

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE CANALES DE POLLO (*Gallus gallus*) EN CENTROS DE FAENAMIENTO QUE SUMINISTRAN AL CANTÓN AMBATO”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUERIMIENTO  
PARA OBTENER EL GRADO DE MEDICINA VETERINARIA ZOOTECNISTA

**AUTORA:**

Carolina Beatriz Manzanillas Miranda

**TUTORA:**

Dra. Sandra Margarita Cruz Quintana

**CEVALLOS – ECUADOR**

**2023**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE CANALES DE POLLO (*Gallus gallus*) EN CENTROS  
DE FAENAMIENTO QUE SUMINISTRAN AL CANTÓN AMBATO”

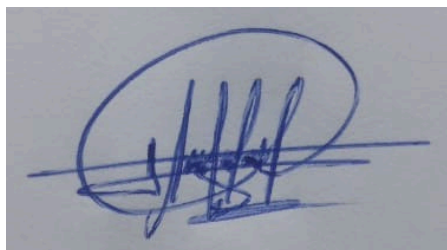
**REVISADO POR:**

.....  
**PhD. Sandra Margarita Cruz Quintana**

**TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, Carolina Beatriz Manzanillas Miranda, portador de cédula de ciudadanía número: 0604082073, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado. “CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE CANALES DE POLLO (*Gallus gallus*) EN CENTROS DE FAENAMIENTO QUE SUMINISTRAN AL CANTÓN AMBATO”, es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde indican las fuentes de información consultada.



---

Carolina Beatriz Manzanillas Miranda

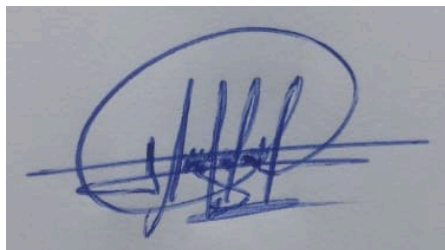
0604082073

## DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE CANALES DE POLLO (*Gallus gallus*) EN CENTROS DE FAENAMIENTO QUE SUMINISTRAN AL CANTÓN AMBATO” como uno de los requisitos previos para la obtención del Título de grado de Medicina Veterinaria Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no ponga una ganancia económica potencial y se respete los derechos de propiedad intelectual del proyecto al cual está asociado, así como el director de este.

Sin perjuicios de ejercer mi derecho de autora , autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la Publicación de este Informe Final, o parte de él.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several vertical strokes and a large loop at the top, enclosed within a horizontal line.

---

Carolina Beatriz Manzanillas Miranda

0604082073

**APROBACIÓN POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN:**

“CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE CANALES DE POLLO (*Gallus gallus*) EN CENTROS DE FAENAMIENTO QUE SUMINISTRAN AL CANTÓN AMBATO”

**APROBADO POR**

**FECHA:**

Ing. Patricio Núñez Torres, PhD

16/03/2023

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

Ing. Ricardo Guerrero

16/03/2023

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

MVZ. Dr. Roberto Almeida

16/03/2023

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres Ana Miranda y Francisco Manzanillas, mi hermana Elizabeth Manzanillas, y mis sobrinos Pranchesco Jordán, Cristopher Jordán y Delia Jordán, por cada uno de sus consejos, palabras de apoyo.

A mi novio Juan Herrera por apoyarme incondicionalmente, tanto en los momentos buenos como malos, a lo largo de este proceso.

A mis cuatro angelitos que siempre han estado presentes en cada momento de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la bendición de tener un familia maravillosa, que han creído siempre en mí y me han brindado su apoyo incondicional.

A mis padres Ana Miranda y Francisco Manzanillas, quienes han estado presentes en todo este proceso académico, por su confianza depositada en mí y su apoyo incondicional.

A mi hermana Elizabeth Manzanillas y mis sobrinos Pranchesco Jordán, Cristopher Jordán y Delia Jordán por haberme alentado a no rendirme y estar ahí siempre pendientes de mí.

A mi novio Juan Herrera por su apoyo incondicional sobretodo en los momentos difíciles a lo largo de estos años.

Quedo especialmente agradecida a mi tutora, Sandra Cruz PhD., por sus conocimientos impartidos, apoyo y paciencia brindada a lo largo de este proceso.

A todos los que contribuyeron de alguna manera a la realización satisfactoria de este nuevo logro en mi vida profesional.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	<i>i</i>
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	<i>ii</i>
DERECHOS DE AUTOR .....	<i>iii</i>
APROBACIÓN POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN .....	<i>iv</i>
DEDICATORIA .....	<i>v</i>
AGRADECIMIENTOS .....	<i>vi</i>
RESUMEN .....	<i>xv</i>
ABSTRACT.....	<i>xvi</i>
CAPÍTULO I .....	1
MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. Antecedentes Investigativos .....	1
1.2. Marco conceptual .....	6
1.2.1. <i>Características de la carne de pollo</i> .....	7
1.2.2. <i>Definición de la carne de pollo</i> .....	7
1.2.3. <i>Factores que intervienen en la inocuidad de la carne de pollo</i> .....	8
1.2.4. <i>Etapas de producción de carne de pollo</i> .....	9
1.2.5. <i>Bacterias patógenas de la canal de pollo</i> .....	12
1.2.6. <i>Listeria spp</i> .....	13
1.2.7. <i>Salmonella spp</i> .....	16
1.2.8. <i>Escherichia coli</i> .....	18
1.2.9. <i>Factores de riesgo en canales referentes a la presencia de Salmonella spp,</i> <i>Listeria spp y Escherichia coli</i> .....	22
1.2.10. <i>Mesófilos aerobios</i> .....	23
1.3. Objetivos .....	24
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	24
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	24
1.4. Hipótesis .....	25
CAPÍTULO II .....	26



<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1. Materiales, reactivos y equipos .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2. Métodos .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.1. Ubicación del experimento .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.2. Características del lugar .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.3. Toma de muestra .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.4. Pre-enriquecimiento .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.5. Siembra en agar nutritivo .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.6. Conteo de Unidades Formadoras de Colonias .....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.7. Siembra en agares selectivos .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.8. Tinción de Gram .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.9. Siembra en agar Sangre .....</b>	<b>35</b>
<b>2.2.10. Pruebas bioquímicas .....</b>	<b>36</b>
<b>2.5. Variable respuesta .....</b>	<b>38</b>
<b>2.6. Análisis estadístico .....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>48</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1. Análisis y discusión de datos .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1.1. Análisis microbiológico mediante el conteo de mesófilos aerobios (UFC/g) presentes en carne de pollo .....</b>	<b>47</b>
<b>3.1.2. Identificación de <i>Listeria spp</i> a partir de pruebas bioquímicas y tinción de Gram en muestras de carne de pollo .....</b>	<b>50</b>
<b>3.1.3. Identificación de <i>Salmonella spp</i> a partir de pruebas bioquímicas y tinción de Gram en carne de pollo .....</b>	<b>52</b>
<b>3.1.4. Interpretación de <i>E. coli</i> a partir de pruebas bioquímicas y tinción de Gram en muestras de carne de pollo .....</b>	<b>55</b>
<b>3.1.5. Determinación de factores de riesgo vinculados a la contaminación de carne de pollo procedentes de camales registrados .....</b>	<b>59</b>
<b>3.1.6. Verificación de la hipótesis .....</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>63</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>63</b>

<b>4.1. Conclusiones .....</b>	<b>63</b>
<b>4.2. Recomendaciones .....</b>	<b>64</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> .....	<b>13</b>
<i>Taxonomía de Listeria spp, Escheriachia coli y Salmonella spp</i> .....	13
<b>Tabla 2</b> .....	<b>26</b>
<i>Materiales empleados durante el muestreo</i> .....	26
<b>Tabla 3</b> .....	<b>26</b>
<i>Reactivos empleados en el análisis microbiológico de muestras de carne de pollo</i> .....	26
<b>Tabla 4</b> .....	<b>27</b>
<i>Materiales y equipos de laboratorio</i> .....	27
<b>Tabla 5</b> .....	<b>28</b>
<i>Plantas faenadoras avícolas de la provincia de Tungurahua</i> .....	28
<b>Tabla 6</b> .....	<b>30</b>
<i>Grado de calidad microbiológica de canales en base al conteo de mesófilos aerobio, UFC/g</i> ..	30
<b>Tabla 7</b> .....	<b>34</b>
<i>Interpretación de resultados de Tinción Gram</i> .....	34
<b>Tabla 8</b> .....	<b>38</b>
<i>Batería bioquímica aplicada para la identificación de Salmonellas spp</i> .....	38
<b>Tabla 9</b> .....	<b>39</b>
<i>Batería bioquímica aplicada para la identificación de E. coli</i> .....	39
<b>Tabla 10</b> .....	<b>39</b>
<i>Batería bioquímica aplicada para la identificación de Listeria spp</i> .....	39
<b>Tabla 11</b> .....	<b>40</b>
<i>Ubicación de centros de faenamiento</i> .....	40
<b>Tabla 12</b> .....	<b>40</b>
<i>Especies faenadas en los centros de faenamiento</i> .....	40
<b>Tabla 13</b> .....	<b>41</b>
<i>Calidad microbiológica del agua potable</i> .....	41
<b>Tabla 14</b> .....	<b>41</b>

<i>Capacitación del personal</i> .....	41
<b>Tabla 15</b> .....	<b>42</b>
<i>Seguridad sanitaria del personal</i> .....	42
<b>Tabla 16</b> .....	<b>42</b>
<i>Seguridad sanitaria de la zona de espera</i> .....	42
<b>Tabla 17</b> .....	<b>43</b>
<i>Seguridad sanitaria de la canal</i> .....	43
<b>Tabla 18</b> .....	<b>43</b>
<i>Fase de escaldad</i> .....	43
<b>Tabla 19</b> .....	<b>44</b>
<i>Fase de desplumado</i> .....	44
<b>Tabla 20</b> .....	<b>44</b>
<i>Fase de eviscerado</i> .....	44
<b>Tabla 21</b> .....	<b>45</b>
<i>Fase de pre-enfriamiento y enfriamiento de las canales</i> .....	45
<b>Tabla 22</b> .....	<b>45</b>
<i>Inocuidad de la canal</i> .....	45
<b>Tabla 23</b> .....	<b>51</b>
<i>Análisis microbiológico de las muestras de carne de pollo mediante el conteo de mesófilos aerobios, UFC/g (n =45)</i> .....	48
<b>Tabla 24</b> .....	<b>49</b>
<i>Relación entre camales y calidad microbiológica de la carne de pollo.</i> .....	49
<b>Tabla 25</b> .....	<b>50</b>
<i>Pruebas bioquímicas y tinción de Gram en colonias aisladas con propiedades de una presunta <i>Listeria spp</i> (n=45)</i> .....	50
<b>Tabla 26</b> .....	<b>54</b>
<i>Pruebas bioquímicas, tinción de Gram y comportamiento en agar XLD de colonias aisladas con propiedades de una presunta <i>Salmonella spp</i> (n=45)</i> .....	54
<b>Tabla 27</b> .....	<b>55</b>

<i>Pruebas bioquímicas, tinción de Gram y comportamiento en agar MacConkey de colonias aisladas con propiedades de una presunta E. coli (n=45)</i> .....	55
<b>Tabla 28</b> .....	<b>58</b>
<i>Identificación presuntiva de Listeria spp, Salmonella spp y E. coli en muestras de carne de pollo tomadas de las diferentes plantas faenadoras (n= 45)</i> .....	58
<b>Tabla 29</b> .....	<b>59</b>
<i>Ficha de evaluación de las plantas faenadoras</i> .....	59
<b>Tabla 30</b> .....	<b>60</b>
<i>Puntos críticos relacionados con la contaminación de la carne de pollo (n=45)</i> .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> .....	<b>35</b>
<i>Tipos de hemolisis en medios de agar sangre</i> .....	35
<b>Figura 2</b> .....	<b>36</b>
<i>Interpretación de resultados del Test de TSI</i> .....	36
<b>Figura 3</b> .....	<b>47</b>
<i>Placas de agar nutritivo con ausencia o presencia de mesófilos aerobios, UFC/g</i> .....	47
<b>Figura 4</b> .....	<b>51</b>
<i>Desarrollo bacteriano en agar Listeria Cromogénico modificado, crecimiento a 4 °C, hemolisis <math>\beta</math> y tinción de Gram objetivo de 100x</i> .....	51
<b>Figura 5</b> .....	<b>53</b>
<i>Desarrollo bacteriano en agar XLD, reacción a la prueba de TSI y tinción de Gram objetivo de 100x</i> .....	53
<b>Figura 6</b> .....	<b>56</b>
<i>Desarrollo bacteriano en agar MacConkey, reacción a la prueba de TSI y tinción de Gram objetivo de 100x</i> .....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> .....	<b>76</b>
<i>Visita a la faenadora de aves El Placer, Pillaro</i> .....	76
<b>Anexo 2</b> .....	<b>76</b>
<i>Etapas de producción de la carne de pollo: Área de espera</i> .....	76
<b>Anexo 3</b> .....	<b>77</b>
<i>Etapas de producción de la carne de pollo: Área sucia</i> .....	77
<b>Anexo 4</b> .....	<b>78</b>
<i>Etapas de producción de la carne de pollo: Área limpia</i> .....	78
<b>Anexo 5</b> .....	<b>79</b>
<i>Incubación del caldo de pre-enriquecimiento a 37°/24h</i> .....	79
<b>Anexo 6</b> .....	<b>79</b>
<i>Preparación de agar triple azúcar hierro</i> .....	79
<b>Anexo 7</b> .....	<b>79</b>
<i>Preparación de agares selectivos</i> .....	79
<b>Anexo 8</b> .....	<b>80</b>
<i>Inoculación de las diluciones seriadas en agar nutritivo</i> .....	80
<b>Anexo 9</b> .....	<b>80</b>
<i>Siembra en agares selectivos</i> .....	80
<b>Anexo 10</b> .....	<b>80</b>
<i>Interpretación de los agares selectivos inoculados y previamente incubados</i> .....	80
<b>Anexo 11</b> .....	<b>81</b>
<i>Pruebas bioquímicas</i> .....	81
<b>Anexo 12</b> .....	<b>82</b>
<i>Plantas faenadoras de la provincia de Tungurahua con certificado de MABIO</i> .....	82
<b>Anexo 13</b> .....	<b>83</b>
<i>Codificación y distribución de las muestras para el análisis microbiológico en carne de pollo procedente de plantas faenadoras</i> .....	83

## RESUMEN

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) son un problema de salud pública, en el que las bacterias tienen mayor incidencia en las infecciones diarreicas. En consecuencia, la inocuidad de alimentos es un problema significativo a nivel mundial, debido a que, en las áreas de obtención de la canal de pollo puede haber diferentes puntos de contaminación cruzada, siendo *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter* spp y *Listeria monocytogenes* los patógenos más frecuente. Por lo cual el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad microbiológica de canales de pollo (*Gallus gallus*) en centros de faenamiento que suministran al cantón Ambato. La metodología que se utilizó consistió en tomar 45 muestras de carne de pollo, tomando 5 muestras por camal; con las que se trabajó en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica de Ambato, realizando conteo de aerobios mesófilos, siembra en agar selectivos como agar Listeria Cromogénico modificado, agar MacConkey, agar, agar Peptona Bufferada, agar Nutritivo, agar Xilosa Lisina Desoxicolato, agar Triple Azúcar Hierro, tinción de Gram, test de oxidasa y catalasa.

El resultado que se obtuvo en las 45 de muestras recolectadas en los nueve diferentes camales fueron, 11 muestras con valores de  $1.05 \times 10^6$  UFC/g, 4 con valores de  $9.18 \times 10^6$  UFC/g y 30 muestras con valores mayores a  $1.0 \times 10^7$  UFC/g, con un recuento promedio de  $4.03 \times 10^7$  UFC/g. De igual manera de las 45 muestras se identificó 2 muestras de *Listeria*. spp, 16 muestras de *Salmonella* spp y 42 muestras de *Escherichia coli*. Por otro lado, los factores de riesgo con mayor incidencia en la contaminación de la carne de pollo fueron la calidad microbiológica del agua potable, seguridad sanitaria de los operarios, capacitación del personal, la fase de escaldado, eviscerado, pre-enfriamiento, enfriamiento de la carne de pollo e inocuidad de la misma.

**Palabra clave:** aerobios mesófilos, *Listeria*. spp, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, factores de riesgo



## ABSTRACT

Foodborne diseases (ETA) are a public health problem, in which bacteria have a higher incidence in diarrheal infections. Consequently, food safety is a significant problem worldwide, because, in the areas where chicken carcasses are obtained, there may be different points of cross contamination, being *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter* spp and *Listeria monocytogenes* the most frequent pathogens. Therefore, the objective of this work was to evaluate the microbiological quality of chicken carcasses (*Gallus gallus*) in slaughterhouses that supply the Ambato canton. The methodology that was used consisted of taking 45 samples of chicken meat, taking 5 samples per slaughterhouse; with which we worked in the Microbiology Laboratory of the Technical University of Ambato, counting mesophilic aerobics, sowing on selective agar such as Modified Chromogenic Listeria agar, MacConkey agar, agar, Buffered Peptone agar, Nutrient agar, Xylose Lysine Deoxycholate agar, Triple Sugar Iron agar, Gram stain, oxidase and catalase test.

The result that was obtained in the 45 samples collected in the nine different slaughterhouses were, 11 samples with values of  $1.05 \times 10^6$  CFU/g, 4 with values of  $9.18 \times 10^6$  CFU/g and 30 samples with values greater than  $1.0 \times 10^7$  CFU/g, with an average count of  $4.03 \times 10^7$  CFU/g. In the same way, of the 45 samples were identified, 2 samples of *Listeria* spp, 16 samples of *Salmonella* spp and 42 samples of *Escherichia coli*. On the other hand, the risk factors with the highest incidence in the contamination of chicken meat were the microbiological quality of drinking water, operator health safety, staff training, the scalding phase, evisceration, pre-cooling, cooling of the chicken meat and its safety.

Key word: aerobic mesophiles, *Listeria*. spp, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, risk factors

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Antecedentes investigativos

La investigación elaborada por Moya-Jerez (2020) permitió identificar *Salmonella* spp en 50 muestras aleatorias de músculos y vísceras de pollo. La recolección se realizó en nueve centros de faenamiento de la parroquia Maldonado de la ciudad de Riobamba. Las muestras fueron pre-enriquecidas en 225 mL de agua peptonada con 25 g de pollo, después fueron sembrados en agares selectivos (agar *Salmonella* Shigela y agar MacConkey), para finalmente realizar pruebas bioquímicas (Urea, Citrato, MIO, agar Lisina Hierro) y antibiograma (agar Kirby-Bauer). Los resultados obtenidos dieron negativo a *Salmonella* spp. Sin embargo, se identificaron Enterobacteriaceae (gramnegativo) que representan un elevado riesgo para la salud pública como: *Proteus vulgaris* (4%), *Proteus mirabilis* (40%), *Klebsiella oxytoca* (2%), *Enterobacter aerógenes* (2%), *Citrobacter freundii* (48%) y *Citrobacter diversus* (4%).

