



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

### Determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornado expandida en mercados de Azogues

Trabajo de Integración Curricular  
previo a la obtención del título de  
Médica Veterinaria.

**AUTORA:**

Luisa Fernanda Cuesta Marchena

**DIRECTOR:**

Mvz. Roberto Claudio Bustillos Huilca, MSc.

Loja – Ecuador

2023

## Certificación

Loja, 23 de agosto del 2023

Mvz. Roberto Claudio Bustillos Huilca, MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* en carne de cerdo hornado expandida en mercados de Azogues**, previo a la obtención del título de **Médica Veterinaria**, de la autoría de la estudiante **Luisa Fernanda Cuesta Marchena**, con **cédula de identidad Nro. 1105240988**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, apruebo y autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:  
**ROBERTO CLAUDIO  
BUSTILLOS HUILCA**

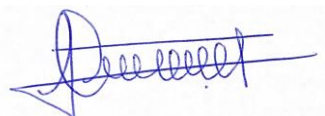
Mvz. Roberto Claudio Bustillos Huilca, MSc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Luisa Fernanda Cuesta Marchena**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**



**Cédula de identidad:** 1105240988

**Fecha:** 06 de noviembre del 2023

**Correo electrónico:** luisa.cuesta@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0990213586

**Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.**

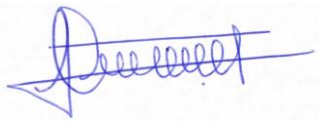
Yo, **Luisa Fernanda Cuesta Marchena**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornado expandida en mercados de Azogues**, como requisito para optar el título de **Médica Veterinaria** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a un día del mes de noviembre del dos mil veintitrés.

**Firma:**



**Autora:** Luisa Fernanda Cuesta Marchena

**Cédula:** 1105240988

**Dirección:** San José, Loja.

**Correo electrónico:** luisa.cuesta@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0990213586

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Mvz. Roberto Claudio Bustillos Huilca, MSc.

## **Dedicatoria**

A mis padres, Carlos Cuesta y Angelita Marchena, los pilares fundamentales de mi vida, mi gratitud y admiración para ustedes es infinita, su amor y apoyo incondicional han sido imprescindibles en mi vida, gracias a ustedes y por ustedes busco ser un mejor ser humano e hija todos los días, recuerden siempre que cada logro es fruto de tenerlos como mis padres, sin ustedes ningún sueño sería posible, son mi impulso y felicidad todos los días, estas palabras y este Trabajo de Integración Curricular son dedicados a ustedes:

Mamita Angelita, mi ángel de sonrisa infinita, siempre encuentras las palabras para calmar mi ansiedad, tus brazos siguen siendo mi lugar favorito y escucharte reír es lo mejor que tienen mis días, desde niña siempre fuimos mejores amigas y hoy, a mis 23 años sigues siendo mi persona favorita, contigo nunca seré lo suficientemente adulta, gracias por dejarme ser vulnerable contigo.

Papito Carlos, te mereces más que un párrafo, porque no hay palabras que describan lo afortunada que me siento de tenerte como padre; cuando era niña siempre buscaba imitarte porque quería ser como tú, hoy, reafirmo mis deseos, eres mi ejemplo de superación y la muestra de que el amor de un padre puede abrazarte e impulsarte en la distancia, este camino lo recorrimos juntos porque la distancia nunca fue un impedimento para demostrarme tu apoyo y amor.

A mis hermanas, Noelia, Yesi, Alison y Samantha, su compañía y amor hicieron todo más tolerable, soy afortunada de tenerlas.

A mi Abuelito Efraín, por sus consejos y tenerme presentes en sus oraciones.

A mi sobrino Rafael por alegrar mis días con sus locuras.

***Luisa Fernanda Cuesta Marchena***

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento imperecedero a:

A mi Alma Mater, Universidad Nacional de Loja, institución donde he forjado conocimientos que plasmaré a lo largo de mi vida profesional.

A la Carrera de Medicina Veterinaria, por brindarme los recursos, por permitirme conocer docentes entregados a su profesión que me enseñaron amar esta carrera y grandes amigos que llevaré guardados en mi corazón.

A mi tutor, Mvz. Roberto Claudio Bustillos Huilca, MSc, su aporte profesional, paciencia, constancia y consejos permitieron el desarrollo de este Trabajo de Integración Curricular, gracias por ser mi guía y soporte en los días difíciles durante el desarrollo en todas las fases de esta investigación. A la docente, Bqf. Jessica Valdiviezo, MSc, por orientarme durante el desarrollo, por acompañarme en todo el proceso, por ser la mentora incondicional en los días de laboratorio que se volvían pesados.

A mis padres, Carlos y Angelita, por sus mensajes en los días difíciles, por su apoyo económico y emocional, este sueño realizado es nuestro.

A mis hermanas, Noelia, Yesi, Alison y Samantha, no imagino una vida sin su amor y compañía, gracias por abrazarme con su amor en días malos.

Finalmente, a mis amigos y demás familiares que contribuyeron a mi formación universitaria.

***Luisa Fernanda Cuesta Marchena***

## Índice de contenidos

<b>Portada.....</b>	<b>i</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>ii</b>
<b>Autoría.....</b>	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización.....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos.....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de anexos.....</b>	<b>xi</b>
<b>1. Título.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Resumen.....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico.....</b>	<b>6</b>
4.1. Enfermedades de transmisión alimentaria (ETAs).....	<b>6</b>
4.2. Calidad e inocuidad alimentaria .....	<b>7</b>
4.3.1. Contaminación cruzada directa .....	<b>8</b>
4.3.2. Contaminación cruzada indirecta .....	<b>8</b>
4.4. Calidad microbiológica .....	<b>8</b>
4.4.1.1. <i>Escherichia coli</i> .....	<b>8</b>
4.4.1.2. <i>Salmonella</i> spp .....	<b>9</b>
4.5. Factores de riesgo asociados a ETAs .....	<b>9</b>
4.5.1. Temperatura .....	<b>9</b>
4.5.2. Humedad relativa .....	<b>10</b>
4.5.3. Hábitos higiénicos del personal.....	<b>10</b>
4.5.4. Medidas higiénicas del área de trabajo.....	<b>10</b>
<b>5. Metodología.....</b>	<b>13</b>
5.1. Área de estudio.....	<b>13</b>

5.2. Procedimiento.....	13
5.2.1. Enfoque metodológico .....	13
5.2.2. Diseño de la investigación.....	13
5.3. Tamaño de la muestra y tipo de muestreo .....	13
5.3.1. Técnicas.....	13
5.3.2. Trabajo de campo .....	14
5.3.3. Trabajo en laboratorio .....	14
5.4. Variables de estudio .....	17
5.5. Procesamiento y análisis de la información .....	18
5.6. Consideraciones éticas .....	18
<b>6. Resultados.....</b>	<b>19</b>
<b>7. Discusión.....</b>	<b>30</b>
<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>33</b>
<b>9. Recomendaciones.....</b>	<b>34</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>35</b>
<b>11. Anexos.....</b>	<b>43</b>



## Índice de tablas:

<b>Tabla 1.</b> Factores que afectan el crecimiento de <i>Escherichia coli</i> .....	8
<b>Tabla 2.</b> Factores que afectan el crecimiento de <i>Salmonella</i> spp. ....	9
<b>Tabla 3.</b> Identificación de <i>Escherichia coli</i> en agares .....	14
<b>Tabla 4.</b> Identificación de <i>Escherichia coli</i> en pruebas bioquímicas confirmatorias.....	15
<b>Tabla 5.</b> Identificación de <i>Salmonella</i> spp. en agares. ....	16
<b>Tabla 6.</b> Identificación de <i>Salmonella</i> spp. en pruebas bioquímicas confirmatorias .....	16
<b>Tabla 7.</b> Variables de estudio .....	17
<b>Tabla 8.</b> Determinación de microorganismos de <i>Escherichia coli</i> en carne de cerdo hornada en puestos de expendio (N=30). ....	19
<b>Tabla 9.</b> Determinación de microorganismos de <i>Escherichia coli</i> en carne de cerdo hornada por muestras (N=270). ....	19
<b>Tabla 10.</b> Presencia de bacterias en placas sospechosas para <i>Escherichia coli</i> . ....	20
<b>Tabla 11.</b> Determinación de microorganismos de <i>Salmonella</i> spp. en carne de cerdo hornada en puestos de expendio (N=30). ....	21
<b>Tabla 12.</b> Determinación de microorganismos de <i>Salmonella</i> spp. en carne de cerdo hornada por muestras (N=270). ....	21
<b>Tabla 13.</b> Presencia de bacterias en placas sospechosas para <i>Salmonella</i> spp.....	21
<b>Tabla 14.</b> Características de los sitios de expendio asociados a la presencia de <i>Escherichia coli</i> en carne hornada de cerdo.. ....	22
<b>Tabla 15.</b> Características de higiene del expendedor asociadas a la presencia de <i>Escherichia coli</i> en carne hornada de cerdo .....	23
<b>Tabla 16.</b> Características de la infraestructura del puesto de expendio asociadas a la presencia de <i>Escherichia coli</i> en carne hornada de cerdo .....	24
<b>Tabla 17.</b> Características de los sitios de expendio asociados a la presencia de <i>Salmonella</i> spp. en carne hornada de cerdo. ....	26
<b>Tabla 18.</b> Características de higiene del expendedor asociadas a la presencia de <i>Salmonella</i> spp. en carne hornada de cerdo .....	27

**Tabla 19.** Características de la infraestructura del puesto de expendio asociadas a la presencia de *Salmonella* spp. en carne hornada de cerdo ..... 28

## Índice de anexos:

<b>Anexo 1.</b> Mapa de la ciudad de Azogues. ....	43
<b>Anexo 2.</b> Flujograma aislamiento de <i>Escherichia coli</i> .....	43
<b>Anexo 3.</b> Flujograma aislamiento de <i>Salmonella</i> spp .....	44
<b>Anexo 4.</b> Pesaje de muestras (10g). ....	44
<b>Anexo 5.</b> Preparación de muestra madre (10g de muestras + 90 ml de agua peptonada). .....	45
<b>Anexo 6.</b> Preparación de diluciones para cultivo de <i>Escherichia coli</i> (9 ml de agua peptonada + 1ml de la muestra madre). ....	45
<b>Anexo 7.</b> Rappaport como medio de pre- enriquecimiento en cultivo de <i>Salmonella</i> spp .....	46
<b>Anexo 8.</b> Siembra por estriado en agar EMB y MacConkey .....	46
<b>Anexo 9.</b> Pases de rappaport a agares XLD y SS para cultivo de <i>Salmonella</i> spp. ....	47
<b>Anexo 10.</b> Crecimiento de <i>Escherichia coli</i> en agar EMB y Mac Conkey. ....	47
<b>Anexo 11.</b> Crecimiento de <i>Salmonella</i> spp. en agar XLD y SS. ....	48
<b>Anexo 12.</b> Pruebas bioquímicas. ....	48
<b>Anexo 13.</b> Lectura de tinciones Gram.....	49
<b>Anexo 14.</b> Confirmación por tinción Gram. ....	49
<b>Anexo 15.</b> Encuesta aplicada en los mercados y puestos independientes para determinar factores de riesgo.....	53
<b>Anexo 16.</b> Certificado de traducción del resumen .....	53

## **1. Título**

Determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornado expandida en mercados de Azogues.

