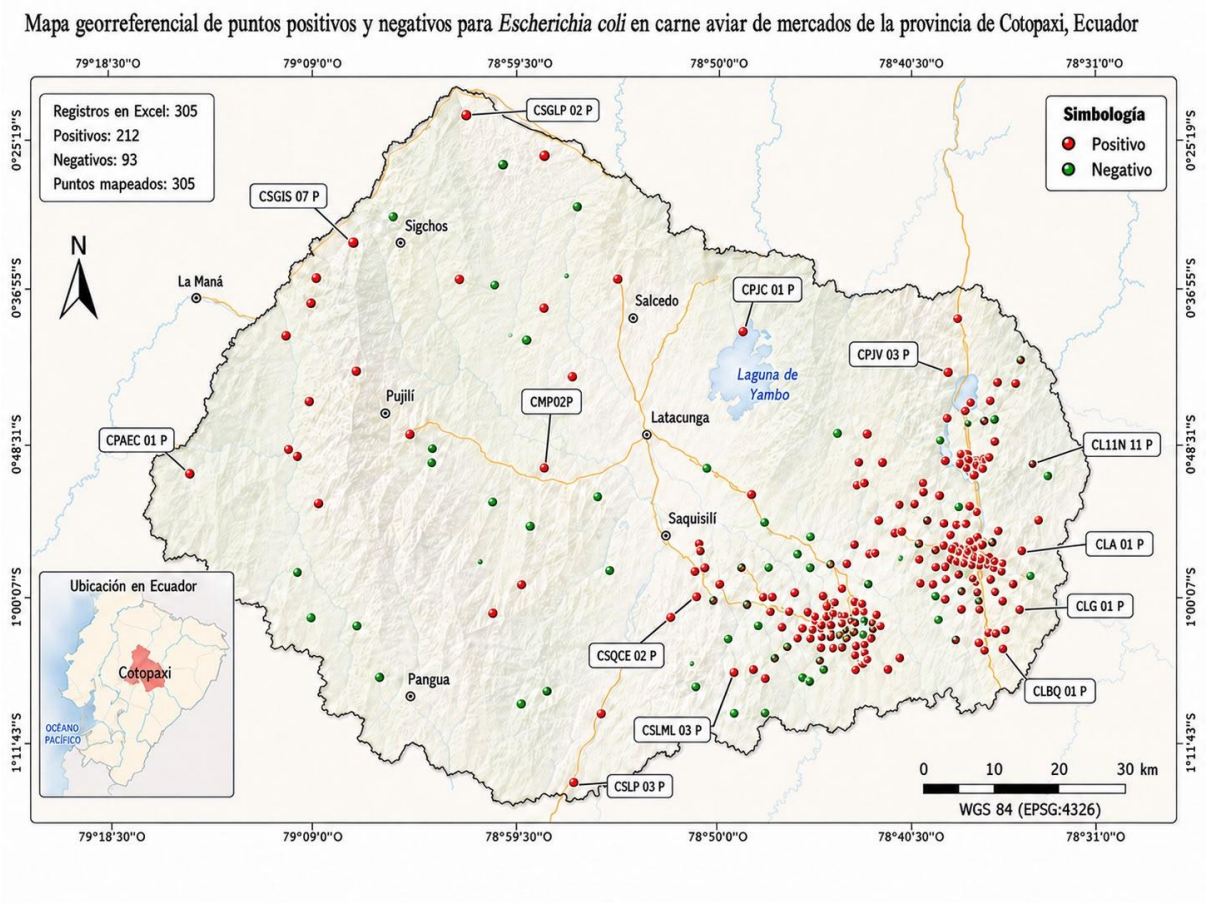
Yi et al. (59) detectaron *Escherichia coli* en el 53,2 % (33/62) de los productos de pollo comercializados en el norte de Botsuana y encontraron resistencia al menos a un antimicrobiano en el 69,7 % de los aislamientos procedentes de pollo. Lee et al. (60) registraron la bacteria en el 47,51 % (105/221) de las carnes vendidas al por menor en el sur de California; sin embargo, su estudio reunió pollo, pavo, res y cerdo. Estas diferencias en la matriz y en las pruebas realizadas impiden establecer una comparación directa con la prevalencia aparente de Cotopaxi.

