UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

"DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Campylobacter* Spp. EN CARNE PORCINA DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, ECUADOR"

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

Autora

Lema Carasayo Erika Paola

Tutora

Toro Molina Blanca Mercedes

Latacunga – Ecuador

Agosto 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Erika Paola Lema Carasayo con cédula de ciudadanía No. 0503760464 declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **"DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Campylobacter* spp. EN CARNE PORCINA DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, ECUADOR"** siendo la Dra. Blanca Mercedes Toro Molina, Mg. 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, 05 de agosto de 2026

Erika Paola Lema Carasayo
CI. 0503760464
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte Erika Paola Lema Carasayo, identificada con cédula de ciudadanía 0503760464 de estado civil casada, 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 *Campylobacter* spp. EN CARNE PORCINA 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: Dra. Blanca Mercedes Toro Molina

Tema: "DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Campylobacter* spp. EN CARNE PORCINA 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:

1. 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.
2. La publicación del trabajo de grado.
3. La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
4. La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

5. 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, a los 05 días del mes de agosto del 2026.

Erika Paola Lema Carasayo	Dra. Idalia Pacheco Tigselema
LA CEDENTE	**LA CESIONARIA**

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

"DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Campylobacter* spp. EN CARNE PORCINA DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI, ECUADOR", de Erika Paola Lema Carasayo 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, 05 de agosto del 2026

Dra. Blanca Mercedes Toro Molina, Mg.

DOCENTE TUTORA

CI: 0501720999

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: Erika Paola Lema Carasayo, con número de C.I 0503760464, con el título del Proyecto de Investigación: "DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Campylobacter* spp. EN CARNE PORCINA 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, 05 de agosto del 2026

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

Dra. Nancy Cueva Salazar, Mg.
CI: 0501616353
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. Lucia Silva Deléy, Mg.
CI: 0602933673
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por haber sido la institución donde me formé profesionalmente y por brindarme las herramientas necesarias para alcanzar esta meta. Agradezco a sus autoridades y docentes de la carrera de Medicina Veterinaria por sus conocimientos y enseñanzas.

De manera especial, agradezco a la Dra. Mercedes Toro Molina, tutora de esta investigación, por su orientación, dedicación y apoyo durante el desarrollo de la tesis.

Asimismo, agradezco a la Universidad Central del Ecuador por permitirme realizar este trabajo de titulación mediante el convenio con la Universidad Técnica de Cotopaxi. Mi gratitud a la Dra. María Belén Cevallos, al Dr. Marco Vinicio Cisneros, a la Dra. María Inés Baquero y al Dr. Carlos Andrés Gómez Conrado, por su apoyo, orientación y colaboración durante la investigación.

Erika Paola Lema Carasayo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con todo mi cariño, a mis padres, Rene y Marlene, por su amor, esfuerzo y apoyo incondicional. Gracias por creer siempre en mí y por ser el motor que me impulsó a alcanzar esta meta.

A mis hermanos, Marcela, Johan y Gabriel, por su cariño, compañía y por ser una parte muy importante de mi vida.

A mis abuelitos Agustín, Hilda y Marcelina, por sus consejos y su amor, y a mi abuelo Julián, que me acompaña desde el cielo y siempre estará presente en mi corazón.

A mis tíos, primos y amigas, gracias por su apoyo, sus palabras de aliento y por acompañarme durante este camino.

Erika Paola Lema Carasayo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Campylobacter* spp. EN CARNE PORCINA DE MERCADOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI ECUADOR"

AUTORA:

Lema Carasayo Erika Paola

RESUMEN

La carne de cerdo es un alimento sumamente consumido a lo largo del territorio nacional y por esa razón adquiere gran importancia en el ámbito del control microbiológico. Esto se debe a que constituye una potencial fuente de transmisión del grupo de bacterias *Campylobacter* spp., que son responsables del desarrollo de complicaciones gastrointestinales en los humanos y, en consecuencia, representan un riesgo significativo para la salud pública. En ese sentido, la presente investigación tuvo como objetivo determinar la prevalencia de esta bacteria en muestras de carne porcina comercializadas en diferentes establecimientos de Cotopaxi con la finalidad de obtener información actualizada sobre la situación sanitaria. Para ello, se realizó un estudio con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y con diseño observacional y transversal en el que se analizaron 247 muestras de carne que fueron recolectadas en 38 parroquias de los 7 cantones que conforman la provincia, las cuales se procesaron mediante técnicas microbiológicas de acuerdo con la ISO 10272-1:2017. Los datos se analizaron en RStudio para determinar la prevalencia y evaluar la asociación entre la presencia de *Campylobacter* spp., el tipo de establecimiento y la parroquia mediante las pruebas de estadística inferencial; además, se elaboró un mapa georreferencial de las muestras positivas y negativas. Los resultados corroboran que la bacteria está presente en 30 muestras, con una prevalencia general del 12,15 %, sin encontrarse una asociación estadísticamente significativa entre el microorganismo y el tipo de establecimiento ($\chi^2 = 2{,}0987$; $p = 0{,}7176$), pero sí con la parroquia ($\chi^2 = 108{,}5$; $p < 0{,}001$). La mayor prevalencia por cantón la registró Saquisilí (33,3 %), seguido de Sigchos (29,4 %) y Salcedo (20,0 %). En definitiva, la presencia de *Campylobacter spp.* en la carne porcina constituye un aspecto relevante para la inocuidad alimentaria, por lo que es necesario fortalecer su vigilancia y control.

Palabras clave: *Campylobacter* spp., carne porcina, prevalencia, mercados, inocuidad alimentaria, enfermedades transmitidas por alimentos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

THEME: "DETERMINATION OF THE PREVALENCE OF Campylobacter spp. IN PORK FROM MARKETS IN THE PROVINCE OF COTOPAXI, ECUADOR"

Author:

Lema Carasayo Erika Paola

ABSTRACT

Pork is widely consumed throughout the country and, for that reason, is of great importance in the field of microbiological control. This is because it is a potential source of transmission for the Campylobacter spp. group of bacteria, which are responsible for causing gastrointestinal complications in humans and, consequently, pose a significant risk to public health. In this regard, the objective of this study was to determine the prevalence of this bacterium in samples of pork sold at various establishments in Cotopaxi in order to obtain up-to-date information on the public health situation. To this end, a quantitative, descriptive, observational, and cross-sectional study was conducted in which 247 meat samples collected from 38 parishes across the 7 cantons that make up the province were analyzed; these samples were processed using microbiological techniques in accordance with ISO 10272-1:2017. The data were analyzed in RStudio to determine the prevalence and evaluate the association between the presence of Campylobacter spp., the type of establishment, and the parish using inferential statistical tests; in addition, a georeferenced map of the positive and negative samples was created. The results confirm that the bacterium is present in 30 samples, with an overall prevalence of 12.15%. No statistically significant association was found between the microorganism and the type of establishment ($\chi^2 = 2.0987$; $p = 0.7176$), but a significant association was found with the parish ($\chi^2 = 108.5$; $p < 0.001$). The highest prevalence by canton was recorded in Saquisilí (33.3%), followed by Sigchos (29.4%) and Salcedo (20.0%). In conclusion, the presence of Campylobacter spp. in pork is a significant issue for food safety, and therefore it is necessary to strengthen its surveillance and control.

Keywords: Campylobacter spp., pork, prevalence, markets, food safety, foodborne diseases.

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 LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN 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. Producción y consumo de carne porcina 7
7.1.1. Producción porcina mundial 7
7.1.2. Producción porcina en Ecuador 8
7.1.3. Riesgo microbiológico 8
7.2. Inocuidad Alimentaria y enfermedades transmitidas por alimentos 9
7.2.1. Inocuidad alimentaria 9
7.2.2. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) 9
7.2.3. Tipos de enfermedades transmitidas por alimentos 10
7.3. Campylobacter spp. 10

7.3.1. Antecedentes generales 10
7.3.2. Definición y características 10
7.3.3. Taxonomía 11
7.3.4. Características microbiológicas 11
7.3.4.1. Morfología 11
7.3.4.2. Características microbiológicas 12
7.3.4.3. Factores de virulencia 12
7.4. Campilobacteriosis 13
7.4.1. Definición 13
7.4.2. Transmisión 13
7.4.3. Lesiones 13
7.4.3.1. Lesiones en animales 13
7.4.3.2. Lesiones en personas 14
7.4.4. Impacto en la salud pública 15
7.5. Prevalencia de *Campylobacter* spp. 15
7.5.1. Prevalencia a nivel mundial 15
7.5.2. Prevalencia a nivel de Latinoamérica 15
7.6. Diagnóstico de *Campylobacter* spp. 16
7.6.1. Enriquecimiento selectivo de Campylobacter spp 16
7.6.2. Aislamiento en medios selectivos 16
7.6.3. Selección y purificación de colonias sospechosas 17
7.7. Norma ISO 10272-1 para la detección de *Campylobacter* spp 17
7.7.1. Generalidades de la ISO 10272-1 17
7.7.2. Preparación de la muestra 18
7.7.3. Enriquecimiento selectivo 18
7.7.4. Aislamiento mediante medios selectivos 18
7.7.5. Incubación del cultivo 18
7.7.6. Selección de colonias sospechosas 18
7.7.7. Confirmación e identificación de Campylobacter spp. 19
7.7.8. Control de calidad del procedimiento 19
8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS 20
9. METODOLOGÍA 21
9.1. Diseño de la investigación 21
9.2. Área de estudio 21

9.2.1. Ubicación 21
9.2.2. Población y tamaño de la muestra 21
9.2.3. Criterios de inclusión 21
9.2.4. Criterios de exclusión 22
9.3. Metodología de estudio 22
9.4. Análisis y manejo de datos y/o información 26
9.4.1. Manejo de datos 26
9.4.2. Análisis estadístico 26
9.4.3. Software y herramienta 27
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 28
11. IMPACTOS 35
11.1. Impactos a nivel social 35
11.2. Impacto a nivel económico 35
11.3. Impacto a nivel técnico 35
12. CONCLUSIONES 36
13. RECOMENDACIONES 37
BIBLIOGRAFÍA 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades relacionadas con los objetivos planteados en la investigación. 6
Tabla 2. Genes de virulencia de *Campylobacter spp.* (33) 12
Tabla 3. Definición de variables 22
Tabla 4. Caracterización de los establecimientos muestreados según categoría comercial en la provincia de Cotopaxi. 28
Tabla 5. Distribución de resultados según categoría del establecimiento muestreado 29
Tabla 6. Distribución de resultados obtenidos por cantones 31
Tabla 7. Distribución de resultados obtenidos en las muestras analizadas 32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución georreferenciada de establecimientos con resultados positivos y negativos para Campylobacter spp. 34

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto: "DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE *Campylobacter spp*. EN CARNE PORCINA 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:

Erika Paola Lema Carasayo (Anexo 1)

Dra. Toro Molina Blanca Mercedes, Mg. (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 contaminación microbiológica de alimentos provenientes de animales representa uno de los principales problemas de salud pública debido a que varios agentes patógenos pueden transmitirse a los humanos (1). Entre los factores que incrementan el riesgo de infección se encuentran el consumo de productos contaminados, el contacto directo con los animales y la realización de viajes internacionales (2).

Uno de los agentes es *Campylobacter* spp., bacterias responsables de la gastroenteritis transmitida a humanos, las cuales se encuentran generalmente en el tracto gastrointestinal de los animales. Durante el sacrificio, existe un alto riesgo de contaminación de la carne por contacto con el contenido intestinal, situación que representa un problema sanitario importante porque favorece a la transmisión zoonótica (3).

Ahora bien, la carne de cerdo aporta vitaminas del complejo B, especialmente vitamina B3, además de hierro hemo, una forma que el organismo absorbe con mayor facilidad. Asimismo, presenta un bajo contenido de grasa y un perfil lipídico más saludable, con mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados y menor cantidad de grasas saturadas que otras carnes como la del cordero o la ternera (4). Sin embargo, las condiciones de comercialización en mercados, tercenas y tiendas no son las adecuadas, lo que favorece el crecimiento bacteriano y aumenta el riesgo de enfermedades.