## 2. Resumen

La carne de cerdo es uno de los alimentos con mayor consumo y producción en el sur del Ecuador, por lo tanto, es imprescindible garantizar la calidad, integridad e inocuidad alimentaria con el fin de precautelar la salud pública. En este sentido, este estudio tuvo la finalidad de determinar la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. y establecer los factores de riesgo asociados a la presencia de estas bacterias en carne de cerdo hornada expendida en mercados de Azogues. La investigación tuvo un diseño observacional de corte transversal en la que se recolectaron 270 muestras de carne hornada de cerdo en 30 sitios de expendio. Se analizó la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. por medio de cultivos microbiológicos y su posterior confirmación con pruebas bioquímicas. Se obtuvo un 1,11 % de *Escherichia coli* y 10 % de *Salmonella* spp. además, se identificaron otras bacterias como *Shigella* spp, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter koseri*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Morganella morganii*, *Providencia* spp y *Enterobacter cloacae*. No se evidenciaron factores asociados a los microorganismos de estudio ( $p > 0,05$ ). Por lo tanto, la carne hornada de cerdo de los mercados de Azogues presenta microorganismos que pueden afectar la salud de los consumidores por la falta de inocuidad en los alimentos. Se recomienda establecer y controlar normas en el expendio de alimentos que eviten la contaminación alimentaria, así como la ejecución de nuevos estudios con aplicación de técnicas moleculares que permitan identificar las especies que más afectan la salubridad en alimentos de origen animal.

**Palabras clave:** *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, carne de cerdo hornada, inocuidad alimentaria.

## **Abstract**

Pork is one of the most consumed and produced foods in southern Ecuador; therefore, it is essential to guarantee food quality, integrity and safety in order to safeguard public health. In this sense, the purpose of this study was to determine the presence of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. and to establish the risk factors associated with the presence of these bacteria in baked pork sold in markets in Azogues. The research had a cross-sectional observational design in which 270 samples of baked pork were collected from 30 market places. The presence of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. was analyzed by means of microbiological cultures and subsequent confirmation with biochemical tests. A 1.11 % of *Escherichia coli* and 10 % of *Salmonella* spp. were obtained, and other bacteria such as *Shigella* spp, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter koseri*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Morganella morganii*, *Providencia* spp and *Enterobacter cloacae* were also identified. There was no evidence of factors associated with the microorganisms under study ( $p > 0.05$ ). Therefore, the baked pork from the markets of Azogues has microorganisms that can affect the health of consumers due to the lack of food safety. It is recommended to establish and control norms in the sale of food to avoid food contamination, as well as the execution of new studies with the application of molecular techniques that allow the identification of the species that most affect the healthiness of foods of animal origin.

**Key words:** *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, baked pork, food safety.

### 3. Introducción

El aumento de la población y el aumento en los ingresos han impulsado el crecimiento del consumo de carne, siendo la carne de cerdo la más consumida a nivel mundial (Ministerio de Agricultura y Riego Perú, 2020). En Ecuador, en 2022 se proyectó una producción de 216,7 toneladas métricas de carne de cerdo para satisfacer la demanda y garantizar la seguridad alimentaria (Ministerio de Agricultura y Ganadería Ecuador, 2022). No obstante, esta producción ha traído consigo enfermedades de transmisión alimentaria, cuya presentación se da por la ingestión de alimentos contaminados por microorganismos o compuestos químicos en cualquier etapa de la cadena alimentaria representando un desafío para la salud pública a nivel global (González & Carroza, 2019). Los patógenos que destacan son *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (Núñez et al., 2022).

*Escherichia coli* y *Salmonella* spp. son bacterias que constituyen un riesgo en la seguridad e inocuidad alimentaria por su presentación en diferentes tipos de carne y productos pecuarios. En Estados Unidos la carne de cerdo es considerada uno de los principales reservorios y vías de transmisión de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli*, asimismo, en la Unión Europea se ha determinado la Salmonelosis como la segunda zoonosis por intoxicación alimentaria (Bergspica et al., 2020; Haque et al., 2022).

En Ecuador, las investigaciones evidencian la falta de aplicabilidad de normas de calidad e inocuidad alimentaria en el expendio de productos animales por la presentación de bacterias que amenazan la salubridad alimentaria, es así que en el 2013 se determinó la presencia de *Escherichia coli* en el 18,2 % de alimentos de centros de desarrollo infantil de la ciudad de Cuenca, el 48,92 % en carne molida de cerdo y 51,07 % en carne molida de pollo (Ortiz et al., 2020; Villarruel, 2021).

En este contexto, las intoxicaciones alimentarias por la presencia de patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. son un problema que aqueja a la población mundial porque provocan problemas en el bienestar humano requiriendo conocer los factores que inciden en la presencia de estas bacterias que causan problemas gastrointestinales en grupos susceptibles como niños y ancianos (Marcillo et al., 2019).

En consecuencia, las intoxicaciones alimentarias constituyen un problema de salud pública de importancia trascendental, en el año 2021 se reportó en el país un total de 6,728 casos.

La Salmonelosis se determina como una enfermedad de consideración, aunque los síntomas son leves y no requieren tratamiento, en algunos otros casos, como niños y ancianos, puede causar deshidratación extrema poniendo en peligro su vida. En el país se han reportado 839 casos de intoxicación alimentaria por *Salmonella* spp. siendo las provincias más afectadas Morona Santiago con 172 casos, Guayas con 147, Loja con 68 casos reportados, haciendo visible la falta de aplicabilidad de normas de inocuidad alimentaria (Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2021). Del mismo modo, el Ministerio de Salud Pública, (2023); reporta un total de 310 casos de intoxicación por *Salmonella* spp., constituyéndose como principal afectadas Guayas con 138, El Oro con 32, Loja con 24 y Cañar con 23.

Por lo tanto, en la presente investigación se propuso determinar la presencia de *E. coli* y *Salmonella* spp. y establecer los posibles factores de riesgo que contribuyen a su presencia en mercados de Azogues, que servirá como referencia de estudio para investigaciones similares en las diferentes ciudades del país, a su vez aporta a la mitigación de estos patógenos en la cadena productiva de la carne de cerdo, para cumplir con lo mencionado se planteó dos objetivos específicos:

- Identificar *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornado expandida en mercados de Azogues.
- Establecer los factores de riesgo que predisponen a la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornado expandida en mercados de Azogues.



## 4. Marco teórico

### 4.1. Enfermedades de transmisión alimentaria (ETAs)

Las enfermedades de transmisión alimentaria son causadas por la ingestión de alimentos contaminados por microorganismos o compuestos químicos en cualquier fase de la cadena alimentaria y constituyen un problema de salud pública mundial (González & González, 2019) . Los patógenos que destacan son *Salmonella* spp. *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (Mora Núñez et al., 2022).

*Escherichia coli* es un bacilo Gram negativo de entre 1,1 - 1,5 x 2 - 6 µm, es una bacteria aerobia y anaerobia facultativa, oxidasa- negativa, forma ácidos y gas. Tiene la capacidad de producir desde cuadros leves de diarrea hasta un síndrome hemolítico urémico pudiendo avanzar hasta un fallo renal agudo (Rípodas et al., 2017).

La transmisión de *Escherichia coli* se da por el consumo de alimentos contaminados como la carne cruda o poco cocida, leche cruda y hortalizas contaminadas (OMS, 2018). También se reporta su transmisión a través de la contaminación fecal de alimentos y agua, contaminación cruzada o por contacto humano directo en el proceso de preparación de los alimentos (FAO, 2009).

*Salmonella* spp. es una enterobacteria, Gram negativa, con serotipos patógenos para los animales que afectan al hombre provocando infecciones subclínicas, diarrea leve y en algunos casos una severa enfermedad sistémica (Arcos et al., 2013). Serovares como *S. enterica* serovar Typhimuirum causan enfermedades gastrointestinales en humanos, otros como *S. enterica* serovar Typhi causa una enfermedad sistémica conocida como fiebre tifoidea o salmonelosis (Barreto et al., 2016). La salmonelosis puede presentarse como una fiebre o padecimientos gastroentéricos, que si no son tratados pueden provocar alteraciones cerebrales causando la muerte en el 20 % de los pacientes que lo padecen (Michanie, 2015)

La principal fuente de salmonelosis humana es la carne de cerdo, siendo susceptible su contaminación en la granja o en las fases finales de la cadena de producción que incluye transporte, estabulación y sacrificio; la transmisión de este patógeno se da también de cerdo a cerdo (Salas et al., 2023). La causa frecuente de contagio de *Salmonella* spp. se da por falta de higiene o por una cocción inadecuada de los alimentos como carne, leche y huevos, incluso los alimentos que no contuvieran

inicialmente *Salmonella* pueden ser los causantes de una infección si entran en contacto con personas infectadas, superficies sucias o alimentos contaminados (Romero, 2020).

#### **4.2. Calidad e inocuidad alimentaria**

La calidad de un producto está dada por su capacidad de satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores, para su evaluación es imprescindible el uso de métodos subjetivos y objetivos cuando las cualidades organolépticas son las adecuadas, parámetros físico químicos como humedad, pH, densidad, etc (Escorza & Galarza, 2022). La inocuidad de los alimentos es necesaria para asegurar que al ingerir los alimentos no representen un riesgo para la salud, por lo que, se deben optar por condiciones y medidas adecuadas en el almacenamiento, distribución y preparación (Garzón, 2009).

Por otro lado, la Norma Técnica Ecuatoriana, (2013) define la inocuidad de los alimentos como la garantía de no causar daño al consumir alimentos de acuerdo con el fin destinado. Asimismo, la calidad se define como el grado en el que las características del alimento cumplen con los requisitos de inocuidad (Jiménez et al., 2012).

#### **4.3. Control de calidad en alimentos**

El control de calidad se define como una inspección necesaria en el proceso de fabricación que permite asegurar la calidad consistente del producto cuidando de exponerlo a agentes físicos, químicos y biológicos que pueden afectar la salud del consumidor (Escorza & Galarza, 2022). La contaminación biológica puede darse por la presencia de bacterias, virus, hongos, parásitos y levaduras, mientras que la contaminación química se da por el contacto con plaguicidas, fármacos veterinarios, entre otros; la contaminación física se predispone en presencia de cuerpos extraños como vidrio, polvo y fibras (Chaves, 2010).

La contaminación cruzada es una de las vías principales de transmisión de patógenos a los alimentos por la capacidad de las bacterias de adherirse a superficies dificultando su detección y eliminación (González et al., 2016). Se definen dos tipos de contaminación:

#### 4.3.1. Contaminación cruzada directa

La contaminación cruzada directa se produce cuando un alimento contaminado entra en contacto con un alimento que no lo está, tal es el caso de mezclar alimentos cocinados y crudos en la refrigeradora (Arechua, 2017).

#### 4.3.2. Contaminación cruzada indirecta

Se da por la transferencia de patógenos de un alimento a otro a través de manos, utensilios, mesas, tablas de cortar y objetos en general que se mantengan en contacto con el alimento contaminado (Jumbo, 2013).

### 4.4. Calidad microbiológica

La calidad microbiológica incide directamente en la composición microbiológica determinando vida útil, aceptación, inocuidad y por tanto la capacidad de impedir el crecimiento de microorganismos patógenos (Jiménez et al., 2012). Para determinar la calidad microbiológica se puede emplear microorganismos indicadores en niveles determinados que permiten reflejar fallas en el proceso productivo de un patógeno a diferentes niveles (Martínez & Verhelst, 2015).

#### 4.4.1. Características de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp

##### 4.4.1.1. *Escherichia coli*

*Escherichia coli* pertenece a la familia Enterobacteriaceae, género *Escherichia*, especie *coli*, se considera un bacilo Gram negativo, de cultivo fácil, móvil por flagelos peritricos. Su longitud es aproximadamente de 1 µm por 2-6 µm y requiere algunas condiciones para su crecimiento (Tabla 1) (OMS, 2016). Esta bacteria posee la capacidad de adherirse a las microvellosidades del epitelio intestinal gracias a sus componentes proteicos denominados adhesinas, mismas que se clasifican en: F1, F2, F3, F4, F41 y F165 (Rojas, 2017).

**Tabla 1.** Factores que afectan el crecimiento de *Escherichia coli*

	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura	2.5 °C	35 – 40 °C	49,4 °C
pH	4,0	6- 7	9,0
Actividad del agua	0,95	0,995	

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, (2020).

#### 4.4.1.2. *Salmonella* spp

*Salmonella* es una bacteria Gram negativa con flagelos móviles, con dos excepciones no móviles: *S. gallinarum* y *S. pullorum*, anaerobia facultativa, no esporulada. Posee dos especies, *Salmonella* entérica, con seis subespecies, y *Salmonella bongori* (OPS, 2020).