Villacís-Jara et al. (2020), llevaron a cabo un estudio microbiológico para determinar la presencia y sensibilidad antibiótica *Salmonella* spp y *E. coli* en canales de pollo. El estudio se realizó en faenadoras de 18 provincias del país incluyendo Tungurahua y se analizaron 383 muestras de pollo (carne), mediante técnicas microbiológicas (pre-enriquecimiento y siembra en agar selectivo) y pruebas bioquímicas (Kit Bis Beg) para el aislamiento de estas dos enterobacterias. Por otro lado, en dicha investigación se aplicó la técnica Kirby-Bauer para validar la resistencia antibiótica. Los resultados obtenidos reflejaron que 148 sepas de *E. coli* y 20 de *Salmonella* spp manifestaron resistencia a los siguientes antibióticos: aminoglucósidos, fenicoles, tetraciclinas, cefalosporinas, betalactámicos y cotrimoxazol. Es así que, se evidenció que el uso constante de antibióticos en las producciones avícolas es una de las causas de la presencia de estas dos bacterias en canales de pollo.

Otra de las investigaciones realizadas en Ecuador fue elaborada por Villagómez-Estrada et al. (2017), en el que el objetivo fue aislar serovariedades y evaluar la resistencia de antibióticos de *Salmonella enterica* en una industria avícola en el país. La investigación contó con una población de 289 muestras las cuales fueron

divididas en tres puntos: planta de balanceado (194), granja avícola (41) y planta faenadora (54). El análisis fue realizado en fracciones de piel procedentes del área de la pechuga, cuatro tomadas antes del ingreso al tanque de pre-enfriamiento y otras cuatro a la salida de éste. Por consiguiente, se obtuvo un total de 48 muestras y de seis pools cecales las cuales fueron analizadas mediante pruebas bioquímicas, serotipificación y técnicas microbiológicas. Los resultados obtenidos de las muestras de piel presentaron resistencia elevada a antibióticos, dieron positivo a *Salmonella infantis* (79.16%) tanto de los ejemplares tomados antes y después del proceso de pre-enfriamiento y también presentaron positivo a *Salmonella infantis* (50%). Por lo que, los autores propusieron que una de las posibles causas de contaminación cruzada durante el procesamiento de canales, puede estar relacionada con el escaldado, eviscerado y uso frecuente de antibióticos.

Una investigación realizada en Tailandia por parte de Klaharn et al. (2022) evaluó los factores de riesgo de contaminación bacteriana de canales de pollo en centros de faenamiento registrados en 77 provincias. En dicho trabajo de investigación se recolectaron de manera aleatoria 1.707 muestras de carne obtenidas de 569 canales. Las muestras tomadas fueron analizadas microbiológicamente en los laboratorios del departamento diagnóstico. En los resultados obtenidos de la población total se identificó la presencia de: *Salmonella* spp (33.4%), *Enterococcus* spp (24.7%), *Escherichia coli* (33.3%) y *Staphylococcus aureus* (6.3%). Además, los investigadores demostraron que durante el proceso de producción los puntos críticos son la estructura del centro, el escaldado, los equipos y eviscerados.

En Latino América Cabrera-Marino et al. (2021) realizó la evaluación microbiológica y ambiental en plantas de faenamiento (dos formales y cuatro informales) y carcasas de pollo, en Coronel Portillo, Perú. La población estuvo conformada por 30 carcasas y muestras ambientales las cuales fueron evaluadas mediante métodos microbiológicos y conteo de mesófilos aerobios de unidades formadoras de colonias (UFC). Por lo cual, los analistas identificaron en carcasas las siguientes bacterias: *Proteus* spp, *Bacillus* spp, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp y *Enterobacter cloacae* con mayor prevalencia en plantas informales. Mientras que, en el conteo UFC de faenadoras informales obtuvieron resultados inaceptables de hongos y mesófilos aerobios (39.17; 3.11 Log UFC/placa), al igual que, en los centros

formales con 1.34 Log UFC/placa Enterobacterias. Por consiguiente, los investigadores propusieron tomar en cuenta el proceso de manipulación y cocción del producto, ya que, a temperaturas altas la mayoría de las bacterias son degradadas.

Khan et al. (2021) presentó un estudio en cuatro camales avícolas en Trinidad para identificar los principales factores de riesgo conectados con la presencia de *Salmonella* spp. Los investigadores, recolectaron 90 muestras de hisopado cloacal previo al aturdimiento, 45 canales pre-evisceradas, 45 canales post-evisceradas, 45 canales procedentes del chiller, 45 paquetes de porciones de pollo (nueve piernas, nueve muslos, nueve alas, nueve pechugas y nueve cajas de porciones mixtas), 90 muestras de fracciones de piel tomadas del cuello y 36 muestras de agua procedente del chiller. Las muestras fueron analizadas mediante la técnica de pre-enriquecimiento con agua peptonada, siembra en agares selectivos, una batería de pruebas bioquímicas, PCR, antibiograma para la identificación de *Salmonella* spp. Adicionalmente, el equipo de investigación evaluó los camales mediante una guía de observación para identificar los factores de riesgo. Es así que, los resultados dieron positivo a *Salmonella* spp 23 canales previo del eviscerado, 17 posterior del eviscerado, 25 porciones de piel, dos muestras de agua del chiller, 20 carcasas procedentes del chiller y diez envases de porciones de pollo. El trabajo de campo relevó que la presencia elevada de *Salmonella* spp (*Infantis*, *Enteritidis* y *Javiana*) puede estar influenciado por la espera prolongada de aves en la zona de recepción (> 10 h), el tratamiento del agua con cloro, la aplicación de pre-enfriadores, desinfectantes durante la jornada, así como el manejo de residuos, mortalidad aviar y enfermedad de las mismas.

En Jiangsu ciudad de China Gu et al. (2020) llevó a cabo un estudio con el objetivo identificar la prevalencia y evaluar la resistencia antimicrobiana de *Salmonella* spp en canales de pollo y en el ambiente en plantas procesadoras. Los investigadores recolectaron 40 muestras ambientales y 160 hisopados de canales durante dos visitas hechas en la planta procesadora y mediante cuatro fases de recolección (subdivisión, evisceración, enfriamiento, escaldado y depilado). Los evaluadores aplicaron técnicas microbiológicas, pruebas bioquímicas, PCR y antibiograma para reportar los resultados. De manera que, se expuso que en las canales se dió positivo a *Salmonella* spp en subdivisión (70%), evisceración (60%), enfriamiento (70%), escaldado y depilado (17.5%). Por otro lado, se reportó que las

muestras ambientales fueron positivas a *Salmonella* spp el 72.5%, teniendo mayor incidencia en el área de subdivisión, evisceración y enfriamiento. Los serotipos identificados fueron: *S. kentucky*, *S. hadar*, *S. enteritidis*, *S. corvallis* y *S. indiana* presente en todas las muestras evaluadas. Finalmente, la investigación hace hincapié que la higiene ambiental en cada una de las fases de procesamiento es uno de los factores significativos en la contaminación de las canales, ya que, la incidencia en tres etapas fue elevada.

Moura et al. (2019) planteó un estudio para identificar *Listeria monocytogenes*, conjuntamente con otras especies vinculadas con la contaminación de las canales de pollo. El equipo investigador recolectó las muestras en un centro de faenamiento durante las diez visitas obteniendo una población de 100 ejemplares dividio en 20 luego del eviscerado, 20 una vez refrigerado, 20 canales congeladas, 20 muslos congelados y 20 hisopados de tablas y cuchillos. Para el aislamiento de *Listeria* spp los investigadores utilizaron agar Oxford modificado, pruebas morfológicas, bioquímicas y PCR en tiempo real. Los resultados reportados fueron 0% de *Listeria* spp, 30% de *Listeria monocytogenes* muslos congelados, al igual que en tablas y cuchillos (30%), incidencia elevada de *Listeria* spp en tanques de enfriamiento y falso negativo en canales congeladas. La información obtenida determinó que la ausencia de *Listeria* spp luego de la evisceración se atribuye a la exposición a temperaturas elevadas durante el escaldado. Por otro lado, los autores atribuyen que existe una mayor incidencia de contaminación en la zona de corte y enfriado.

Mpundu et al. (2019) realizaron un estudio en dos centros de faenamiento en Lusaka dirigido a la identificación de *Salmonella* spp y *E. coli* y evaluar los factores de riesgo mediante una ficha de observación. Los investigadores recolectaron 40 hisopados de canales por cada planta de procesamiento. Las muestras fueron tomadas luego del eviscerado y previo al envasado del producto, de igual manera, tomaron muestras de agua del pre-enfriador previo al lavado de la canal y posterior al lavado de ésta. En los resultados observaron un recuento de coliformes del 70% (*Salmonella* spp 2.5%, *E. coli* 55%) de la población, en el que, el 65% de *E. coli* se presentó en la fase previo al envasado y el 35% posterior al eviscerado. Por otro lado, las muestras de agua dieron positiva a *E.coli* exclusivamente luego del lavado de la canal. Por lo que, el equipo de investigación refleja que los factores de riesgo responsables de la

contaminación cruzada son la indumentaria del personal, la inspección de las aves en el área de espera, carente higiene de la planta y de los trabajadores, escasa capacitación de manipulación de productos y falta de inspecciones regulares de la planta faenadora por parte de un médico veterinario.

En un estudio realizado por Molero-Saras (2012) se ejecutó un análisis microbiológico en centros de beneficio ubicados en el Estado Zulia, Venezuela. Los investigadores recolectaron 30 muestras de contenido fecal (A), 30 muestras de carne pre enfriadas (B), 30 muestras enfriadas (C), 30 muestras envasadas (D), 30 muestras de agua procedentes del tanque pre enfriado (E) y enfriado (F) respectivamente. Las muestras fueron analizadas mediante métodos de enriquecimiento, pruebas microbiológicas, batería bioquímica y PCR en tiempo real, a fin de identificar la presencia de mesófilos aerobios, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella* spp. Los resultados revelaron positivo a *Salmonella* spp; 100% (A), 60% (B), 46.6% (C), 60% (D), 73.3% (E) y 60% (F); las muestras positivo a *Listeria monocytogenes* 73.3% (A), 26.6% (B), 33.3% (C), 20% (D), 26.6% (E) y 26.6% (F) y, por último, la incidencia de mesófilos aerobios fue: 60% (A), 50% (B), 46.6% (C), 40% (D), 53.3% (E) y 46.6% (F). Por lo que, el equipo de autores determinó que una de las causas de la incidencia elevada de *Salmonella* spp puede estar relacionada con la falta de conocimiento epidemiológico de las granjas avícolas. Por otro lado, se reportó que la incidencia elevada de mesófilos aerobios y *Listeria monocytogenes* está relacionada por la falta de capacitación al personal sobre el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HAPPC).

## 1.2. Marco conceptual

En los últimos años la demanda de carne de pollo ha incrementado, debido al crecimiento demográfico, asequibilidad económica y alto valor biológico de esta proteína (OCDE y FAO, 2021). Por lo que, analistas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022) pronostican que la producción mundial de carne de esta ave alcance 139 millones de toneladas en 2023, con un incremento del 0.8%. Siendo así, Estados Unidos el productor mayor de carne de pollo con un crecimiento de 1.6% en 2022, consecutivo de Brasil y China, siendo estos los principales consumidores y exportadores de esta proteína (FIRA, 2022). En base al último reporte emitido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2022), China satisface la demanda local de pollo y la producción adicional representa cinco por ciento de sus exportaciones. Por otro lado, en Ecuador la producción de esta ave fue de 494 toneladas en 2021, suficiente para satisfacer el consumo per cápita 27,72 kg/persona/año del país. Entre las provincias ecuatorianas destacadas en la producción avícola se encuentran: Cotopaxi, Guayas, Manabí, Imbabura, El Oro, Pichincha, Santo Domingo, Pastaza y Tungurahua (CONAVE, 2021).

La carne de pollo al igual que otras proteínas de origen animal son susceptibles a la contaminación microbiológica, debido a condiciones fisicoquímicas como pH neutro, propiedades nutricionales, actividad de agua y temperatura (MDA, 2011). Estos factores fisicoquímicos intervienen en el desarrollo de bacterias patógenas responsables de Enfermedades de Transmisión Alimentaria (ETA). Las ETA hace referencia a las intoxicaciones o infecciones alimentarias generadas por la incubación corta (2 a 48 h) de parásitos, virus, bacterias y hongos en alimentos o agua. Esta patología se produce cuando los alimentos presentan una población viral de  $10^1$  a  $10^2$  o  $10^{6-8}$  unidades formadoras de colonias (Maier-Neumann, 2021). Las ETA generan trastornos gastrointestinales, fiebre, abortos, sepsis e incluso la muerte, afectando así a la salud humana y economía del país (Soto et al., 2016).

El 90% de ETA son generadas por bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter* spp y *Listeria monocytogenes* (Tasayco y Vásquez, 2020). El Sistema Integrado de Vigilancia (SIVE-Alerta) en el año actual reportó 1 377 casos de ETA en

Ecuador, en el que, la mayoría de las intoxicaciones alimentarias fueron identificados en la provincia de Pichincha. Otros de los brotes reportados por el SIVE en Ecuador fueron 180 casos de fiebre tifoidea, 48 casos de Hepatitis A, 34 casos de Shigelosis y 229 de salmonelosis (MSP, 2023).

Los factores de riesgo relacionados a las ETA pueden desarrollarse en diferentes puntos de la cadena agroalimentaria. Por lo que, la manipulación adecuada en granjas avícolas, plantas de faenamiento y puntos de expendio inhibe la contaminación de la carne con microorganismos patógenos (FAO, 2013). Consecuentemente, es fundamental la implementación de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) para disminuir los factores de riesgo que permitan alterar la inocuidad de la canal (Vásquez-Mejía, 2021).

La presente investigación se realizó con la finalidad de identificar los factores de riesgo de contaminación de la canal de pollo en centros de faenamiento que suministran al cantón Ambato. Además, se estudió la presencia de *Listeria* spp, *Escherichia coli* y *Salmonella* spp en canales de pollo, con el objetivo de identificar las diferentes fuentes de contaminación microbiológica.

### **1.2.1. Características de la carne de pollo**

El pollo es uno de los alimentos con alto valor biológico, puesto que 150 g de carne sin piel aporta 176 kcal, 5g de grasas y 32.7 g de proteína. Así también, este alimento posee un elevado porcentaje de vitaminas y minerales entre los que destaca el sodio (91 mg), fósforo (323 mg) y hierro (0.7 mg) (CINCAP, 2022). Por lo tanto, se trata de un producto cárnico clave en la dieta diaria de infantes, adultos y geriátricos. Así también, diferentes estudios revelan que el consumo de pollo podría mejorar el metabolismo, sistema inmunológico y nervioso (CONAVE, 2021).

### **1.2.2. Definición de la canal de pollo**

Una canal hace referencia al cuerpo del pollo una vez sacrificada el ave. Por lo tanto, no incluye la cabeza, vísceras, cuello y extremidades. Es así que, queda la parte del esqueleto, músculo y grasa del pollo. La canal se trata de una etapa intermedia para



la obtención de la carne de pollo. Por lo que, el tejido blando y muscular es la porción comestible obtenida al finalizar el proceso de faenado (Canet., et al. 2018).

### ***1.2.3. Factores que intervienen en la inocuidad de la canal de pollo***

Un producto alimenticio es inocuo, cuando después de ser consumido o preparado no genera daño alguno a la salud humana (Canet., et al. 2018). El canal de pollo es susceptible a diferentes medios de contaminación. Por lo tanto, para mantener la inocuidad de los productos cárnicos es importante emplear diferentes factores de control como la temperatura, actividad del agua, potencial de óxido-reducción (Eh), potencial hidrógeno (pH) y requerimientos nutricionales, los cuales aceleren o inhiben la proliferación microbiana (Rodríguez Andrade., et al. 2020).

- **Temperatura**

Inmediatamente al iniciar el proceso de faenamiento la carne del pollo alcanza la temperatura de 37 °C siendo susceptible al desarrollo de diferentes tipos de bacterias (Canet., et al. 2018). Dado que éstas tienen la capacidad de desarrollarse a diferentes temperaturas dichos microorganismos se dividen en tres diferentes tipos. Las bacterias capaces de crecer en un medio de -5 °C a 30 °C se denominan criófilas. Mientras que, las bacterias que se desarrollan en un medio de 20 °C a 45 °C toman el nombre de mesófilas. Y finalmente, las bacterias capaces de crecer en un medio de 25 °C a 80 °C se denominan termófilas (Romero Caballero, 2018).

- **Actividad de agua (Aw)**

La actividad de agua hace referencia al porcentaje de agua libre presente en un alimento. El cálculo de la Aw se realiza en una escala del cero al uno (Romero Caballero, 2018). Por lo que, este parámetro es fundamental para preservar la inocuidad de la canal de pollo. Un valor superior a 0.60 Aw facilita el crecimiento bacteriano y un valor inferior inhibe el crecimiento bacteriano. La Aw también influye en la textura de la carne. Es así que, si es elevada se obtiene una carne tierna y jugosa, mientras que si la actividad es baja la carne tiende a endurecerse. En consecuencia, el pollo es un producto perecedero al tener 0.98 a 1 Aw (Caycedo Lozano., et al 2021).

- **Potencial de óxido-reducción (Eh)**

El potencial de óxido-reducción se caracteriza por la pérdida o ganancia de electrones en relación con la presencia o ausencia de oxígeno en la canal de pollo. Por lo que, al iniciar el proceso de sangrado del ave el Eh incrementa dado a la presencia de oxígeno en las regiones musculares. Por lo cual, al suceder esta reacción química se potencia el desarrollo de bacterias aerobias. Mientras que, al finalizar el proceso de faenamiento el Eh disminuye debido al agotamiento de oxígeno, permitiendo así el crecimiento de bacterias anaerobias (Caycedo Lozano., et al 2021).

- **Potencial hidrógeno (pH)**

El pH es una herramienta que permite determinar el grado de basicidad o acidez de un medio, por lo que la variación de este factor interviene en la proliferación y metabolismo bacteriano (Romero Caballero, 2018). Al iniciar el aturdimiento del pollo se desencadena la glucólisis anaerobia a partir de glucógeno y sintetizándose el ácido láctico. Debido a la producción de dicho ácido el pH de la canal del pollo disminuye. Sin embargo, luego de 24 horas post-faenamiento la carne alcanza un pH de 6,03. En consecuencia, el monitoreo de pH durante el proceso de faenamiento es crucial, dado que, las bacterias se proliferan en un intervalo de pH de 5 a 8 (Rodríguez Andrade., et al. 2020).