La carne porcina puede contaminarse con *Campylobacter* spp. durante diferentes etapas de la cadena de producción, antes, durante y después del sacrificio, incluyendo la crianza, el transporte, el sacrificio, el procesamiento, la comercialización y el consumo (5). Por esa razón, determinar su prevalencia en la comercialización de la carne porcina en la provincia de Cotopaxi es relevante con el fin de conocer su situación epidemiológica y contar con información que contribuya al mejoramiento de la inocuidad alimentaria. Además, la información sienta las bases para llevar a cabo próximos trabajos y acciones de control.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Directos

- Consumidores de carne porcina, al contar con información sobre la calidad microbiológica del alimento y la posible presencia de *Campylobacter* spp.
- Investigadora, como requisito para la obtención del título de Médica Veterinaria.

3.2. Indirectos

- Propietarios y responsables de los establecimientos de venta de carne porcina, quienes pueden considerar los resultados para mejorar las condiciones de manejo e higiene.
- Instituciones encargadas del control sanitario, al disponer de información que sirve de referencia para la vigilancia de la inocuidad de la carne.
- Estudiantes e investigadores, quienes pueden tomar los resultados como antecedente para desarrollar nuevos estudios relacionados con Campylobacter spp. y la seguridad de los alimentos.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Campylobacter spp. es una bacteria Gram negativa, microareofilica, móvil, en forma de bacilo curvo o espiral, perteneciente a la familia Campylobacteraceae, responsable de enfermedades gastrointestinales en humanos y animales. Se caracteriza por colonizar el tracto gastrointestinal de aves, bovinos, porcinos y animales silvestres, quienes funcionan a manera de reservorios y fuentes de transmisión (6).

La infección, denominada campilobacteriosis, es una de las zoonosis recurrentes a nivel mundial (7), cuya transmisión ocurre al ingerir productos lácteos no procesados contaminados, así como carne cruda o poco cocida. Ello explica por qué la bacteria tiene la capacidad de afectar a millones de personas al año y tiene una amplia distribución (8).

A nivel mundial, *Campylobacter* spp. constituye uno de los principales agentes causantes de gastroenteritis bacteriana. Estudios ya han mostrado incidencias variables en varios países: en Estados Unidos, por ejemplo, hay una incidencia de 14,3 casos por cada 100 000 habitantes; en Nueva Zelanda, más de 160 casos por 100 000 habitantes; de igual forma, en China, India y Kenia entre el 5 % y el 16 % de casos de gastroenteritis están asociados a *Campylobacter* spp. (9).

Aunque *Campylobacter* spp. es uno de los principales agentes zoonóticos transmitidos por la incorrecta manipulación de los alimentos, en Ecuador aún existe escasa información relacionada con su presencia en la carne porcina destinada al consumo humano. Por ejemplo, una investigación realizada en gallinas de campo reportó una prevalencia del 42 % para esta bacteria y analizó muestras fecales de perros con una prevalencia del 10 % (10). Asimismo, en la isla Santa Cruz el 82 % de las muestras de heces fecales tomadas en pollos de engorde se encontraron contaminadas por *Campylobacter* spp. demostrando una amplia presencia del microorganismo en alimentos destinados al consumo humano (11).

No obstante, la mayoría de las investigaciones se enfocan en aves de corral, por lo que los datos sobre la prevalencia de esta bacteria en productos porcinos son limitados, más aún en Cotopaxi, provincia en donde esta carne es fuente principal de alimentación y se comercializa en tiendas, plazas y mercados. Esta falta de información dificulta realizar una evaluación del riesgo sanitario y limita la implementación de medidas de prevención y control.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Determinar la prevalencia de *Campylobacter* spp. en muestras de carne porcina comercializadas en diferentes establecimientos de Cotopaxi con la finalidad de obtener información actualizada sobre el contexto sanitario de la provincia.

5.2. Objetivos específicos

1) Determinar la presencia de *Campylobacter* spp. en carne porcina mediante técnicas de cultivo microbiológico de acuerdo con la norma ISO 10272-1:2017.

2) Evaluar la relación entre las muestras recolectadas de los establecimientos comerciales de venta de carne porcina de los diferentes cantones y parroquias del área de estudio y la presencia de *Campylobacter* spp. mediante análisis estadísticos.

3) Estimar la prevalencia y distribución espacial de *Campylobacter* spp. en la carne porcina comercializada en Cotopaxi mediante análisis estadístico descriptivo y representación geográfica.

6. ACTIVIDADES RELACIONADAS A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA INVESTIGACIÓN

Tabla 1. Actividades relacionadas con los objetivos planteados en la investigación.

Objetivo	Actividad	Resultado	Medio de verificación
1. Determinar la presencia de *Campylobacter* spp. en carne porcina mediante técnicas de cultivo microbiológico de acuerdo con la norma ISO 10272-1:2017.	1. Determinación del tamaño de muestra. 2. Selección de los establecimientos comerciales. 3. Recolección y transporte de las muestras. 4. Procesamiento microbiológico. 5. Registro de los resultados.	Se analizaron 247 muestras, de las cuales 30 fueron positivas y 217 negativas para *Campylobacter* spp.	Base de datos en Excel.
2. Evaluar la relación entre las muestras recolectadas de los establecimientos comerciales de venta de carne porcina de los diferentes cantones y parroquias del área de estudio y la presencia de *Campylobacter* spp. mediante análisis estadísticos.	1. Clasificación de los establecimientos. 2. Organización de los datos. 3. Análisis estadístico de las variables.	No se encontró asociación significativa entre *Campylobacter* spp. y el tipo de establecimiento ($p = 0,7176$); mientras que la parroquia de procedencia presentó una asociación significativa ($p < 0,001$).	Prueba de chi-cuadrado de Pearson y prueba exacta de Fisher.
3. Estimar la prevalencia y distribución espacial de *Campylobacter* spp. en la carne porcina comercializada en Cotopaxi mediante análisis estadístico descriptivo y representación geográfica.	1. Organización de los resultados. 2. Cálculo de la prevalencia. 3. Elaboración de tablas y mapa de distribución.	Se determinó una prevalencia general del 12,15 % (30/247) y se estableció la distribución espacial de las muestras positivas en Cotopaxi.	Cálculo de prevalencia y mapa georreferenciado.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

7.1. Producción y consumo de carne porcina

7.1.1. Producción porcina mundial

El sector porcino ha experimentado una expansión considerable desde la década de los sesenta, con un incremento cercano al 140 % de la producción mundial de carne de cerdo impulsado por el aumento de la población y por una mayor demanda de proteínas de origen animal asociada a la mejora de las condiciones socioeconómicas. La Unión Europea, Estados Unidos y China son los principales productores del mundo, este último ocupa el primer lugar debido a que concentra la mayor población porcina y es uno de los mercados más importantes para la importación (12).

Por otro lado, la investigación científica ha contribuido al desarrollo del sector, enfocándose principalmente en la salud intestinal (23 %), la nutrición y el crecimiento de los animales (23 %) y la nutrición con aminoácidos (15 %), áreas que en conjunto representan el 61 % de los estudios relacionados con la producción porcina. Como resultado se han incorporado alternativas nutricionales como probióticos, prebióticos, enzimas y otros aditivos que optimizan el rendimiento productivo. Sin embargo, la industria aún enfrenta el desafío de incrementar su productividad mientras reduce los efectos ambientales (12).

Hay que reconocer además que la actividad porcina tiene un rol trascendental en el sector agropecuario nacional debido a que es la responsable de generar varias plazas de empleo y dinamizar el suministro de carne. En efecto, en Ecuador son cerca de 1 970 000 cerdos y casi 1 100 000 están destinados al engorde en el marco de una producción que bordea las 228 000 toneladas métricas de carne. Además, es una industria de la que se benefician alrededor de 80 mil personas, sobre todo pequeños y medianos productores familiares. De ahí que para mayor rentabilidad y disminución de costos se ha procurado acudir a materias primas de residuos y subproductos agrícolas, hecho que mitiga al mismo tiempo el impacto ambiental derivado de los residuos agroindustriales. Un ejemplo es el uso de la yuca y el taro como sustitos parciales del maíz, los cuales estimulan el crecimiento del animal, su rendimiento en la fase de engorde y un mayor rendimiento de las proteínas en el íleon (13).

Precisamente, el sistema de crianza constituye uno de los factores que influye en la composición nutricional de la carne, pues aquella procedente de sistemas de crianza tradicional alcanza un contenido proteico de 23,84 %**,** mientras que la obtenida de explotaciones continuas presenta

un 22,89 %. Estas variaciones pueden relacionarse con la alimentación suministrada, las condiciones de manejo y el nivel de estrés experimentado por los animales antes y después del sacrificio (14).

7.1.2. Producción porcina en Ecuador

La porcicultura es una de las actividades pecuarias con un aporte significativo en la producción de alimentos de origen animal y, por ende, tiene un impacto importante a nivel económico. Solo en 2023, a nivel nacional la producción ascendió a casi 214 mil toneladas de carne de cerdo fruto de poco más de 1 829 000 porcinos, destacando Cotopaxi como una provincia que concentra un porcentaje importante de esta población con casi 132 100 cerdos. Además, es una actividad que aglutina sistemas de producción familiares, de pequeña escala y tecnificadas; en cualquier caso, la gestión, los cuidados sanitarios y la alimentación tienen un rol clave para el rendimiento y la calidad de la carne (15).

7.1.3. Riesgo microbiológico

La inocuidad de los alimentos se ve comprometida debido a microorganismos patógenos que atentan contra la salud, siendo una de las etapas críticas el sacrificio debido a la mayor posibilidad de que las canales se contaminen; de ahí que el monitoreo microbiológico en toda la cadena productiva sea fundamental para garantizar medidas de seguridad alimentaria. Entre las bacterias de mayor importancia en este tipo de producción se encuentran *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp. y *Yersinia* spp.; además, indicadores microbiológicos como el recuento de microorganismos aerobios, las *Enterobacteriaceae,* los coliformes y *Escherichia coli* son utilizados para valorar las condiciones higiénico-sanitarias del proceso. No obstante, las diferencias existentes en los procedimientos de muestreo y en las metodologías de análisis dificultan la comparación de los resultados obtenidos entre investigaciones, lo que pone de manifiesto la necesidad de emplear métodos estandarizados que permitan generar información más uniforme y confiable (16).

7.2. Inocuidad Alimentaria y enfermedades transmitidas por alimentos

7.2.1. Inocuidad alimentaria

La inocuidad alimentaria implica una adecuada manipulación, preparación y almacenamiento con la finalidad de evitar la contaminación y enfermedades transmitidas por alimentos (ETA). El recorrido comprende varias etapas, desde que el producto sale de la granja hasta que llega a la mesa de los consumidores, cada una crucial para garantizar la inocuidad (17).

Los productos de origen animal constituyen una fuente importante de nutrientes; sin embargo, si no se producen, manipulan o conservan de forma adecuada se convierten en un medio de transmisión de agentes patógenos. En efecto, la carne, la leche, el pescado, los huevos y la miel pueden contaminarse en diferentes etapas, desde la producción hasta su comercialización, incrementando el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos. Por esa razón, es fundamental implementar buenas prácticas de higiene y control sanitario en toda la cadena de producción para asegurar la calidad e inocuidad (18).

Finalmente, hay que tomar en cuenta que el impacto no es igual en toda la población, pues ciertos grupos son más vulnerables a los efectos de los alimentos contaminados. Esto se debe a diversos factores como la edad (niños o ancianos), las enfermedades previas (generalmente personas con trasplantes de órganos) y la accesibilidad a medicamentos (19).

7.2.2. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)

Las ETA son una serie de patologías de origen infeccioso tóxico o químico (20)ocasionadas por la ingesta de productos contaminados con bacterias, virus, parásitos, hongos, químicos o toxinas. Sin embargo, muchos de estos microorganismos habitan regularmente en el cuerpo humano o cumplen funciones beneficiosas, pero en condiciones específicas adquieren un comportamiento patógeno y provocar enfermedades potencialmente graves (21).