Johnson et al. (61) estudiaron 1 648 alimentos procedentes de mercados minoristas y observaron que la contaminación por *Escherichia coli* cambió según el producto: alcanzó el 92 % en aves, el 69 % en carne de res o cerdo y el 9 % en otros alimentos. Este antecedente muestra que el tipo de muestra influye en la frecuencia de detección. En la presente investigación únicamente

se determinó la positividad de colonias compatibles con *E. coli*, sin caracterizar patotipos ni resistencia antimicrobiana.

Entre otras cosas, las diferencias entre investigaciones pueden estar relacionadas con el sitio de recolección, el origen de la carne, el manejo y conservación de la carne y el procedimiento para identificar la bacteria. Además, debido a que se utilizó un muestreo de conveniencia en Cotopaxi, la prevalencia es solo de las 305 muestras estudiadas y no debe considerarse una estimación de todos los establecimientos comerciales de la provincia.

Figura 1. Distribución georreferenciada de los resultados microbiológicos en los establecimientos de Cotopaxi



Nota. Cada punto representa un establecimiento muestreado. Los resultados positivos para colonias compatibles con *Escherichia coli* se muestran en rojo y los negativos en verde. El mapa fue realizado en QGIS a partir de las coordenadas registradas durante el muestreo.

Fuente: elaboración propia.

Los puntos positivos estuvieron presentes en los siete cantones estudiados. Pero debemos interpretar su distribución junto con el número de muestras recolectadas en cada lugar. Los datos en Latacunga tenían más puntos ya que se estudiaron 177 muestras allí, mientras que solo se recolectaron nueve muestras en Saquisilí. Esto significa que un mayor número de puntos en el mapa no necesariamente significa una mayor prevalencia de puntos.

En Saquisilí, las nueve muestras fueron positivas aunque La Maná tuvo 30 resultados positivos de 31. Por otro lado, Sigchos tuvo seis resultados positivos de 20 muestras. El análisis por cantón tiene un valor de $p < 0,001$ en comparación con el análisis de los datos del cantón.

Vemos puntos en el mapa que indican las ubicaciones de las muestras positivas y negativas, pero el mapa no representa la existencia de conglomerados espaciales en los datos, ni indica la fuente de la contaminación. Para establecer estas características de las muestras, sería necesario un análisis espacial adecuado y la información sobre el origen de los alimentos y las condiciones de conservación y manejo de la carne debería ser proporcionada por el establecimiento.

Jijón et al. (62) explicaron que los sistemas de información geográfica permiten relacionar los resultados de salud con su ubicación e identificar los lugares que pueden necesitar más atención. En nuestro estudio, el mapa ayuda a visualizar los resultados y guiar el muestreo posterior y es útil, especialmente en las áreas donde se encontraron la mayoría de las muestras positivas.

En Ecuador, Amancha et al. (3) analizaron 383 carcasas de pollo de 199 centros de sacrificio y aislaron *Escherichia coli* en 148 muestras, correspondiente al 39 %. Aunque este porcentaje de estas muestras fue menor que en Cotopaxi, ambos estudios encontraron esta bacteria en diferentes partes de la cadena avícola. Sin embargo, la comparación debe hacerse con cautela porque las muestras fueron tomadas en diferentes etapas del sacrificio: durante el sacrificio en el estudio nacional y en empresas comerciales en la presente investigación.

11. **IMPACTOS**

11.1 Impacto social

El aporte social de la investigación consistió en mostrar, mediante datos obtenidos en Cotopaxi, la presencia de colonias compatibles con Escherichia coli en carne aviar comercializada para el

consumo de la población. Los resultados permitieron visibilizar una situación relacionada con la inocuidad alimentaria que involucra tanto a consumidores como a comerciantes y manipuladores. La identificación de muestras positivas en mercados, minimarkets, tercenas y tiendas también reforzó la importancia de mantener una correcta higiene, conservar la cadena de frío y evitar la transferencia de contaminantes durante la comercialización del producto.