#### ***1.2.4. Etapas de producción de carne de pollo***

La obtención de carne de pollo cuenta con una serie de procesos los cuales cuentan con diferentes normativas. De acuerdo, a los lineamientos de Agrocalidad los centros de faenamiento destinados para aves deben constar con un área de espera, área sucia y área limpia. Dichas áreas deben ser independientes para evitar la contaminación cruzada de la canal durante la cadena de producción (AGROCALIDAD, 2018). La primera área es la de espera en la cual se debe tener encuentra algunos parámetros. Luego, continua el área sucia en la que se lleva a cabo el aturdimiento del ave, después continua el degüello para luego concluir con el escaldado y desplume. La última etapa sucede en el área limpia donde inicia con el eviscerado del pollo para luego ingresar a la zona de lavado y enfriamiento de la canal. Por último, la canal es empaquetada y refrigerada para luego ser comercializada (Canet., et al. 2018).

- **Área de espera**

Para iniciar la primera fase el supervisor debe empacar las aves en jaulas aptas para trasportarlas de la granja avícola a los diferentes camales. El uso de jaulas especializadas debe ser prioritario con el fin de evitar hematomas en las especies. Luego, debe revisarse que las aves hayan pasado por un ayuno de 6 a 8 horas (Canet., et al. 2018). Y una vez que, las aves llegan al área de espera, ésta debe contar con ventilación, luz negra y una temperatura de 18 °C para evitar el estrés en las aves durante las dos horas de reposo (Sosa González, 2018). El personal de las plantas faenadoras debe chequear la presencia de aves muertas o con lesiones físicas para ser apartadas del lote. Para así iniciar con el colgado de las aves, en el que se las colocan boca abajo, quedando las articulaciones tibi-tarsal atrapadas en los ganchos de acero inoxidable (Parra Gómez, 2018).

- **Área sucia**

#### **Aturdimiento**

El área sucia empieza con el primer paso de aturdimiento. Una vez colgada el ave en los ganchos, la cabeza del pollo es sumergida en agua clorada. La concentración de cloruro de sodio debe ser del 1% con el objetivo de generar la descarga eléctrica, la cual, en aves debe ser de 10 a 20 mA/10 a 12 segundos. En la mayoría de faenadoras de aves utilizan el shock eléctrico para alcanzar la inconciencia del animal. Debido que, tal proceso acelera el sangrado del pollo e incrementa la calidad de la proteína (Canet., et al. 2018).

#### **Degüello y sangrado**

Una vez que el ave fue aturdida se procede al degüello y sangrado. Para el degollé se emplea cuchillos o una cuchilla automática previamente lavados y se procede al corte de la arteria carótida (Pérez Arnedo, 2016). Luego de ello, el desangrado correcto debe durar entre dos a tres minutos. Finalmente, se debe verificar que haya una pérdida del 50% de sangre para incrementar la calidad del producto cárnico (Canet., et al. 2018).

#### **Escaldado**

El escaldado hace referencia a la sumersión del pollo en un tanque de agua clorada. Existe dos técnicas de este proceso en el que la relación temperatura-tiempo influye en la inocuidad del producto. El escaldado suave (53 °C/120 segundos) no

genera alteración en la epidermis, pero no inhibe el crecimiento de microorganismos. Mientras que, el escaldado fuerte (64 °C/75 segundos) es letal para los microorganismos, no obstante, genera alteración en la epidermis, lo que facilita la contaminación cruzada (Sosa González, 2018). Durante el escaldado se mantiene un flujo de agua contracorriente para evitar la acumulación de materia fecal y evitar la contaminación microbiológica. Por otra parte, el incremento de pH del agua mediante la adición de productos alcalinos inhibe la presencia de patógenos como *E. coli*, *Campylobacter* spp y *Salmonella* spp (Castañeda Serrano., et al. 2013).

### **Desplume**

El desplume hace referencia a la extracción manual o mecánica de plumas. Una máquina desplumadora vertical debe contar con un reservorio para las plumas y un sistema de lavado continuo. Mientras que, en las máquinas desplumadoras cilíndricas el personal del camal debe lavar y extraer las plumas del equipo de forma manual después de retornar el pollo pelado a la cadena de ganchos (García Blacido, 2019) En esta etapa es crucial evitar el contacto de plumas con el cuerpo del ave pelada, dado que, las plumas con materia fecal puede ocasionar contaminación cruzada por *Salmonella* spp, *Staphylococcus*, *Campylobacter* spp, *Pseudomonas*, *E.coli* y *Clostridium* (Castañeda Serrano., et al. 2013). Es así que, después del desplume se realiza el corte y extracción de patas, cabeza y cloaca para continuar con la etapa de eviscerado (Molero Saras, 2012).

- **Área limpia**

### **Eviscerado**

El eviscerado es la primera etapa del área limpia en la cual el personal extrae los intestinos, corazón, molleja, corazón, buche y clora (Vilca García, 2019). En dicha etapa debe trabajarse con utensilios de acero inoxidable para asegurar un lavado continuo. Debido a que, el contacto de la canal con el contenido intestinal o microorganismos ambientales puede provocar la contaminación por aerobios mesófilos, *Listeria monocytogenes*, *E.coli*, *Staphylococcus* y *Salmonella* spp (Castañeda Serrano., et al. 2013).

### **Lavado, pre-enfriado y enfriamiento**

La canal de pollo luego del eviscerado pasa al proceso de lavado. Para esta fase se realiza una técnica dentro-fuera con agua clorada a presión o aspersion para inhibir la presencia de bacterias patógenas (Pérez Arnedo, 2016). Se inicia con una limpieza e hidratación de las canales en donde hay una etapa de pre-enfriamiento. En donde, las canales de pollo con 40 °C a 41 °C son sumergidas en tanques con agitador con una temperatura de agua de 26 °C durante 20 minutos. Luego de ello, se prepara el agua para los tanques con agitador a 0°C para que las canales con una temperatura de 18 °C a 20 °C procedentes del tanque de pre-enfriamiento alcancen los 2 °C y se cierre de los poros de la epidermis del ave (García Blacido, 2019).

### **Empaquetado y refrigeración**

Para el proceso de empaquetado los operadores deben partir de la limpieza de los contenedores de transporte. Para lo cual, se debe usar jabas plásticas con capacidad de 35 kg las cuales deben ser desinfectadas con productos alcalinos y lavadas con agua al 0,5 % de hipoclorito de sodio. Posteriormente, se debe colocar bolsas de PEBD para conservar la inocuidad de la canal (Vilca García, 2019). Una vez que, la canal de pollo ha sido correctamente lavada y ha alcanzado una temperatura de 0 °C a 2 °C se procede al corte y empaque de la misma. Dicha área debe contar con una temperatura ambiental aproximada 8 °C a 10 °C para la conservación de la temperatura interna de la canal e inhibir el crecimiento microbiológico (Sosa González, 2018). Para preservar el producto se debe almacenar sobre pallets de PVC en refrigeración a una temperatura de 0 °C a 5 °C y en congelación la temperatura debe ser igual o menor a 10 °C (García Blacido, 2019).

#### **1.2.5. Bacterias patógenas de la canal de pollo**

La OMS refiere que aproximadamente 250 agentes son los causantes de las ETA, en el que las bacterias tienen mayor incidencia en las infecciones diarreicas. En consecuencia, la inocuidad de alimentos es un problema significativo a nivel mundial, debido a que, en las áreas de obtención de la canal de pollo puede haber diferentes puntos de contaminación cruzada. Desde de la manipulación de la granja avícola hasta que las aves llegan al consumidor final se puede encontrar principalmente *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter* spp y *Listeria monocytogenes* (Tasayco y

Vásquez, 2020). Dichas bacterias son las principales causantes de las ETA generando 550 millones casos de infecciones diarreicas y 420.000 muertes anualmente a nivel mundial (Baracatt., et al. 2021). La OMS refiere que el porcentaje de mortalidad y morbilidad de ETA ha disminuido en países industrializados. Mientas que, regiones en vías de desarrollo ubicados en el Pacífico Occidental, África, Asia Sudoriental y América el porcentaje ha incrementado (WHO, 2018).

**Tabla 1**

*Taxonomía de Listeria spp, Escherichia coli y Salmonella spp*

<b>Dominio</b>	Bacteria	Bacteria	Bacteria
<b>Filo</b>	<i>Firmicutes</i>	<i>Proyoteobacteria</i>	<i>Proyoteobacteria</i>
<b>Clase</b>	<i>Bacilli</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>	<i>Gammaproteobacteria</i>
<b>Orden</b>	<i>Bacillales</i>	<i>Enterobacteriales</i>	<i>Enterobacteriales</i>
<b>Familia</b>	<i>Listeriaceae</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Listeria</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Salmonella</i>

*Nota.* (Maldonado Jiménez, 2021); (Pérez Cedillo, 2019).

#### **1.2.6. Listeria spp.**

En 1926 investigadores identifican por primera vez el *Bacterium monocytogenes*, tras diagnosticar una epizootia en conejos. En 1940 en conmemoración del cirujano británico Joseph Lister, el género tomo el nombre de *Listeria* (Richards Alfaro, 2021). *Listeria* spp es un género anaerobia facultativa capaz de pervivir a condiciones extremas, por lo tanto, está presente en el agua, tracto gastrointestinal, aire, pisos, efluentes y alimentos de origen vegetal y animal (FDA, 2022). Por otro lado, las especies de importancia en la salud pública son *L. monocytogenes* y *L. ivanovii*. Donde *L. ivanovii* genera patogenicidad en animales y *L. monocytogenes* es un patógeno intracelular que infecta al hombre (Romero Caballero, 2018).

- **Características de *Listeria* spp.**

*Listeria* spp se observa al microscopio como bacilos cortos o cocobacilos con ausencia de esporas y cápsula, agrupándose así en cadenas cortas. Esta bacteria tiene un espesor de 0.5-0.8  $\mu\text{m}$  y 1-2  $\mu\text{m}$  de longitud (Romero Caballero, 2018). Además,

cuenta con flagelos en cada uno de sus extremos redondos necesarios para la movilización que realiza en un rango de 20 °C a 25 °C (Rodríguez-Andrade., et al. 2020). *Listeria* spp es capaz de pervivir en condiciones ambientales extremas como temperatura de - 4 °C a 45 °C, pH de 9.6 a 4.4, Aw de <0.92 y concentraciones de NaCl de hasta 20% (Matle et al., 2020). En consecuencia, para la industria alimentaria se a convertido en una bacteria de alto riesgo, debido a que, esta bacteria puede sobrevivir en productos congelados (-18 °C), e incluso crecer lentamente a 0 °C y pH neutro (Richards Alfaro, 2021).

- **Propiedades bioquímicas de *Listeria* spp.**

*Listeria* spp es una bacteria anaerobia facultativa que cuenta con la habilidad de crecer en condiciones ambientales con ausencia o presencia de oxígeno (Rodríguez Andrade., et al. 2020). Esta bacteria tiene la capacidad de romper en su totalidad a los eritrocitos, mediante la síntesis de hemolisina. Por lo que, la acción de esta bacteria en medios de cultivo con sangre de cordero genera hemólisis beta (Melnick y Adelberg, 2016). Para la detección de *Listeria* spp existe diferentes reacciones metabólicas vinculadas como la hidrólisis de esculina, catalasa, lactosa, maltosa, sacarosa, salicina, glicerol y acetona positiva, síntesis de ácidos con ausencia de gas y oxidasa negativa (Romero Caballero, 2018).

- **Factores de virulencia de *Listeria* spp.**

Entre los alimentos más susceptibles a ser contaminados por *L. monocytogenes* están los quesos procesados con leche no pasteurizada, carne crudas o semi-cocinadas, mariscos, verduras, productos lácteos, embutidos y pescado ahumado (González González, 2019). Por lo que, la OMS sugiere tratamientos previos a la etapa final de empaquetado en los productos alimenticios. Es así que, todo alimento precocinado debe ser expuesto a un tratamiento listericida (pasteurización) para inhibir la presencia de este patógeno. En la alimentación cotidiana una ingesta de alimentos con un rango de 100 a 1.000 UFC/g de *L. monocytogenes* puede producir listeriosis en el hombre (Salas-Salvadó., et al. 2019).

*L. monocytogenes* entra al organismo del hospedador mediante la ingesta de alimentos contaminados. Tras el ingreso del patógeno se inicia la fase de adhesión hacia la célula hospedadora mediante los factores de adherencia como flagelina, Fbp

A y Ami. Luego, continua la fase de invasión celular en la que las internalinas (InlA y InlB) interactúan con la cadherina para favorecer la fagocitosis del patógeno en las células epiteliales. Después, del descenso de pH el bacilo es empaquetado en una fagolisosoma para la síntesis de listeriolisina O (hemolisina). Posteriormente, para que la bacteria ingrese al citoplasma existe una lisis de la fagolisosoma por la acción de la enzima listeriolisina O. Una vez ingresado el patógeno procede la multiplicación intracelular por la polimerización y movilización de la actina mediante la acción de la proteína superficial ActA de la bacteria para sintetizar filópodos. Finalmente, la proliferación extracelular se desencadena tras la ingesta de los filópodos por parte de los hepatocitos y macrófagos lo cual es necesario para la expulsión de las listerias (Melnick y Adelberg, 2016); (Romero Caballero, 2018).

- **Enfermedades causadas por *Listeria* spp.**

La sintomatología gastrointestinal en el hombre se manifiesta después de nueve horas a dos días del alimento contaminado. Mientras que, la enfermedad invasiva se diagnostica dentro de dos a seis semanas (FDA, 2022). La FDA tras una investigación de casos de *L. monocytogenes* por la ingesta de queso en EE. UU reportó 13 brotes de listeriosis en 2021 con una defunción y 12 hospitalizaciones (FDA, 2021). Esta ETA alcanza el 30 % de mortalidad aun cuando los casos notificados son de 0.1 a 10 brotes por millones de personas (OMS, 2018). A nivel mundial se ha identificado 13 serovares de *L.monocytogenes*, el 95 % de casos de listeriosis ha sido a causa de los serovares 1/2a, 4b y 1/2b (Espinosa Mata., et al. 2022).

La listeriosis en base a la sintomatología clínica y grado epidemiológico se clasifica en no invasiva o severa. La listeriosis no invasiva ocurre dentro de las 24 horas tras la ingesta de alimentos contaminados. Esta patología se caracteriza por el apareamiento de infecciones urinarias o gastrointestinales (Granada, 2018). Mientras que, la listeriosis severa se manifiesta dentro del periodo de la listeriosis no invasiva pero la sintomatología es más grave principalmente en mujeres embarazadas y personas inmunodeficientes. Por lo que, este patógeno puede provocar sepsis, colecistitis, endoftalmítis, peritonitis, endocarditis, abscesos, neumonía, osteomelitis, linfadenitis, artritis y meningitis. En las mujeres gestantes puede provocar tumefacción de la membrana amniótica (amnionitis), óbito fetal, parto prematuro o aborto en el



tercer trimestre de gestación dado que la *L. monocytogenes* tiene tropismo por el feto (Romero Caballero, 2018).

### **1.2.7. *Salmonella* spp.**

El género *Salmonella* spp recibe este nombre en conmemoración del médico veterinario Daniel Elmer Salmon. Debido a que, este médico junto con su ayudante Theobald Smith inició una investigación destinada a la identificación de la causa del cólera porcino. En 1885 Smith aisló por primera vez la especie *Bacillus cholerasuis* la cual después tomo el nombre de *Salmonella enterica* perteneciente al serovar Cholerasuis (Chlebicz y Slizewska, 2018). En la actualidad para el control y monitoreo de los brotes epidemiológicos de *Salmonella* spp se emplea el esquema de clasificación por cantidad y tipos de antígenos proporcionado por White-Kauffmann-Le Minor (Romero Caballero, 2018). Consecuentemente, el género *Salmonella* spp cuenta con dos especies (*S. bongori* y *S. entérica*), siete subespecies y más de 2.500 serotipos (Rubio Granada., et al. 2022). La OMS refiere que anualmente a nivel mundial se reportan 90 millones de brotes y 155.000 defunciones causados por los serotipos *S. Typhymurium* y *S. Enteritidis*. Por otro lado, *S. Typhi* es uno de los serotipos responsable de la fiebre tifoidea en el que el hombre es el único hospedador (ISP, 2019).

- **Características de *Salmonella* spp.**

*Salmonella* spp es una bacteria gramnegativa con un citoesqueleto bacteriano que le proporciona la forma bacilar recta. Se trata de un género no esporulante con un tamaño de 2-3  $\mu\text{m}$  con ausencia de capsula (Chlebicz y Slizewska, 2018). Además, cuenta con fimbrias necesarias para la adhesión a las células epiteliales y pili para la reacción bacteriana. Por otro lado, la estructura de la *Salmonella* spp tiene flagelos peritricos necesarios para la movilidad de la misma (Romero Caballero, 2018). En una concentración de NaCl de 3-9 % se produce el crecimiento de esta bacteria. Este bacilo es capaz de pervivir en un rango de temperatura de 5 °C a 47 °C pero entre 35 °C a 37 °C existe mayor proliferación. Adicionalmente, es capaz de crecer en un rango de pH de 4 a 9, en el que el valor óptimo oscila entre 6.5-7.5 pH y Aw de 0.99 a 0.94. Por tanto, la proliferación de esta bacteria es inhibido mediante el control de pH (3.8), temperatura (7 °C) y Aw (0.94) (Hernández Santiago, 2016).

- **Propiedades bioquímicas de *Salmonella* spp.**

*Salmonella* spp es una bacteria anaerobia facultativa que se caracteriza por sintetizar H<sub>2</sub>S y ácidos, pero no fermenta sacarosa ni lactosa (Romero Caballero, 2018). Este patógeno es fermentador de manitol, manosa y glucosa con ausencia de gas (Luna Fontalvo, 2020). Sin embargo, existen algunos serotipos que al fermentar manosa y glucosa producen gas (Melnick, 2016). Para la detección de *Listeria* spp existe diferentes reacciones metabólicas vinculadas como el test negativo para oxidasa, Vosges Proskauer, indol y urea, test positivo para catalasa, rojo de metilo, Citrato de Simmons y la descarboxilación de ornitina y lisina (Salvatierra Rodríguez, 2015).