El 99 % de la salmonelosis están relacionadas con la subespecie *Salmonella entérica*, que se encuentra presente en especies animales de sangre caliente, mientras que, el resto de subespecies se encuentran en reptiles y el medio ambiente con menor potencialidad de infección (Villaruel, 2021). Requiere algunas condiciones para su crecimiento (Tabla 2).

**Tabla 2.** Factores que afectan el crecimiento de *Salmonella* spp.

	<b>Mínimo</b>	<b>Óptimo</b>	<b>Máximo</b>
Temperatura	7 °C	35 °C	46,2 °C
pH	3,8	7	9,5

Fuente: Renapra, (2018)

#### 4.5. Factores de riesgo asociados a ETAs

Los factores de riesgo son limitantes en el proceso productivo que pueden o no determinar la exposición a patógenos que afecten la calidad de la carne y por tanto la salud del consumidor, en este aspecto, algunos de ellos comprenden el transporte, manipulación, entrega y recepción, condiciones de temperatura y almacenamiento, instalaciones físicas, equipo y utensilios de cocina (Jumbo, 2013). También se incluyen prácticas como fallas en la cadena de frío de alimentos potencialmente peligrosos, preparación del alimento varias horas o días antes de su uso con inadecuado almacenamiento hasta el consumo, fallas en el proceso de cocción o calentamiento de los alimentos, manipuladores con escasas prácticas de higiene personal y uso de materias primas contaminadas para preparar un alimento que generalmente es servido crudo o la adición de alimentos crudos contaminados a otro ya cocido (OPS, 2015).

##### 4.5.1. Temperatura

Es un parámetro relacionado directamente con la inocuidad de los alimentos durante la manipulación, procesamiento y consumo. Se establece que las carnes de todo tipo, leche cruda y procesados se deben mantener a una temperatura de 4 °C para reducir

la acción de bacterias patógenos y de descomposición (Castillo, 2001). En climas cálidos y tropicales la multiplicación bacteriana y descomposición suele ser más rápida, por lo tanto, el control debe ser riguroso, estricto y controlado. Se recomienda mantener a una temperatura mínima de 65 °C alimentos cocinados, carnes, guisados, etc, al momento de servirlos; por otro lado, se recomienda en casos de alimentos ya cocinados que por alguna razón no se pudieron consumir rápidamente enfriar a una temperatura de 4 °C antes de ser recalentados y consumidos, esto evitará que el alimento pase por un período prolongado en temperaturas de 5 °C y 55 °C, y más en temperatura de 20 °C – 40 °C ya que bacterias infecciosas y de intoxicación se multiplican en los sustratos alimenticios dando origen a enfermedades gastrointestinales (Jumbo, 2013).

#### **4.5.2. Humedad relativa**

La humedad relativa influye de manera directa en la actividad de agua del alimento, si un alimento con baja actividad de agua se guarda en una atmósfera con humedad alta, la actividad de agua aumentará facilitando el deterioro por la presencia de microorganismos patógenos. Cuando la temperatura de almacenamiento es mayor, menor será la humedad relativa; a temperatura de almacenamiento menor, la humedad aumentará (Condori, 2014).

#### **4.5.3. Hábitos higiénicos del personal**

Los hábitos higiénicos del personal en la manipulación de los alimentos en las etapas productivas es la parte más crítica de la industria alimentaria por la seguridad e inocuidad que representa, por tanto, es necesario capacitar permanentemente al personal en materia de educación sanitaria, especialmente en prácticas higiénicas que incluyan la manipulación de alimentos, superficies y utensilios, para evitar contaminación y diseminación de agentes patógenos en los alimentos (Muñoz, 2013).

#### **4.5.4. Medidas higiénicas del área de trabajo**

Las medidas higiénicas del área de trabajo comprenden la desinfección y limpieza de los espacios físicos de trabajo, utensilios como cuchillos, mesas, tablas de corte, ollas, coladores, embudos, equipos de mezclado, molinos, licuadoras, rayadores, peladores, etc. Este proceso incluye, jabonado y enjuagado adecuado, esterilización e higienización, lo que es necesario ya que si no se limpian constituirán un reservorio de agentes patógenos (García & Salavarría, 2017). Se incluye también prácticas como limpiar el piso, remover los desperdicios orgánicos e inorgánicos y colocarlos en los

recipientes correspondientes, los cuales deben limpiarse periódicamente y mantenerse alejados del local de trabajo para evitar contaminación cruzada directa e indirecta (Kopper et al., 2009).

#### **4.6. Factores de riesgo asociados a *Escherichia coli* y *Salmonella spp***

##### **4.6.1. *Escherichia coli***

Estudios previos han demostrado que los factores que predisponen a la presencia de *Escherichia coli* son el uso previo de antibióticos, hospitalizaciones, infecciones frecuentes por *E. coli* nutrición artificial, estadía en hogares de paso y tratamientos de diálisis (Blanco et al., 2016). Por otro lado, Hu et al., (2020) menciona como factores de riesgo los hábitos dietéticos (dieta vegetariana), trasplantes de órganos, hemodiálisis, enfermedades neoplásicas, uso de antibióticos y viajes a países de alto riesgo.

Bergaglio & Bergaglio, (2020), afirman que existe relación entre el aumento de la presencia de *Escherichia coli* con el consumo de frutas, verduras; presencia de estanques, arroyos, estiércol animal, y la contaminación de carne que suele ocurrir en mataderos o frigoríficos por ausencia de buenas prácticas de faena y comercialización, infraestructura deficiente y condiciones sanitarias. Por otro lado, Sempértegui, (2017) asevera que, el agua contaminada, la presencia de caninos, roedores y aves en lugares de expendio de alimentos predispone a la intoxicación alimentaria por *Escherichia coli*.

##### **4.6.2. *Salmonella spp***

En lo que respecta a producciones animales, los factores de riesgo que hacen susceptibles a las poblaciones de padecer salmonelosis son la presencia de fuentes de agua alrededor de los sitios de producción animal, presencia de cerdos, sistemas mixtos de producción entre aves y cerdos, así como el contacto de cerdos con las visitas (Vega & Retamal, 2013).

Por otra parte, en la producción alimentaria los factores de riesgo que se evidencian son la manipulación y conservación inadecuada de alimentos, contaminación cruzada por las herramientas de cocina, falta de higiene en los lugares de la cadena producción, tiempos incorrectos en la cocción, congelación y descongelación (Guerrero & Pineda, 2022); así como la presencia de mamíferos

en el hogar y contacto con pacientes con padecimientos gastroentéricos (Arnedo et al., 2019).

## 5. Metodología

### 5.1. Área de estudio

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Nacional de Loja, para lo cual, se tomaron muestras de tres mercados de la ciudad de Azogues y seis puestos independientes.

La ciudad de Azogues se encuentra a una altura de 2518 m.s.n.m., con una temperatura promedio que fluctúa entre 12 y 15 °C, conformada por las parroquias: Azogues, San Francisco, Aurelio Bayas, Antonio Borrero, Cojitambo, Guapán, Javier Loyola, Luís Cordero, Pindilig, Benigno Rivera, San Miguel de Porotos y Taday (Gobierno Provincial del Cañar, 2011).

El período de duración del trabajo de campo fue de 4 semanas (entre marzo y abril) los días viernes, sábados y domingos, con un duracion total de 6 meses.

### 5.2. Procedimiento

#### 5.2.1. Enfoque metodológico

La investigación se centró en un enfoque cuantitativo que usa la recolección y análisis de datos para contestar preguntas de investigación e hipótesis previamente establecidas, basándose en la medición numérica, conteo y el uso de la estadística (Mata, 2019).

#### 5.2.2. Diseño de la investigación

Se realizó un estudio observacional de corte transversal donde se determinó la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornado expandida en mercados de Azogues.

### 5.3. Tamaño de la muestra y tipo de muestreo

Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia en el que se obtuvieron un total de 270 muestras, distribuidas en treinta sitios de expendio de los mercados y alrededores de ciudad de Azogues.

#### 5.3.1. Técnicas

El presente estudio se llevó a cabo en dos fases fundamentales: trabajo de campo y trabajo en laboratorio.



### 5.3.2. Trabajo de campo

Se recolectó 270 muestras, distribuidas en tres mercados de la ciudad de Azogues, y puntos de expendio fuera del mercado, considerando 30 puestos, 7 puestos en el primer mercado, 15 puestos en el segundo, 2 puestos en el tercer mercado y 6 puestos externos, comprendió un total de 9 muestreos tomando muestras por triplicado de cada sitio de expendio, los días viernes, sábados y domingos posteriormente se trasladaron las muestras a la ciudad de Loja. Asimismo, se empleó una encuesta que permitió tomar los datos de los sitios de expendio para determinar factores de riesgo asociados.

### 5.3.3. Trabajo en laboratorio

La unidad de muestra tomada fue de 100 g, y se la tomó según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-2. El almacenamiento y transporte de la muestra se realizó en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 776.

Asimismo, la fase de laboratorio comprendió el uso de cultivos microbiológicos y pruebas bioquímicas confirmatorias que se detallan a continuación:

- **Cultivo de *Escherichia coli***

- a) Procedimiento**

1. Pesar 10 g dentro de una bolsa estéril (manteniendo relación 1:10 con la solución de agua peptona tamponada (APT)).
2. Agregar 90 ml de APT para tener relación 1:10. Esta dilución es denominada 10<sup>-1</sup> y homogeneizar la muestra por 1 minuto
3. Tomar 1 ml y depositarlo en un tubo que contenga 9 ml de APT. Esta dilución es denominada 10<sup>-2</sup>.
4. Sembrar mediante estriación sobre agar EMB y MacConkey, las cuales se incubaron a 37 ± 1 °C por 24 horas.
5. Las colonias sospechosas se seleccionaron en base a las características de las colonias (Tabla 3).

**Tabla 3.** Identificación de *Escherichia coli* en agares

Agar	Característica
EMB	Colonias de color de brillo verde metálico
MacConkey	Colonias de color rosa o rojo

b) Pruebas bioquímicas confirmatorias

Se confirmó mediante agares diferenciales: agar TSI, agar LIA, agar SIM, agar Citrato y agar MRVP. Estos agares se incubaron a 37 °C por 24 horas. Lectura e interpretación (Tabla 4).

**Tabla 4.** Identificación de *Escherichia coli* en pruebas bioquímicas confirmatorias

Prueba bioquímica	Lectura e interpretación	Resultado
LIA	Descarboxilación de la lisina (pico violeta/fondo violeta)	+
	Desaminación de la lisina (pico rojo/fondo amarillo) - SH2	-
	ennegrecimiento del agar	-
CITRATO	Viraje de verde a azul	-
TSI	Fermenta glucosa, lactosa, sacarosa (pico amarillo/fondo amarillo)	+
	Produce gas (presencia de burbujas o ruptura del medio)	+
	SH2	-
	ennegrecimiento del agar	-
SIM	Motilidad (turbidez)	+
	Indol (presencia de color rojizo)	+
	SH2	-
	ennegrecimiento del agar	-
MRVP	Rojo de metilo (presencia de color rojo).	+
	Voges Proskauer (presencia de color rojo al agitar)	-

De las placas que tuvieron colonias sospechosas a *E. coli* se realizó la confirmación de bacilos Gram negativos mediante tinción Gram.

- **Cultivo de *Salmonella* spp**

- a) **Procedimiento**

1. Para el pre-enriquecimiento, pesar 10g de muestra en una bolsa estéril y añadir 90 ml de agua peptonada, esta dilución se denomina muestra madre. Posteriormente, en 9 ml de rappaport previamente preparado añadir 1 ml de la muestra madre e incubar a 37 ° C por 24 horas.
2. Sembrar mediante estriación sobre agar *Salmonella- Shigella* y en agar XLD. Posterior, incubar a 37 ± 1 ° C por 24 horas. Para identificar las colonias sospechosas de *Salmonella* spp. se basó en las características de las colonias (Tabla 5).