Varios alimentos son responsables de causar enfermedades debido a su inadecuada manipulación como las carnes de origen bovino (leche y productos no pasteurizados), porcino y aviar (huevos crudos), además de los mariscos, las frutas y verduras; asimismo, los productos en conserva no pasteurizados o esterilizados e incluso el agua (22). Ahora bien, la contribución relativa de las diferentes fuentes alimentarias y vías de transmisión en la carga de enfermedades

varía según la región y el país y está influenciada por factores asociados a los sistemas de producción, distribución y hábitos de consumo(23).

7.2.3. Tipos de enfermedades transmitidas por alimentos

Las ETA se pueden clasificar de la siguiente manera:

Intoxicaciones alimentarias: ocasionadas por bacterias que, aunque no necesariamente invaden los tejidos, colonizan el tracto intestinal, se multiplican y producen toxinas durante su desarrollo que son las responsables de los síntomas de la enfermedad. Entre los agentes más comunes se encuentran *Vibrio cholerae, Bacillus cereus, Clostridium perfringens, Clostridium botulinum* y ciertas cepas de *Escherichia coli* productoras de enterotoxinas (24).

Infecciones alimentarias: ocurren ante la ingesta de alimentos que contienen microorganismos patógenos vivos, los cuales son capaces de invadir, multiplicarse y causar alteraciones en los tejidos del hospedador. Este tipo de ETA incluye infecciones de carácter invasivo en las que los agentes patógenos colonizan órganos y tejidos. Entre los microorganismos frecuentes se encuentran *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Shigella* spp., *Yersinia* spp. *y Escherichia coli* enteroinvasiva, así como algunos virus y protozoos (24).

7.3. Campylobacter spp.

7.3.1. Antecedentes generales

Su nombre deriva de las palabras griegas *kampylos* y *bakteria* que significa *palo torcido* (25). Las primeras descripciones de bacterias semejantes datan de 1913 de la mano de McFadyean y Stockman, quienes evidenciaron microorganismos en forma de espiral móviles en muestras tomadas en bovinos. Entre 1919 y 1944 diversos investigadores aislaron bacterias provenientes de abortos y trastornos intestinales en bovinos y cerdos con disentería, denominados inicialmente como especies del género *Vibrio*. Finalmente, en 1963 Sebald y Veron propusieron el género *Campylobacter* debido a diferencias bioquímicas y genéticas (26).

7.3.2. Definición y características

Campylobacter spp. es una bacteria que coloniza humanos, animales domésticos y salvajes y está implicada en la presentación de enteritis, aborto espontáneo, infertilidad y diversas enfermedades (27). El principal reservorio ha sido ampliamente identificado en animales de

sangre caliente, incluyendo mamíferos, aves y aquellos destinados al consumo, lo que favorece su circulación en el entorno alimenticio. Aunque las bacterias no pueden multiplicarse fuera del hospedador debido a la ausencia de condiciones adecuadas, sobreviven en el ambiente cuando se encuentran protegidas de la disecación, a tal punto que viven en el lodo y el agua hasta por tres meses (28).

La trasmisión ocurre generalmente por el contacto con el contenido entérico en el proceso de sacrificio del animal y/o el consumo de estos alimentos insuficientemente cocidos (29). En cualquier caso, el desarrollo de *Campylobacter* spp. varía según las características del entorno, pues la bacteria logra adaptarse con mayor rapidez en medios de cultivo, presentando fases de latencia cercanas a 6,6-6,7 horas y un tiempo de generación aproximado de 2 horas. En cambio, en ambientes biológicos, como contenido cecal o animales vivos, su crecimiento ocurre de forma con periodos de adaptación más prolongados de alrededor de 12,6 y 31,3 horas, respectivamente. Estas variaciones indican que la capacidad de multiplicación está influenciada por factores del ambiente como la disponibilidad de nutrientes, la interacción con otros microorganismos y las condiciones fisiológicas del hospedador (30).

7.3.3. Taxonomía

Este género corresponde a bacterias Gram negativas del filo Proteobacteria (28) y de la familia Campylobacteraceae, que incluye bacterias del género *Campylobacter*, *Arcobacter* y *Helicobacter* (25). Actualmente, se reconocen 33 especies y 9 subespecies dentro de *Campylobacter* spp., entre las especies de importancia clínica y veterinaria se encuentran *Campylobacter jejuni, Campylobacter coli, Campylobacter concisus, Campylobacter curvus, Campylobacter gracilis, Campylobacter hominis, Campylobacter rectus, Campylobacter lari, Campylobacter upsaliensis, Campylobacter showae* y *Campylobacter fetus*, siendo esta última una de las más relevantes en el ámbito animal por su asociación con problemas reproductivos (27).

7.3.4. Características microbiológicas

7.3.4.1. Morfología

Estas bacterias son no formadoras de esporas, con dimensiones de 0,2 μm a 0,8 μm de ancho y 0,5 μm a 5 μm de longitud. Presentan un metabolismo quimioorganotrófico, utilizando aminoácidos o intermediarios del ciclo del ácido tricarboxílico como fuente de energía (31).

Son de forma curva o espiralada, generalmente en forma de “S” o coma, delgadas, de tamaño pequeño, con flagelos polares y pueden ser monoflagelares o biflagelares, hecho que les otorga motilidad activa y movimiento helicoidal. Además, son microaerófilas, es decir, requieren una mínima cantidad de oxígeno para crecer adecuadamente; en cambio, en condiciones adversas adoptan formas cocoides (32).

7.3.4.2. Características microbiológicas

Las especies de *Campylobacter* spp. observadas al microscopio mediante la tinción de Gram se presentan como bacilos Gram negativos, evidenciando una coloración rosada o roja debido a la estructura de su pared celular. Son microaerófilos, por lo que no forman esporas, y necesitan de 5 % a 10 % de oxigenación; además, la mayoría crece a 37 ºC de temperatura (29).

7.3.4.3.Factores de virulencia

La capacidad de *Campylobacter* spp. para producir infección está relacionada con la acción de diversos factores de virulencia que le permiten adaptarse al hospedador, establecer la colonización y ocasionar daño a nivel celular. Entre estos mecanismos destacan proteínas y genes involucrados en diferentes etapas del proceso infeccioso (33). La Tabla 2 detalla los genes de virulencia:

Tabla 2. Genes de virulencia de *Campylobacter spp.* (33)

Gen	Proteína codificada	Función
cadF	Proteína CadF	Interviene en la adhesión de la bacteria a las células del epitelio intestinal mediante la unión a la fibronectina, favoreciendo el establecimiento de la infección.
flaA	Flagelina A	Forma parte de la estructura del flagelo, proporcionando movilidad a la bacteria y facilitando su desplazamiento y colonización del tracto intestinal.
ciaB	Proteína CiaB	Participa en el proceso de invasión de las células del hospedador, permitiendo que la bacteria penetre el tejido intestinal.
cdtA	Subunidad A de la toxina CDT	Contribuye al reconocimiento y unión de la toxina con la célula hospedadora, siendo necesaria para la acción del complejo tóxico.

cdtB	Subunidad B de la toxina CDT	Es la fracción activa de la toxina; induce daño en el ADN de la célula hospedadora, altera el ciclo celular y puede desencadenar muerte celular.
cdtC	Subunidad C de la toxina CDT	Favorece la fijación y el ingreso de la toxina a la célula, complementando la actividad de las demás subunidades del complejo CDT.
hipO	Hipuricasa	Enzima implicada en el metabolismo del hipurato y utilizada como marcador molecular para la identificación de Campylobacter jejuni.

7.4. Campilobacteriosis

7.4.1. Definición

La campilobacteriosis es una enfermedad que se transmite de varias formas como, por ejemplo, mediante transmisión zoonótica, es decir, a través de animales de corrales: pollo, ganado porcino, ovino y bovino. Estos patógenos se encuentran localizados en el tracto gastrointestinal y el animal no presentan síntomas, lo que favorece su rápida propagación y persistencia en el ambiente (5).

7.4.2. Transmisión

La transmisión del microorganismo ocurre principalmente por la ruta fecal-oral debido al contacto con animales infectados, el consumo de agua o alimentos contaminados y la exposición a superficies donde la bacteria está presente. Asimismo, la contaminación ocurre ante deficiencias en la higiene, manipulación o conservación de los alimentos, pues ello favorece la propagación del agente a lo largo de la cadena alimentaria (34).

7.4.3. Lesiones

7.4.3.1.Lesiones en animales

La infección causada por bacterias del género *Campylobacter* genera alteraciones en el sistema gastrointestinal de los animales y la capacidad de mantener una adecuada absorción de nutrientes. La presencia del microorganismo provoca cambios en la barrera intestinal, favorece los procesos inflamatorios y modifica el equilibrio fisiológico del tracto digestivo. Dentro de

este género, *Campylobacter jejuni* destaca por su importancia en aves de producción, pues su colonización ocurre principalmente a nivel intestinal en zonas como el ciego y el yeyuno. En determinadas condiciones, algunas cepas alcanzan órganos extraintestinales como el hígado y el bazo, generando lesiones de mayor importancia. Estas alteraciones pueden repercutir negativamente en el desempeño productivo de las aves debido a una menor eficiencia en la absorción de nutrientes y al gasto fisiológico asociado al proceso inflamatorio (35).

Otra de las manifestaciones clínicas es el aborto, caracterizado por la presencia de diversas lesiones en la placenta y el feto, por ejemplo, la placentitis, como consecuencia de la invasión de la bacteria a los tejidos reproductivos, lo que desencadena una respuesta inflamatoria que compromete la viabilidad del feto. Asimismo, pueden observarse colonias bacterianas en las vellosidades coriónicas, vasculitis placentaria y lesiones fetales como neumonía supurativa, hepatitis necrosupurativa y meningitis purulenta. Por ende, su identificación es de gran importancia para el diagnóstico de la enfermedad porque permiten relacionar los cambios observados con la infección por *Campylobacter* spp. y comprender mejor el proceso que conduce a la pérdida de la gestación (36).

7.4.3.2. Lesiones en personas

Durante la infección por *Campylobacter* spp., las principales lesiones se desarrollan en el intestino debido a la acción de sus factores de virulencia. La bacteria produce una toxina que provoca inflamación y daño en las células del epitelio intestinal, alterando la barrera protectora del intestino y facilitando la invasión de otros tejidos. En consecuencia, se genera una respuesta inflamatoria que favorece la aparición de gastroenteritis y, en algunos pacientes, puede ocasionar complicaciones posteriores como artritis reactiva, enfermedad inflamatoria intestinal o síndrome de Guillain-Barré (37). El mecanismo patogénico de este último implica al sistema inmunitario, pues registra de forma errónea las células nerviosas propias y las ataca; asimismo, los lipooligosacáridos se intensifican en los gangliósidos, desencadenando una respuesta autoinmune que daña los axones nerviosos y la mielina (38).

Otras complicaciones se relacionan con la bacteriemia, es decir, la invasión del torrente sanguíneo, lo que ocasiona fiebre y sepsis persistente. También, la artritis reactiva que suele manifestarse en semanas o días posteriores acompañada de inflamación y dolor articular; el patógeno se encuentra relacionado en el tema autoinmunitario produciendo antígenos bacterianos (38).

7.4.4. Impacto en la salud pública

Las ETA constituyen un problema relevante para la salud pública: de acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 200 enfermedades se asocian a la ingesta de productos contaminados con agentes microbiológicos o sustancias químicas, situación que devela su impacto (39). Precisamente, *Campylobacter* spp. es una de las principales fuentes de diarrea bacteriana y suele vincularse por lo general a la gastroenteritis en los humanos (40). En Estados Unidos, inclusive, representa una importante carga económica para el sistema de salud, con costos estimados que alcanzan los 11.3 mil millones de dólares (41).