- **Factores de virulencia de *Salmonella* spp.**

*Salmonella* spp cuenta con un mecanismo de supervivencia en el cual genera biopelículas (Romero Caballero, 2018). Por lo cual, la capacidad de supervivencia en alimentos es elevada dado a que puede alojarse en superficies y medios acuosos. Esta bacteria desarrolla patogenicidad en personas saludables en un rango de 10<sup>5</sup>-10<sup>7</sup> UFC/g (Salas Salvadó., et al. 2019). Mientras que, en personas inmunodeprimidas el rango mínimo de contaminación debe ser de 10<sup>2</sup>-10<sup>3</sup> UFC/g (Artero., et al. 2022). Tras la contaminación de alimento o agua con *Salmonella* spp se provoca la denominada salmonelosis. Una ETA caracterizada por síntomas digestivos como vómito, fiebre, diarrea y calambres abdominales los cuales se observan en un lapso de seis horas a dos días (FDA, 2022). Conforme el paso de los días la bacteria puede invadir la circulación sanguínea provocando estados septicémicos graves, alteraciones fisiológicas en tejidos y organismos que han sido poblados por este patógeno (Melnick y Adelberg, 2016).

Entre los factores de virulencia de *Salmonella* spp están diferentes antígenos de superficie, factores de invasión, endotoxinas y enterotoxinas. El factor antifagocitario (antígeno Vi) cuenta con polisacáridos termolábiles ubicados en la delgada microcápsula. Mientras que, el antígeno O está conformado por lipopolisacáridos ubicados en la pared bacteriana para facilitar la adhesión del patógeno con las células hospedadoras. Por otro lado, el antígeno H está presente en los flagelos y está conformado de proteína. Adicionalmente, la capacidad invasora de la bacteria se lleva a cabo por medio de la codificación de la proteína SpvB por medio de los plásmidos (*spv*) para la despolimerización de actina de células epiteliales. Otro factor de virulencia es la endotoxina, la cual consiste en un polisacárido presente en la

pared bacteriana. Esta toxina genera necrosis o úlceras en las zonas afectadas. Finalmente, la síntesis de enterotoxinas es la responsable de provocar los cuadros diarreicos en el hombre (Romero Caballero, 2018).

- **Enfermedades generadas por *Salmonella* spp.**

La *Salmonella* spp puede encontrarse en alimentos como derivados lácteos, carne, huevos, algunos vegetales y agua. Dentro de la cadena de producción y manipulación los productos alimenticios también pueden contaminarse con inóculos del serotipo *S. Typhimurium* y *S. Enteritidis*. Adicionalmente, los agricultores que emplean agua de regadío con heces de animales infectados por este género pueden contaminar los cultivos. Por lo que, la patología que provoca principalmente dicha bacteria se denomina gastroenteritis. En el que los síntomas se manifiestan en un lapso de seis a 72 horas posterior al consumo de productos contaminados con este serotipo. Los síntomas más frecuentes de esta patología son vómito, dolor abdominal, fiebre, diarrea y náuseas (FDA, 2022). El cuadro clínico puede durar de dos a siete días, el cual en personas inmunocompetentes la sintomatología es leve, mientras que en personas inmunocomprometidas la sintomatología es severa (ISP, 2019).

La ingesta de alimentos con inóculos del serotipo *S. Typhi* al  $10^6$ - $10^9$  UFC/g provoca en el ser humano fiebre tifoidea (Romero Caballero, 2018). Tras ingerir dicho serotipo el tiempo de incubación oscila entre 3 a 21 días causando estados febriles prolongados acompañado de escalofríos, dolor abdominal, cefaleas, roséolas tifoídicas, estreñimiento, vómito, diarrea, náuseas entre otras (Artero., et al. 2022). La OMS refiere que el porcentaje de mortalidad y morbilidad de esta patología ha disminuido en países industrializados. Mientras que, regiones en vías de desarrollo ubicados en el Pacífico Occidental, África, Asia Sudoriental y América no cuentan con agua potable y medidas de saneamiento por lo que tienen mayor padecimiento de esta ETA. Los casos reportados de fiebre tifoidea oscilan entre 11 a 20 millones de infecciones con 128.000 a 161.000 defunciones (WHO, 2018).

### **1.2.8. *Escherichia coli***

La bacteria *E. coli* recibe este nombre en conmemoración del bacteriólogo alemán Theodore von Escherich quien en 1885 identificó esta bacteria como huésped comensal del colon (Cacho Salán, 2018). *E. coli* es un enteropatógeno presente como

cepas comensales de la microflora nativa intestinal de animales y del hombre. Por lo cual, no se considera patógena ya que se aloja principalmente en el intestinos grueso y delgado. Consecuentemente, esta bacteria tiene una participación benéfica en la fisiología intestinal debido a que sintetiza vitaminas K y B, e inhibe la acción de otros agentes patógenos mediante la síntesis de colicinas (Romero Caballero, 2018).

- **Características de *E. coli***

*E. coli* es una bacteria gramnegativa que cuenta con un citoesqueleto bacteriano que le proporciona la forma bacilar recta. Este bacilo no esporulante tiene un tamaño de 2-3  $\mu\text{m}$  con fimbrias, flagelos peritricos, microcápsula (algunas poseen macrocápsula) y pili (Romero Caballero, 2018). En una concentración de NaCl de 6 % se produce el crecimiento de esta bacteria. Sin embargo, este bacilo es capaz de pervivir en un rango de temperatura de 7 °C a 46 °C siendo 35 °C a 40 °C la temperatura óptima. Adicionalmente, *E. coli* es capaz de crecer en un rango de pH de 4.4 a 10 en el que el valor óptimo oscila entre 6-7 pH y Aw de 0.99 a 0.94. Por otro lado, la bacteria es capaz de pervivir en condiciones térmicas como -20 °C, debido a que cuenta con condiciones nutricionales óptimas (ACHIPIA, 2017).

Por otro lado, el género *Escherichia* se ha clasificado en serogrupos, en base al esquema de Kauffman. Dicha clasificación se fundamenta en los tipos de antígenos (H, O, K) que posee la bacteria. Es así que, en base al antígeno O se ha identificado alrededor de 150 serogrupos de este género (Murray et al., 2017). Sin embargo, actualmente a partir de un análisis filogenético el género *Escherichia* se divide en cinco categorías: A, B (I, II), D, E (Romero Caballero, 2018).

- **Propiedades bioquímicas de *E. coli***

*E. coli* es una especie anaerobia facultativa capaz de descarboxilar lisina. Por otro lado, puede sintetizar manitol con presencia de gas tras el proceso de fermentación de glucosa. Así mismo, las cepas negativas a la prueba de Citrato de Simmons fermentan lactosa en medios térmicos de 35 °C a 44,5 °C con ausencia de síntesis de H<sub>2</sub>S (Luna Fontalvo, 2020). Para la detección de *E. coli* existe diferentes reacciones metabólicas como el test negativo para oxidasa, Voges Proskauer y urea. Así también, para su detección se puede emplear el test positivo para indol, rojo de metilo y catalasa (Romero Caballero, 2018)

- **Factores de virulencia de *E. coli***

*E. coli* tiene la capacidad de generar biopelículas como un mecanismo de supervivencia (Romero Caballero, 2018). Por lo cual, esta bacteria puede alojarse en superficies y medios acuosos. Es así que, los alimentos más susceptibles a ser contaminados son principalmente la carne de res, carne de cerdo, verduras, pollo, derivados lácteos no pasteurizar, mariscos, pescados crudos o semi-cocinados y ahumados. La carne de res puede contener una mayor contaminación de *E. coli* debido a que el intestino del ganado bovino es el principal reservorio de esta bacteria. Mientras que, los mariscos pueden adquirir el inóculo cuando entran en contacto con agua contaminada por heces (Vélez., et al. 2022).

Un rango mínimo de 10-100 UFC/g de *E. coli* presente en alimentos puede causar una de las enfermedades con mayor prevalencia. Se trata de la colitis hemorrágica la cual se produce entre el primer y octavo día tras la ingesta de la cepa (Salas Salvadó., et al. 2019). Dicha patología se caracteriza por diarrea aguda, vómitos, dolor abdominal y fiebre (FDA, 2022). Sin embargo, existe otras enfermedades derivadas de la contaminación por *E. coli* en donde intervienen diferentes factores de virulencia. Los cuales requieren de la codificación a partir del ADN bacteriano o plásmidos y presentan diferentes mecanismos patogénicos (Murray., et al. 2017). Mientras que, entre los factores específicos de esta bacteria están las adhesinas o factores de colonización y las enterotoxinas, las cuales pueden ser termoestables (TS) o termolábiles (TL) (Murray, 2018).

Mediante el esquema de Kauffman las cepas de *E. coli* se pueden clasificar en base a los tipos de antígenos que posee. Sin embargo, la especie *E. coli* también cuenta con cepas patógenas, las cuales están subdivididas en cinco categorías (Salas Salvadó., et al. 2019).

### **Enterotoxigénico (ECET)**

Este mecanismo patogénico se caracteriza por adherirse a la mucosa del intestino delgado por medio de los factores de colonización o adhesinas heterogéneas (Murray, 2018). Además, en este proceso se sintetiza TL necesario para la estimulación de AMPc-proteína quinasa mediante la activación de adenilciclase. Dicho mecanismo causa la eliminación de electrolitos y líquido. Por otro lado, la

síntesis de TS modifica la absorción de sodio y cloro mediante la acción de guanilciclasa (Romero Caballero, 2018).

### **Enteropatógeno (ECEP)**

Este mecanismo patogénico se adhiere a la membrana celular epitelial del intestino delgado. Dicho proceso ocurre mediante el proceso de adherencia en los que actúa la intimina y pilis. Por lo que así, se genera las laceraciones sobre la superficie epitelial (Murray, 2018).

### **Enteroagregativo (ECEA)**

Este mecanismo patogénico al igual que ECEP altera la membrana celular epitelial del intestino delgado. Sin embargo, el proceso ocurre mediante la acción de fimbrias adherentes agregantes (Murray, 2018).

### **Enterotoxigénico (ECTS) o enterohemorrágico (ECEH)**

En este mecanismo las cepas patógenas se adhieren a la membrana epitelial del intestino grueso mediante los pilis. Durante este proceso las cepas patógenas pueden sintetizar dos tipos de toxinas shiga (Stx 1, Stx 2) las cuales son causantes de la laceración del epitelio colónico (Murray, 2018). Algunas cepas de esta categoría poseen citopatología de adherencia y eliminación (A/E). Mientras que, E. coli cuando da positivo al locus extracción de enterocitos (LEE) genera daños en las células epiteliales causando diarreas acuosas acompañada de malabsorción, estados febriles y vómitos. Por otro lado, uno de los serotipos letales es O157:H7 cuya cantidad microbiana de infección  $< 100$  UFC/g. Se ha reportado 73.000 casos de síndrome hemolítico urémico y colitis hemorrágica causado por este serotipo. Así también, ha causado 60 defunciones anualmente en EE. UU siendo los infantes menores de 5 años los más susceptibles (Mandell y Bennett, 2020).

### **Enteroinvasivo (ECEI)**

Este mecanismo patogénico es infrecuente con respecto de los otros mencionados. Debido a que, las cepas poseen la capacidad de invadir las células epiteliales mediante genes *pInv*. Con lo cual se provoca la laceración del epitelio de intestino grueso lo que conlleva a generar úlceras colónicas (Murray, 2018).

- **Enfermedades generadas por *E. coli***

La contaminación de alimentos por *E. coli* puede desencadenar diferentes patologías. Sin embargo, la gastroenteritis es una de las infecciones más frecuentes generada de manera exógena a partir de varios mecanismos patogénicos. En el que ECET, ECEP y ECEA causan alteración epitelial en intestino delgado. Mientras que, ECEI y ECEH genera laceración de la membrana epitelial en intestino grueso. Los síntomas habituales que acompañan la gastroenteritis incluyen espasmos abdominales, vómitos, estados febriles, diarreas acuosas y náuseas (Murray, 2018). Por otro lado, la evolución de la gastroenteritis por acción de ECTS es responsable de la colitis hemorrágica en la que se manifiesta espasmos abdominales con leves o sin estados febriles (Mandell y Bennett, 2020).

La gastroenteritis hemorrágica una vez que evoluciona da lugar a un síndrome hemolítico urémico causado por ECEP. Por lo que, se desencadena el daño de microvellosidades intestinales por acción de Stx 1 y Stx 2 (Mandell y Bennett, 2020). Otras de las patologías generadas por *E. coli* es la meningitis neonatal, la cual afecta el SNC en infantes con una edad menor a 31 días de nacido. La patogenia se desencadena debido a la acción del antígeno capsular K1 presente en neonatos y mujeres gestantes. Por último, la septicemia se desencadena en consecuencia de la evolución de infecciones intestinales o urémicas causadas por *E. coli* (Romero Caballero, 2018).

#### **1.2.9. Factores de riesgo en camales referente a la presencia de *Salmonella* spp, *Listeria* spp y *E. coli***

La *Salmonella* spp, *Listeria* spp y *E. coli* son las bacterias más frecuentes en los centros de faenamiento. Dentro de la alimentación habitual los alimentos más susceptibles a la contaminación bacteriana son las proteínas de origen animal, productos lácteos, mariscos, verduras, huevos entre otros. Por lo que, dichos microorganismos pueden sobrevivir en diferentes condiciones ambientales debido a que poseen factores de virulencia. Estos géneros se pueden alojar en las superficies, aire, utensilios, agua y suelo de los centros de faenamiento. Así también, uno de los puntos críticos en los camales es la contaminación de la canal por materia fecal. Debido a que las bacterias en mención se encuentran dentro del aparato digestivo de

manera natural en los animales de sangre caliente y humanos (Melnick y Adelberg, 2016).

*Listeria* spp es uno de los patógenos de control e importancia en la cadena de producción alimentaria debido a la habilidad de crecer en un rango amplio de condiciones ambientales. Esta bacteria forma biofilms en zonas donde cuenta con nutrientes y humedad. Consecuentemente, *Listeria* spp puede contaminar diferentes puntos y mediante varios mecanismos. Es así que, puede adherirse a superficies, equipos y materiales fabricados con acero inoxidable, vidrio, poliestireno (Díaz Legña, 2022). Esta bacteria puede transmitirse mediante la intervención de vectores artrópodos, como moscas y garrapatas portadores principales de este patógeno. Por otro lado, la falta de higiene del personal puede provocar una transmisión fecal-oral durante la manipulación de alimentos (González y González, 2019). Por lo que, el control de plagas en las plantas faenadoras más el uso de desinfectantes como el ácido peroxiacético, etanol al 70%, ozono e hipoclorito sódico al 1% pueden disminuir el riesgo de contaminación (INSST, 2022).

*Salmonella* spp y *E. coli* se caracterizan por ser unos microorganismos comensales del tracto gastrointestinal. Estos géneros pueden resistir la acción peristáltica, pH gastrointestinal y sales biliares del ser humano. Por lo que, la principal vía de transmisión es fecal-oral lo que predispone a un mayor control de personal del camal (Romero Caballero, 2018). Adicionalmente, los insectos, mamíferos, roedores y aves son vectores de estas bacterias (Carbó Moliner, 2015). Por lo que, el control de plagas es una de las medidas clave para evitar la proliferación de *Salmonella* spp y *E. coli*. Así mismo, la pasteurización, cadena de frío, medidas de bioseguridad, capacitación del personal y la separación de productos cocinados y crudos el riesgo de alteración de la calidad microbiológica de los alimentos (Salas Salvadó., et al. 2019)

Los centros de faenamiento deben ejecutar las medidas de bioseguridad y Normas Sanitarias diseñadas para la obtención de Agua Potable de calidad, dado que, *Salmonella* spp y *E. coli* son capaces de sobrevivir durante meses en el agua (Djeffal., et al. 2018). Por lo que, se debe tener un control de la calidad del agua que se emplea durante el faenamiento. El agua debe ser filtrada y por ningún motivo debe emplearse agua de regadío. Adicionalmente, el lavado de tanques debe realizarse con agua



potable de calidad después de cada faenamiento para evitar la formación de biofilms de las bacterias (ISP, 2019).

#### **1.2.10. Mesófilos aerobios**

Los aerobios mesófilos son bacterias tanto patógenas como no patógenas. Los cuales son capaces de desarrollarse en medios aeróbicos. Este grupo de bacterias se desarrollan en un rango de temperatura de 15 °C a 45 °C. En la industria alimentaria realizan el control de calidad de los alimentos en las distintas etapas de producción a través del recuento de aerobios mesófilos. Esta variable proporciona información sobre la vida útil del producto, la eficiencia del proceso de conservación y aplicación de las Buenas Prácticas Pecuarias (BPP), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el sistema de Análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) (Luna Fontalvo, 2020). La Norma Técnica Ecuatoriana establecida por el INEN refiere que el rango aceptable de la población de aerobios mesófilos en carne de pollo y vísceras comestibles es de  $1.0 \times 10^6$  UFC/g a  $1.0 \times 10^7$  UFC/g (INEN, 2016).

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar la calidad microbiológica de canales de pollo (*Gallus gallus*) en centros de faenamiento que suministra al cantón Ambato.

#### **1.3.1. Objetivos específicos**

- Analizar la calidad microbiológica (alta, moderada y baja) mediante el conteo de mesófilos aerobios por unidades formadoras de colonias (UFC/g) en carne de pollo.
- Identificar *Salmonella* spp, *Listeria* spp y *Escherichia coli* mediante pruebas bioquímicas y técnicas microbiológicas.
- Determinar factores de riesgo relacionados a la contaminación de canales de pollo procedentes de centros de faenamiento registrados que suministran al cantón Ambato.

#### **1.4. Hipótesis**

**Ho:** La calidad microbiológica de canales de pollo no es diferente entre las muestras tomadas de centros de faenamiento que suministran al cantón Ambato.

**Hi:** La calidad microbiológica de canales de pollo es diferente entre las muestras tomadas de centros de faenamiento que suministran al cantón Ambato.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Materiales, reactivos y equipos

Para la siguiente investigación se utilizó material, herramientas y diferentes reactivos de laboratorio para el análisis microbiológico de muestras de carne de pollo mediante el conteo de mesófilos aerobios (UFC/g). Igualmente, para la identificación de *Salmonella spp*, *Listeria spp* y *Escherichia coli*.