**Tabla 5.** Identificación de *Salmonella* spp en agares.

Agar	Característica
<i>Salmonella- Shiguella</i>	Colonias incoloras, transparentes, con o sin centro negro debido a la producción de sulfuro de hidrógeno.
XLD	Colonias rosadas con o sin centro negro.

- b) **Pruebas bioquímicas confirmatorias**

Se confirmó mediante agares diferenciales: agar TSI, agar LIA, agar SIM, agar Citrato y agar MRVP. Estos agares se incubaron a 37 °C por 24 horas. Después, se realiza la lectura e interpretación (Tabla 6).

**Tabla 6.** Identificación de *Salmonella* spp. en pruebas bioquímicas confirmatorias

Prueba bioquímica	Lectura e interpretación	Resultado
LIA	Descarboxilación de la lisina (pico violeta/fondo violeta)	+
	Desaminación de la lisina (pico rojo/fondo amarillo)	-
	SH2	o +

	ennegrecimiento del agar	
CITRATO	Viraje de verde a azul	+
TSI	Fermenta glucosa, lactosa, sacarosa (pico amarillo/fondo amarillo)	+
	Produce gas (presencia de burbujas o ruptura del medio)	-
	SH2	o +
	ennegrecimiento del agar	
SIM	Motilidad (turbidez)	+
	Indol (presencia de color rojizo)	-
	SH2	o +
	ennegrecimiento del agar	
MRVP	Rojo de metilo (presencia de color rojo).	+
	Voges Proskauer (presencia de color rojo al agitar)	-

De las placas que tuvieron colonias sospechosas a *Salmonella* spp., se realizó la confirmación de bacilos Gram negativos mediante tinción Gram.

#### 5.4. Variables de estudio

**Tabla 7.** Variables de estudio

Variable	Definición	Categorías	Unidades	Instrumento
<i>Variables dependientes</i>				
Resultado de cultivo microbiológico para <i>Escherichia coli</i>	Aislamiento e identificación de <i>Escherichia coli</i>	Presencia Ausencia	%	Cultivo microbiológico
Resultado de cultivo microbiológico para <i>Salmonella</i> spp	Aislamiento e identificación de <i>Salmonella</i> spp	Presencia Ausencia	%	Cultivo microbiológico
<i>Variables independientes</i>				

Variable	Definición	Categorías	Unidades	Instrumento
Temperatura	Es una magnitud de medida del calor que posee un objeto, animal o cosa.	Adecuada No adecuada	°C	Termómetro
Humedad relativa	Se define como la relación existente entre el vapor de agua contenido en el aire y y la máxima cantidad que el aire sería capaz de contener a esa temperatura.	Baja (<25%) Alta (>80%)	%	Higrómetro
Utensilios	Uso de utensilios adecuados en el proceso de preparación de la carne.	Cumple No cumple	%	Observación
Medias higiénicas	Es un serie de procedimientos que se ejecutan para preservar la inocuidad.	Cumple No cumple	%	Observación directa
Aseo del área del trabajo	Mantener el área de preparación y expendio de carne limpia.	Cumple No cumple	%	Observación directa

### **5.5. Procesamiento y análisis de la información**

Se presentaron las variables de forma descriptiva, se usaron medidas de tendencia central y dispersión para variables numéricas, frecuencias absolutas y relativas para variables categóricas. Adicionalmente, se evaluó la asociación entre los factores de riesgo y la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. a través de la prueba exacta de Fisher. En todos los casos se consideró un nivel de significancia del 5 % y se empleó el programa estadístico R versión 4.2.2.

### **5.6. Consideraciones éticas**

El presente estudio es de tipo observacional, por lo tanto, no se realizó ningún tipo de intervención en los individuos que provoquen alteraciones o riesgos en la salud de los animales en este análisis.

## 6. Resultados

### Determinación de microorganismos en carne hornada de cerdo

Las 270 muestras analizadas en los mercados de la ciudad de Azogues arrojaron los siguientes resultados:

#### *i. Escherichia coli*

Se realizó cultivos de las muestras en Agar EMB y MacConkey dando un 30 % de crecimiento de colonias (81 muestras), se tomó en consideración las características macroscópicas en agar EMB. Las muestras sospechosas fueron sometidas a pruebas bioquímicas de confirmación y se encontraron tres muestras positivas a *Escherichia coli* (Tabla 8 y 9).

**Tabla 8.** Determinación de microorganismos de *Escherichia coli* en carne de cerdo hornada por muestras (N=270).

Se determinó la presencia de *Escherichia coli* en 1,11 % de las 270 muestras de carne de cerdo hornada.

Microorganismo	N	%
<i>Escherichia coli</i>		
Presencia	3	1,11
Ausencia	267	98,88
Total	270	100

**Tabla 9.** Determinación de microorganismos de *Escherichia coli* en carne de cerdo hornada en puestos de expendio (N=30).

Se determinó mayor presencia de *Escherichia coli* en el mercado Nuevo Municipal con 43,33 %, seguido del mercado Polibio Romero Sacoto con 23,33 %, puestos independientes con 16,66 % y el mercado San Francisco con 6,66 %.

Mercados	Muestras	Presencia	%	Ausencia	%
Nuevo Municipal	15	2	6,66	13	43,33
Polibio Romero Sacoto	7	0	0	7	23,33

<b>San Francisco Puestos independientes</b>	2	0	0	2	6,66
<b>Total</b>	30	3	10	27	90

Adicionalmente, se logró identificar otras bacterias en las muestras sospechosas para *Escherichia coli* de carne de cerdo hornada tales como *Proteus vulgaris* (3,33 %), *Citrobacter koseri* (1,85 %) y *Providencia spp* (1,85 %). (Tabla 10).

**Tabla 10.** Presencia de bacterias en placas sospechosas para *Escherichia coli*

<b>Bacteria</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<i>Shigella spp</i>	2	0,74
<i>Citrobacter freundii</i>	1	0,37
<i>Citrobacter koseri</i>	5	1,85
<i>Proteus vulgaris</i>	9	3,33
<i>Proteus mirabilis</i>	1	0,37
<i>Morganella morganii</i>	2	0,74
<i>Providencia spp</i>	5	1,85
<b>Total</b>	<b>25</b>	<b>9,25</b>

**ii. *Salmonella spp.***

Se empleó un pre-enriquecimiento de la dilución madre ( $10^{-1}$ ) en caldo Rappaport, y posteriormente se cultivó en agar SS y XLD dando como resultado crecimiento en el 25,92 % de las placas (70 muestras), debido a sus características macroscópicas obtenidas en el agar SS (Color crema con centro negro) y XLD (Halo rosa con centro negro). A las colonias sospechosas se les aplicó pruebas bioquímicas para su confirmación dando como resultado 27 muestras positivas para *Salmonella spp.* (Tabla 11 y 12).

**Tabla 11.** Determinación de microorganismos *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornada por muestras (N=270).

Se determinó la presencia de *Salmonella* spp. en un total del 10 % de las muestras tomadas en los mercados.

Microorganismo	N	%
<i>Salmonella</i> spp.		
Presencia	27	10
Ausencia	243	90

**Tabla 12.** Determinación de microorganismos *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornada en puestos de expendio (N=30).

Se determinó mayor presencia de *Salmonella* spp. en el Mercado Nuevo municipal con 26,66 %, seguido del mercado Polibio Romero Sacoto con 16,66 % y puestos independientes con 13,33 %.

Mercados	Muestras	Presencia	%	Ausencia	%
<b>Nuevo Municipal</b>	15	8	26,66	7	23,33
<b>Polibio Romero Sacoto</b>	7	5	16,66	2	6,66
<b>San Francisco Puestos independientes</b>	2	0	0	2	6,66
	6	4	13,33	2	6,66
<b>Total</b>	30	17	56,66	13	43,34

De la misma manera, se logró identificar otras bacterias en las muestras sospechosas para *Salmonella* spp. de carne de cerdo hornada, tales como *Proteus vulgaris* (5,55 %), *Citrobacter koseri* (1,85 %) y *Providencia spp* (1,85 %). (Tabla 13).

**Tabla 13.** Presencia de bacterias en placas sospechosas para *Salmonella* spp.

Bacteria	N	%
<i>Shigella</i> spp	1	0,37
<i>Citrobacter freundii</i>	1	0,37
<i>Citrobacter koseri</i>	5	1,85
<i>Proteus vulgaris</i>	15	5,55
<i>Proteus mirabilis</i>	1	0,37
<i>Marganella morgani</i>	1	0,37
<i>Providencia spp</i>	5	1,85
<i>Enterobacter cloacae</i>	1	0,37
<b>Total</b>	30	11,11



**iii. Factores asociados a la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne hornada de cerdo**

No se evidenció diferencia estadística significativa asociada a la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Sin embargo, se observó que en más de la tercera parte (96,6 %) se cumple con el aseo personal, eliminación de desechos, espacios de ventilación y buen estado de salud, además todos disponen de agua potable, luz eléctrica y permisos de funcionamiento. Por otro lado, en la mayoría de los puestos se observó áreas divididas, cuentan con un lavabo, no se observa la presencia de vectores y no se observaron heridas superficiales.

No obstante, también se observa que en gran parte de los puestos de expendio no se cumple con el lavado de manos al expender, equipos de protección e indumentaria adecuada, no usan utensilios adecuados, no usan utensilios diferentes, no existe un adecuado desecho de residuos, no usan utensilios de acero inoxidable, se da el contacto entre carne cruda y cocida, no hay limpieza regular de la zona de expendio, utensilios y equipos. Las tablas de picar no se encontraban en buen estado, no se observan equipos de refrigeración, la misma persona que expende el producto manipula el dinero en el proceso, los desperdicios están cerca del lugar de expendio de alimentos, usan dispositivos electrónicos y joyas durante el expendio de la carne hornada de cerdo. Finalmente, en aspectos como uñas cortas sin esmalte y no maquillaje se observaron un incumplimiento en aproximadamente 50 % de los puestos (Tablas 14- 19).

**Tabla 14.** Características de los sitios de expendio asociados a la presencia de *Escherichia coli* en carne hornada de cerdo.

Características	<i>Escherichia coli</i>		p valor
	Positivo n (%)	Negativo n (%)	
Aseo del personal			1
Cumple	3 (10.3)	26 (89.7)	
No cumple	0 (0)	1 (100)	
Agua potable			1
Cumple	0 (0)	0 (0)	
No cumple	3 (10)	27 (90)	
Eliminación de desechos			1

Cumple	26 (89.7)	3 (10.3)	
No cumple	0 (0)	1 (100)	
Espacios de ventilación			1
Cumple	3 (10.3)	26 (89.7)	
No cumple	0 (0)	1 (100)	
Luz eléctrica			1
Cumple	3 (10)	27 (90)	
No cumple	0 (0)	0 (0)	
Buena infraestructura			1
Cumple	3 (10.7)	25 (89.3)	
No Cumple	0 (0)	2 (100)	
Permiso de funcionamiento			1
Cumple	3 (10)	27 (90)	
No cumple	0 (0)	0 (0)	

**Tabla 15.** Características de higiene del expendedor asociadas a la presencia de *Escherichia coli* en carne hornada de cerdo.

Características	<i>Escherichia coli</i>		p valor
	Positivo n (%)	Negativo n (%)	
Lavado de manos al expender			1
Cumple	0 (0)	2 (100)	
No cumple	3 (10.7)	25 (89.3)	
Usa equipo de protección			1
Cumple	0 (0)	6 (100)	
No cumple	3 (12.5)	21 (87.5)	
Utiliza mascarilla			1
Cumple	0 (0)	6 (100)	
No cumple	3 (12.5)	21 (87.5)	
Utiliza guantes			1
Cumple	0 (0)	5 (100)	
No cumple	3 (12)	22 (88)	
Uñas cortas sin esmalte			0.22
Cumple	3 (18.8)	13 (81.2)	
No cumple	0 (0)	14 (100)	

Ropa adecuada - delantal			1
Cumple	1 (10)	9 (90)	
No cumple	2 (10)	18 (90)	
Porta joyas – bisutería			1
Cumple	2 (9.10)	20 (90.9)	
No cumple	1 (12.5)	7 (87.5)	
Usa maquillaje			1
Cumple	2 (11.8)	15 (88.2)	
No cumple	12 (92.3)	1 (7.7)	
Utiliza dispositivos electrónicos			1
Cumple	2 (10)	18 (90)	
No cumple	1 (10)	9 (90)	
Expendedor manipula dinero			0.50
Cumple	2 (8.3)	22 (91.7)	
No cumple	1 (16.7)	5 (83.3)	
Utensilios correctos			1
Cumple	0 (0)	3 (100)	
No cumple	3 (11.1)	24 (88.9)	
Buen estado de salud			1
Cumple	3 (10.3)	26 (89.7)	
No cumple	0 (0)	1 (100)	
Tiene heridas superficiales			1
Cumple	3 (10.3)	26 (89.7)	
No cumple	0 (0)	1 (100)	

**Tabla 16.** Características de la infraestructura del puesto de expendio asociadas a la presencia de *Escherichia coli* en carne hornada de cerdo.