7.5. Prevalencia de *Campylobacter* spp.

7.5.1. Prevalencia a nivel mundial

Diversos metaanálisis realizados evidencian que *Campylobacter* spp. continúa siendo uno de los principales patógenos transmitidos por alimentos de origen animal. Una revisión global estimó una prevalencia del 29,6 %, identificando a *C. jejuni* como la especie predominante (19,3 %), mientras que otro metaanálisis, basado en estudios publicados entre 2000 y 2021, reportó una prevalencia del 44 % en aves de corral y sus derivados, donde *C. jejuni* (29 %) y *C. coli* (16 %) fueron las especies detectadas con mayor frecuencia (42).

Asimismo, las plantas de procesamiento avícola presentaron los niveles más altos de contaminación (62 %), seguidas por los supermercados (54 %) y las granjas (38 %) (43). En contraste, una revisión sistemática realizada en Corea del Sur encontró una prevalencia considerablemente menor de *Campylobacter* spp. en carne de cerdo (2,10 %; IC 95 %: 0,67 %-6,35 %), lo que demuestra que la frecuencia varía según el tipo de carne, las condiciones de producción y la región (44). Estos resultados respaldan la importancia de mantener programas permanentes de vigilancia microbiológica para fortalecer la inocuidad alimentaria y reducir el riesgo de transmisión.

7.5.2. Prevalencia a nivel de Latinoamérica

En Brasil, una investigación enfocada en la detección de *Campylobacter* spp. termotolerante en distintos tipos de carne reportó la presencia del microorganismo en productos porcinos, con una frecuencia del 3,62 % (5 de 138 muestras evaluadas). Aunque la proporción de muestras positivas fue baja, los aislamientos mostraron características relevantes desde el punto de vista

sanitario al identificarse cepas con multirresistencia antimicrobiana (MDR) y presencia de factores relacionados con su capacidad patógena. Estos hallazgos indican que la carne actúa como una fuente potencial de exposición, pues incluso una baja detección del microorganismo representa un riesgo debido a su capacidad de permanecer en la cadena alimentaria y presentar resistencia frente a diferentes antimicrobianos (45).

7.6. Diagnóstico de *Campylobacter* spp.

La preparación de las muestras representa una fase esencial para la detección microbiológica debido a que permite acondicionar el material y favorecer la recuperación del microorganismo presente en diferentes matrices. Los procedimientos se basan en la norma NF EN ISO 10272-1 modificada, que es un referente para la identificación de *Campylobacter* spp. en alimentos y muestras biológicas (46).

7.6.1. Enriquecimiento selectivo de Campylobacter spp.

Esta fase agiliza la recuperación de las bacterias presentes en pequeñas porciones en la muestra. Para ello se utiliza caldo Bolton, un entorno producido para estimular el desarrollo de especies termotolerantes gracias a características de temperatura y condiciones microaeróbicas que además evitan que se reproduzcan otro tipo de bacterias. Su importancia en el análisis microbiológico radica en que aporta a la multiplicación de células bacterianas que han experimentado estrés o lesiones al momento de recolectarse, almacenarse o transportarse las muestras, hecho que incrementa la posibilidad de identificar correctamente al patógeno (47).

En cuanto a la suspensión, consiste en un proceso de homogenización con el propósito de favorecer la distribución uniforme de las bacterias presentes en la muestra. Posteriormente, el material es incubado durante 48 horas a 42 °C en condiciones de microaerofilia para generar un ambiente propicio para la recuperación y multiplicación de *Campylobacter* spp. (46).

7.6.2. Aislamiento en medios selectivos

Luego del proceso de enriquecimiento, las muestras deben inocularse en medios de cultivo selectivos, entre ellos agar Karmali y agar CCDA (Charcoal Cefoperazone Deoxycholate Agar), utilizados para favorecer la recuperación de *Campylobacter* spp. y limitar el desarrollo de otros microorganismos. Posteriormente, los cultivos han de incubarse en condiciones de microaerofilia, ambiente necesario para el crecimiento de especies termotolerantes como *C.*

jejuni y *C. coli*. Tras la incubación, se evalúan las colonias desarrolladas, y aquellas que presentan características compatibles con el género *Campylobacter* se seleccionan para continuar con las pruebas de identificación (47).

7.6.3. Selección y purificación de colonias sospechosas

La selección y purificación de colonias constituye una etapa importante del aislamiento microbiológico de *Campylobacter* spp. porque permite diferenciar los microorganismos con características compatibles con este género y obtener cultivos homogéneos para su identificación. Las colonias desarrolladas en medios selectivos como PC y KC pueden presentar características fenotípicas propias de *Campylobacter*, por lo que son sometidas a procesos de purificación mediante su transferencia a medios enriquecidos, por ejemplo, agar nutritivo suplementado con sangre fresca de oveja. Esto se debe a que favorece la recuperación y estabilidad de los aislamientos, permitiendo disminuir la interferencia de microorganismos acompañantes. Además, la incubación bajo condiciones microaerófilas y temperatura controlada favorece el crecimiento de especies termotolerantes y facilita la obtención de cepas adecuadas para las posteriores pruebas de confirmación microbiológica (46).

Adicional a la sangre de oveja es posible incorporar sangre de caballo, principalmente en forma lisada, como suplemento en medios destinados al aislamiento de *Campylobacter* spp. Esta opción aporta factores nutricionales que favorecen la recuperación y multiplicación de las células bacterianas, especialmente aquellas que pueden encontrarse afectadas por condiciones adversas durante la obtención, conservación o transporte de las muestras (48).

7.7. Norma ISO 10272-1 para la detección de *Campylobacter* spp.

7.7.1. Generalidades de la ISO 10272-1

La ISO 10272-1:2017, *Microbiology of the food chain — Horizontal method for detection and enumeration of Campylobacter spp. — Part 1: Detection method*, proporciona una metodología específica para la recuperación, el aislamiento y la identificación de microorganismos del género *Campylobacter*, permitiendo que los análisis en los distintos laboratorios mantengan procedimientos comparables, además que contribuye a la evaluación de la inocuidad microbiológica mediante técnicas uniformes y confiables. Esta norma pertenece a la serie ISO 10272, la cual reúne métodos horizontales destinados al estudio microbiológico de

Campylobacter spp. en muestras provenientes de alimentos y de etapas relacionadas con la producción primaria (49).

7.7.2. Preparación de la muestra

El análisis comienza con la homogenización del alimento con el propósito de obtener una suspensión uniforme que represente adecuadamente la presencia del microorganismo en la matriz estudiada. Esta etapa permite liberar las células de *Campylobacter* spp. presentes en el alimento y facilitar su recuperación durante las fases posteriores del procedimiento (49).

7.7.3. Enriquecimiento selectivo

Luego de la preparación, la muestra es sometida a un proceso de enriquecimiento selectivo mediante la inoculación en medios líquidos que proporcionan las condiciones necesarias para favorecer la recuperación y el crecimiento de *Campylobacter* spp. cuando se encuentra en concentraciones reducidas. En ese sentido, la ISO 10272-1:2017 establece la aplicación del caldo Bolton y el uso alternativo del caldo Preston (49).

7.7.4. Aislamiento mediante medios selectivos

Una vez completada la etapa de enriquecimiento se procede a la siembra del cultivo en medios sólidos selectivos destinados al aislamiento de *Campylobacter* spp como, por ejemplo, el agar mCCDA**,** debido a que facilita el desarrollo del microorganismo y limita parcialmente el crecimiento de otras bacterias presentes en la muestra. Por supuesto, esto es posible siempre que las condiciones de la muestra permitan la recuperación directa del microorganismo (49).

7.7.5. Incubación del cultivo

Las placas inoculadas se mantienen bajo condiciones específicas de incubación que permiten el crecimiento adecuado de *Campylobacter* spp. Debido a las características fisiológicas de este género bacteriano, se consideran determinados parámetros ambientales para favorecer la recuperación de las especies pertenecientes al microorganismo (50).

7.7.6. Selección de colonias sospechosas

Después del periodo de incubación se revisan las placas para identificar las colonias que presenten características compatibles con *Campylobacter* spp. Aquellas seleccionadas se

analizan posteriormente mediante pruebas confirmatorias con el objetivo de comprobar la identidad del microorganismo aislado (50).

7.7.7. Confirmación e identificación de Campylobacter spp.

La identificación del microorganismo se basa en la evaluación de características propias del género *Campylobacter*, considerando aspectos morfológicos, fisiológicos y pruebas bioquímicas. Entre los procedimientos de confirmación se incluyen la observación microscópica, la evaluación de la movilidad bacteriana, la prueba de oxidasa y otras complementarias. Asimismo, cuando es necesario la norma permite complementar la identificación mediante técnicas moleculares (51).

7.7.8. Control de calidad del procedimiento

La ISO 10272-1:2017 incluye criterios de control de calidad orientados a verificar el correcto funcionamiento del método empleado, considerando la evaluación de los medios de cultivo utilizados durante el análisis. Estos controles permiten asegurar que las condiciones del procedimiento sean adecuadas para la recuperación y detección de *Campylobacter* spp., garantizando resultados confiables y reproducibles (51).

8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS

- ¿Existe asociación entre el tipo de establecimiento y la presencia de *Campylobacter* spp. en carne porcina comercializada en la provincia de Cotopaxi?
- ¿Existe asociación entre la parroquia de procedencia y la presencia de *Campylobacter* spp. en carne porcina comercializada en la provincia de Cotopaxi?

9. METODOLOGÍA

9.1. Diseño de la investigación

La investigación fue cuantitativa, de tipo observacional y descriptiva transversal realizada durante diciembre 2025 y junio 2026. En este tiempo se efectuaron muestreos semanales de carne porcina obtenidos de diferentes establecimientos, alcanzando un total de 247 muestras (muestreo no probabilístico por conveniencia), número proporcional al tamaño de la población de cada parroquia. El análisis se realizó mediante cultivo microbiológico, en concordancia con la ISO 10272-1:2017 para la detección de *Campylobacter* spp, y el procesamiento de las muestras tomó lugar en el Laboratorio de Bacteriología y Micología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Central del Ecuador, correspondientes a los laboratorios de nivel 1 y 2.

9.2. Área de estudio

9.2.1. Ubicación

La investigación estuvo enfocada en Cotopaxi, provincia de la Sierra ecuatoriana, considerando sus siete cantones, Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí y Sigchos, y sus 38 parroquias. Los establecimientos de recolección de las muestras fueron aquellos dedicados a la comercialización de carne porcina: tiendas, mercados, tercenas, minimarkets y frigoríficos.

9.2.2. Población y tamaño de la muestra

La población de estudio estuvo conformada por toda carne porcina comercializada en los establecimientos de expendio seleccionados. Se recolectaron 247 muestras, cuya distribución dependió de la disponibilidad de los puntos de venta de cada parroquia. Para mayor detalle se puede consultar el Anexo 1.

9.2.3. Criterios de inclusión

- Carne de cerdo comercializada en tiendas, mercados, tercenas, minimarkets y frigoríficos.
- Puntos de venta ubicados dentro de las parroquias seleccionadas de la provincia de Cotopaxi.

- Muestras obtenidas dentro del periodo de estudio establecido.

9.2.4. Criterios de exclusión

- Muestras que no correspondan a carne porcina.
- Productos derivados de la carne porcina.

Tabla 3. Definición de variables

Variable	Tipo	Definición	Dimensión	Indicador/unidad	Tipo de dato estadístico	Escala	Instrumento de medición
Presencia de *Campylobacter* spp.	Dependiente	Identificación microbiológica del género *Campylobacter* en muestras de carne porcina recolectadas en puntos de venta.	Resultado del análisis microbiológico	Positivo/ Negativo	Cualitativo	Dicotómica	Número de cepas respaldadas y conservadas en ultracongelación
Parroquia	Independiente	Parroquia de la provincia de Cotopaxi donde se recolectan las muestras.	Ubicación geográfica	Nombre de la parroquia	Cualitativo	Categórica	Base de datos general del proyecto
Tipo de establecimiento	Independiente	Tipo de establecimiento donde se obtiene la muestra de carne porcina	Tipo de punto de venta	Tercena / Tienda de barrio/plaza/mercado	Cualitativo	Categórica	Base de datos general del proyecto

9.3. Metodología de estudio

OE1: Determinar la presencia de *Campylobacter* spp. en carne porcina mediante técnicas de cultivo microbiológico de acuerdo con la norma ISO 10272-1:2017.