**Tabla 2**

*Materiales empleados durante el muestreo*

<b>Materiales de muestreo</b>		
Bata de laboratorio	Bolsas hermética	Cinta masking
Hielera	Aluminio	Papel Kraft
Gel refrigerante	Guantes de Nitrilo	Kit de disección
Botas	Marcador permanente	Hojas de bisturí N° 10
Overol	Cámara	Jeringa 10mL / 20 mL
Cofia	Etiquetas autoadhesivas	Papel industrial
Mascarilla	Cuaderno quirúrgicos	

**Tabla 3**

*Reactivos empleados en el análisis microbiológico de muestras de carne de pollo*

<b>Reactivos</b>	
Agar Peptona Bufferada	Peróxido de hidrógeno 10v
Agar Nutritivo	Kit de tinción de Gram
Agar Triple Azúcar Hierro (TSI)	Alcohol antiséptico 70%
Agar MacConkey	Aceite de inmersión
Agar Listeria Crimogénico	Agua destilada
Agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD)	Suero fisiológico
Tiras reactivas de citocromo oxidasa	

**Tabla 4***Materiales y equipos de laboratorio*

<b>Material y equipos</b>		
Cajas Petri cristal/plástico	Nevera	Vasos de precipitado
Tubos de ensayo	Matraz Erlenmeyer	Gradilla
Frascos tapa rosca de 1 L	Probeta graduada	Mechero Bunsen
Cucharas medidoras	Micropipeta	Piseta
Balanza analítica	Puntas de micropipeta	Láminas de porta objetos
Placa calefactora	Contador de colonias	Gotero pipeta
Autoclave	Asa de Digrafsky de cristal	Cinta testigo de vapor
Estufa	Asa bacteriológica recta	Esteritech
Baño de María	Asa bacteriológica redonda	
Incubadora	Microscopio	

**2.2. Método****2.2.1. Ubicación del experimento**

El trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, laboratorio de microbiología veterinaria, perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato, sector Querochaca, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua; cuyas coordenadas geográficas son: 78° 36' 23.8782" al Oeste longitud y 01° 22' 7.58364" al Sur latitud (INAMHI, 2017).

**2.2.2. Características del lugar**

La región en la que se llevó a cabo el estudio se encuentra a una altitud de 2 865 msnm, con un rango de temperatura entre 19 °C y 24 °C, precipitaciones anuales de 571.2 mm, velocidad del viento anual de 3 Km/h y humedad relativa de 75% (INAMHI, 2017).

**2.2.3. Toma de muestra**

La recolección de muestras de carne de pollo se realizó en nueve plantas faenadoras, en donde el criterio técnico de selección de los centros se hizo en base a la información proporcionada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario – AGROCALIDAD. Para ello, cada

lunes a partir de las 2 am se visitó tres diferentes plantas faenadoras. Donde en cada planta se recolectó 5 pollos al azar en el área de empaque. Luego, de cada pollo se tomó una muestras de carne. Posteriormente, las muestras fueron envueltas de forma individual en papel aluminio y colocadas dentro de una bolsa hermética con cierre. Finalmente, éstas fueron rotuladas y conservadas en una hielera (0 °C - 4 °C) para ser transportadas al laboratorio de microbiología de la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca, cantón Cevallos.

**Tabla 5**

*Plantas de faenamamiento visitadas durante el estudio*

<b>Nombre de la faenadora</b>	<b>Cantón</b>	<b>Parroquia</b>
Súper Pollo	Pelileo	Benitez
El Pollazo	Pelileo	Pelileo
Pura Pechuga	Baños de Agua Santa	Baños
Pollos Cristian	Ambato	Huachi Loreto
De La Abuela Pollos Pelados	Ambato	San Francisco
Mag Pollo	Ambato	Atahualpa
Pollo Criollo	Ambato	Izamba
San Agustín	Patate	Patate
El Placer	Píllaro	Cuidad Nueva

*Nota.* Faenadoras de aves con mayor producción que suministran al cantón Ambato, provincia de Tungurahua; además de contar con el certificado de mataderos bajo inspección oficial – MABIO. (MAG, 2020).

#### **2.2.4. Pre-enriquecimiento**

Es una técnica previa a la identificación de microorganismos que han sido parcialmente alterados a nivel celular debido a variaciones en el pH o temperatura ambiental. Por tal razón, se empleó agua de peptona tamponada para la reparación celular y detección de *Enterobacteriaceae* y *Salmonella* spp. Dicho medio de cultivo contiene vitaminas, nitrógeno, aminoácidos y minerales, que permiten el incremento de pH y un medio osmótico imprescindible para el desarrollo

bacteriano reparación celular y detección de *Enterobacteriaceae* y *Salmonella* spp (Condalab, 2019).

- **Preparación del medio**

El medio de cultivo para el pre-enriquecimiento se preparó en base a las indicaciones mencionadas por el fabricante del producto. Para ello, se aforó 20 g del medio en 1000 mL de agua destilada previamente esterilizada. Luego, se disolvió con calor hasta llegar al punto de ebullición. Posteriormente, se esterilizó en autoclave por 15 minutos (121 °C). Finalmente, se temperó (50 °C) y se conservó en un medio estéril (4 °C) (Scharlau, 2012).

- **Preparación de muestras**

El pre-enriquecimiento de las muestras se realizó en base a la metodología planteada por Bayas-Morejón et al. (2021). La misma que, sugiere realizar fracciones de 25 g de carne de forma aséptica para luego sumergir en 225 mL de agua peptona tamponada en una relación 1:10 para luego proceder a realizar las disoluciones para el conteo de mesófilos aerobios de unidades formadoras de colonias (UFC). La presente investigación después de una hora se realizó las diluciones correspondientes para obtener un caldo homogéneo. Para finalizar, se incubaron 15 matraces de Erlenmeyer a 37 °C por 24 horas.

### 2.2.5. *Siembra en agar nutritivo*

El agar nutritivo es empleado por la industria alimentaria para el control de calidad de alimentos y agua; en consecuencia de que, este agar provee de aminoácidos, nitrógeno, minerales y vitaminas imprescindibles para el desarrollo de levaduras, bacterias (Gram positivos y Gram negativos) y hongos (Condalab, 2021).

- **Preparación del medio**

La preparación del agar nutritivo se realizó en base a las indicaciones mencionadas por el fabricante del producto. Se aforó 28 g del medio en 1000 mL de agua destilada previamente esterilizada. Luego, se disolvió con calor hasta llegar al punto de ebullición. Posteriormente, se esterilizó en autoclave por 15 minutos (121 °C) y se temperó (50 °C). Seguidamente, en un área

aséptica (mechero Bunsen) se distribuyó 30 ml de agar en cada caja Petri y finalmente se conservó en un medio estéril a 4 °C (Condalab, 2021).

- **Dilución seriada**

Se realizó la técnica de diluciones seriadas en cinco tubos de ensayo con 9 mL de solución salina estéril y 1 mL de caldo pre enriquecido. Por último, se obtiene colonias aisladas a partir de diluciones con baja densidad microbiológica (Rivas y Giraldo, 2021).

- **Procedimiento**

Se colocó 9 mL de solución salina en cada uno de los tubos de ensayo. Luego, con una micropipeta se tomó 1000 µl del matraz Erlenmeyer que contenía el caldo pre-enriquecido, para verter en el primer tubo de ensayo con solución salina. Posteriormente, con la micropipeta se transfirió 1 mL desde la dilución  $10^{-1}$  a la dilución  $10^{-2}$ , así realizando diluciones seriadas ( $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$ ). Se realizó la siembra por duplicado del inóculo en agar nutritivo de la dilución  $10^{-4}$  y  $10^{-5}$ . Con una micropipeta se transfirió 100 µl de la dilución  $10^{-4}$  al centro de la caja Petri con agar nutritivo. Posteriormente, se extendió la muestra sobre la superficie uniformemente con un asa Drigalsky de cristal. Finalmente, los medios inoculados fueron incubados a 37 °C por 24 horas (Bayas-Morejón et al., 2021).

### 2.2.6. *Conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC)*

En el presente trabajo de investigación se realizó el conteo de colonias visibles sobre el agar nutritivo con ayuda de un contador de colonias. Adicionalmente, se realizó fotografías y se tomó información sobre el número de colonias con la dilución correspondiente.

**Tabla 6**

*Grado de calidad microbiológica de canales en base al conteo de mesófilos aerobio, UFC/g*

	<b>Niveles de calidad microbiológicas</b>		
	<b>ACM</b>	<b>MCM</b>	<b>BCM</b>
Nº de colonias	<30	31-300	>301

*Nota.* Alta calidad microbiológica (ACM); moderada calidad microbiológica (MCM); baja calidad microbiológica (BCM) (INEN, 2006).

Para realizar el conteo de colonias se tomó en cuenta el reglamento establecido por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Dicha institución refiere que aquellas colonias con crecimiento difuso que ocupan  $\frac{1}{4}$  de la caja Petri se contabilizan como una colonia; mientras que, si cubre más de lo indicado será tomada como incontable (INEN, 2006).

### 2.2.7. *Siembra en agares selectivos*

Los agares selectivos se caracterizan por ser medios capaces de estimular el crecimiento óptimo de ciertas bacterias e inhibir otras. Esta reacción ocurre debido a la modificación del medio causado por antibióticos, sustratos de inhibición y sales biliares. Por lo que, los agares permiten el aislamiento de un género en particular (Serrano y Gutiérrez, 2018). Consecuentemente, para el aislamiento de *Listeria* spp se utilizó el agar Listeria Cromogénico, mientras que para *E. coli* y *Salmonella* spp se empleó agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD) y agar MacConkey.

- ***Listeria* spp.**

El agar Listeria Cromogénica modificado permite el diagnóstico presuntivo de *Listeria* spp y *Listeria monocytogenes*. El medio está constituido por el suplemento selectivo para listeria HiCrome y cloruro de litio; por lo cual, éste inhibe el desarrollo de mohos, levaduras, enterococos y la mayoría de las bacterias. El componente cromogénico X-glucosídico al actuar con la enzima  $\beta$ -glucosidasa proporciona la coloración azul a las colonias de *Listeria* spp. La reacción química de lipasa origina un halo amarillo que rodea la colonia azul, propio de *L. monocytogenes* y *L. innocua*, debido a la fermentación de ramnosa. *L. ivanovii* son colonias azules con ausencia de halo, por ende, es ramnosa negativo (HiMedia, 2020).

#### **Preparación del medio.**

La preparación de agar Listeria Cromogénico modificado se realizó en base a las indicaciones mencionadas por el fabricante. Se afora 67.25 g del medio en 1000 mL de agua destilada previamente esterilizada. Luego, se disolvió con calor hasta llegar al punto de ebullición. Posteriormente, se esterilizó en autoclave por 15 minutos a 121 °C y se temperó a 50 °C. En un área aséptica próximo a un mechero Bunsen se distribuyó 30 ml de agar en cada una de las cajas Petri y luego se conservó en un medio estéril a 4 °C (HiMedia, 2020).



### **Aislamiento de *Listeria* spp.**

Se realizó la siembra de manera aséptica en agar *Listeria* Cromogénico modificado por duplicado. Para ello, con una micropipeta se colocó 100 µl de caldo de peptona pre enriquecido. Después, con el asa bacteriológica redonda se aplicó la siembra de estrías por agotamiento, a fin de obtener colonias aisladas. Finalmente, se incubó los medios sembrados a 37 °C por 24 a 48 horas (Pérez-Rubio et al., 2008).

- ***E. coli***

El agar MacConkey es un medio selectivo para el diagnóstico presuntivo de bacterias Gram negativo como anaerobios facultativos y Enterobacteriaceae. Este medio no permite el desarrollo de Gram positivo, por la concentración de cristal violeta y sales biliares. La fermentación de lactosa causa la reducción de pH, por lo que alrededor de la colonia torna un color rosado-rojizo. Las colonias lactosa negativo son incoloras (Scharlau, 2021).

### **Preparación del medio**

La preparación del agar MacConkey se realizó en base a las indicaciones mencionadas por el fabricante del producto. Por lo que, se aforó 51.55 g del medio en 1000 mL de agua destilada previamente esterilizada. Luego, se disolvió con calor hasta llegar al punto de ebullición. Posteriormente, se esterilizó en autoclave por 15 minutos a 121 °C y se temperó a 50 °C. En un área aséptica próximo a un mechero Bunsen se distribuyó 30 ml de agar en cada una de las cajas Petri y luego se conservó en un medio estéril a 4 °C (Scharlau, 2021).

### **Aislamiento de *E. coli***

Se realizó la metodología formulada por Cabrera-Marino et al. (2021) en la que, uno de los agares empleados para la identificación de *E. coli* son agar XLD y MacConkey. Tras inocular 100 µl de caldo enriquecido, se aplicó la siembra de estrías por agotamiento. Posterior a ello, se incubó las placas a 37 °C por 24 horas.

- ***Salmonella* spp.**

El agar XLD es un medio selectivo para el diagnóstico de bacterias entéricas Gram negativo, en particular de *Salmonella* spp y *Shigella*. El crecimiento de bacterias Gram positivo es

inhibido por la escasa cantidad de desoxicolato. El color amarillo que se forma alrededor de las colonias es causado por la fermentación de sacarosa, xilosa y lactosa. En este medio se observan colonias con centros negros debido a la síntesis de sulfhídrico a partir de tiosulfato (Scharlau, 2021).

### **Preparación del medio**

La preparación del agar XLD se realizó en base a las indicaciones mencionadas por el fabricante del producto. Por lo que, se aforó 56.68 g del medio en 1000 mL de agua destilada previamente esterilizada. Luego, se disolvió con calor hasta llegar al punto de ebullición. En un área aséptica próximo a un mechero Bunsen se distribuyó 30 ml de agar en cada una de las cajas Petri y luego se conservó en un medio estéril a 4 °C (Scharlau, 2021).

### **Aislamiento de *Salmonella* spp.**

Para la investigación, se realizó la metodología formulada por Cabrera Marino et al. (2021) en la que, uno de los agares empleados para la identificación de *Salmonella* spp. son agar XLD y MacConkey. Tras inocular 100 µl de caldo enriquecido y aplicar la siembra de estrías por agotamiento se procedió a incubar las placas a 37 °C por 24 horas.

### **2.2.8. Tinción de Gram**

En la actualidad, esta técnica sigue siendo eficaz para el diagnóstico microbiológico, dado que proporciona información sobre la morfología (bacilos, cocos, vibrios, cocobacilos, espiroquetas, espirilos), agrupación bacteriana (racimos, tétrada, diplococos, octógena, cadena), tamaño y reacción al Gram (grampositivo o gramnegativo). La reacción al Gram hace referencia a la composición fisicoquímica de la pared celular. Las bacterias Gram positivo están constituidas por una pared celular gruesa (polímeros y peptidoglucanos), por lo que son resistentes a la decoloración (alcohol cetona) e impermeables. Mientras que, las bacterias Gram negativo están conformadas por una capa delgada (lipopolisacáridos y peptidoglucanos) sensibles a la decoloración (Rivas y Giraldo, 2021).

El procedimiento en la investigación presente se realizó en base a experimento de Pérez y Astudillo (2020). Por lo que, se realizó la tinción de Gram en un área estéril próximo al mechero Bunsen. Luego, con un gotero se colocó una gota de agua destilada en una lámina de porta-objeto.

Posteriormente, se tomó una colonia aislada con ayuda del asa recta bacteriológica, para luego realizar el frotis de la misma. Se puso una gota de Cristal Violeta para Gram, dejando actuar un minuto. Luego se lavó con agua destilada y se colocó una gota de Lugol, dejando actuar un minuto. Consecutivamente, se lavó con agua destilada el portaobjeto con lugol, luego se empleó una gota alcohol cetona, dejando actuar seis segundos. Luego se lavó con agua destilada. y se puso una gota de Safranina para Gram, dejando actuar un minuto. Finalmente se lavó con agua destilada, para dejar secar y observar la tinción en el microscopio. En base a la tabla 6 se realizó la interpretación de los resultados obtenidos en las tinciones realizadas.

**Tabla 7**

*Interpretación de resultados de Tinción Gram*

<b>Reacción al Gram</b>		<b>Morfología</b>	<b>Agrupación</b>
<b>Gram-positiva</b>	<b>Gram-negativa</b>		
Violáceo	Rosado-rojizo	Bacilo	Racimos
		Cocácea	Tétrada
		Vibrio	Diplococos
		Cocobacilo	Octágena
		Espiroqueta	
		Espirilo	

*Nota.* (Luna Fontalvo, 2020).

### **2.2.9. Siembra en agar sangre**

*Listeria* spp se caracteriza por ser una especie facultativa anaeróbica con la capacidad de sobrevivir en condiciones ambientales extremas. Por lo que, se realizó la siembra en agar sangre para la presunta identificación de ésta, mediante la observación de hemólisis  $\beta$  y crecimiento a - 4 °C (Matle et al., 2020).

- **Preparación del medio**

La preparación del agar sangre se realizó en base a las indicaciones mencionadas por el fabricante del producto. Por lo que, se aforó 26.6 g del medio en 950 mL de agua destilada previamente esterilizada. Luego, se disolvió con calor hasta llegar al punto de ebullición.

Posteriormente, se esterilizó en autoclave por 15 minutos a 121 °C y se temperó a 50 °C. En un área aséptica próximo a un mechero Bunsen, cuando el medio alcanzó una temperatura entre 45 °C y 50 °C se añadió de 50 mL de sangre ovina desfibrilada estéril (5%). Luego se homogenizó y distribuyó 30 ml de agar en cada una de las cajas Petri. Finalmente, se conservó el medio estéril a 4 °C (Condalab, 2021).

- **Procedimiento**

En un área estéril próximo al mechero Bunsen con ayuda de una asa redonda bacteriológica, se tomó una colonia azul-verdosa característica de *Listeria ssp* . Posteriormente, se sembró en agar sangre por duplicado. Las colonias obtenidas de *Listeria* fueron incubadas a 37 °C por 24 horas, mientras que otras muestras fueron refrigeradas 4 °C.

### Figura 1

*Tipos de hemólisis en medios de agar sangre*



*Nota.* La coloración verdosa alrededor de la colonia es indicativa de una lisis parcial de eritrocitos (hemólisis  $\alpha$ ). Mientras que, la zona incolora alrededor de la colonia es indicativo de la lisis total de eritrocitos por parte de la hemolisina (hemólisis  $\beta$ ). Por otro lado, hemólisis  $\gamma$  se da cuando no hay ruptura de eritrocitos (Serrano y Gutiérrez, 2018).

#### 2.2.10. Pruebas bioquímicas

- **Test de agar triple azúcar hierro (TSI)**

Para la identificación presuntiva de *Salmonella spp* y *E. coli* se realizó la prueba de TSI para observar la presencia o ausencia de fermentación de carbohidratos, la producción de ácido sulfhídrico y gas. Por consiguiente, se tomó una colonia aislada con el asa bacteriológica recta y se inoculó en el tubo de TSI. Finalmente, se incubó a 37 °C por 18 a 24 horas (Serrano y Gutiérrez, 2018).