Características	<i>Escherichia coli</i>		p valor
	Positivo n (%)	Negativo n (%)	
Área expendio dividida			1
Cumple	3 (11.1)	24 (88.9)	

No cumple	0 (0)	3 (100)	
Utensilios expendio diferente			0.35
Cumple	1 (25)	3 (75)	
No cumple	2 (7.70)	24 (92.3)	
Usa diferentes utensilios			0.43
Cumple	1 (20)	4 (80)	
No cumple	2 (8)	23 (92)	
Existe lavado			1
Cumple	3 (10.7)	25 (89.3)	
No cumple	0 (0)	2 (100)	
Adecuado desecho de residuos			0.43
Cumple	1 (20)	4 (80)	
No cumple	2 (8)	23 (92)	
Utensilios acero inoxidable			1
Cumple	0 (0)	2 (100)	
No cumple	3 (10.7)	25 (89.3)	
No contacto carne cruda y cocida			1
Cumple	0 (0)	2 (100)	
No cumple	3 (10.7)	25 (89.3)	
Limpieza regular de zona de expendio			0.16
Cumple	2 (25)	6 (75)	
No cumple	1 (4.5)	21 (95.5)	
Existe presencia de vectores			0.53
Cumple	3 (14.3)	18 (85.7)	
No cumple	0 (0)	9 (100)	
Limpieza adecuada de utensilios			0.43
Cumple	1 (20)	4 (80)	
No cumple	2 (80)	23 (92)	
Tablas de picar en buen estado			0.27
Cumple	0 (0)	11 (100)	
No cumple	3 (15.8)	16 (84.2)	

Desperdicios alejados de alimentos			1
Cumple	0 (0)	2 (100)	
No cumple	3 (10.7)	25 (89.3)	
Equipos de refrigeración			0.43
Cumple	1 (20)	4 (80)	
No cumple	2 (8)	23 (92)	
Limpieza adecuada del lugar			0.19
Cumple	1 (50)	1 (50)	
No cumple	2 (7.1)	26 (92.9)	
Limpieza de equipos			1
Cumple	0 (0)	2 (100)	
No cumple	3 (10.7)	25 (89.3)	

**Tabla 17.** Características de los sitios de expendio asociados a la presencia de *Salmonella* spp. en carne hornada de cerdo.

Características	<i>Salmonella</i> spp		p valor
	Positivo n (%)	Negativo n (%)	
Aseo del personal			0.43
Cumple	17 (58.6)	12 (41.4)	
No cumple	0 (0)	1 (100)	
Agua potable			1
Cumple	17 (56.7)	13 (43.3)	
No cumple	0 (0)	0 (0)	
Eliminación de desechos			0.43
Cumple	17 (58.6)	12 (41.4)	
No cumple	0 (0)	1 (100)	
Espacios de ventilación			0.43
Cumple	17 (58.6)	12 (41.4)	
No cumple	0 (0)	1 (100)	
Luz eléctrica			1
Cumple	17 (56.7)	13 (43.3)	
No cumple	0 (0)	0 (0)	
Buena infraestructura			0.49
Cumple	15 (53.6)	13 (46.4)	

No Cumple	2 (100)	0 (0)	
Permiso de funcionamiento			1
Cumple	17 (56.7)	13 (43.3)	
No cumple	0 (0)	0 (0)	

**Tabla 18.** Características de higiene del expendedor asociadas a la presencia de *Salmonella* spp. en carne hornada de cerdo.

Características	<i>Salmonella</i> spp		p valor
	Positivo n (%)	Negativo n (%)	
Lavado de manos al expender			1
Cumple	1 (50)	1 (50)	
No cumple	16 (57.1)	12 (42.9)	
Usa equipo de protección			0.67
Cumple	4 (66.7)	2 (33.3)	
No cumple	13 (54.2)	11 (45.8)	
Utiliza mascarilla			0.67
Cumple	4 (66.7)	2 (33.3)	
No cumple	13 (54.2)	11 (45.8)	
Utiliza guantes			0.62
Cumple	2 (40)	3 (60)	
No cumple	15 (60)	10 (40)	
Uñas cortas sin esmalte			1
Cumple	9 (56.2)	7 (43.8)	
No cumple	8 (57.1)	6 (42.9)	
Ropa adecuada - delantal			1
Cumple	6 (60)	4 (40)	
No cumple	11 (55)	9 (45)	
Porta joyas – bisutería			0.69
Cumple	13 (59.1)	9 (40.9)	
No cumple	4 (50)	4 (50)	
Usa maquillaje			0.13
Cumple	12 (70.6)	5 (29.4)	
No cumple	5 (38.5)	8 (61.5)	

Utiliza dispositivos electrónicos			0.70
Cumple	12 (60)	8 (40)	
No cumple	5 (50)	5 (50)	
Expendedor manipula dinero			0.35
Cumple	15 (62.5)	9 (37.5)	
No cumple	2 (33.3)	4 (66.7)	
Utensilios correctos			1
Cumple	2 (66.7)	1 (33.3)	
No cumple	15 (55.6)	12 (44.4)	
Buen estado de salud			1
Cumple	16 (55.2)	13 (44.8)	
No cumple	1 (100)	0 (0)	
Tiene heridas superficiales			1
Cumple	16 (55.2)	13 (44.8)	
No cumple	1 (100)	0 (0)	

**Tabla 19.** Características de la infraestructura del puesto de expendio asociadas a la presencia de *Salmonella* spp. en carne hornada de cerdo.

Características	<i>Salmonella</i> spp		p valor
	Positivo n (%)	Negativo n (%)	
Área expendio dividida			1
Cumple	15 (55.6)	12 (4.44)	
No cumple	2 (66.7)	1 (33.3)	
Utensilios expendio diferente			0.29
Cumple	1 (25)	3 (75)	
No cumple	16 (61.5)	10 (38.5)	
Usa diferentes utensilios			0.62
Cumple	2 (40)	3 (60)	
No cumple	15 (60)	10 (40)	
Existe lavado			0.49
Cumple	15 (53.6)	13 (46.4)	
No cumple	2 (100)	0 (0)	
Adecuado desecho de residuos			0.62

Cumple	2 (40)	3 (60)	
No cumple	15 (60)	10 (40)	
Utensilios acero inoxidable			1
Cumple	1 (50)	1 (50)	
No cumple	16 (57.1)	12 (42.9)	
No contacto carne cruda y cocida			0.17
Cumple	0 (0)	2 (100)	
No cumple	17 (60.7)	11 (39.3)	
Limpieza regular de zona de expendio			0.24
Cumple	3 (37.5)	5 (62.5)	
No cumple	14 (63.6)	8 (36.4)	
Existe presencia de vectores			0.69
Cumple	11 (52.4)	10 (47.6)	
No cumple	6 (66.7)	3 (33.3)	
Limpieza adecuada de utensilios			0.62
Cumple	2 (40)	3 (60)	
No cumple	15 (60)	10 (40)	
Tablas de picar en buen estado			0.70
Cumple	7 (63.6)	4 (36.4)	
No cumple	10 (52.6)	9 (47.4)	
Desperdicios alejados de alimentos			0.17
Cumple	0 (0)	2 (100)	
No cumple	17 (60.7)	11 (39.3)	
Equipos de refrigeración			0.62
Cumple	2 (40)	3 (60)	
No cumple	15 (60)	10 (40)	
Limpieza adecuada del lugar			1
Cumple	1 (50)	1 (50)	
No cumple	16 (57.1)	12 (42.9)	
Limpieza de equipos			1
Cumple	1 (50)	1 (50)	
No cumple	16 (57.1)	12 (42.9)	



## 7. Discusión

En la presente investigación se identificó la presencia de *Escherichia coli* en 1,11 % de las muestras de carne hornada de cerdo en los mercados de la ciudad de Azogues, estos resultados coinciden con los trabajos de Ortiz et al. (2020) & Villarruel (2021), quienes determinaron la presencia de *Escherichia coli* en el 18,2 % de alimentos de centros de desarrollo infantil de la ciudad de Cuenca, el 48,92 % en carne molida de cerdo y 51,07 % en carne molida de pollo. Asimismo, Uscha (2023), en un estudio realizado en la ciudad de Babahoyo, determinó la presencia de *Escherichia coli* en carne de pollo en un total del 66,66 %, en este estudio se aplicó el uso de placas Petrifilm y no aplicaron pruebas bioquímicas confirmatorias, las mismas que son imprescindibles para determinar características particulares del microorganismo (Bou et al., 2011). Estos resultados se pueden explicar debido a que la carne cruda tiene mayor posibilidad de contaminación por microorganismos con relación a los alimentos cocidos (Condori, 2014). El proceso de cocción permite una transferencia de calor efectiva y homogénea proporcionando la seguridad microbiológica en el producto final al inactivar microorganismos alteradores y patógenos para la salud (Pacheco, 2023).

Con respecto a los factores de riesgo, en el presente trabajo no se evidenció diferencia estadística significativa con ningún factor relacionado con la presencia de *Escherichia coli*. Sin embargo, la presencia de esta bacteria está asociada a la deficiencia de buenas prácticas de manejo e higienización, tal es el caso de los mercados de Guayaquil, en los que se observó el 94,4 % de presencia de la bacteria en la totalidad de las muestras (Jara, 2015); información que se ratifica con López et al., (2018), quienes determinaron que la contaminación en los productos cárnicos está asociada a fallas en la cadena productiva, procesamiento o manipulación inadecuada del alimento desde su producción, transporte y consumo.

No obstante, también se observa que en gran parte de los puestos de expendio no se cumple con el lavado de manos al expender, equipos de protección e indumentaria adecuada, no usan utensilios adecuados, no usan utensilios diferentes, no existe un adecuado desecho de residuos, no usan utensilios de acero inoxidable, se da el contacto entre carne cruda y cocida, no hay limpieza regular de la zona de expendio, utensilios y equipos. Las tablas de picar no se encuentran en buen estado, no se observan equipos de refrigeración, la misma persona que expende el producto manipula el dinero en el proceso, los desperdicios están cerca del lugar de expendio de alimentos, usan dispositivos electrónicos y joyas durante el expendio de la carne hornada de cerdo. Finalmente, en aspectos como uñas cortas sin esmalte y no maquillaje se

observa un incumplimiento en aproximadamente 50 % de los puestos, características que pueden contribuir a la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornada.

Blanco, (2016), determina la asociación de la presentación de *Escherichia coli* y el uso previo de antibióticos como cefuroxima, cefalosporinas de tercera generación, aztreonam y quinolonas en las fases de la cadena productiva. Asimismo, Cameron, (2016), reitera, que el uso excesivo e incorrecto de antibióticos favorece la propagación de microorganismos, ya que si lo animales contienen microorganismos resistentes aumenta el riesgo de introducción en la cadena alimentaria y por tanto la intoxicación por microorganismos como *Escherichia coli*. Por otro lado, Vásquez, (2018), determina que los factores que inciden en la presentación de *Escherichia coli* en productos animales como la carne, son la exhibición desordenada de los productos, deficiencia en la limpieza y mal estado de los utensilios, manos sucias, uso de joyas y el no uso de uniforme completo y limpio.