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

Identificación de los establecimientos comerciales de expendio de carne porcina y elaboración de una base de datos que registre de manera organizada la ubicación georreferenciada de cada establecimiento incluido en el estudio.

Actividad 3

Organización de las jornadas de muestreo en las diferentes parroquias de acuerdo con la disponibilidad del laboratorio para receptar las muestras y la accesibilidad de las parroquias.

Actividad 4

Codificación de las fundas resellables (tipo Ziploc) mediante un sistema alfanumérico de códigos asignados a cada parroquia: numeración correlativa desde el 01 hasta el total de muestras disponibles, acompañada de la letra “C” que hace alusión a la carne de cerdo.

Actividad 5

Recolección de muestras según la planificación por parroquia, obtenidas directamente de los establecimientos disponibles.

Actividad 6

Las muestras se conservaron en refrigeración en *coolers* con hielos en gel para evitar alteraciones microbiológicas durante el transporte. El tiempo transcurrido entre la recolección y el envío no fue superior a 4 horas, y solo cuando en alguna parroquia no podía cumplirse con esa premisa, las muestras fueron congeladas en su totalidad previo a ser transportadas.

Actividad 7

Recepción y registro de muestras en el Laboratorio de Bacteriología y Micología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Central del Ecuador. Se verifico el estado, el número y la rotulación de cada una.

Actividad 8

Análisis y procesamiento microbiológico de las muestras en concordancia con los procedimientos establecidos en la ISO 10272-1:2017.

Actividad 8.1.

Aplicación de la metodología establecida en la ISO 10272-1:2017 para la detección de *Campylobacter* spp.

Etapa 1. Preparación de la muestra

Se pesaron 25 g de cada muestra que fueron colocados en bolsas estériles tipo Stomacher para posteriormente añadir 225 ml de agua peptonada tamponada (ATP), obteniéndose así una dilución 1:10. Las muestras fueron homogeneizadas durante 60 segundos en el equipo Stomacher con el objetivo de liberar los microorganismos presentes.

Etapa 2. Enriquecimiento y siembra en medios selectivos

La suspensión fue utilizada para el procesamiento microbiológico mediante enriquecimiento e inoculación en medios selectivos para *Campylobacter* spp., principalmente agar Karmali y mCCDA, y técnica de siembra por estría. Estos medios están diseñados para favorecer el crecimiento de las bacterias al incorporar suplementos selectivos que inhiben la flora bacteriana acompañante. Sin embargo, cuando no estaba disponible agar Karmali, se utilizó el medio base y las colonias fueron sometidas a análisis presuntivo mediante tinción de Gram.

Etapa 3. Incubación microaerófilo

Las placas inoculadas fueron incubadas a 42 °C ± 1 °C durante ± 3 horas en condiciones microaerófilas óptimas (5 % a 10 % de O_2 y 10 % de CO_2) para el desarrollo de *Campylobacter* spp.

Etapa 4. Siembra en Karmali

El enriquecimiento de la muestra consistió en incorporar 25 g de carne porcina en 100 ml de agua peptonada y proceder a la siembra microbiológica bajo condiciones controladas en cámara de flujo o área estéril. Para tal efecto, se aplicó la técnica de distribución superficial con asas de Drigalski con la finalidad de favorecer el crecimiento y la posterior identificación de *Campylobacter* spp.

Etapa 5. Subcultivo en agar sangre

Las colonias sospechosas fueron subcultivadas en agar sangre de caballo debido a su alto contenido de factores de crecimiento que favorecen el desarrollo de bacterias exigentes como *Campylobacter* spp.

Actividad 9

Las colonias presuntivamente confirmadas fueron transferidas a medios de conservación enriquecidos con sangre de caballo, utilizando asas estériles en condiciones de asepsia en la cámara de flujo laminar. Cada muestra fue codificada con su respectivo identificador, fecha de procesamiento y rotulación para garantizar la trazabilidad en análisis posteriores.

Actividad 10

Registro en la base de datos de la información obtenida semanalmente: fecha de toma de muestra, código de muestra, parroquia, ubicación geográfica, tipo de establecimiento comercial, fecha de resultado y resultado.

OE2: Evaluar la relación entre las muestras recolectadas de los establecimientos comerciales de venta de carne porcina de los diferentes cantones y parroquias del área de estudio y la presencia de *Campylobacter* spp. mediante análisis estadísticos.

Actividad 1

A partir de la base de datos se realizó el cálculo de porcentajes de positivos a *Campylobacter* spp. según la parroquia y el punto de venta.

Actividad 2

Aplicación de chi-cuadrado de Pearson para determinar la asociación entre positivos de *Campylobacter* spp. y las variables evaluadas (parroquia y tipo de establecimiento).

OE3: Estimar la prevalencia y distribución espacial de *Campylobacter* spp. en la carne porcina comercializada en Cotopaxi mediante análisis estadístico descriptivo y representación geográfica.

Actividad 1

Análisis estadístico descriptivo mediante la determinación de los porcentajes de positividad de *Campylobacter* spp. en las parroquias de Cotopaxi con el propósito de estimar su prevalencia en las muestras de carne porcina.

Actividad 2

Elaborar tablas con la finalidad de presentar de forma clara y precisa la distribución de los resultados de la prevalencia de *Campylobacter* spp.

Actividad 3

Representación cartográfica de la distribución espacial de los establecimientos muestreados, identificando la presencia y ausencia de *Campylobacter* spp. mediante la georreferenciación de los puntos de muestreo.

9.4. Análisis y manejo de datos y/o información

9.4.1. Manejo de datos

La información se registró en una hoja de cálculo de Excel con los siguientes datos: fecha de toma de muestra, código de muestra, parroquia, ubicación geográfica, tipo de establecimiento comercial, fecha de resultado y resultado.

9.4.2. Análisis estadístico

Se realizo un análisis estadístico descriptivo con el fin de obtener datos de prevalencia total y calcular las frecuencias absolutas y relativas (porcentajes) de los resultados positivos o negativos para *Campylobacter* spp. La prevalencia correspondió a la siguiente ecuación:

$$Prevalencia\ aparente = \left(\frac{Número\ de\ muestras\ positivas}{Número\ total\ de\ muestras\ analizadas}\right) \times 100$$

Los resultados se presentan en tablas de frecuencia que detallan la información de manera clara y concisa según el tipo de establecimiento y la parroquia. De ese modo, es posible realizar un análisis comparativo sobre la presencia de *Campylobacter* spp. en cada tipo de negocio.

Asimismo, para evaluar las diferencias entre los puntos de venta y la presencia de *Campylobacter* spp. se aplicó la prueba de chi-cuadrado de Pearson (X^2) con un nivel de significancia estadística de $p<0.05$. En casos con frecuencias bajas, se utilizó la prueba exacta de Fisher para el análisis de resultados. La prevalencia estimada tuvo un intervalo de confianza del 95 % con la finalidad de garantizar mayor precisión.

9.4.3. Software y herramienta

- La sistematización y el análisis de la información se realizó en Microsoft Excel.
- El análisis estadístico se efectuó en RStudio.
- El análisis geográfico se realizó en QSIG (sistema de información geográfica).

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los 247 establecimientos evaluados en Cotopaxi se distribuyen de la siguiente manera: 116 tiendas (46,96 %), 48 mercados (19,43 %), 42 tercenas (17,00 %), 31 minimarkets (12,55 %) y 10 frigoríficos (4,05 %) (Tabla 4),

Tabla 4. Caracterización de los establecimientos muestreados según categoría comercial en la provincia de Cotopaxi.

Categoría del establecimiento	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Tienda	116	46,96
Mercado	48	19,43
Tercena	42	17,00
Minimarket	31	12,55
Frigorífico	10	4,05
Total	**247**	**100,00**

Para efectos del presente estudio se tomó en cuenta la carne porcina de tiendas, mercados, tercenas, minimarkets y frigoríficos, de tal modo que fue posible evaluar la presencia de las bacterias en una etapa próxima a la ingesta. Este planteamiento difiere del estudio de Moreno, quienes se enfocaron en analizar muestras de carcasas de pollo para detectar la presencia de microorganismos en fases vinculadas a la producción avícola (52). Asimismo, Montero et al. midieron la presencia de *Campylobacter* termotolerante por medio de las carcasas de pollo y del contenido cecal, igualmente enfocados en la fase de producción (53) Por su parte, Walker et al. analizaron carne de pollo fresca y congelada obtenida de establecimientos minoristas, así como vísceras de cerdo, res, entre otros de carnicerías y supermercados (54).

La heterogeneidad de los datos es clave al momento de interpretarlos debido a que la presencia de *Campylobacter* spp. está determinada por la fase dentro de la cadena productiva, además de la manera en que se procesa, transporta, almacena y manipula el alimento. Entonces, aquellas muestras que corresponden a fases iniciales son ideales para determinar contaminaciones vinculadas al animal y al faenamiento, mientras que las obtenidas en los puntos de venta demuestran la capacidad de sobrevivencia del microorganismo al haber transitado varias fases previas.

Ahora bien, los resultados evidenciaron que las muestras positivas se encuentran en todas las categorías, con una cantidad más alta en las tiendas (16) debido a que son las de mayor frecuencia. No obstante, en términos de proporcionalidad según la cantidad total de muestras por establecimiento, las tercenas obtuvieron el 14,29 %, las tiendas alcanzaron el 13,79 %, los minimarkets tuvieron el 12,90 % y, por último, los frigoríficos evidenciaron el 10,00 % (solo un caso positivo).

La relación entre la categoría del establecimiento y el resultado fue evaluada mediante chi-cuadrado de Pearson, obteniéndose un valor de χ^2=2,0987 y una significancia de p=0,7176, pero en vista de frecuencias bajas en algunas categorías tuvo que aplicarse también la prueba exacta de Fisher, la cual presentó un valor de p=0,6981. Al encontrarse ambos valores superiores al nivel de significancia establecido (p>0,05), se determinó que no existe una asociación estadísticamente significativa entre el tipo de establecimiento y la presencia de resultados positivos (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución de resultados según categoría del establecimiento muestreado

Categoría del establecimiento	**Negativo (n)**	**Positivo (n)**	**Total (n)**	**Positivos (%)**
Tienda	100	16	116	13,79
Mercado	45	3	48	6,25
Tercena	36	6	42	14,29
Minimarket	27	4	31	12,90
Frigorífico	9	1	10	10,00
Total	**217**	**30**	**247**	**12,15**

Prueba de asociación: χ^2 de Pearson = 2,0987; p = 0,7176. Prueba exacta de Fisher: p = 0,6981.

Hallazgos semejantes fueron descritos por Popa et al. (55), quienes analizaron la presencia de *Campylobacter* spp. a lo largo de la cadena productiva de la carne y no encontraron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de contaminación entre mataderos y puntos de comercialización (p > 0,05). Estos resultados sugieren que el patógeno puede mantenerse durante las diferentes fases del procesamiento y la distribución de los productos cárnicos.

De manera consistente, el presente estudio tampoco evidenció una asociación significativa entre el tipo de establecimiento comercial y la presencia de *Campylobacter* spp. (p = 0,7176). No

obstante, la identificación de muestras positivas en varias parroquias y la asociación significativa observada con la procedencia geográfica ($p < 0,001$) indican que la distribución del microorganismo no es homogénea en la provincia, lo que podría estar relacionado con diferencias en las prácticas de manejo, las condiciones sanitarias y los sistemas de comercialización propios de cada localidad.