### Preparación del medio

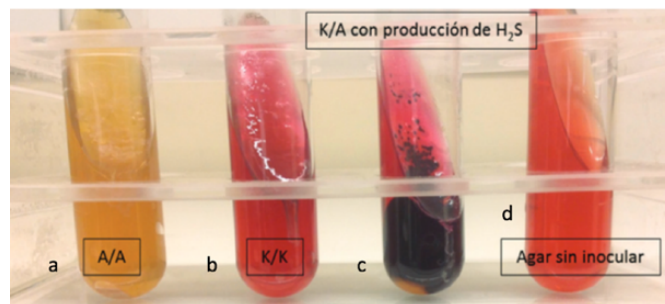
La preparación del agar TSI se realizó en base a las indicaciones mencionadas por el fabricante del producto. Por lo que, se aforó 19.36 g del medio en 300 mL de agua destilada previamente esterilizada. Luego, se disolvió con calor hasta llegar al punto de ebullición. En un área estéril próximo a un mechero Bunsen se dispuso 3 mL de agar en un tubo de ensayo y luego se colocó el tapón. Después, se esterilizó en autoclave por 15 minutos a 121 °C. Posteriormente, se inclinó los tubos de ensayo en un ángulo de 30° para la formación del pico de flauta y se dejó solidificar. Finalmente, se conservó el medio estéril a 4 °C (Scharlau, 2021).

### Interpretación del resultado de la prueba de TSI

En el tubo de ensayo con agar TSI, se realiza el análisis de fermentación de carbohidratos. En el cual, el pico indica la fermentación de lactosa y glucosa, mientras que el fondo indica la fermentación de sacarosa. Por lo tanto, cuando hay fermentación de uno de los carbohidratos se observa un medio ácido, por lo que el agar toma una coloración amarilla. Por otro lado la producción de H<sub>2</sub>S genera una coloración negra en el medio (Serrano y Gutiérrez, 2018).

### Figura 2

*Interpretación de resultados del Test de TSI*



*Nota.* a) fermentación de glucosa, lactosa y sacarosa (A/A); b) no hay fermentación de carbohidratos (K/K); c) fermentación de glucosa con producción de H<sub>2</sub>S; d) agar sin inocular, la rotura de agar es indicativo de producción de gas (Serrano y Gutiérrez, 2018).

- **Test de oxidasa**

En la presente investigación se realizó el test de oxidasa con la finalidad de observar la oxidación del sustrato, mediante la combinación de la enzima citocromo-c-oxidasa (bacteria),

citocromo-c (tira de oxidasa) y el oxígeno atmosférico causa la oxidación del sustrato (Luna Fontalvo, 2020).

### **Procedimiento**

En un área aséptica se realizó el test de oxidasa para el diagnóstico de *E.coli*, *Salmonella* spp y *Listeria* spp. Se tomó una colonia aislada del medio selectivo y luego fue colocado sobre la punta de la tira de oxidasa. El resultado se visualizó dentro de los primeros diez segundos. El positivo se tiñe de color rosado a fucsia, mientras que, el negativo se torna sin cambio de color (Luna Fontalvo, 2020).

- **Test de catalasa**

En la investigación se aplicó el test de catalasa para identificar microorganismos aerobios y anaerobios facultativos. Las bacterias positivas al test de catalasa generan oxígeno y agua, a partir de la reacción del peróxido hidrógeno con la enzima catalasa (Luna Fontalvo, 2020).

### **Procedimiento**

En un área estéril se realizó el test de catalasa para el diagnóstico de *Listeria* spp. Se colocó una gota de peróxido de hidrógeno sobre una lámina de un porta objeto, la misma en la que se colocó la colonia aislada. El resultado se observó en los primeros diez segundos. El positivo presenta burbujas de manera inmediata; mientras que, el negativo tiene ausencia de las mismas (Luna Fontalvo, 2020).

## **2.5. Variable respuesta**

### **2.5.1. Variables cuantitativas**

- **Análisis microbiológico de la carne de pollo**

El análisis microbiológico se llevó a cabo mediante el contaje de aerobios mesófilos UFC/g en donde se utilizó agar nutritivo ya que es un medio es empleado en la industria alimentaria para el control de calidad. Dado que en este medio de cultivo crecen favorablemente hongos, bacterias gramnegativas y grampositivas (Condalab, 2021). Para la cuantificación se tomo en cuenta las

placas de agar nutritivo que contenían un intervalo de 30 a 300 colonias (INEN, 2006). Para el proceso de UFC se aplicó la ecuación 1 propuesto por el INEN.

$$UFC/g = \frac{d * \sum c}{V} \quad \text{Ecuación 1}$$

*Nota.* Suma de colonias ( $\sum c$ ); volumen en mL de la muestra inoculada (V); factor de dilución (d) (INEN, 2006).

### Interpretación del resultado

Las muestras con un recuento de UFC superior a  $10^6$  UFC/g, fueron registradas como muestras no aptas para el consumo. Debido a que, la norma técnica ecuatoriana establecida por el INEN refiere que el valor aceptable de mesófilos aerobios en carnes es de  $10^6$ - $10^7$  UFC/g. (INEN, 2016).

#### 2.5.2. Variables cualitativas

- **Identificación presuntiva de *Salmonella* spp, *E. coli* y *Listeria* spp en carne de pollo.**

#### *Salmonella* spp.

Para la identificación de *Salmonella* spp. se observó la ausencia de fermentación de lactosa y la síntesis de H<sub>2</sub>S en los medios selectivos. Por lo que en agar MacConkey se observan colonias incoloras. Mientras que en agar XLD se observan colonias rojas con centro negro debido a la síntesis de H<sub>2</sub>S.

#### Tabla 8

*Batería bioquímica aplicada para la identificación de Salmonellas spp*

Tinción Gram				TSI				
Oxidasa	Morfología	+/-	Pico/Fondo	Lactosa	Sacarosa	Glucosa	H <sub>2</sub> S	Gas
-	bacilo	-	K/A	-	-	+	+	-

*Nota.* Donde K es un medio alcalino y A es un medio ácido (Serrano y Gutiérrez, 2018); (Luna Fontalvo, 2020); (Rivas y Giraldo, 2021); (Romero Caballero, 2018).

***E. coli.***

Para la identificación de *E.coli* se observó la fermentación de lactosa y glucosa con producción de gas en los medios selectivos. Por lo que en agar MacConkey se observan colonias rosado-rojizo. Mientras que en agar XLD se observan colonias amarillas sin producción de H<sub>2</sub>S.

**Tabla 9**

*Batería bioquímica e aplicada para la identificación de E. coli*

Tinción Gram				TSI				
Oxidasa	Morfología	+/-	Pico/Fondo	Lactosa	Sacarosa	Glucosa	H <sub>2</sub> S	Gas
-	bacilo	-	A/A	+	-	+	-	+

*Nota.* Donde A es un medio ácido (Serrano y Gutiérrez, 2018); (Luna Fontalvo, 2020); (Rivas y Giraldo, 2021); (Romero Caballero, 2018).

***Listeria spp.***

Para la identificación de *Listeria spp* se utilizó agar *Listeria* Cromogénico modificado, debido a que este agar cuenta con el componente cromogénico X-glucosídico. El cual al reaccionar con la enzima β-glucosidasa proporciona la coloración azul verdosa a las colonias de *Listeria spp*. Igualmente, para la diferenciación entre las especies de este género se observa la fermentación de ramnosa, en el que *L. monocytogenes* y *L. innocua* presentan un halo amarillo al fermentar ramnosa, mientras que las colonias de *L. ivanovii* no presentan halo.

**Tabla 10**

*Batería bioquímica empleada para la identificación de Listeria spp*

Tinción Gram						
Oxidasa	Catalasa	Morfología	+/-	Esporulados	Hemólisis	Crecimiento -4 °C
-	+	bacilo	+	-	β	+

*Nota.* (Serrano y Gutiérrez, 2018); (Luna Fontalvo, 2020); (Rivas y Giraldo, 2021); (Romero Caballero, 2018).



- **Determinación de los factores de riesgo en plantas de faenamiento de aves**

**Ficha de observación y evaluación de las plantas de faenamiento de aves**

Durante la visita de las nueve plantas faenadoras se evaluó varios factores de riesgo relacionados con la contaminación microbiológica de la carne de ave procedentes de los camales. Para ello, se empleó una ficha de observación con la finalidad de determinar los puntos críticos que interfieren en la calidad microbiológica de la carne de pollo que es suministrada al cantón Ambato.

**Tabla 11**

*Ubicación de centros de faenamiento*

<b>0</b>	La planta está ubicada en una zona con ausencia de control de plagas, presencia de cenizas y gases tóxicos causantes de la contaminación del establecimiento.
<b>1</b>	La planta no está ubicada en una zona con presencia de cenizas y gases tóxicos, pero no se realiza un control de plagas.
<b>2</b>	La planta no está ubicada en una zona con presencia de cenizas y gases tóxicos y, además se realiza un control de plagas.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 12**

*Especies faenadas en los centros de faenamiento*

<b>0</b>	En el establecimiento faenan otras especies frecuentemente.
<b>1</b>	En el establecimiento faenan otras especies ocasionalmente.
<b>2</b>	El establecimiento faena únicamente aves.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 13***Calidad microbiológica del agua potable*

<b>0</b>	El establecimiento no cuenta con agua potable.
<b>1</b>	El centro de procesamiento cuenta con agua potable acorde al número de aves faenadas, sin embargo, el agua potable no es tratada por parte del establecimiento.
<b>2</b>	El centro de procesamiento cuenta con agua potable acorde al número de aves faenadas, además el agua potable es tratada por parte del establecimiento.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 14***Capacitación del personal*

<b>0</b>	El centro de procesamiento cuenta con la asistencia técnica de un Médico Veterinario; encargado de capacitar al personal sobre temas como: buenas prácticas de higiene, inocuidad y bioseguridad. Una vez al año.
<b>1</b>	El centro de procesamiento cuenta con la asistencia técnica de un Médico Veterinario; encargado de capacitar al personal sobre temas como: buenas prácticas de higiene, inocuidad y bioseguridad. Una vez al mes.
<b>2</b>	El centro de procesamiento cuenta con la asistencia técnica de un Médico Veterinario; encargado de capacitar al personal sobre temas como: buenas prácticas de higiene, inocuidad y bioseguridad, al menos una vez por semana.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 15***Seguridad sanitaria del personal*

<b>0</b>	Los operarios NO visten indumentaria adecuada para la jornada de trabajo, lo que incrementa el riesgo de contaminaciones cruzadas que afecten a la salud pública.
<b>1</b>	Los operarios visten de forma regular indumentaria adecuada, es decir, algunos cumplen la normativa, mientras que otros no.
<b>2</b>	Los operarios visten indumentaria adecuada para la jornada de trabajo, lo que inhibe el riesgo de contaminaciones cruzadas que afecten a la salud pública.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 16***Seguridad sanitaria de la zona de espera*

<b>0</b>	La planta no lleva un control sobre los animales sacrificados, ni tampoco cuentan con la guía de movilización respectiva. Igualmente, no cuenta con la separación necesaria de las zonas de recepción, limpia y sucia.
<b>1</b>	La planta lleva un control sobre los animales sacrificados, los mismos que cuentan con la guía de movilización respectivamente. Igualmente, cuenta con un área de recepción, sin embargo, no hay una separación adecuada del área limpia y sucia.
<b>2</b>	La planta lleva un control sobre los animales sacrificados, los mismos que cuentan con la guía de movilización respectiva. Igualmente, el centro cuenta con la separación adecuada de cada una de las áreas: recepción, limpia y sucia.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 17***Seguridad sanitaria de la canal*

<b>0</b>	El centro de faenamiento NO tiene claramente definida las diferentes zonas de procesamiento: empaquetado, aturdimiento, clasificación, desangrado, lavado, escaldado, evisceración y depilación.
<b>1</b>	El centro de faenamiento tiene PARCIALMENTE tiene definida las diferentes zonas de procesamiento: empaquetado, aturdimiento, clasificación, desangrado, lavado, escaldado, evisceración y depilación.
<b>2</b>	El centro de faenamiento tiene CLARAMENTE definida las diferentes zonas de procesamiento: empaquetado, aturdimiento, clasificación, desangrado, lavado, escaldado, eviscerado y depilación.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 18***Fase de escaldado*

<b>0</b>	No hay control de temperatura durante el escaldado.
<b>1</b>	Se realiza un escaldado suave con una temperatura de 64 °C por 75 segundos.
<b>2</b>	Se realiza un escaldado suave con una temperatura de 53 °C por 120 segundos, en el que hay un control de pH mediante el uso de productos alcalinos.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 19***Fase de desplumado*

<b>0</b>	El desplumado se realiza de forma manual.
<b>1</b>	El desplumado se realiza en una maquina peladora de pollos cilíndrica.
<b>2</b>	El desplumado se realiza en máquinas verticales peladoras de pollo, en el que el desplume del cuerpo del ave es independiente con respecto al de las patas del pollo.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 20***Fase de eviscerado*

<b>0</b>	La fase de evisceración NO se realiza sobre una superficie plana de acero inoxidable ni con el ave colocada en la cadena con ganchos, además el lavado de vísceras NO es independiente al de las carcasas.
<b>1</b>	La fase de evisceración se realiza sobre una superficie plana de acero inoxidable, conjuntamente con un lavado sin presión de agua, siendo el lavado de vísceras independiente de las carcasas
<b>2</b>	La fase de evisceración se realiza con el ave colocada en la cadena con ganchos, previo a un lavado a presión del interior de la carcasa, siendo el lavado de vísceras independiente de las carcasas

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 21***Fase de pre-enfriamiento y enfriado de las canales*

<b>0</b>	No existe un mecanismo apropiado que, permite reducir la temperatura interna de la carne (2 °C), antes de ser distribuida a los puntos de expendio.
<b>1</b>	La reducción de la temperatura interna de la carne (2 °C), se lleva a cabo mediante el uso de hielos con ausencia de flujo del agua.
<b>2</b>	La reducción de la temperatura interna de la carne (2 °C), se lleva a cabo mediante el proceso de pre-enfriado y posteriormente enfriado de la canal.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

**Tabla 22***Inocuidad de la canal*

<b>0</b>	Los utensilios empleados durante el proceso de faenamiento son de acero inoxidable, al igual que las mesas y maquinaria. Las cuales NO son limpiadas durante la jornada.
<b>1</b>	Los utensilios empleados durante el proceso de faenamiento son de acero inoxidable, al igual que las mesas y maquinaria. Las cuales son limpiadas casualmente durante la jornada.
<b>2</b>	Los utensilios empleados durante el proceso de faenamiento son de acero inoxidable, al igual que las mesas y maquinaria. Las cuales son limpiadas frecuentemente durante la jornada.

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). (MAG y AGROCALIDAD, 2018).

## **2.6. Análisis estadístico**

Para el tamaño de muestra se utilizó un muestreo intencional (por expertos), en donde el criterio técnico de selección de las plantas faenadoras se realizó en base información proporcionada por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario – AGROCALIDAD. Para ello, se tomó en cuenta las faenadoras de aves con mayor producción que suministran al cantón Ambato, provincia de Tungurahua; además de contar con el certificado de mataderos bajo inspección oficial – MABIO.

En el área de empaque de las canales de pollo se recolectó al azar 5 canales en cada planta faenadora. Posteriormente, se tomó una muestra de carne de cada pollo, así obteniendo un total de 45 muestras. Los resultados obtenidos fueron tabulados en una base de datos de Microsoft Office Excel 2013.

La investigación se realizó bajo condiciones estrictas, sin variaciones. El nivel de significancia fue del 95%. Para las variables que no tienen homogeneidad de varianza se utilizó la prueba de Kruskal Wallis complementada con el test de Mann Whitney. Del mismo modo, para la determinación de la relación entre los parámetros de la ficha de observación de las plantas faenadoras se utilizó la prueba estadística de Gamma.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

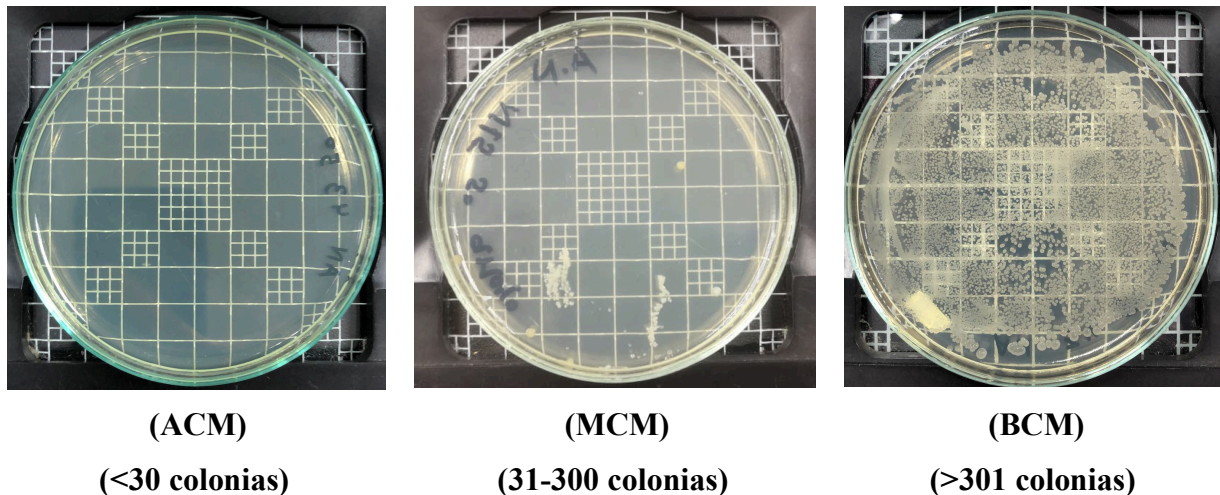
En la presente investigación se realizó un análisis microbiológico de porciones de carne de 25g, obtenidas de canales de pollos; los cuales fueron tomados al azar del área de empaque, en cada una de las vistas realizadas a las diferentes nueve plantas faenadoras registradas por AGROCALIDAD, de la provincia de Tungurahua. Las variables expuestas fueron analizadas con un nivel de significativa del 95%

#### 3.1. Análisis y discusión de datos

##### 3.1.1. Análisis microbiológico mediante el conteo de mesófilos aerobios (UFC/g) presentes en carne de pollo

#### Figura 3

*Placas de agar nutritivo con ausencia o presencia de mesófilos aerobios, UFC/g*



*Nota.* Alta calidad microbiológica (ACM), moderada calidad microbiológica (MCM), baja calidad microbiológica (BCM).