Por otro lado, al analizar *Salmonella* spp. se encontró un total del 10 % de muestras positivas, datos que se asemejan con Bayas et al., (2021) quienes determinaron la presencia de *Salmonella* spp. en 37,70 % de las muestras analizadas, con mayor prevalencia en la carne de cerdo, seguida de la carne de res. Por otro lado, Arcos et al., (2013), recalcan la importancia de la limpieza e higienización en las fases de la cadena productiva ya que se determinó la presencia de *Salmonella* spp. en fases pos productivas por la contaminación de fómites ambientales y lugares de expendio con limpieza escasa. En esa misma línea, en una investigación realizada por Hidalgo (2022), se determinó la presencia en *Salmonella* spp. en 9,1 % de las muestras de carne de cerdo en mercados de la ciudad de Quito. La Salmonelosis es una enfermedad de consideración en niños y ancianos, puede causar deshidratación extrema poniendo en peligro su vida. En Ecuador, se han reportado 839 casos de intoxicación alimentaria por *Salmonella* spp. siendo las provincias más afectadas Morona Santiago con 172 casos, Guayas con 147 y Loja con 68 casos reportados (Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2021). En el mismo contexto, el Ministerio de Salud Pública (2023), reporto un total de 310 casos, distribuidos en su mayoría en la provincia del Guayas con 138 casos, El Oro con 32 casos, Loja con 24 casos y Cañar con 23 casos.

En este estudio no se determinaron factores de riesgo para la presencia de *Salmonella* spp. sin embargo, la conformación, pH, tiempo de transporte, temperatura de almacenamiento e higiene ambiental pueden modificar la contaminación por la predisposición de la carne al

crecimiento bacteriano (Coma, 2013). La presencia de *Salmonella* spp. está asociada a la temperatura y superficie de corte, es decir, cortar la carne sobre una superficie de madera aumenta la predisposición de contaminarse del microorganismo (Hidalgo, 2022). La contaminación puede darse en la obtención de la carne, la temperatura inadecuada de conservación, período de transporte y las prácticas higiénicas durante su preparación y expendio (Geresu & Desta, 2021).

La intoxicación alimentaria es un problema social, político y ambiental que aqueja al mundo por la presencia de microorganismos que causan trastornos digestivos, lo que hace necesario conocer los factores que contribuyen en la presencia de estas bacterias afectando a grupos susceptibles tales como ancianos, niños, personas inmunodeprimidas y embarazadas (Marcillo et al., 2019)

La presencia de otras bacterias tales como *Shigella* spp, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter koseri*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Morganella morganii*, *Providencia* spp y *Enterobacter cloacae*, se debe a lavado inadecuado de manos inadecuado, instalaciones inadecuadas y falta de sanidad (Vandenberg, 2018). Asimismo, Gutiérrez et al (2021), menciona como factores de incidencia en la presencia de estas bacterias, la contaminación cruzada por contacto de superficies contaminadas y el uso indiscriminado de antibióticos. Ruíz, et al (2018), reitera el uso excesivo e indiscriminado de antibióticos como la principal causa de presentación de bacterias gastrointestinales en la carne de cerdo.

## 8. Conclusiones

Se determinó la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornada expendida en mercados de Azogues, provocando el incumplimiento de la calidad e inocuidad alimentaria afectando la salud pública.

No se evidencian factores de riesgo con estadística significativa, sin embargo, se observa deficiencias en la higiene, infraestructura, utensilios y características de los lugares de expendio.

La calidad e inocuidad alimentaria se cumple de manera parcial, siendo afectada por otras bacterias como *Shigella* spp, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter koseri*, *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Morganella morganii*, *Providencia* spp y *Enterobacter cloacae*.

## **9. Recomendaciones**

Establecer, controlar y ejecutar seguimientos rigurosos en las fases de la cadena productiva para la obtención de carne expendida que permitan garantizar la inocuidad y seguridad alimentaria. Capacitar a los expendedores de alimentos sobre los factores de riesgo que contribuyen a la contaminación alimentaria, así como los requerimientos establecidos en la norma INEN con el fin de evitar la presencia de agentes patógenos en los alimentos.

Realizar más estudios con técnicas moleculares que permitan identificar bacterias, su especie y frecuencia de presentación.

## 10. Bibliografía

- Arcos-Ávila, E. C., Mora-Cardona, L., Fandiño-de Rubio, L. C., & Rondón-Barragán, I. S. (2013). Prevalencia de *Salmonella* spp. en carne porcina, plantas de beneficio y expendios del Tolima. *Orinoquia*, 17(1), 59-68.
- Arechua, E. (2017). Factores de riesgo higiénicos- sanitarios y su influencia en los servicios de alimentación de la Universidad Técnica de Babahoyo, durante el primer semestre de 2017 [Tesis de pregrado- Universidad Técnica de Babahoyo]. Ecuador. Recuperado de: <https://bit.ly/3zCmZZT>
- Arnedo-Pena, A., Vivas-Fornas, I., Meseguer-Ferrer, N., Tirado-Balaguer, M. D., Yagüe-Muñoz, A., Herrera-León, S., ... & Moreno-Muñoz, R. (2019). Risk factors of sporadic of *Salmonella* and *Salmonella* Typhimurium infections in Castellon (Spain): a matched case-control study. *Rev Enf Emerg*, 18(1), 7-16.
- Barreto, M., Castillo-Ruiz, M., y Retamal, P. (2016). *Salmonella* entérica: Una revisión de la trilogía agente, hospedero y ambiente, y su trascendencia en Chile. *Revista chilena de infectología*, 33(5), 547-557
- Bayas F., Salazar S., Beltrán K. & Verdezoto L. (2021). Aislamiento e identificación molecular de *Salmonella* spp., a partir de carnes de cerdo, res y pollo recolectadas de mercados en Guaranda. *Cienc Tecn UTEQ*: 14(2), 73-76. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.505>
- Bergaglio, J. P., & Bergaglio, O. E. (2020). Contaminación de alimentos por *Escherichia coli* y la inocuidad alimentaria como eje fundamental. *INNOVA UNTREF. Revista Argentina de Ciencia y Tecnología*.
- Bergspica, I.; Kaprou, G.; Alexa, EA; Prieto, M.; Alvarez-Ordóñez, A. (2020). *Escherichia coli* productora de  $\beta$ -lactamasa de espectro extendido (BLEE) en cerdos y carne de cerdo en la Unión Europea. *Antibióticos*, 9 (10).
- Blanco, V. M., Maya, J. J., Correa, A., Perenguez, M., Muñoz, J. S., Mota, G. & Villegas, M. V. (2016). Prevalencia y factores de riesgo para infecciones del tracto urinario de inicio en la comunidad causadas por *Escherichia coli* productor de betalactamasas de espectro extendido en Colombia. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 34(9), 559-565.

- Bou, G., Fernández-Olmos, A., García, C., Sáez-Nieto, J. A., & Valdezate, S. (2011). Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 29(8), 601-608.
- Cameron, K. (2016). Evaluación del uso de antimicrobianos como factor de riesgo relacionado con la aparición de resistencia a cefalosporinas en *Escherichia coli* y *Salmonella* en cerdos (Doctoral dissertation, Tesis Doctoral. Barcelona, España: Universitat Autònoma de Barcelona).
- Castillo, X. (2001). Evaluación de la calidad microbiológica de la carne de cerdo para consumo humano que se expende en mercados municipales y supermercados de la ciudad capital de Guatemala [Tesis de pregrado-Universidad de San Carlos de Guatemala]. Recuperado de: <https://bit.ly/3zCWNhM>
- Cháves, P. (2010). Condiciones higiénico sanitarias de los comederos públicos del Mercado Municipal Bellavista de la Ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar, propuesta de un programa educativo [Tesis de pregrado- Escuela superior politécnica de Chimborazo]. Ecuador. Recuperado de: <https://bit.ly/3zaMq3v>
- Coma J. & Piquer J., (2013). Nutrición, alimentación y efectos sobre la calidad de carne en porcino. XV Curso de Especialización. Avance en nutrición y alimentación en explotación pecuarias.
- Condori Sánchez, C. M. (2014). Deterioro y conservación de alimentos. [Tesis de pregrado Universidad Nacional de San Agustín]. Perú. Recuperado de: <https://bit.ly/3JaVWrP>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008.
- Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica. (2021). Enfermedades transmitidas por agua y alimentos, otras intoxicaciones alimentarias Ecuador, se52/2021. <https://bit.ly/3FoPX2j>
- Escorza Cedeño, E. A., & Galarza Galarza, J. C. (2022). *Diseño de un sistema de gestión de calidad e inocuidad alimentaria para una empresa de cárnicos en la ciudad de Guayaquil* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química).
- FAO. (2009). Prevención de *E. coli* en los alimentos. Marco de gestión de crisis para la cadena alimentaria. Recuperado de: <https://bit.ly/3MjWNX5>

- Garcia Loyaga, G. H., & Salavarría Barzola, L. W. (2017). Conocimientos, actitudes y prácticas de higiene en manipuladores de alimentos en quioscos de Instituciones Educativas Públicas de Ate, 2017.
- Garzón, T. (2009). La inocuidad de alimentos y el comercio internacional. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 22(3), 330-338.
- Geresu, M.A. y Desta, W.Z. (2021). Portabilidad, factores de riesgo y patrones de resistencia antimicrobiana de aislamientos de carne de res cruda en Jimma, suroeste de Etiopía. *Infección y Resistencia a Medicamentos* , 2349-2360.
- Gobierno provincial del cañar. (2011). Cantón Azogues. <https://bit.ly/3XXc0nv>
- Gómez Vega, E. (2013). *Identificación de cepas de salmonella spp resistentes a antimicrobianos, y factores de riesgo para su circulación, en aves y cerdos mantenidos en sistemas productivos de traspatio de la región del libertador general Bernardo O'Higgins, Chile* (Master's thesis, Santiago: Universidad de Chile).
- González, E. G., & Carroza, E. G. (2019). Enfermedades de Transmisión Alimentaria. Parte I. *Badajoz Veterinaria*, (16), 26-33.
- González-Rivas, F., Umaña, F. F., & Jerez, J. J. R. (2016). Biofilms: contaminación cruzada en industria alimentaria. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*, (29), 215-234.
- Gutiérrez, R., Alquicira, E. P., Varela, D. B., & Chabela, M. D. L. P. (2020). Prevalencia de microorganismos patógenos en carne de cerdo al menudeo en supermercados de la Ciudad de México. *Nacameh*, 14(1), 31-40.
- Haque, M., Bosilevac, J. M., & Chaves, B. D. (2022). A review of Shiga-toxin producing *Escherichia coli* (STEC) contamination in the raw pork production chain. *International Journal of Food Microbiology*, 377, 109832. <https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2022.109832>
- Henao Beltrán, J. S., Ramírez Aguirre, E., & Rondón-Barragán, I. S. (2012). Análisis de las Buenas Prácticas de Producción en granjas porcícolas del departamento del Tolima y factores de riesgo asociados a la presencia de *Salmonella* spp. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 7(2), 11-20.
- Hidalgo Arellano, L. R. (2022). Determinación de la prevalencia de *Salmonella enterica*, en carne de cerdo comercializada en mercados de la ciudad de Quito, los factores asociados al



riesgo de infección e identificación de genes de resistencia de las cepas por medio de métodos microbiológicos y moleculares (Master's thesis).