11.2 Impacto económico

El impacto económico fue indirecto, debido a que la investigación no calculó pérdidas monetarias ni gastos ocasionados por enfermedades transmitidas por alimentos. Sin embargo, el estudio documentó una condición microbiológica que puede afectar la calidad de la carne, ocasionar el retiro o desecho del producto y disminuir la confianza de los consumidores. La información obtenida dejó una base sanitaria para justificar la aplicación de medidas preventivas en los establecimientos, ya que una manipulación y conservación adecuadas ayudan a reducir el deterioro de la carne y las pérdidas relacionadas con su comercialización.

11.3 Impacto técnico

En el ámbito técnico, la aplicación de un procedimiento microbiológico basado en la Norma ISO 16649 y adaptado al protocolo del laboratorio permitió determinar la positividad de colonias compatibles con Escherichia coli en 305 muestras de carne aviar. El desarrollo del estudio fortaleció las competencias profesionales de la investigadora en la recolección, conservación y procesamiento microbiológico de muestras, así como en la interpretación de resultados relacionados con la inocuidad alimentaria y la salud pública veterinaria. Además, se generaron datos microbiológicos propios de 37 parroquias de Cotopaxi, lo que constituyó un aporte técnico de la Medicina Veterinaria al conocimiento de la condición sanitaria de la carne aviar comercializada en la provincia.

12. CONCLUSIONES

- El análisis microbiológico reveló colonias compatibles con Escherichia coli en la carne de ave examinada y confirmó que el producto estuvo expuesto a contaminación en algún punto de la cadena de sacrificio y venta. Aunque no se realizó el conteo para verificar el cumplimiento de los valores establecidos en la NTE INEN 2346, está claro que las medidas de higiene en esta norma y en el Código CXC 58-2005 muestran que el control sobre el manejo y almacenamiento de la carne debe añadirse a la norma.

- Los resultados positivos en diferentes tipos de establecimientos mostraron que la contaminación no estaba restringida a un solo punto de venta. Por esta razón, el control sanitario no debe centrarse solo en los mercados, sino también en tiendas, carnicerías y minimercados. Las medidas en la NTE INEN 2687 (limpieza de utensilios, separación de productos y mantenerlos refrigerados) deben aplicarse y verificarse.
- Se reconoció la elevada presencia de contaminación microbiológica y se mostró la nnecesidad de mantener la vigilancia y fortalecer las buenas prácticas en el transporte, almacenamiento, manejo y venta de carne. Debido a que el muestreo fue por conveniencia y no se evaluó la condición sanitaria del establecimiento, no hay evidencia de que se hayan violado las normas y, por lo tanto, los resultados no pueden generalizarse a todos los puntos de venta en Cotopaxi.

13. **RECOMENDACIONES**

- Realizar controles microbiológicos periódicos de la carne de ave utilizando procedimientos cuantitativos basados en la norma ISO 16649-2. Contar Escherichia coli permitiría comparar las muestras con los límites establecidos en la NTE INEN 2346. También es necesario realizar pruebas confirmatorias para identificar cepas y aquellas que son patógenas y resistentes a los antimicrobianos.
- Mejorar las medidas higiénicas propuestas en la NTE INEN 2687 y el Código CXC 58-2005 en todos los negocios que venden carne de ave. Las autoridades sanitarias y municipales deben verificar la limpieza de las instalaciones y utensilios, la separación

de productos, el agua segura y la conservación adecuada de la cadena de frío. Sin embargo, esto debe hacerse en combinación con la formación práctica dirigida a comerciantes y vendedores para evitar la contaminación cruzada en el almacenamiento, corte y venta de la carne

- En estudios futuros, se recomienda utilizar un muestreo probabilístico con una mezcla justa de establecimientos entre cantones, parroquias y sectores comerciales. Además, se Sregistrarían en una hoja de observación la temperatura, las condiciones de higiene, el origen de la carne y las prácticas de manejo. Esta información nos permitiría comprender mejor las razones de la contaminación y hacer una evaluación más precisa de la situación sanitaria de la carne de ave en Cotopaxi.

14. BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Encuesta de Superficie y Producción gropecuaria Continua 2024: tabulados ESPAC. Quito: INEC; 2025. Disponible en: INEC–ESPAC 2024
2. Salazar-Llorente E, Morales M, Sornoza I, Mariduena-Zavala MG, Gu G, Nou X, et al. Microbiological quality of high-demand food from three major cities in Ecuador. J Food Prot. 2021;84(1):128-138. doi:10.4315/JFP-20-271
3. Amancha G, Celis Y, Irazabal J, Falconi M, Villacis K, Thekkur P, et al. High levels of antimicrobial resistance in Escherichia coli and Salmonella from poultry in Ecuador. Rev Panam Salud Publica. 2023;47:e15. doi:10.26633/RPSP.2023.15

4. Hasib FMY, Magouras I, St-Hilaire S, Paudel S, Hoque MA, Chowdhury S, et al. Prevalence and characterization of antimicrobial-resistant Escherichia coli in retail chicken meat from wet markets in Hong Kong. Front Vet Sci. 2024;11:1340548. doi:10.3389/fvets.2024.1340548
5. Ortega-Paredes D, de Janon S, Villavicencio F, Ruales KJ, De La Torre K, Villacís JE, et al. Broiler farms and carcasses are an important reservoir of multidrug-resistant Escherichia coli in Ecuador. Front Vet Sci. 2020;7:547843. doi:10.3389/fvets.2020.547843
6. World Health Organization. Foodborne Disease Estimates 2021: deaths, DALYs, illnesses and YLDs by cause, age, country and region, 2000–2021. Geneva: WHO; 2026. Disponible en: WHO Foodborne Disease Estimates
7. Díaz Cárdenas B, Salazar Llorente E, Gu G, Nou X, Ortiz Ulloa SJ, Maldonado Alvarado P, et al. Microbial composition and diversity of high-demand street-vended foods in Ecuador. J Food Prot. 2024;87(4):100247. doi:10.1016/j.jfp.2024.100247
8. López A, Burgos T, Vanegas M, Álvarez Z, Mendez Y, Quinteros E. Factores asociados con la contaminación microbiológica en la carne de pollo comercializada en El Salvador. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2023;40(1):25-33. doi:10.17843/rpmesp.2023.401.12100
9. World Health Organization. Food safety [Internet]. Geneva: WHO; 2026 [citado 11 ago 2026]. Disponible en: WHO Food Safety
10. Lee H, Yoon Y. Etiological agents implicated in foodborne illness worldwide. Food Sci Anim Resour. 2021;41(1):1-7. doi:10.5851/kosfa.2020.e75
11. World Health Organization. Estimating the burden of foodborne diseases: a practical handbook for countries. Geneva: WHO; 2021. Disponible en: WHO Handbook
12. Albert V, Ramamurthy T, Das S, Hazarika SC, Apum B, Das M, et al. Comprehending the risk of foodborne and waterborne disease outbreaks: current situation and control measures with special reference to the Indian scenario. Heliyon. 2024;10:e36344. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e36344
13. Li T, Qiang N, Bao Y, Li Y, Zhao S, Chong KC, et al. Global burden of enteric infections-related foodborne diseases, 1990–2021: findings from the Global Burden of Disease Study 2021. Sci One Health. 2024;3:100075. doi:10.1016/j.soh.2024.100075
14. Jaffee S, Henson S, Unnevehr L, Grace D, Cassou E. The safe food imperative: accelerating progress in low- and middle-income countries. Washington (DC): World Bank; 2019. doi:10.1596/978-1-4648-1345-0