El análisis de la variable cualitativa se llevó a cabo mediante en conteo de mesófilos aerobios (UFC/g), de las muestras de carne de pollo recolectadas. En la figura 3 se presenta placas de agar nutritivo en las que se realizaron el conteo de UFC para determinar la calidad microbiológica de las muestras analizadas. Las muestras fueron categorizadas en base al número



de colonias presentes en el medio de cultivo. Por lo que, las placas con un valor inferior a 30 colonias son indicativas de una alta calidad microbiológica, mientras que si el valor es superior a 301 colonias se categoriza como baja calidad microbiológica. Por otro lado, si el número de colonias oscila entre 31 a 300 es indicativo de una moderada calidad microbiológica.

**Tabla 23**

*Análisis microbiológico de las muestras de carne de pollo mediante el contaje de mesófilos aerobios, UFC/g (n =45)*

	<b>ACM</b> <b>(&lt;30 colonias)</b>	<b>MCM</b> <b>(31-300 colonias)</b>	<b>BCM</b> <b>(&gt;301 colonias)</b>
Aerobios mesófilos (UFC/g)	$1.05 \times 10^6$	$9.18 \times 10^6$	$<1.0 \times 10^7$
NTE INEN 766	$1.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^6$	$1.0 \times 10^7$
Nº de muestras	11	4	30
%	24.4	8.9	66.7

*Nota.* Alta calidad microbiológica (ACM); moderada calidad microbiológica (MCM); baja calidad microbiológica (BCM).

En la tabla 23 se realizó el análisis con respecto al grado de contaminación por aerobios mesófilos (UFC/g) de las muestras de carne de pollo. Por lo que, se identificó 24.4% de muestras con alta calidad microbiológica, 8.9% con una calidad microbiológica moderada y 66.7% con una calidad microbiológica baja. Así también, se reportó 11 muestras con valores de  $1.05 \times 10^6$  UFC/g, cuatro con valores de  $9.18 \times 10^6$  UFC/g y 30 muestras con valores mayores a  $1.0 \times 10^7$  UFC/g, con un recuento promedio de  $4.03 \times 10^7$  UFC/g. Tomando a consideración la Norma Técnica Ecuatoriana establecida por el INEN; la cual refiere que, el rango aceptable de aerobios mesófilos en carnes es de  $1 \times 10^6 - 1 \times 10^7$  UFC/g. (INEN, 2016). Se determinó que, el 33,3% de las muestras cumplen con la normativa, mientras que, el 66.7% presentan valores no aptos para el consumo humano.

**Tabla 24**

*Relación entre camales y calidad microbiológica de la carne de pollo.*

N° de faenadoras	9
N° de casos válidos	45
Valor de p	0.001

*Nota.* Diferencia estadísticamente significativa  $p < 0.05$  (Prueba de Kruskal Wallis complementada con el test de Mann Whitney).

La relación de la calidad microbiológica entre las muestras de la carne de pollo se realizó mediante la prueba de Kruskal Wallis complementada con el test de Mann Whitney, con un nivel de significancia del 95%. En la tabla 24 en base al valor de significancia estadístico obtenido; el cual fue menor a 0.05 se determinó que existe una relación entre la calidad microbiológica de las muestras de carne de pollo y las plantas faenadoras que expenden las canales de pollo.

Los resultados obtenidos en cuanto a la contaminación por aerobios mesófilos en carne de pollo son semejantes al estudio realizado por Cabrera Marino., et al. (2021). En el cual, evaluó la contaminación por aerobios mesófilos en 30 carcasas de pollo obteniendo valores de mesófilos aerobios de 39.17; 3.11 Log UFC/placa en centros de faenamiento informales, mientras que en centros formales fueron 1.34 Log UFC/placa, con un promedio de  $4.9 \pm 0.7$  Log UFC/cm<sup>2</sup> en el ambiente debido a las condiciones de la infraestructura de los camales. Los resultados que obtuvieron fueron evaluadas en base a la Norma Técnica Peruana, la cual refiere que el rango aceptable de mesófilos aerobios en productos carnicos oscila entre  $1 \times 10^5 - 1 \times 10^7$  UFC/g. Dicho valor coincide con la Norma Venezolana Covenin aplicada en el estudio realizado por Molero Saras, G (2012) en el cual realizó el análisis microbiológico de canales de pollo, muestras de agua procedentes de los tanques de pre-enfriamiento y enfriamiento, así obteniendo valores mayores de  $4.01 \pm 0.03$  Log UFC/cm<sup>2</sup> de mesófilos aerobios.

Por otra parte, en la investigación realizada por Alban Loor, (2022) refiere que la variación de pH de la carne de pollo tras el proceso de sacrificio no influye en la proliferación de aerobios mesófilos, debido a que los valores de contaminación por éstos en las muestras analizadas

presentaron  $2.8 \times 10^4$  UFC/g tras el proceso de sacrificio del ave,  $3.6 \times 10^4$  UFC/g a la 12 horas después del sacrificio y  $5.6 \times 10^4$  UFC/g a las 24 horas, siendo éstos valores aceptado por la Norma Técnica Ecuatoriana. Sin embargo, las muestras analizadas obtuvieron valores de pH inferiores al óptimo (5,6 pH), lo que indica un manejo incorrecto de las aves previo al proceso de faenamiento. En este sentido, Pérez Arnero (2016) refiere que valores de mesófilos aerobios superior a  $1 \times 10^7$  a  $1 \times 10^8$  UFC/g es consecuencia del incumplimiento de las Normas de Higiene y Bioseguridad por parte del personal en las plantas de faenamiento durante el proceso de elaboración de productos para el consumo humano.

### 3.1.2. Identificación de *Listeria spp* a partir de pruebas bioquímicas y tinción de Gram en muestras de carne de pollo

**Tabla 25**

*Pruebas bioquímicas y tinción de Gram en colonias aisladas con propiedades de una presunta*

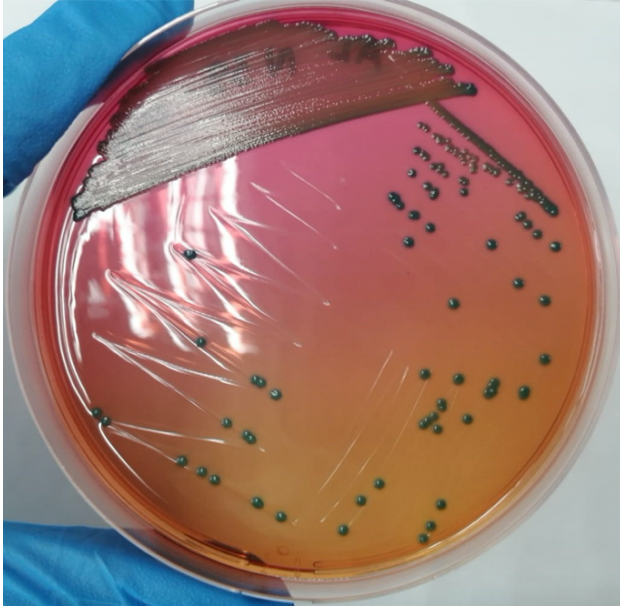
*Listeria spp (n=45)*

<b>Oxidasa</b>	<b>Catalasa</b>	<b>Tinción Gram</b>		<b>Hemólisis</b>	<b>Crecimiento 4 °C</b>	<b>Presuntiva</b>
(-)	(+)	bacilo	Gram (+)	β	(+)	<i>Listeria spp</i>
100 %	88.9 %	37.8 %	100 %	13.3 %	8.9 %	4.4 %
45	40	17	45	6	4	2

En la tabla 25 se muestra los resultados obtenidos, tras realizar el análisis microbiológico en las 45 muestras de pollo. Así obteniendo 2 muestras con colonias que califican como presuntivas *Listerias. spp*. Dado que, estas colonias fueron positivas a β hemólisis y al test de catalasa, negativas al test de oxidasa, presentando crecimiento en agar sangre a 4 °C y al ser observadas en el microscopio con el objetivo 100x, se identificó colonias bacilares grampositivas con ausencia de esporas.

**Figura 4**

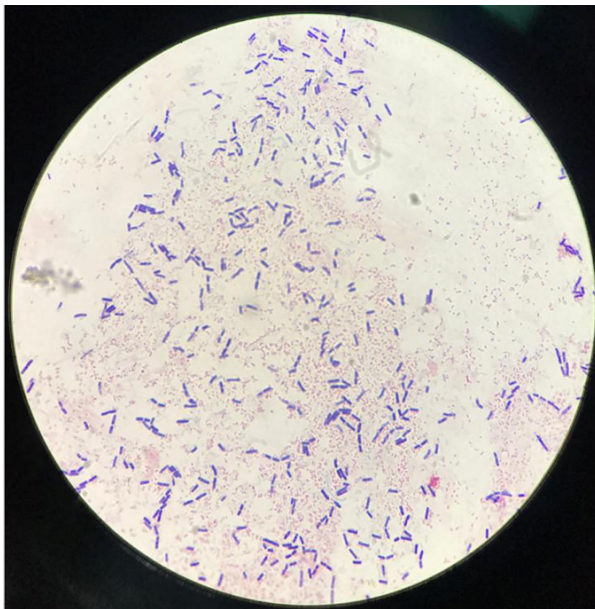
*Desarrollo bacteriano en agar Listeria Cromogénico modificado, crecimiento a 4 °C, hemólisis  $\beta$  y tinción de Gram objetivo de 100x*



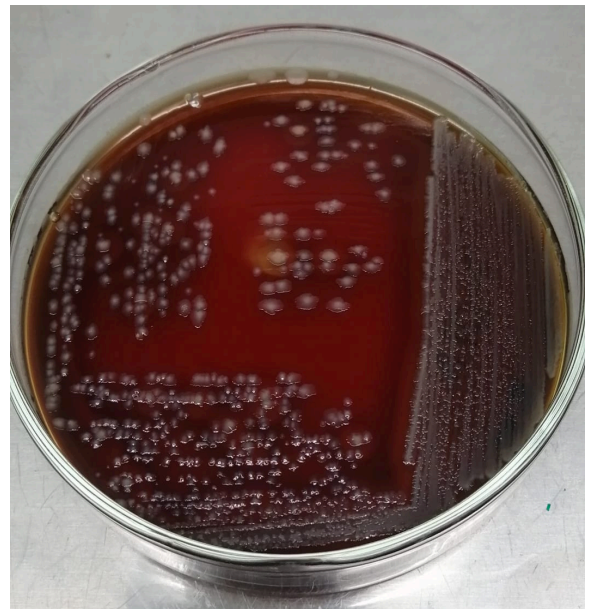
Agar Listeria Cromogénico modificado



Crecimiento a 4 °C



Tinción de Gram



Hemólisis  $\beta$

Por otro lado, en la figura 4 se ilustra imágenes de tinción de Gram, cajas Petri de agar Listeria Cromogénico modificado y agar sangre. En el agar Listeria Cromogénico modificado se observó colonias verdes azuladas debido a la combinación entre el componente cromogénico X-glucosídico y la enzima  $\beta$ -glucosidasa, siendo ésta la reacción metabólica responsable de la coloración de las colonias de *Listeria*. spp. De igual manera hubo ausencia de fermentación de ramnosa en el agar Listeria Cromogénico modificado. En la placa de agar sangre se observó el crecimiento a 4 °C de esta bacteria a las 48 horas. También en las placas de agar sangre que fueron incubadas a 37 °C se observó hemólisis  $\beta$ . En consecuencia, de la rotura total de los eritrocitos presentes en el medio de cultivo, siendo éste un indicador de *Listerias*. spp. Por último, en la imagen de tinción de Gram se observó colonias bacilares grampositivas con ausencia de esporas.

Los resultados obtenidos en cuanto a la contaminación por *Listeria*. spp. en carne de pollo son inferiores, a los valores reportados en el estudio realizado por Molero Saras, (2012) en donde, analizó muestras de agua y canales procedentes de los tanques de pre-enfriamiento y enfriamiento, canales envasadas y contenido intestinal. De esta manera, el número de muestras contaminadas por *Listerias*. spp, fueron 22 del contenido intestinal, 6 canales envasados, 8 canales y 4 de agua procedente de los tanques de pre-enfriamiento, 10 canales y 4 de agua procedente de los tanques de enfriamiento. Por lo que, el investigador refiere que la contaminación cruzada se ha dado por la presencia de contenido fecal, tomando en consideración que *Listerias*. spp está presente en el intestino.

En contraste con la investigación ejecutada por Moura et al. (2019) planteó un estudio para identificar *Listeria monocytogenes*, conjuntamente con otras especies vinculadas con la contaminación de las canales de pollo. Así obteniendo valores de 0% de *Listeria* spp, 30% de *Listeria monocytogenes* muslos congelados, al igual que en tablas y cuchillos (30%), incidencia elevada de *Listeria* spp en tanques de enfriamiento y falso negativo en canales congeladas.

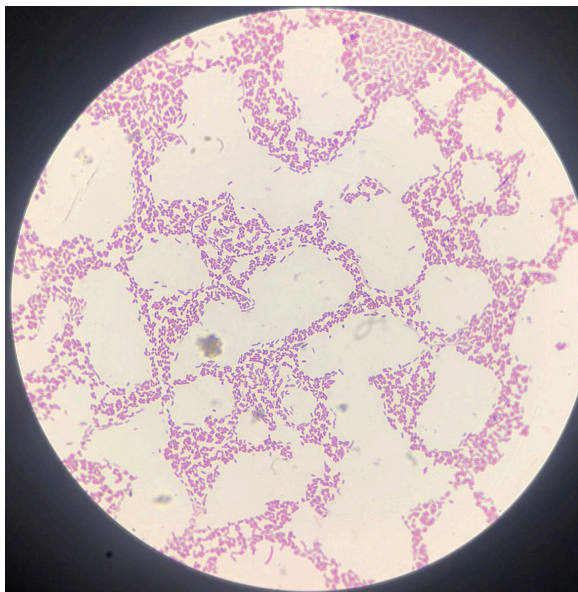
**3.1.3. Identificación de *Salmonella* spp a partir de pruebas bioquímicas y tinción de Gram en pechuga de pollo**

**Figura 5**

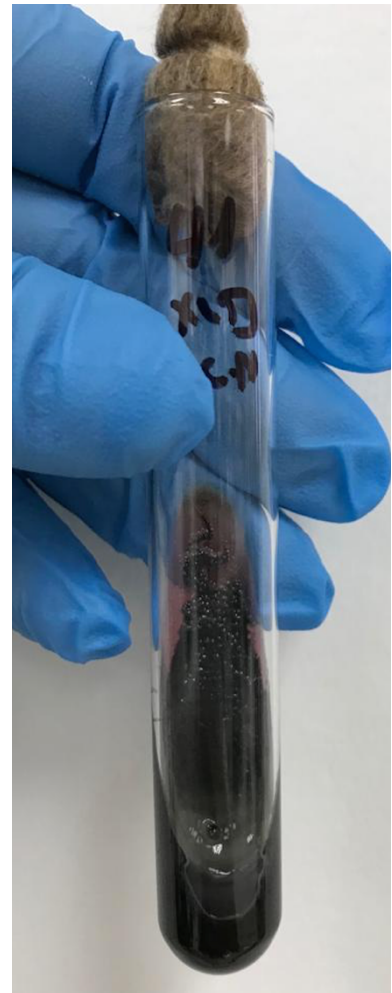
*Desarrollo bacteriano en agar XLD, reacción a la prueba de TSI y tinción de Gram objetivo de 100x*



Agar XLD



Tinción Gram



TSI

**Tabla 26**

*Pruebas bioquímicas, tinción de Gram y comportamiento en agar XLD de colonias aisladas con propiedades de una presunta Salmonella spp (n=45)*

<b>Oxidasa</b>	<b>Tinción Gram</b>		<b>TSI</b>	<b>Colonias negras</b>	<b>Presuntiva</b>
(-)	bacilo	Gram (-)	K/A H <sub>2</sub> S + Gas -	(+)	<i>Salmonella</i> spp
100 %	100 %	100 %	35.6 %	31.1 %	35.6 %
45	45	45	16	14	16

En la tabla 26 se presenta los resultados obtenidos una vez realizado el análisis microbiológico. Así obteniendo 16 muestras con colonias que califican como presuntas *Salmonella*. spp, dado que estas colonias fueron negativas al test de oxidasa. En la observación al microscopio con el objetivo 100x, se identificó colonias bacilares gramnegativas con ausencia de esporas. Igualmente, en el agar de TSI se observó la fermentación de glucosa sin fermentar lactosa, con síntesis de H<sub>2</sub>S a partir de tiosulfato con ausencia de gas, siendo estas características bioquímicas propias de esta bacteria. Por otra parte, tomando en consideración la Norma Técnica Ecuatoriana, los resultados obtenidos no son aceptados, ya que la normativa establecida por el INEN, refiere que los valores aceptados de *Salmonella*. spp en productos cárnicos es la ausencia total de la misma.

Del mismo modo, en la figura 5 se ilustra imágenes de tinción de Gram, agar XLD y agar TSI. En el agar de TSI se observó colonias fermentadoras de glucosa y productoras de H<sub>2</sub>S, por lo cual se observó un medio de cultivo negro en el fondo del tubo de ensayo. En la tinción de Gram se identificó colonias bacilares sin esporas gramnegativas. Por último, en la placa de agar XLD se observaron colonias con centros negros debido a la síntesis de sulfhídrico, siendo estas características bioquímicas propias de *Salmonella* spp. Vale indicar que, también se observó colonias de color amarillo en agar XLD, debido a la fermentación de sacarosa, xilosa y lactosa, propiedad característica de *E. coli*.

Los resultados obtenidos en cuanto a la contaminación por *Salmonella*. spp. en carne de pollo son semejantes, a los valores reportados en el estudio realizado por Molero Saras, (2012), en el que los resultados del análisis de las canales fueron del 60% de las canales obtenidas en la etapa

de pre-enfriamiento, 46.6% de las canales obtenidas en la etapa de enfriamiento y el 60% de las canales envasadas. Por lo que, el investigador refiere que la incidencia de este patógeno se da como efecto secundario al uso constante de antibióticos en las explotaciones avícolas. Otro de los factores que inciden en la presencia de este patógeno es la etapa de escaldado y eviscerado Klaharn., et al. (2022), refiere en su investigación, en la que obtuvo estos 33.4% de muestras positivas a *Salmonella* spp, 33.3 % *E. coli*, 24.7% *Enterococcus* spp y 6.3% *S. aureus*. Lo que concuerda con la investigación realizada por Villagómez Estrada et al. (2017), en el que contó con una población de 289, así obteniendo muestras positivas a *Salmonella infantis* (79.16%) tanto de los ejemplares tomados antes y después del proceso de pre-enfriamiento y también presentaron positivo a *Salmonella infantis* (50%).

En contraste con la investigación realizada por Villacís Jara, (2020), en la cual, realizó un análisis microbiológico de 383 muestras de pollo obtenidas de centros de faenamiento de 18 diferentes provincias del Ecuador, el investigador identificó 20 cepas de *Salmonella* spp del total de muestras analizadas. Al igual que en la investigación realizada por Moya-Jerez (2020), en el cual realizó un análisis microbiológico en 50 muestras de músculos y vísceras de pollo, obteniendo como resultado la ausencia total de *Salmonella* spp.