- Hu, Y., Matsui, Y., & W Riley, L. (2020). Risk factors for fecal carriage of drug-resistant *Escherichia coli*: a systematic review and meta-analysis. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 9(1), 1-12.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1338. Carnes y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos-cocidos. Requisitos. Recuperado de: <https://bit.ly/3z55noj>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15. Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección. Recuperado de: <https://bit.ly/3zWfCNm>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 776. Carne y productos cárnicos. Muestreo. Recuperado de: <https://bit.ly/3XRaLWD>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-2. Control microbiológico de los alimentos. Toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico. Recuperado de: <https://bit.ly/3XUgJ9c>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15. Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección. Recuperado de: <https://bit.ly/3zWfCNm>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 776. Carne y productos cárnicos. Muestreo. Recuperado de: <https://bit.ly/3XRaLWD>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-2. Control microbiológico de los alimentos. Toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico. Recuperado de: <https://bit.ly/3XUgJ9c>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2013). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2687:2013. Mercados saludables. Requisitos.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2016). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-8. Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Detección y recuento de *Escherichia coli* presuntiva por la técnica del número más probable. Recuperado de: <https://bit.ly/3OWbtNG>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2016). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-8. Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Detección y recuento de Escherichia coli presuntiva por la técnica del número más probable. Recuperado de: <https://bit.ly/3OWbtNG>
- Jara Buñay, L. V. (2015). Determinación de Escherichia coli en carne molida comercializada en los Mercados Municipales: José Mascote, Oeste y 4 Manzanas de la ciudad de Guayaquil, 2014 (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).
- Jiménez Edeza, M., Chaidez Quiroz, C., & León Félix, J. (2012). Calidad microbiológica de carne de res comercializada en el mercado municipal de Culiacán, Sinaloa. Veterinaria México , 43 (4), 273-284.
- Jumbo Arcos, A. J. (2013). Factores de Riesgo Asociados a la Aparición de Enfermedades Transmitidas por los Alimentos que se Expenden en los Bares Escolares del Área de Salud 2 de Ambato (Bachelor's thesis).
- Kopper, G., Calderón, G., Schneider, S., Domínguez, W., Gutiérrez, G., Rosell, C., & Mejía, D. (2009). Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico. Informe de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, Italia: FAO, 6, 1-194.
- López A., Burgos T., Díaz M., Mejía R. & Quinteros E. (2018). Contaminación microbiológica de la carne de pollo en 43 supermercados de El Salvador. Revista Científica del Instituto Nacional de Salud, 1(2), 45-53
- Marcillo- Carvajal, C.P. Murillo- Zavala, A.M. Peñaherrera- Ortiz, M.I. & Parrales- Pincay, I.G. (2019). Síndrome diarreico infeccioso causado por Salmonella spp. Recimundo, 3(3), [https://doi.org/10.26820/recimundo/3.\(3\).septiembre.20493-508](https://doi.org/10.26820/recimundo/3.(3).septiembre.20493-508)
- Martínez, P & Verhelst, A. (2015). Calidad microbiológica de carne bovina en plantas de beneficio. Revista@ limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria. ISSN, 1692-7125.
- Mercado, M., Ávila, J., Rey, M., Montoya, M., Carrascal, A. K., & Correa, D. X. (2012). Brotes por Salmonella spp., Staphylococcus aureus y Listeria monocytogenes asociados al consumo de pollo. Biomédica, 32(3), 375-385.
- Michanie, S. (2015). Salmonella en alimentos Cambio de paradigma. *Alimentación latinoamericana, Buenos Aires, 319*, 1-17.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería Ecuador. (2020). Primer sub-consejo consultivo porcícola del 2022 analiza el balance oferta – demanda del sector. <https://acortar.link/JUaVGo>
- Ministerio de agricultura y riego Perú. (2020). Panorama y perspectivas de la producción de carne de cerdo en el Perú. <https://acortar.link/2oKn0i>
- Ministerio de Salud Pública. (2023). Gaceta ETAS SE-10-202. <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/ETAS-SE-10.pdf>
- Muñoz, Á. B., Chaves, J. A., Rodríguez, E. C., & Realpe, M. E. (2013). *Listeria monocytogenes* en manipuladores de alimentos: un nuevo enfoque para tener en cuenta en los peligros de la industria alimentaria. *Biomédica*, 33(2), 283-291.
- Núñez, A. G. M., Herrera, J. F. O., Copa, O. E. P., & Jaramillo, K. M. P. (2022). Manejo higiénico de los alimentos y enfermedades de transmisión alimentaria. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 62(4), 804-811.
- OPS. (2015). Factores determinantes de las enfermedades transmitidas por alimentos. factores de contaminación, supervivencia y multiplicación. <https://bit.ly/3lR1jVI>
- OPS. (2020). Peligros biológicos. Recuperado de: <https://bit.ly/3RSiDFr>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). Enfermedades de transmisión alimentaria. <https://bit.ly/41k59GX>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *E. coli*. <https://bit.ly/2TgQTui>
- Ortiz-Ulloa, J., Castro, M., Ochoa, A., & Donoso, S. (2020). Revisión sistemática de estudios sobre inocuidad alimentaria en Cuenca, Ecuador, periodo 1981-2017. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 27, e020024. <https://doi.org/10.20396/san.v27i0.8654199>
- Pacheco W., Colorado Z., Agudelo E., Verbel M., Ruíz R., Palacio J. & Vélez, L. (2023). Efecto de dos sistemas de cocción sobre la transferencia de calor y la letalidad microbiana durante la cocción de jamones. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(1).
- Pitre-Guerrero, E. A., & Arias-Pineda, J. D. (2022). Presencia de *Salmonella* spp. En Carne de Pollo Crudo Comercializado en Expendios del Municipio de La Jagua de Ibirico, Cesar, Colombia y los Factores de Riesgos en Salud Pública.
- Red Nacional de protección de alimentos (RENAPRA). (2018). Salmonelosis. <https://bit.ly/3Sz46PL>

- Rípodas Navarro, A., Fernández Moreira, D., & Macho Martínez, M. (2017). Investigación de *Escherichia Coli* productor de toxinas Shiga (STEC) en carnes y derivados cárnicos. *Sanidad Militar*, 73(3), 147-152.
- Rojas, C. (2017). *Estudio de la prevalencia de Salmonella y Escherichia coli, en pollos de engorde de planteles avícolas del cantón Ibarra, mediante análisis microbiológico, PCR y RFLP, para la propuesta de un plan de manejo sanitario.* (Tesis de pregrado, PUCESI).
- Romero, B. (2020). Factores asociados a la frecuencia de *Salmonella* spp en carne de pollo comercializada en el mercado Modelo de Tingo María Huánuco-2019 [Tesis de pregrado – Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. Perú. Recuperado de: <https://bit.ly/3z3rr2n>
- Ruiz-Roldán, L., Martínez-Puchol, S., Gomes, C., Palma, N., Riveros, M., Ocampo, K., ... & Pons, M. J. (2018). Presencia de Enterobacteriaceae y *Escherichia coli* multirresistente a antimicrobianos en carne adquirida en mercados tradicionales en Lima. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 35, 425-432.
- Salas, R. G., del Río, M. M. V., & Guamán, A. A. M. (2023). Diagnóstico y transmisión de la infección alimentaria salmonelosis. Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores.
- Sanchez, I. C. (2016). Estudio epidemiológico de *Salmonella* spp en la cadena cárnica porcina de la provincia de Córdoba: Prevalencia y factores de riesgo en la producción primaria.
- Sempértegui Puente, M. A. (2017). Evaluación de la calidad microbiológica de las ensaladas frescas vendidas en dos mercados de la ciudad de Cuenca y su asociación con los factores de riesgo para adquirir enfermedades transmitidas por alimentos (Master's thesis, Universidad del Azuay).
- Uscha- Moreno, D. A. (2023). Identificación de *Escherichia coli* en carne de pollo comercializada en expendios de la ciudad de Babahoyo. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://acortar.link/5u8R7Y>
- Vandenberg, O., Gerard, M., & Kane, A. A. (2018): Patógenos entéricos bacterianos: *Clostridium difficile*, *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli* y otros, guía para el control de infecciones asociadas a la atención en salud Patógenos entéricos bacterianos: *Clostridium difficile*, *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli* y otros.
- Vásquez Tarazona, J. O. (2018). Frecuencia y factores de riesgo asociados a la contaminación por *Escherichia coli* y *Salmonella* sp. en carne de pollo comercializada en los mercados de Huánuco-2018.

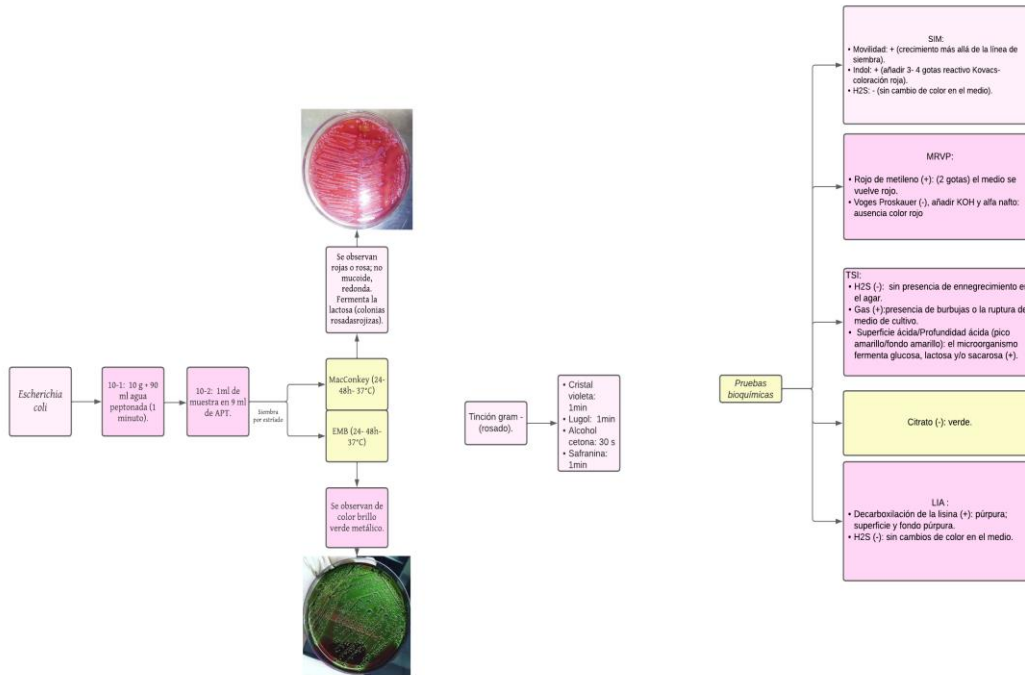
- Villarruel- Montesdeoca, M. I. (2021). Estudio de la prevalencia de Salmonella spp y E. coli en huevos comerciales para consumo humano en el cantón Ibarra, para la creación de un banco de recursos microbianos en la PUCE-SI [Thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra]. <https://doi.org/10/589>

# 11. Anexos

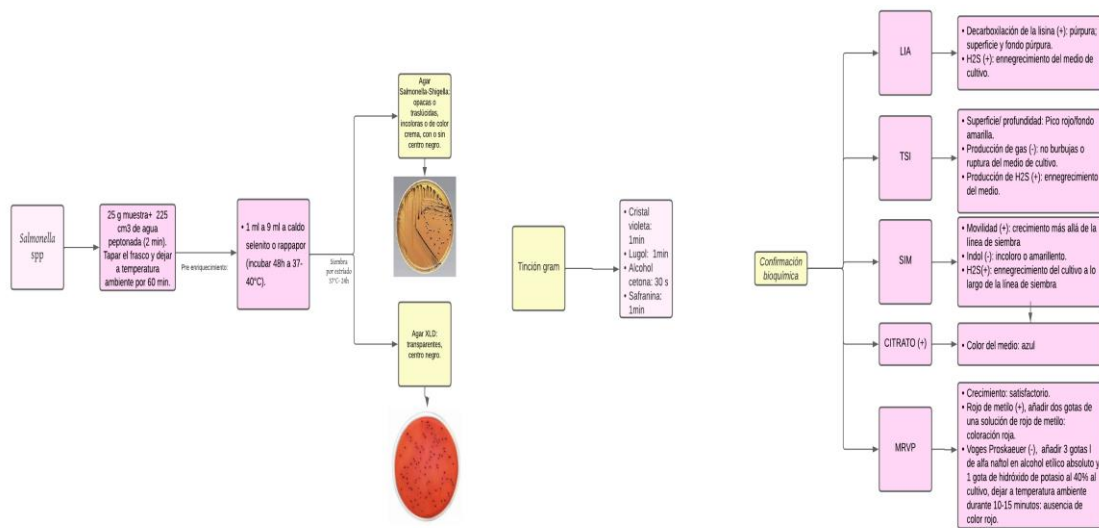
## Anexo 1. Mapa de la ciudad de Azogues