15. Nhung NT, Chansiripornchai N, Carrique-Mas JJ. Antimicrobial resistance in bacterial poultry pathogens: a review. Front Vet Sci. 2017;4:126. doi:10.3389/fvets.2017.00126
16. Bintsis T. Foodborne pathogens. AIMS Microbiol. 2017;3(3):529-563. doi:10.3934/microbiol.2017.3.529
17. European Food Safety Authority, European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union One Health 2023 Zoonoses Report. EFSA J. 2024;22(12):e9106. doi:10.2903/j.efsa.2024.9106
18. Guerrero T, Bayas-Rea R, Erazo E, Zapata Mena S. Nontyphoidal Salmonella in food from Latin America: a systematic review. Foodborne Pathog Dis. 2022;19(2):85-103. doi:10.1089/fpd.2020.2925
19. Cobo-Simón M, Hart R, Ochman H. Escherichia coli: what is and which are? Mol Biol Evol. 2023;40(1):msac273. doi:10.1093/molbev/msac273
20. World Health Organization. E. coli [Internet]. Geneva: WHO; 2018 [citado 11 ago 2026]. Disponible en: WHO E. coli
21. Yu D, Banting G, Neumann NF. A review of the taxonomy, genetics and biology of the genus Escherichia and the type species Escherichia coli. Can J Microbiol. 2021;67(8):553-571. doi:10.1139/cjm-2020-0508
22. National Center for Biotechnology Information. Taxonomy Browser: Escherichia coli, Taxonomy ID 562 [Internet]. Bethesda (MD): NCBI; [citado 11 ago 2026]. Disponible en: NCBI Taxonomy
23. Basavaraju M, Gunashree BS. Escherichia coli: an overview of main characteristics. En: Starčič Erjavec M, editora. Escherichia coli: old and new insights. London: IntechOpen; 2022. doi:10.5772/intechopen.105508
24. Mueller EA, Egan AJF, Breukink E, Vollmer W, Levin PA. Plasticity of Escherichia coli cell wall metabolism promotes fitness and antibiotic resistance across environmental conditions. eLife. 2019;8:e40754. doi:10.7554/eLife.40754
25. Boudjerda D, Lahouel M. Virulence and antimicrobial resistance of Escherichia coli isolated from chicken meat, beef and raw milk. Austral J Vet Sci. 2022;54(3):115-125. doi:10.4067/S0719-81322022000300115
26. Pakbin B, Brück WM, Rossen JWA. Virulence factors of enteric pathogenic Escherichia coli: a review. Int J Mol Sci. 2021;22(18):9922. doi:10.3390/ijms22189922
27. Rouger A, Tresse O, Zagorec M. Bacterial contaminants of poultry meat: sources, species and dynamics. Microorganisms. 2017;5(3):50. doi:10.3390/microorganisms5030050

28. Lucas JR, Morales Cauti S, Salazar Jiménez EP, Eslava Campos C, Alvarado DE. Contaminación por Escherichia coli shigatoxigénica en puestos de expendio de carne de pollo en un distrito de Lima. Rev Investig Vet Peru. 2016;27(3):618-625. doi:10.15381/rivep.v27i3.12000
29. Tenny S, Hoffman MR. Prevalence. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [citado 11 ago 2026]. Disponible en: NCBI Bookshelf
30. Ramatla T, et al. The global prevalence of antibiotic resistance and Shiga toxin-producing Escherichia coli in chickens: a systematic review and meta-analysis, 2011–2024. Antibiotics (Basel). 2025;14(6):568. doi:10.3390/antibiotics14060568
31. Ayoub H, Kumar MS, Dubal ZB, Bhilegaonkar KN, Nguyen-Viet H, Grace D, et al. Systematic review and meta-analysis on prevalence and antimicrobial resistance patterns of important foodborne pathogens isolated from retail chicken meat and associated environments in India. Foods. 2025;14(4):555. doi:10.3390/foods14040555
32. Brătfelan DO, Tabaran A, Colobatiu L, Mihaiu R, Mihaiu M. Prevalence and antimicrobial resistance of Escherichia coli isolates from chicken meat in Romania. Animals (Basel). 2023;13(22):3488. doi:10.3390/ani13223488
33. Meza Bone JS, Gómez Arévalo YE, Cedeño García ME, Liberio Acosta FJ, Meza Castro MT. Presencia de Salmonella y E. coli en muslos de pollo comercializados en frigoríficos cárnicos: peligros asociados a la restauración colectiva en la ciudad de Quevedo. Agrosilvicultura y Medioambiente. 2024;2(2):4-13. doi:10.47230/agrosilvicultura.medioambiente.v2.n2.2024.4-13
34. International Organization for Standardization. ISO 16649-2:2001. Microbiology of food and animal feeding stuffs—horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli—Part 2. Geneva: ISO; 2001.
35. Codex Alimentarius Commission. General principles of food hygiene CXC 1-1969. Rome: FAO/WHO; 2022.
36. Organización Panamericana de la Salud. Manual para manipuladores de alimentos: instructor. Washington (DC): OPS; 2016.
37. Ecuador. Ley Orgánica de Salud. Ley 67. Registro Oficial Suplemento 423, 22 de diciembre de 2006. Disponible en: Ministerio de Salud Pública
38. Ecuador. Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria. Registro Oficial Segundo Suplemento 27, 3 de julio de 2017. Disponible en: Asamblea Nacional del Ecuador
39. Servicio Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 2346:2016. Carne y menudencias comestibles de animales de abasto. Requisitos. Quito: INEN; 2016.

40. Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 2687:2013. Mercados saludables. Requisitos. Quito: INEN; 2013. Disponible en: Gobierno del Ecuador
41. Codex Alimentarius Commission. Code of hygienic practice for meat CXC 58-2005. Rome: FAO/WHO; 2005.
42. García-Béjar B, García de Blas Martín I, Arévalo-Villena M, Briones Pérez A. High prevalence of antibiotic-resistant Escherichia coli isolates from retail poultry products in Spain. Animals (Basel). 2021;11(11):3197. doi:10.3390/ani11113197
43. Kostoglou D, Simoni M, Vafeiadis G, Kaftantzis NM, Giaouris E. Prevalence of Campylobacter spp., Salmonella spp. and Listeria monocytogenes, and population levels of food safety indicator microorganisms in retail raw chicken meat and ready-to-eat fresh leafy green salads sold in Greece. Foods. 2023;12(24):4502. doi:10.3390/foods12244502
44. Khanom H, Nath C, Mshelbwala PP, Pasha MR, Magalhaes RS, Alawneh JI, et al. Epidemiology and molecular characterisation of multidrug-resistant Escherichia coli isolated from chicken meat. PLoS One. 2025;20(5):e0323909. doi:10.1371/journal.pone.0323909
45. Rahman MM, Husna A, Elshabrawy HA, Alam J, Runa NY, Badruzzaman ATM, et al. Isolation and molecular characterization of multidrug-resistant Escherichia coli from chicken meat. Sci Rep. 2020;10:21999. doi:10.1038/s41598-020-78367-2
46. Davis GS, Waits K, Nordstrom L, Grande H, Weaver B, Papp K, et al. Antibiotic-resistant Escherichia coli from retail poultry meat with different antibiotic use claims. BMC Microbiol. 2018;18:174. doi:10.1186/s12866-018-1322-5
47. Kola A, Kohler C, Pfeifer Y, Schwab F, Kuhn K, Schulz K, et al. High prevalence of extended-spectrum-β-lactamase-producing Enterobacteriaceae in organic and conventional retail chicken meat, Germany. J Antimicrob Chemother. 2012;67(11):2631-2634. doi:10.1093/jac/dks295
48. Chaisatit C, Tribuddharat C, Pulsrikarn C, Dejsirilert S. Molecular characterization of antibiotic-resistant bacteria in contaminated chicken meat sold at supermarkets in Bangkok, Thailand. Jpn J Infect Dis. 2012;65(6):527-534. doi:10.7883/yoken.65.527
49. Mensah GI, Adjei VY, Vicar EK, Atsu PS, Blavo DL, Johnson SAM, et al. Safety of retailed poultry: analysis of antibiotic resistance in Escherichia coli from raw chicken and poultry fecal matter from selected farms and retail outlets in Accra, Ghana. Microbiol Insights. 2022;15:11786361221093278. doi:10.1177/11786361221093278