Los resultados respaldan lo descrito en investigaciones previas que indican que la contaminación por *Campylobacter* spp. en carne para consumo humano es consecuencia de varios factores presentes a lo largo de la cadena de producción y no exclusivamente del establecimiento donde se vende el producto. Aspectos como las condiciones sanitarias durante el sacrificio (56), la correcta manipulación de la carne (57), el mantenimiento de temperaturas adecuadas (58) y el control de la contaminación cruzada (59) desempeñan un papel importante en la presencia de este microorganismo. De ahí que aplicar protocolos estrictos durante cada fase de procesamiento también impacta en la reducción de la prevalencia, por ejemplo, en poco más del 57 % en las canales (60); incluso, Kelbert et al. (61) sostienen la necesidad de congelar el alimento como medida de prevención. A ello se suma que la frecuencia de contaminación puede variar según el tipo de presentación y el nivel de manipulación que recibe el producto antes de llegar al consumidor final, incrementándose así el riesgo en aquellos que son manipulados con mayor frecuencia (54).

La distribución de muestras por parroquia evidenció una prevalencia variable de *Campylobacter* spp: los valores más altos corresponden a parroquias con menor número de muestras, como Cusubamba, Isinlivi y Las Pampas (100 %), mientras que aquellas con mayor cantidad de muestras, como La Matriz (n=51), La Maná (n=23) y San Felipe (n=21), presentaron resultados negativos para el microorganismo.

Ahora bien, la prueba de chi-cuadrado demostró que existe una asociación estadísticamente significativa entre la presencia de la bacteria y la parroquia ($X^2 = 108,5$; $p < 0,001$), resultado afianzado con la prueba exacta de Fisher por medio de 10 mil simulaciones ($p = 0,0001$). La variabilidad en la distribución de la bacteria en las parroquias puede asociarse con el origen de la carne, las características de comercialización y manipulación. En efecto, Wallace et al. también sostienen que la presencia de *Campylobacter* spp. en alimentos cárnicos difiere según la carne; por ende, la contaminación no es uniforme (62).

En cuanto a la prevalencia en los cantones, Saquisilí alcanzó el 33,3 % (3/9), Sigchos obtuvo el 29,4 % (5/17) y Salcedo ascendió al 20 % (3/15). En cambio, las 33 muestras de La Maná fueron negativas, mientras que Latacunga tuvo 12 muestras positivas de un total de 129, es decir, 9,3 %. En general, la prevalencia total fue del 12,15 % (30/247).

Es importante destacar que Latacunga registró la mayor cantidad de muestras analizadas, pero una positividad más baja, hecho que puede responder a que hubo más establecimientos participantes durante el muestro, además de potenciales diferencias en la manipulación del alimento y las condiciones de salubridad. En cambio, Saquisilí y Sigchos tuvieron las prevalencias más altas, pero la información tiene que analizarse con prudencia debido a la cantidad reducida de las muestras, dado que en esos cantones apenas se analizaron 9 y 17 muestras, respectivamente. Por ende, un porcentaje más alto no está relacionado a una mayor cantidad de muestras, sino que son valores proporcionales.

Por su parte, en La Maná no se detectaron muestras positivas, lo que podría relacionarse con el origen de la carne, las condiciones de conservación, limpieza e higiene, además de la variabilidad del muestreo microbiológico. En consecuencia, la ausencia de aislamientos no confirma que el microorganismo esté ausente en este cantón, sino únicamente que no fue identificado en las muestras examinadas (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución de resultados obtenidos por cantones

Cantón	Muestras analizadas	Positivos	Prevalencia (%)
La Maná	33	0	0,0
Latacunga	129	12	9,3
Pangua	23	4	17,4
Pujilí	21	3	14,3
Salcedo	15	3	20,0
Saquisilí	9	3	33,3
Sigchos	17	5	29,4

En términos generales, los resultados muestran que *Campylobacter* spp. está presente en establecimientos comerciales de varios cantones, lo que sustenta la necesidad de reforzar las medidas de higiene, las buenas prácticas de manipulación y la vigilancia microbiológica para disminuir el riesgo de transmisión a la población. De las 247 muestras, 217 presentaron

resultado negativo (87,85 %) y 30 fueron positivas para *Campylobacter* spp., correspondiente al 12,15 % de prevalencia (Tabla 7).

Tabla 7. Distribución de resultados obtenidos en las muestras analizadas

Resultado del análisis	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Negativo	217	87,85
Positivo	30	12,15
Total	**247**	**100,00**

A nivel mundial, la prevalencia de esta bacteria en alimentos de origen animal varía según el tipo de carne, la región y las condiciones de producción. En ese sentido, una revisión sistemática con metaanálisis estimó una prevalencia global del 29,6 %, lo que demuestra que este microorganismo continúa siendo un importante contaminante de la cadena alimentaria. Las diferencias entre países y productos se relacionan principalmente con los sistemas de producción, las medidas de bioseguridad y las prácticas de manejo y comercialización (63).

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran una prevalencia similar a la informada en otros estudios sobre carne porcina. Huang et al. encontraron una prevalencia promedio del 19,3 % de *Campylobacter* spp. al evaluar diversas fases de la cadena de producción porcina en China. De acuerdo con los autores, ello puede deberse a la contaminación que ocurre durante el sacrificio y que continúa a lo largo del procesamiento, lo que permite que la bacteria permanezca en el producto destinado al consumidor final (64). En cambio, Tedersso et al. (65) encontraron que la prevalencia es del 32,9 %, es decir, 141 muestras de 429, un valor superior a lo registrado en este y otros estudios.

Los resultados obtenidos en este estudio fueron inferiores a los reportados por Moffatt et al., quienes encontraron una prevalencia de *Campylobacter* spp. del 17,4% en carne porcina comercializada en Australia. Esta diferencia con respecto al 12,15 % de la provincia de Cotopaxi estaría influenciada por las condiciones sanitarias de los establecimientos, la procedencia de la carne, las prácticas de manipulación y las medidas de control implementadas durante la comercialización. Asimismo, la ausencia de una asociación estadísticamente significativa entre la presencia del microorganismo y el tipo de establecimiento sugiere que *Campylobacter* spp. puede encontrarse en distintos puntos de expendio de carne porcina y no exclusivamente en una categoría específica de comercialización (66).

Otro estudio realizado por Zafar et al. evaluó la presencia de *Campylobacter* spp. en 286 muestras de carne comercializada en Flandes, Bélgica, que incluyeron carne picada y filetes de res, cerdo y pollo, además de las carcasas de estos últimos adquiridas en supermercados y carnicerías. Los autores detectaron la bacteria únicamente en el pollo con una prevalencia de 14,8 % en los productos procedentes de carnicerías y del 20,8 % en los adquiridos en supermercados (67).

Estos resultados evidencian que la presencia de *Campylobacter* spp. en carne porcina varía según las condiciones de producción, manipulación y comercialización. Por ende, la detección del microorganismo en el 12,15 % de las muestras sustenta que el patógeno circula en la cadena de comercialización, por lo que las diferencias estarían relacionadas con las prácticas de manejo de la cadena de producción y comercialización y las condiciones sanitarias de los establecimientos, algo que ya lo demuestran también Taha-Abdelazaziz et al. (68).

Por otro lado, la representación georreferencial (Figura 1) evidencia que, de los 247 establecimientos evaluados, 30 obtuvieron resultados positivos concernientes a las parroquias Moraspungo, Toacaso, Mulliquindil, La Victoria, San Juan de Pastocalle y Tanicuchí. En cambio, 217 fueron negativos para *Campylobacter* spp., los cuales están distribuidos en la mayor parte del territorio provincial. En consecuencia, si bien la frecuencia de detección fue relativamente baja, el microorganismo está disperso en diferentes zonas sin un patrón de concentración geográfica.

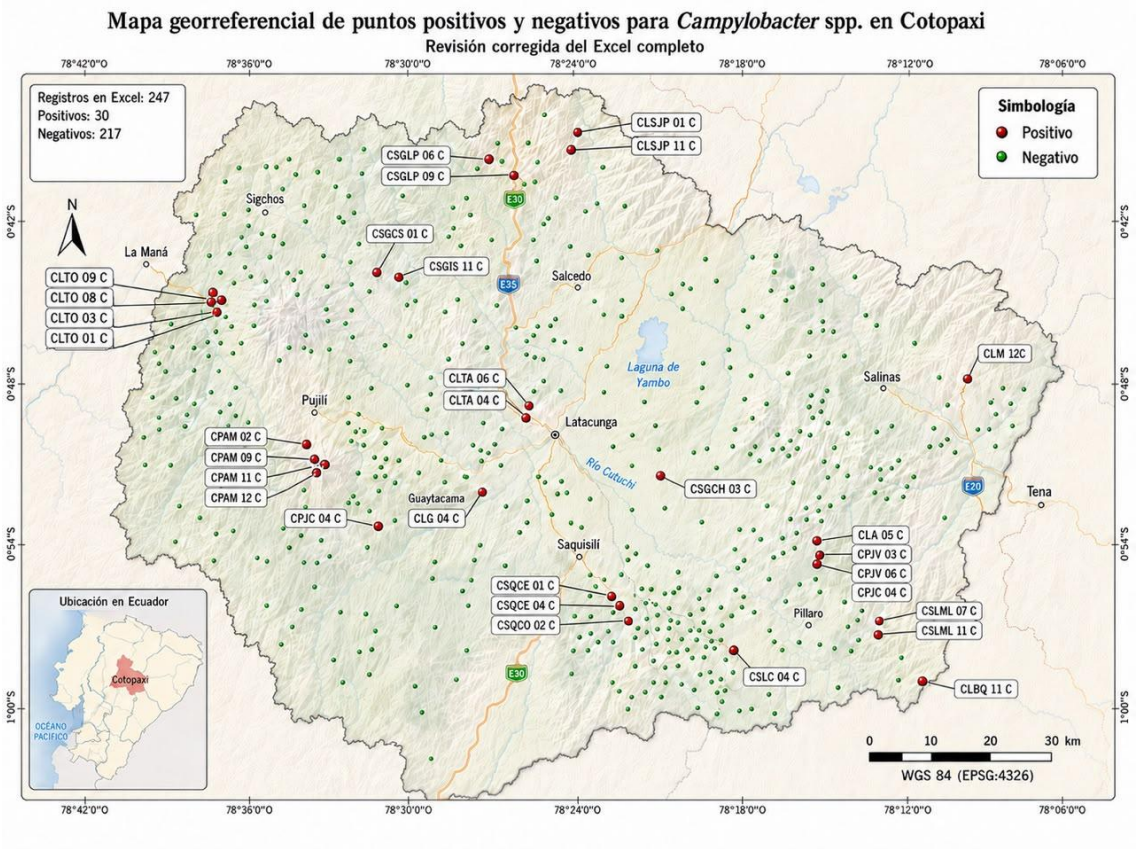

Figura 1. Distribución georreferenciada de establecimientos con resultados positivos y negativos para *Campylobacter* spp.

Nota Se diferencian mediante simbología los establecimientos con resultados positivos (rojo) y negativos (verde) para *Campylobacter* spp. El mapa fue elaborado a partir de los registros georreferenciados obtenidos durante el muestreo.

La epidemiología espacial constituye una herramienta fundamental para la vigilancia de las ETA debido a que integra la información microbiológica con datos geográficos, permitiendo identificar patrones de distribución y el comportamiento espacial de los agentes patógenos. En concordancia con este planteamiento, la georreferenciación demuestra que la presencia de *Campylobacter* spp. no se restringe a una única zona, lo que concuerda con el estudio de Sacristán et al. (69) al demostrar que la contaminación está influenciada por factores relacionados con el faenamiento, el transporte, el almacenamiento e inclusive la región. Asimismo, las prácticas higiénico-sanitarias durante la comercialización de la carne son claves, tal como lo afirman Plaza-Rodríguez et al. (70) y Ortiz et al. (71), quienes subrayan además la necesidad de fortalecer las acciones de vigilancia y control sanitario en los diferentes puntos de comercialización.

11. IMPACTOS

11.1. Impactos a nivel social

El presente estudio constituye un aporte a la sociedad al presentar datos sobre la presencia de *Campylobacter* spp. en la carne comercializada en varios cantones de Cotopaxi. Los resultados son clave para demostrar cuán necesario es garantizar la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena productiva, incluida por supuesto la comercialización. Además, invita a tomar medidas correctivas para que los comerciantes se adhieran a parámetros de manipulación que aporten a mitigar el riesgo de contaminación.