## Anexo 2. Flujograma aislamiento de *Escherichia coli*



### Anexo 3. Flujograma aislamiento de *Salmonella* spp



### Anexo 4. Pesaje de muestras (10g).



**Anexo 5.** Preparación de muestra madre (10g de muestras + 90 ml de agua peptonada).

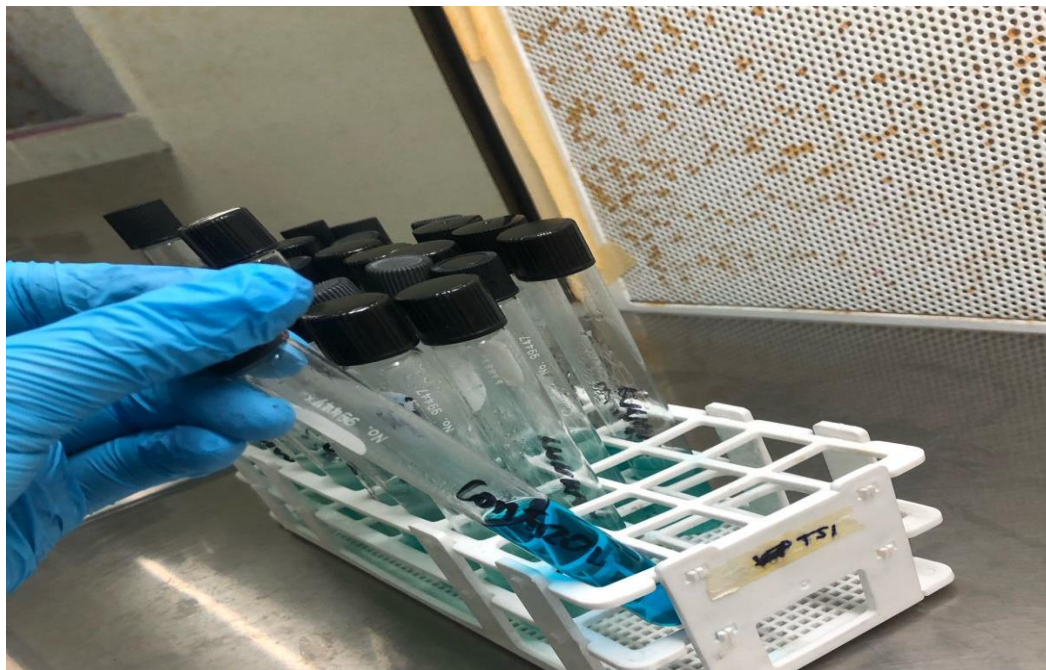


**Anexo 6.** Preparación de diluciones seriadas para cultivo de *Escherichia coli* (9 ml de agua peptonada + 1ml de la muestra madre).





**Anexo 7.** Rappaport como medio de pre- enriquecimiento en cultivo de *Salmonella* spp



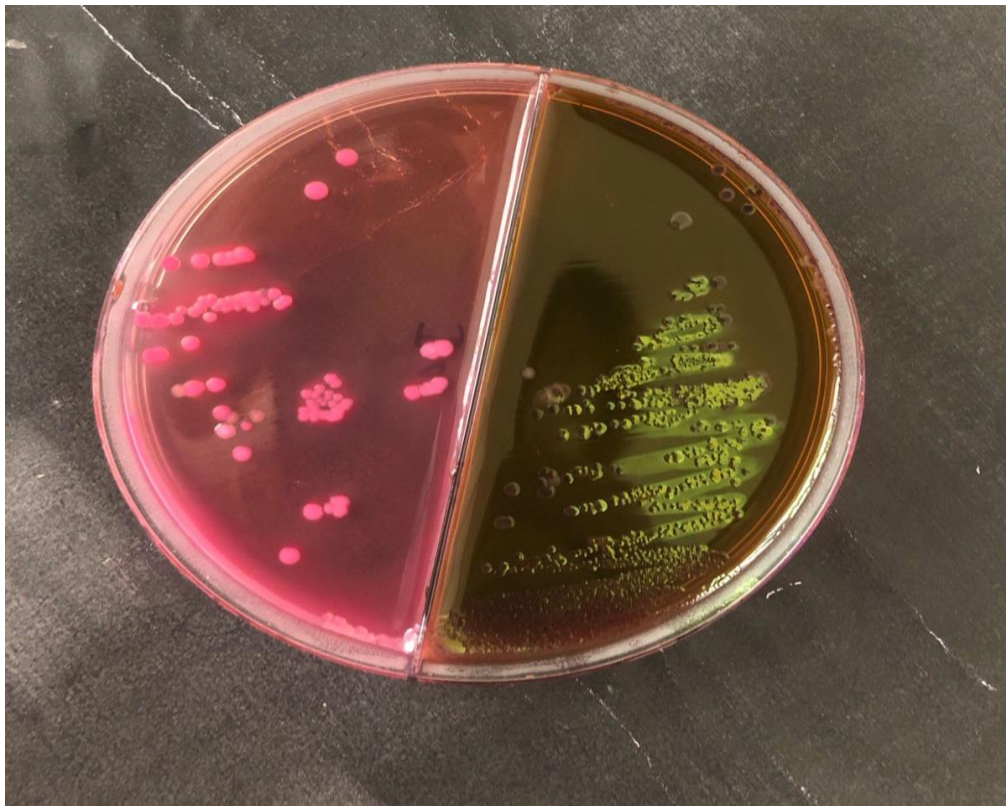
**Anexo 8.** Siembra por estriado en agar EMB y MacConkey



**Anexo 9.** Pases de rappaport a agares XLD y SS para cultivo de *Salmonella* spp.



**Anexo 10.** Crecimiento de *Escherichia coli* en agar EMB y Mac Conkey.



**Anexo 11.** Crecimiento de *Salmonella* spp en agar XLD y SS.



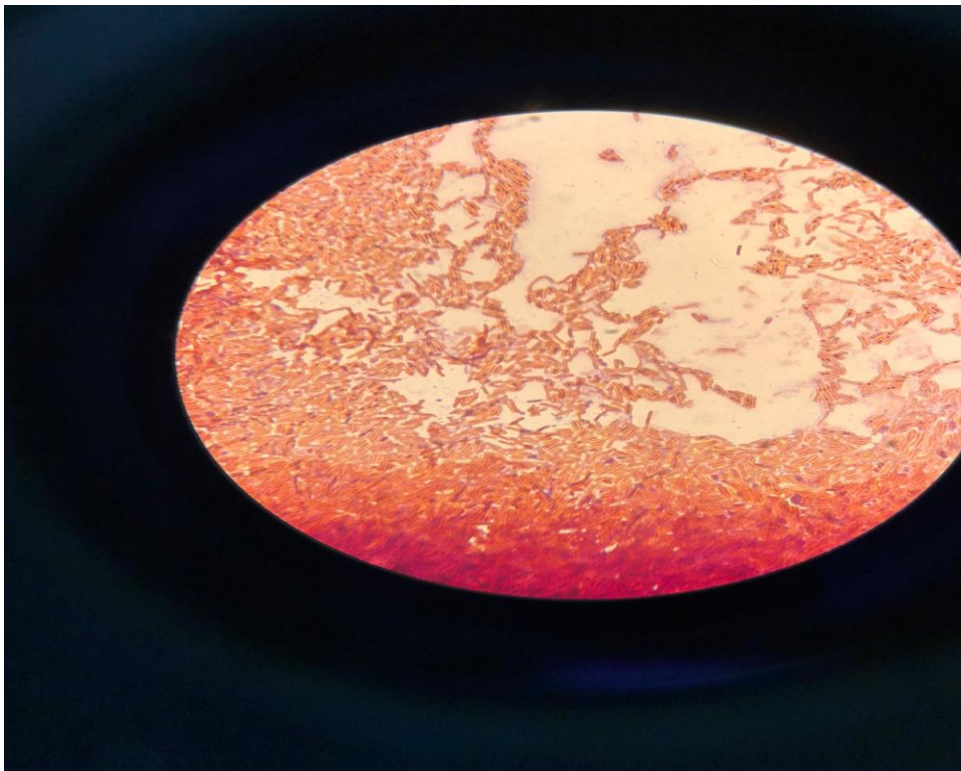
**Anexo 12.** Pruebas bioquímicas.



**Anexo 13.** Lectura de tinciones Gram



**Anexo 14.** Confirmación por tinción Gram.



**Anexo 15.** Encuesta aplicada en los mercados y puestos independientes para determinar factores de riesgo

<b>HOJA PARA TOMA DE DATOS – DETECCIÓN DE MICROORGANISMOS EN HORNADO DE LA CIUDAD DE AZOGUES</b>		
<b>Nombre del mercado:</b>		
<b>Fecha:</b>		
<b>Temperatura:</b>		
<b>Humedad:</b>		
<b>HIGIENE GENERAL DEL MERCADO</b>		
<b>FACTOR</b>	<b>CATEGORÍA</b>	
	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Personal de aseo en el mercado		
Agua potable, alcantarillado		
Eliminación correcta de desechos		
Espacios de ventilación		
Luz eléctrica		
Buenas condiciones de infraestructura		
Permisos de funcionamiento		
<b>HIGIENE DEL EXPENDEDOR</b>		
	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
Lavado de manos al expender		
Usa equipo de protección (cofia)		
Utiliza mascarilla		
Utiliza guantes		
Mantiene uñas cortas y sin esmalte		
Emplea delantal o ropa adecuada		
Porta joyas o bisutería		
Usa maquillaje		

Usa dispositivos electrónicos durante el expendio de los alimentos		
El expendedor es la misma persona que administra el dinero		
Emplea los utensilios correctos durante el expendio de los alimentos		
Presenta un buen estado de salud (Estornudos, tos, congestión nasal)		
Presenta heridas superficiales (cortes, quemaduras)		
<b>INFRAESTRUCTURA DEL PUESTO DE EXPENDIO</b>		
	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
El área de expendio está dividida por sectores		
Los utensilios empleados para el expendio son diferentes de los de preparación		
Usa diferentes utensilios para la dispensación de diferentes alimentos (cucharas, pinzas, cuchillos, tenedores, etc)		
Existe un lavabo		
Eliminación adecuada de residuos		
Los utensilios son de acero inoxidable		
La carne cocida no se encuentra en contacto con alimentos crudos		
Las zonas de expendio de alimentos se limpian regularmente		
Existe la presencia de vectores (moscas, cucarachas)		
Limpia adecuadamente los utensilios después de su uso		
Usa tablas de picar de plástico o madera y están en buen estado		
Las áreas de desperdicios están alejadas del área de preparación de alimentos		
Cuenta con los equipos necesarios para mantener en refrigeración los alimentos		

Se observa una limpieza adecuada del lugar de expendio		
Se observa una limpieza adecuada de los equipos (cocina, licuadora)		

Anexo 16. Certificado de traducción del resumen



**FINE-TUNED ENGLISH  
LANGUAGE INSTITUTE**  
*Líderes en la Enseñanza del Inglés*

Ing. María Belén Novillo Sánchez.  
ENGLISH TEACHER- FINE TUNED ENGLISH CIA LTDA.

**CERTIFICA:**

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen de tesis: **Determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo hornado expandida en mercados de Azogues** autoría de **Luisa Fernanda Cuesta Marchena** con número de cédula **1105240988**, previo a obtener el título de Médica Veterinaria en la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico en honor a la verdad y autorizo a la interesada hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Loja, 11 de octubre del 2023



Ing. María Belén Novillo Sánchez.  
ENGLISH TEACHER- FINE TUNED ENGLISH CIA LTDA.

Matriz - Loja: Macará 205-51 entre Rocafuente y Miguel Rofrío - Teléfono: 072578899  
Zamora: García Moreno y Pasaje 12 de Febrero - Teléfono: 072608169  
Yaritza: Jorge Mosquera y Luis Bastidas - Edificio Sindicato de Choferes - Teléfono: 072301329

**www.fte.edu.ec**