50. Wu Q, Xi M, Lv X, Xu Y, Feng Y, Li Q, et al. Presence and antimicrobial susceptibility of Escherichia coli recovered from retail chicken in China. J Food Prot. 2014;77(10):1773-1777. doi:10.4315/0362-028X.JFP-14-080
51. Mathew B, Latha C, Sunil B, Sethulekshmi C, Radhika G, Sivaraman GK. Multidrug-resistant Escherichia coli in retail chicken meat: a cross-sectional study from Kerala, India. The Microbe. 2025;9:100627. doi:10.1016/j.microb.2025.100627
52. Li Y, Pei X, Zhang X, Wu L, Liu Y, Zhou H, et al. A surveillance of microbiological contamination on raw poultry meat at retail markets in China. Food Control. 2019;104:99-104. doi:10.1016/j.foodcont.2019.04.037
53. Eltai NO, Yassine HM, El-Obeid T, Al-Hadidi SH, Al Thani AA, Alali WQ. Prevalence of antibiotic-resistant Escherichia coli isolates from local and imported retail chicken carcasses. J Food Prot. 2020;83(12):2200-2208. doi:10.4315/JFP-20-113
54. Amorim ABA, Santos ANA, Campelo MM, Amorim ASA, Santos SM, Lopes Junior AL, et al. Enterobacteriaceae contamination in raw chicken meat from Amazonas, Brazil: implications for food hygiene. Braz J Biol. 2026;86:e305490. doi:10.1590/1519-6984.305490
55. Kuboka M, Mutie I, Artursson K, Lindahl J, Carlsson G, Mutua F, et al. Prevalence of Escherichia coli, Campylobacter spp. and Salmonella spp. in the East African Community: a systematic literature review and meta-analysis. Food Microbiol. 2026;136:105004. doi:10.1016/j.fm.2025.105004
56. Donado-Godoy P, Byrne BA, León M, et al. Prevalence, resistance patterns and risk factors for antimicrobial resistance in bacteria from retail chicken meat in Colombia. J Food Prot. 2015;78(4):751-759. doi:10.4315/0362-028X.JFP-14-349
57. Lyhs U, Ikonen I, Pohjanvirta T, Raninen K, Perko-Mäkelä P, Pelkonen S. Extraintestinal pathogenic Escherichia coli in poultry meat products on the Finnish retail market. Acta Vet Scand. 2012;54:64. doi:10.1186/1751-0147-54-64
58. Ranabhat G, Subedi D, Karki J, Paudel R, Luitel H, Bhattarai RK. Molecular detection of avian pathogenic Escherichia coli in broiler meat from retail meat shops. Heliyon. 2024;10(15):e35661. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e35661
59. Yi S, Alexander KA, Bywater A, Dintwe G, Sies AN, Haidl TH, et al. Imported retail beef and chicken meat products serve as reservoirs for emerging antibiotic-resistant pathotypes of Escherichia coli in pristine areas free from agricultural activity. MicrobiologyOpen. 2026;15(2):e70273. doi:10.1002/mbo3.70273

60. Lee KY, Lavelle K, Huang A, Atwill ER, Pitesky M, Li X. Assessment of prevalence and diversity of antimicrobial-resistant Escherichia coli from retail meats in Southern California. Antibiotics (Basel). 2023;12(4):782. doi:10.3390/antibiotics12040782
61. Johnson JR, Kuskowski MA, Smith K, O'Bryan TT, Tatini S. Antimicrobial-resistant and extraintestinal pathogenic Escherichia coli in retail foods. J Infect Dis. 2005;191(7):1040-1049. doi:10.1086/428451
62. European Food Safety Authority, Jijón AF, Costa R, Nicova K, Furnari G. Review of the use of GIS in public health and food safety. EFSA Support Publ. 2022;19(11):EN-7639. doi:10.2903/sp.efsa.2022.EN-7639