11.2. Impacto a nivel económico

La investigación conlleva un impacto económico debido a que aporta con datos que contribuyen a prevenir enfermades derivadas de la contaminación de los alimentos, específicamente la carne porcina. Al implementar medidas sanitarias y garantizar una correcta gestión de los alimentos se reducen las pérdidas económicas fruto del desecho de productos contaminados, los cuales al mismo tiempo vulneran la confianza del consumidor. Además, el estudio estimula a fortalecer una cadena de comercialización segura y eficiente.

11.3. Impacto a nivel técnico

En términos técnicos, el estudio proporciona datos microbiológicos relacionados con la presencia de la bacteria en la carne porcina destinada a la venta, lo que expande la comprensión sobre su comportamiento. Además, el proceso metodológico contribuye con diagnósticos y análisis contundentes, estableciendo así las bases para implementar estrategias de control. Por último, la información puede emplearse como referente para próximas investigaciones que profundicen en la vigilancia microbiológica.

12. CONCLUSIONES

El procesamiento microbiológico, en concordancia con la ISO 10272-1:2017, detectó adecuadamente la presencia de *Campylobacter* spp. en las muestras de carne porcina tras aplicar sistemáticamente las etapas de procesamiento, aislamiento y evaluación de las colonias, obteniendo así información microbiológica confiable. Por lo tanto, constituye una herramienta idónea para la detección de estas bacterias.

El análisis estadístico evidenció que no existe una asociación estadísticamente significativa entre la presencia de *Campylobacter* spp. y el tipo de establecimiento comercial. No obstante, sí hay una asociación significativa con la parroquia, lo que indica que la distribución del microorganismo varía según la ubicación geográfica.

Por último, se determinó una prevalencia de 12,15 % de *Campylobacter* spp. en la carne porcina comercializada en Cotopaxi. Además, la representación georreferenciada permitió visualizar su distribución espacial e identificar las parroquias que registran mayor presencia del microorganismo, información que es útil para fortalecer los programas de vigilancia microbiológica e inocuidad alimentaria.

13. RECOMENDACIONES

Implementar programas permanentes de monitoreo microbiológico de *Campylobacter* spp. en carne porcina comercializada en la provincia de Cotopaxi con el propósito de generar información actualizada que fortalezca la vigilancia sanitaria y contribuya a la prevención de enfermedades transmitidas por alimentos.

Capacitar a propietarios y trabajadores de los establecimientos dedicados a la comercialización de carne porcina en temas relacionados con las buenas prácticas de higiene, manipulación, almacenamiento y conservación con el fin de disminuir el riesgo de contaminación microbiológica durante la cadena de comercialización.

Desarrollar investigaciones complementarias que incluyan un mayor número de muestras por parroquia y la aplicación de técnicas de confirmación molecular, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), para identificar las especies de *Campylobacter* spp**.** presentes y ampliar el conocimiento sobre su distribución en la provincia de Cotopaxi.

BIBLIOGRAFÍA

1. Paz-González AD, Vázquez K, Martínez-Vázquez A V, Ramírez-Martínez C, Rivera G. Enterobacteriaceae in Pork Meat: Causal Agents of Public Health Problems. Biotecnia. 2023;5(2):73–8. doi:10.18633/biotecnia.v25i2.1846
2. Kaakoush NO, Castaño-Rodríguez N, Mitchell HM, Man SM. Global Epidemiology of Campylobacter Infection. Clin Microbiol Rev. 2015 Jul;28(3):687–720. doi:10.1128/CMR.00006-15
3. Popa SA, Herman V, Tîrziu E, Morar A, Ban-Cucerzan A, Imre M, et al. Public Health Risk of Campylobacter spp. Isolated from Slaughterhouse and Retail Poultry Meat: Prevalence and Antimicrobial Resistance Profiles. Pathogens. 2025 Apr 1;14(4). doi:10.3390/pathogens14040316
4. Liao J, Zhang P, Yin J, Zhang X. New insights into the effects of dietary amino acid composition on meat quality in pigs: A review. Meat Sci. 2025 Mar;221:109721. doi:10.1016/j.meatsci.2024.109721
5. Gaitán Velásquez SV, Lozano Briñez MP, Velásquez Rojas KA, Bayona Rojas MA. Campylobacter Jejuni: Enemigo Oculto en tu Comida. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. 2025 Sep 30;9(4):11058–81. doi:10.37811/cl_rcm.v9i4.19667
6. Parisaca F. Infecciones intestinales producidas por Campylobacter. Cochabamba; 2022.
7. Delaporte E, Karki AB, Fakhr MK. Aerotolerancy of Campylobacter spp.: A Comprehensive Review. Pathogens. 2024 Sep 28;13(10):842. doi:10.3390/pathogens13100842
8. Contreras Heleno V. Análisis bibliográfico de la sensibilidad antimicrobiana en cepas de Campylobacter jejuni y Campylobacter coli aisladas de bovinos de carne y cerdo. [Babahoyo]: Universidad Técnica de Babahoyo; 2023.
9. Kaakoush NO, Castaño-Rodríguez N, Mitchell HM, Man SM. Global epidemiology of campylobacter infection. Clin Microbiol Rev. 2015;28(3):687–720. doi:10.1128/CMR.00006-15 PubMed PMID: 26062576.
10. Núñez Montoya AC. Estudio de prevalencia de Especies de Campylobacter (C. jejuni subsp. jejuni, C. coli) en animales de corral y perros en el Sur del Ecuador. [Internet]. [Loja]: Universidad Técnica Particular de Loja; 2016 [cited 2026 Jul 14]. Available from: https://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/14191
11. Poma V. Prevalencia, resistencia antimicrobiana e identificación fenotípica de Campylobacter spp. en granjas de pollo de engorde en Galápagos, Ecuador. [Internet].

Universidad Central del Ecuador; 2023 [cited 2026 Jul 14]. Available from: https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/d5200a35-c91e-46d3-8bee-77e6477bc3c2

12. Kim SW, Gormley A, Jang KB, Duarte ME. Invited Review Current status of global pig production: an overview and research trends. Anim Biosci. 2024 Apr 1;37(4):719–29. doi:10.5713/ab.23.0367
13. Valverde Lucio A, Gonzalez-Martínez A, Rodero Serrano E. Utilization of Cooked Cassava and Taro as Alternative Feed in Enhancing Pig Production in Ecuadorian Backyard System. Animals. 2023 Jan 19;13(3):356. doi:10.3390/ani13030356
14. Arévalo A, Barrionuevo A, Chela C, Quinteros MF. Estudio del valor proteico de la carne de cerdo mediante electroforesis [Internet]. 2025 Nov 30. doi:doi.org/10.5281/zenodo.20313673
15. Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Boletín situacional carne cerdo [Internet]. 2024 [cited 2026 Jul 14]. Available from: https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas-2/situacional-carne-cerdo
16. Kirse A, Wyink B, von Haacke H, Alter T, Bandick N, Langkabel N, et al. Microbial carcass contamination during pig slaughter – a narrative overview on recent data and documentation in routine slaughter. Food Safety and Risk. 2026 Jan 10;13(1). doi:10.1186/s40550-025-00129-7
17. Carrera M. Food Safety—Transcriptomics and Proteomics. International Journal of Molecular Sciences. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023. doi:10.3390/ijms242417127 PubMed PMID: 38138956.
18. Andrade MJ, Álvarez M, Rodrigues P. Editorial: Microbial safety of animal-based food products. Front Nutr. 2025 Feb 6;12. doi:10.3389/fnut.2025.1561962
19. Njoagwuani EI, Onyeaka H, Mazi IM, Akegbe H, Oladunjoye IO, Ochulor CE, et al. Food safety in vulnerable populations: A perspective on the challenges and solutions. FASEB Journal. 2023 May 1;37(5). doi:10.1096/fj.202201713R PubMed PMID: 37186117.
20. gTt-VIH. Prevención de enfermedades transmitidas por los alimentos [Internet]. Barcelona, España; 2024. Available from: www.gtt-vih.org

21. Texas Department of Insurance D of W. Hoja Informativa sobre las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos [Internet]. 2021. Available from: www.txsafetyatwork.com
22. Carrasco Z, Renato I, Lozano C, Zúñiga Carrasco Av Tecnológico Mz R, del Carmen P, de Solidaridad M, et al. Enfermedades transmitidas por los alimentos: una mirada puntual para el personal de salud Foodborne diseases: a timely view for health personnel. Enfermedades Infecciosas y Microbiología. 2017.
23. Davydova A, Fastl C, Mughini-Gras L, Bai L, Kubota K, Hoffmann S, et al. Source attribution studies of foodborne pathogens, 2010–2023: a review and collection of estimates. Food Microbiology. Academic Press; 2025. doi:10.1016/j.fm.2025.104812 PubMed PMID: 40484533.
24. Fernández S, Marcía J, Bu J, Baca Y, Chavez V, Montoya H, et al. Enfermedades transmitidas por Alimentos (Etas); Una Alerta para el Consumidor. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. 2021 May;5(2):2284–98. doi:10.37811/cl_rcm.v5i2.433
25. Facciolà A, Riso R, Avventuroso E, Visalli G, Delia S, Laganà P. Campylobacter: from microbiology to prevention [Internet]. Vol. 58. 2017 [cited 2026 Jun 5];58:E79–92. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5584092/
26. Herrera ML, Guevara J, Badilla G, Rivera P. Infección por Campylobacter en humanos: Revisión a propósito del primer caso de septicemia en Costa Rica [Internet]. Vol. 19. 1984 [cited 2026 Jun 3];19:9–18. Available from: https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmhnn/v19n11984/art2.pdf
27. Wu R, Payne M, Zhang L, Lan R. Uncovering the boundaries of Campylobacter species through large-scale phylogenetic and nucleotide identity analyses . mSystems. 2024 Apr 16;9(4). doi:10.1128/msystems.01218-23 PubMed PMID: 38530055.
28. Mota-Gutierrez J, Lis L, Lasagabaster A, Nafarrate I, Ferrocino I, Cocolin L, et al. Campylobacter spp. prevalence and mitigation strategies in the broiler production chain. Food Microbiol. 2022 Jun 1;104:103998. doi:10.1016/J.FM.2022.103998 PubMed PMID: 35287817.
29. Ioannou P, Sourris A, Tsantes AG, Samonis G. Infective Endocarditis by Campylobacter Species—A Narrative Review. Pathogens. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024. doi:10.3390/pathogens13070594

30. Battersby T, Walsh D, Whyte P, Bolton DJ. Campylobacter growth rates in four different matrices: broiler caecal material, live birds, Bolton broth, and brain heart infusion broth. Infect Ecol Epidemiol. 2016 Jan 5;6(1):31217. doi:10.3402/iee.v6.31217
31. Kaakoush NO, Castaño-Rodríguez N, Mitchell HM, Man SM. Global epidemiology of campylobacter infection. Clin Microbiol Rev. 2015;28(3):687–720. doi:10.1128/CMR.00006-15 PubMed PMID: 26062576.
32. Kreling V, Falcone FH, Kehrenberg C, Hensel A. Campylobacter sp.: Pathogenicity factors and prevention methods-new molecular targets for innovative antivirulence drugs? [Internet]. 2020 Aug 24. doi:10.1007/s00253-020-10974-5/Published
33. Ramatla T, Mileng K, Ndou R, Tawana M, Mofokeng L, Syakalima M, et al. Campylobacter jejuni from Slaughter Age Broiler Chickens: Genetic Characterization, Virulence, and Antimicrobial Resistance Genes. Int J Microbiol. 2022 May 19;2022:1–13. doi:10.1155/2022/1713213
34. Singh N, Thystrup CAN, Hassen BM, Bhandari M, Rajashekara G, Hald TM, et al. Transmission pathways of Campylobacter jejuni between humans and livestock in rural Ethiopia are highly complex and interdependent. Gut Pathog. 2025 Dec 1;17(1). doi:10.1186/s13099-025-00691-7
35. Awad WA, Ruhnau D, Hess , Claudia, Hess M. Campylobacter jejuni increases the paracellular permeability of broiler chickens in a dose-dependent manner. Poult Sci. 2020 Nov;99(11):5407–14. doi:10.1016/j.psj.2020.08.014
36. Yaeger MJ, Sahin O, Plummer PJ, Wu Z, Stasko JA, Zhang Q. The pathology of natural and experimentally induced *Campylobacter jejuni* abortion in sheep. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 2021 Nov 26;33(6):1096–105. doi:10.1177/10406387211033293
37. Abdelaziz K, Sharma S, Naguib M, Stamatikos A. Epithelial–Macrophage Crosstalk in Host Responses to Campylobacter jejuni Infection in Humans. Microorganisms. 2025 Dec 10;13(12):2808. doi:10.3390/microorganisms13122808
38. Hernández C, Saldaña A, Muñoz L. Infecciones y síndromes causados por Campylobacter. Microorganisms. 2026;14:01–21. doi:10.1089/fpd.2020.2800
39. da Silva RT, de Aguiar Bernardo YA, de Oliveira LIG, Conte-Junior CA, Magnani M. Mechanisms of emerging technologies for inactivating foodborne viruses. Applied and

Environmental Microbiology. American Society for Microbiology; 2025. doi:10.1128/aem.00242-25 PubMed PMID: 40827940.

40. Pierna Álvarez M, de la Fuente del Río R, Gaona Álvarez C, González Velasco C. Bacteriemia por Campylobacter coli asociada a inmunosupresión. Revista del Laboratorio Clinico. 2017 Apr 1;10(2):109–12. doi:10.1016/j.labcli.2016.10.005
41. Hoffmann S, White AE, McQueen RB, Ahn JW, Gunn-Sandell LB, Scallan Walter EJ. Economic Burden of Foodborne Illnesses Acquired in the United States. Foodborne Pathog Dis. 2025 Jan 1;22(1):4–14. doi:10.1089/fpd.2023.0157 PubMed PMID: 39354849.
42. Zbrun MV, Rossler E, Romero-Scharpen A, Soto LP, Berisvil A, Zimmermann JA, et al. Worldwide meta-analysis of the prevalence of Campylobacter in animal food products. Res Vet Sci. 2020 Oct;132:69–77. doi:10.1016/j.rvsc.2020.05.017
43. Mia MM, Hasan M, Pory FS, Kakon MTA, Islam MT, Bari R, et al. Global Systematic Review And Meta-Analysis On Foodborne Thermotolerant Campylobacter Prevalence In Different Species Of Poultry Birds And Associated Sources Of Contamination. Bulg J Vet Med. 2024 Sep 1;27(3):422–44. doi:10.15547/bjvm.2022-0073
44. Je HJ, Singh S, Kim DW, Hur HS, Kim AL, Seo EJ, et al. Systematic Review and Meta-Analysis of Campylobacter Species Contamination in Poultry, Meat, and Processing Environments in South Korea. Microorganisms. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023. doi:10.3390/microorganisms11112722
45. Takeuchi MG, de Melo RT, Dumont CF, Peixoto JLM, Ferreira GRA, Chueiri MC, et al. Agents of Campylobacteriosis in Different Meat Matrices in Brazil. Int J Environ Res Public Health. 2022 May 17;19(10):6087. doi:10.3390/ijerph19106087
46. Agbankpe AJ, Kougblenou SD, Dougnon TV, Oussou A, Gbotche E, Koudokpon CH, et al. Prevalence and Antimicrobial Resistance of Campylobacter coli and Campylobacter jejuni Isolated from Pig Guts, Pig Feces, and Surface Swabs from the Cutting Tables at Slaughterhouse and Taverns in Southern Benin. Int J Microbiol. 2022 Sep 29;2022:1–9. doi:10.1155/2022/5120678
47. Osek J, Wieczorek K. Porcine carcasses as an underestimated source of antimicrobial resistant *Campylobacter coli*. J Vet Res. 2023 Sep 1;67(3):389–95. doi:10.2478/jvetres-2023-0047

48. Neyaz LA, Arafa SH, Alsulami FS, Ashi H, Elbanna K, Abulreesh HH. Culture-Based Standard Methods for the Isolation of Campylobacter spp. in Food and Water. Pol J Microbiol. 2024 Dec 1;73(4):433–54. doi:10.33073/pjm-2024-046
49. ISO. Microbiology of the food chain — Horizontal method for detection and enumeration of Campylobacter spp. — [Internet]. 2017. Available from: www.iso.orgiTehSTANDARDPREVIEW
50. Neyaz LA, Arafa SH, Alsulami FS, Ashi H, Elbanna K, Abulreesh HH. Culture-Based Standard Methods for the Isolation of *Campylobacter* spp. in Food and Water. Pol J Microbiol. 2024 Dec 1;73(4):433–54. doi:10.33073/pjm-2024-046
51. Ferrari S, Ástvaldsson Á, Jernberg T, Stingl K, Messelhäußer U, Skarin H. Validation of PCR methods for confirmation and species identification of thermotolerant Campylobacter as part of EN ISO 10272 - Microbiology of the food chain - Horizontal method for detection and enumeration of Campylobacter spp. Int J Food Microbiol. 2023 Mar;388:110064. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2022.110064
52. Moreno Yanes M, Medina M. Estudio de la presencia de Campylobacter spp en carcasas de pollos frescos, provenientes de los mercados “El Arenal” y “10 de Agosto” de la ciudad de Cuenca-Ecuador. [Internet]. [Cuenca]: Universidad del Azuay; 2015 [cited 2026 Jul 13]. Available from: https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5150
53. Montero L, Medina-Santana JL, Ishida M, Sauders B, Trueba G, Vinueza-Burgos C. Transmission of dominant strains of Campylobacter jejuni and Campylobacter coli between farms and retail stores in Ecuador: Genetic diversity and antimicrobial resistance. PLoS One. 2024 Sep 24;19(9):e0308030. doi:10.1371/journal.pone.0308030
54. Walker LJ, Wallace RL, Smith JJ, Graham T, Saputra T, Symes S, et al. Prevalence of Campylobacter coli and Campylobacter jejuni in Retail Chicken, Beef, Lamb, and Pork Products in Three Australian States. J Food Prot. 2019 Dec;82(12):2126–34. doi:10.4315/0362-028X.JFP-19-146
55. Popa SA, Herman V, Tîrziu E, Morar A, Ban-Cucerzan A, Imre M, et al. Public Health Risk of Campylobacter spp. Isolated from Slaughterhouse and Retail Poultry Meat: Prevalence and Antimicrobial Resistance Profiles. Pathogens. 2025 Mar 26;14(4):316. doi:10.3390/pathogens14040316

56. Emanowicz M, Meade J, Bolton D, Golden O, Gutierrez M, Byrne W, et al. The impact of key processing stages and flock variables on the prevalence and levels of Campylobacter on broiler carcasses. Food Microbiol. 2021 May 1;95. doi:10.1016/j.fm.2020.103688 PubMed PMID: 33397618.

57. Cardoso MJ, Ferreira V, Truninger M, Maia R, Teixeira P. Cross-contamination events of Campylobacter spp. in domestic kitchens associated with consumer handling practices of raw poultry. Int J Food Microbiol. 2021 Jan 2;338. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108984 PubMed PMID: 33277046.

58. Karki AB, Ballard K, Harper C, Sheaff RJ, Fakhr MK. Staphylococcus aureus enhances biofilm formation, aerotolerance, and survival of Campylobacter strains isolated from retail meats. Sci Rep. 2021 Dec 1;11(1). doi:10.1038/s41598-021-91743-w PubMed PMID: 34226590.

59. Santos-Ferreira N, Alves A, Cardoso MJ, Langsrud S, Malheiro AR, Fernandes R, et al. Cross-contamination of lettuce with Campylobacter spp. via cooking salt during handling raw poultry. PLoS One. 2021 May 1;16(5 May). doi:10.1371/journal.pone.0250980 PubMed PMID: 34010301.

60. Gichure JN, Kamau Njage PM, Wambui JM, Dykes GA, Buys EM, Coorey R. Systematic-review and meta-analysis on effect of decontamination interventions on prevalence and concentration of Campylobacter spp. during primary processing of broiler chickens. Food Microbiol. 2022 Apr;102:103923. doi:10.1016/j.fm.2021.103923

61. Kelbert L, Barmettler K, Horlbog JA, Stevens MJA, Cernela N, Nüesch-Inderbinen M, et al. Campylobacter in Raw Chicken Meat at Retail Level: Quantitative and Qualitative Assessment, Genomic Profiling, and Comparison With Isolates From Human Infections. J Food Prot. 2025 Jun 23;88(7). doi:10.1016/j.jfp.2025.100540 PubMed PMID: 40355043.

62. Wallace RL, Bulach DM, Jennison A V., Valcanis M, McLure A, Smith JJ, et al. Molecular characterization of Campylobacter spp. recovered from beef, chicken, lamb and pork products at retail in Australia. PLoS One. 2020 Jul 30;15(7):e0236889. doi:10.1371/journal.pone.0236889

63. Zbrun MV, Rossler E, Romero-Scharpen A, Soto LP, Berisvil A, Zimmermann JA, et al. Worldwide meta-analysis of the prevalence of Campylobacter in animal food products. Res Vet Sci. 2020 Oct;132:69–77. doi:10.1016/j.rvsc.2020.05.017

64. Huang J, Zang X, Lei T, Ren F, Jiao X. Prevalence of Campylobacter spp. in Pig Slaughtering Line in Eastern China: Analysis of Contamination Sources. Foodborne Pathog Dis. 2020 Nov 6;17(11):712–9. doi:10.1089/fpd.2020.2800

65. Tedersoo T, Roasto M, Mäesaar M, Kisand V, Ivanova M, Meremäe K. The prevalence, counts, and MLST genotypes of Campylobacter in poultry meat and genomic comparison with clinical isolates. Poult Sci. 2022 Apr 1;101(4). doi:10.1016/j.psj.2022.101703 PubMed PMID: 35124442.

66. El Baaboua A, El Maadoudi M, Bouyahya A, Kounnoun A, Bougtaib H, Belmehdi O, et al. Prevalence and antimicrobial profiling of Campylobacter spp. isolated from meats, animal, and human feces in Northern of Morocco. Int J Food Microbiol. 2021 Jul;349:109202. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109202

67. Zafar MZ, Joossens M, Heyvaert L, Houf K. Comparative evaluation of microbiological quality and pathogen prevalence in fresh beef, pork, and chicken meat at retail from butcheries and supermarkets. J Appl Microbiol. 2025 Nov 4;136(11). doi:10.1093/jambio/lxaf278

68. Taha-Abdelaziz K, Singh M, Sharif S, Sharma S, Kulkarni RR, Alizadeh M, et al. Intervention Strategies to Control Campylobacter at Different Stages of the Food Chain. Microorganisms. MDPI; 2023. doi:10.3390/microorganisms11010113

69. Sacristán C, Rodríguez A, Iglesias I, de la Torre A. Campylobacter assessment along the Spanish food chain: Identification of key points. Zoonoses Public Health. 2024 Sep 1;71(6):755–62. doi:10.1111/zph.13165 PubMed PMID: 38982628.

70. Plaza-Rodríguez C, Appel B, Kaesbohrer A, Filter M. Discussing State-of-the-Art Spatial Visualization Techniques Applicable for the Epidemiological Surveillance Data on the Example of Campylobacter spp. in Raw Chicken Meat. Zoonoses Public Health. 2016 Aug 25;63(5):358–69. doi:10.1111/zph.12231

71. Ortiz BT, Rodríguez D, Restrepo S. Prevalence and risk factors of Campylobacter jejuni and Campylobacter coli in fresh chicken carcasses from retail sites in Bogotá, Colombia. Heliyon. 2024 Feb 29;10(4). doi:10.1016/j.heliyon.2024.e26356