### 3.1.4. Interpretación de *E. coli* a partir de pruebas bioquímicas y tinción de Gram en muestras de carne de pollo

**Tabla 27**

*Pruebas bioquímicas, tinción de Gram y comportamiento en agar MacConkey de colonias aisladas con propiedades de una presunta E. coli (n=45)*

Oxidasa	Tinción Gram		TSI	Colonias rojizas	Presuntiva
(-)	bacilo	Gram (-)	A/A H <sub>2</sub> S - Gas +	(+)	<i>E. coli</i>
100 %	100 %	93.3 %	93.3 %	100 %	93.3 %
45	45	42	42	45	42

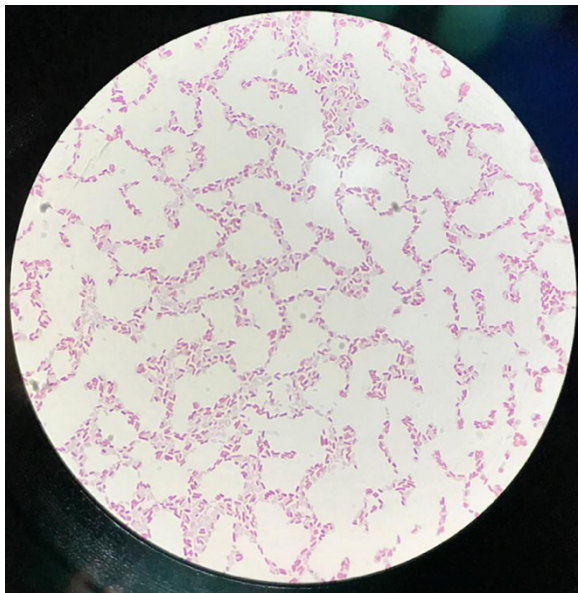


**Figura 6**

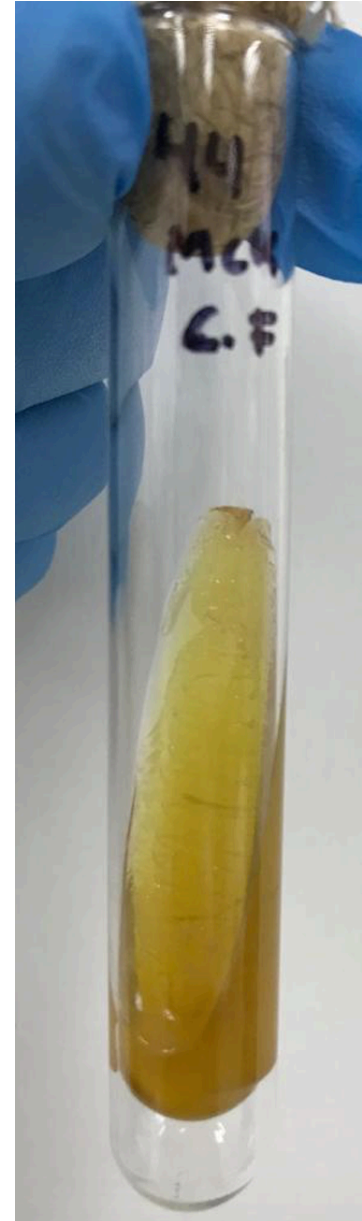
*Desarrollo bacteriano en agar MacConkey, reacción a la prueba de TSI y tinción de Gram objetivo de 100x*



Agar MacConkey



Tinción Gram



TSI

En la tabla 27 se presenta los resultados obtenidos una vez realizado el análisis microbiológico. Así obteniendo 42 muestras con colonias que califican como presuntivas *E. coli*, dado que estas colonias fueron negativas al test de oxidasa. En la observación al microscopio con el objetivo 100x, se identificó colonias bacilares gramnegativas con ausencia de esporas. Igualmente, en el agar de TSI se observó la fermentación de glucosa y lactosa con presencia de gas, sin producción de H<sub>2</sub>S, siendo estas características bioquímicas propias de esta bacteria. Del mismo modo, en la figura 6 se ilustra imágenes de tinción de Gram, agar MacConkey y agar TSI. En el agar de TSI se observó colonias fermentadoras de glucosa y lactosa, por lo que se acidifica el medio de cultivo tanto en el pico como el fondo del tubo de ensayo, así tomando una coloración amarilla. El desplazamiento y rotura del agar es indicador de la presencia de gas. En la tinción de Gram se identificó colonias bacilares sin esporas gramnegativas. Por último, en la placa de agar MacConkey se identificó colonias rosadas-rojizas, debido a la reducción de pH del medio de cultivo, a causa de la fermentación de lactosa, siendo estas propiedades bioquímicas de *E. coli*. Cabe señalar que en MacConkey también se observó colonias incoloras, dado que *Salmonella* spp no fermenta lactosa.

Los resultados obtenidos en cuanto a la contaminación por *E. coli* en carne de pollo fueron inferiores en el estudio elaborado por Villacís Jara et al. (2020), en la cual, realizó un análisis microbiológico de 383 muestras de pollo obtenidas de centros de faenamiento de 18 diferentes provincias del Ecuador, el investigador identificó 148 cepas de *E. coli* del total de muestras analizadas. Por otro parte, en el estudio elaborado por Klaharn et al. (2022) evaluó los factores de riesgo de contaminación bacteriana de canales de pollo en centros de faenamiento registrados en 77 provincias. En el cual, los resultados obtenidos de la población total se identificó la presencia de: *Salmonella* spp (33.4%), *Enterococcus* spp (24.7%), *Escherichia coli* (33.3%) y *Staphylococcus aureus* (6.3%). De igual manera Mpundu et al. (2019) realizaron un estudio en dos centros de faenamiento en Lusaka dirigido a la identificación de *Salmonella* spp y *E. coli* y evaluar los factores de riesgo mediante una ficha de observación. Los investigadores observaron un recuento de coliformes del 70% (*Salmonella* spp 2.5%, *E. coli* 55%) de la población, en el que, el 65% de *E. coli* se presentó en la fase previo al envasado y el 35% posterior al eviscerado.

Las investigaciones anteriores concuerdan con el estudio realizado por Cabrera Marino., et al. (2021), en el cual realizaron un análisis microbiológico de 30 carcasas de pollo y 6 muestras ambientales, así obteniendo muestras positivas a *E. coli*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus spp*, *Salmonella spp* y en su mayoría *Bacillus spp*. Por lo que, los investigadores refieren que el mal manejo del producto es una de las causas de la incidencia de estos microorganismos.

**Tabla 28**

*Identificación presuntiva de Listeria spp, Salmonella spp y E. coli en muestras de carne de pollo tomadas de las diferentes plantas faenadoras (n= 45)*

<b>Plantas de Faenamamiento</b>	<b><i>Listeria spp</i></b>	<b><i>Salmonella spp</i></b>	<b><i>E. coli</i></b>
F1	0	1	5
F2	1	1	5
F3	0	1	5
F4	0	1	5
F5	0	0	5
F6	0	4	4
F7	0	2	3
F8	1	3	5
F9	0	3	5
n	2	16	5
%	4.4%	35.6%	93.3%

En la tabla 28 en base a los resultados obtenidos durante el análisis microbiológico de la carne de pollo, se identificó una frecuencia de *Listeria. spp* del 4.4%; en el que, de las cinco muestras tomadas por camal, una de las muestras de carne calificó como presunta *Listeria. spp*. Por otro lado, la frecuencia de *Salmonella spp* fue del 35.6%, destacando F6. Finalmente, la frecuencia de *E. coli* fue del 93.3% donde hubo menor presencia en F7.

**3.1.5. Determinación de factores de riesgo vinculados a la contaminación de carne de pollo procedentes de camales registrados**

**Tabla 29**

*Ficha de evaluación de las plantas faenadoras*

<b>Código de identificación de las plantas faenadoras</b>	<b>Calidad microbiológica del agua potable</b>	<b>Capacitación del personal</b>	<b>Seguridad sanitaria del personal</b>	<b>Seguridad sanitaria de la zona de espera</b>	<b>Seguridad sanitaria de la canal</b>	<b>Fase de escaldado</b>	<b>Fase de desplumado</b>	<b>Fase de eviscerado</b>	<b>Fase de pre-enfriamiento y enfriado de la canal</b>	<b>Inocuidad de la canal</b>	<b>PUNTAJE OBTENIDO</b>
Faenadora (F1)	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	<b>11</b>
Faenadora (F2)	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	<b>5</b>
Faenadora (F3)	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	<b>13</b>
Faenadora (F4)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	<b>9</b>
Faenadora (F5)	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	<b>9</b>
Faenadora (F6)	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	<b>13</b>
Faenadora (F7)	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	<b>11</b>
Faenadora (F8)	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	<b>12</b>
Faenadora (F9)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>20</b>

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2).

En la tabla 29 se presenta los resultados obtenidos de la evaluación de ciertos parámetros relacionados con el entorno de los camales y etapas del proceso de faenamiento, los cuales fueron analizados en cada una de las visitas. De esta manera se puede observar que la planta faenadora

F2 es la que más incumple la mayoría de los parámetros evaluados en la ficha de observación; mientras que, la planta faenadora F9 cumple en su totalidad los parámetros evaluados. Por consiguiente, el cumplimiento del resto de las plantas faenadoras fue moderado.

**Tabla 30**

*Parámetros críticos relacionados con la contaminación de la carne de pollo (n=45)*

Parámetros	Categorías			Valor de P
	Grado 2 (%)	Grado 1 (%)	Grado 0 (%)	
1. Calidad microbiológica del agua potable	11.1	88.9	0	0.009
2. Capacitación del personal	11.1	77.8	11.1	0.000
3. Seguridad sanitaria del personal	33.3	55.6	11.1	0.002
4. Seguridad sanitaria de la zona de espera	66.7	33.3	0	0.506
5. Seguridad sanitaria de la canal	66.7	33.3	0	0.506
6. Fase de escaldado	11.1	77.8	11.1	0.000
7. Fase de desplumado	11.1	77.8	11.1	0.137
8. Fases de eviscerado	11.1	88.9	0	0.009
9. Fase de pre-enfriado y enfriado de la canal	11.1	66.7	22.2	0.011
10. La inocuidad de la canal	11.1	44.4	44.4	0.000

*Nota.* No cumple (grado 0), cumple regularmente (grado 1), cumple en su totalidad (grado 2). Con diferencia estadísticamente significativa  $p < 0.05$  (n=45) (Prueba estadística Gamma).

En la tabla 30 se muestra los resultados del análisis estadístico de las fichas de observación, las cuales fueron evaluadas durante las visitas a los camales. Con el fin de conocer la posible relación entre la calidad microbiológica de las canales de pollo y los parámetros evaluados. De este modo tanto la calidad microbiológica del agua potable como la del equipo de trabajo, conjuntamente con la importancia de capacitar al personal de los centros de faenamiento, se determinó que dichos parámetros estadísticamente incide en la en la calidad microbiológica de la carne de pollo. Lo que concuerda con el estudio realizado por Moya Jerez (2020), quien refiere que es imprescindible una inspección minuciosa en los centros de faenamiento, así como la

capacitación del personal por parte del médico veterinario, a fin de inhibir la incidencia de *Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter aerógenes*, *Citrobacter freundii*, *Salmonella* spp, *E. coli* y *Citrobacter diversus*. Al igual que, Khan et al. (2021), donde los investigadores consideran que la presencia elevada de *Salmonella* spp (*Infantis*, *Enteritidis* y *Javiana*), se debe a que no hay un tratamiento del agua potable con cloro, el proceso de pre-enfriadores, desinfectantes durante la jornada, así como el manejo de residuos, mortalidad aviar y enfermedad de las mismas.

Por otro lado, Cabrera-Marino et al. (2021), refieren que es necesario poner énfasis en la higiene, infraestructura de los centros y aplicar las Buenas Prácticas Pecuarias. Asimismo, Mpundu et al. (2019), concuerda con los resultados obtenidos, ya que los investigadores citan que los factores de riesgo responsables de la contaminación cruzada son: la indumentaria del personal, la inspección de las aves en el área de espera, higiene de manos y el ambiente, además de la escasa capacitación de manipulación de productos e inspección de la planta faenadora por parte de un médico veterinario. De la misma forma Molero-Saras (2012), recalca que una de las causas de la incidencia elevada de *Salmonella* spp puede estar relacionado con la falta de conocimiento epidemiológico de las granjas avícolas, de igual manera, la incidencia elevada de mesófilos aerobios y *Listeria monocytogenes* está relacionada por la falta de capacitación al personal sobre HAPPC.

En base a los resultados obtenidos se determinó que el estado ambiental de la zona de espera, la seguridad sanitaria de la canal y la etapa de desplumado no presentan una relación estadística con la calidad microbiológica de las canales de pollo. Sin embargo, dichos resultados no concuerda con el estudio realizado por Khan et al. (2021), en el que los investigadores consideran que la presencia elevada de *Salmonella* spp (*Infantis*, *Enteritidis* y *Javiana*) está relacionado por la espera prolongada de aves en la zona de recepción (> 10 h), el manejo de residuos, mortalidad aviar y enfermedad de las mismas.

Por otra parte, la fase de eviscerado y escaldado presentan una mayor incidencia en la calidad microbiológica de la carne de pollo, lo que concuerda con el estudio realizado por Villagómez Estrada et al. (2017), en el que los investigadores recalcan que, una de las posibles

causas de contaminación cruzada durante el proceso de faenamiento de los pollos, está ligado con la etapa de escaldado, eviscerado y uso frecuente de antibióticos. De igual manera Klaharn et al. (2022), en su investigación refieren que, en las plantas faenadoras la separación del área limpia y sucia, conjuntamente con la estructura del establecimiento y desinfección constante de los utensilios son factores de riesgo que alteran la calidad microbiológica de la canal.

La etapa de enfriado e inocuidad de las canales tiene relación con la calidad microbiológica de la carne de pollo procesada en los centros de faenamiento, lo que concuerda con Gu et al. (2020), en el que los investigadores manifiestan que la higiene ambiental en cada una de las fases de procesamiento es uno de los factores significativos en la contaminación de las canales, siendo los puntos críticos el eviscerado, escaldado y enfriamiento. Asimismo, Moura et al. (2019), conforme a los resultados obtenidos determinaron que la ausencia de *Listeria* spp luego de la evisceración se atribuye a la exposición a temperaturas elevadas durante el escaldado. Por otro lado, la incidencia elevada en el resto de las áreas de estudio los autores atribuyen que, la contaminación se da en la zona de corte y enfriado.

### **3.1.6. Verificación de la hipótesis**

A partir de los resultados obtenidos en la investigación presente, se acepta la hipótesis H1, dado que mediante pruebas microbiológicas y bioquímicas aplicadas durante el análisis microbiológico en muestras de carne de pollo se identificó que, la calidad microbiológica de canales de pollo es diferente entre las muestras tomadas de centros de faenamiento registrados que suministran al cantón Ambato.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Se analizó la calidad microbiológica de la carne de pollo mediante el conteo de mesófilos aerobios (UFC/g), así obteniendo 24.4% de muestras con alta calidad microbiológica, 8.9% con una calidad microbiológica moderada y 66.7% con una calidad microbiológica baja.
- Se identificó dos muestras con colonias que califican como presuntivas *Listerias. spp*, mediante pruebas bioquímicas y técnicas microbiológicas como test de catalasa, test de oxidasa, hemólisis  $\beta$ , tinción de Gram, crecimiento en agar sangre y listeria cromogénico modificado. De la misma forma se identificó 16 muestras de *Salmonella spp* y 42 muestras de *E. coli*, a partir de pruebas bioquímicas y técnicas microbiológicas como test de TSI, test de oxidasa, tinción de Gram, crecimiento en agar XLD y agar MacConkey.
- Se determinó que los factores con mayor incidencia de contaminación de las canales de pollo procedentes de los centros de faenamiento registrados son: la calidad microbiológica del agua potable, seguridad sanitaria de los operarios, capacitación del personal, la fase de escaldado, eviscerado, pre-enfriamiento, enfriamiento de la carne de pollo e inocuidad de la misma.



## 4.2. Recomendaciones

- En función a los resultados obtenidos en centros de faenamiento registrados se recomienda proporcionar programas de capacitación semanalmente a los trabajadores; a fin de que, el personal de trabajo tenga conocimiento sobre los factores de riesgo, Buenas Prácticas Pecuarias (BPP), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP).
- Implementar un manejo sanitario tanto para el agua potable como para los hielos utilizados, además de utilizar desinfectantes como el Hipoclorito de Sodio, Amonios cuaternarios, etc. Para los utensilios y equipos de acero inoxidable con la finalidad de inhibir la contaminación cruzada.
- Tomando en cuenta de que este estudio se realizó para conocer la situación actual la calidad microbiológica de la carne de pollo expandidas al cantón Ambato, se sugiere realizar futuros estudios con un número mayor de muestras. En el que, se analice la diferencia microbiológica de las diferentes áreas de la canal (pechuga, pierna, alas), mediante la identificación molecular en puntos críticos de contaminación de la carne, tomando a consideración las granjas avícolas, plantas faenadoras, el transporte del producto y puntos de expendio.
- Realizar estudios en plantas faenadoras de aves en los cuales se evalúe los parámetros de los factores que pueden alterar la calidad microbiológica de la carne de pollo, como la calidad microbiológica del agua, la etapa de escaldado, eviscerado, superficies e instrumental pre-enfriamiento y enfriamiento.

## REFERENCIAS

- Alban Loor, A. (2022). *Evaluación del pH y crecimiento microbiano durante el faenamiento y almacenamiento de carne de res, pollo y cerdo* [Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALBAN%20LOOR%20ANDRES%20PATRICIO.pdf>
- Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria. (2017). *Escherichia coli productora de toxina Shiga (STEC)*. Ficha de peligros/Agencia Chilena para la inocuidad y Calidad Alimentaria. 2-3. <https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Ficha-Peligro-07-STEC-v01.pdf>
- AGROCALIDAD. (2018). *Manual de procedimientos para la inspección y habilitación de mataderos*. MAG/AGROCALIDAD. <http://www.ruminahui-faenamiento.gob.ec/transparencia2020/documentos/Manual%20de%20Procedimientos%20para%20la%20Inspecci%C3%B3n%20y%20Habilitaci%C3%B3n%20de%20Mataderos.pdf>
- Agudelo Rico, C. & Forero Niño, C (2018). *Factores asociados con Salmonella spp en etapas de recepción y salida de chiller en una planta de beneficio de aves. Bogotá, 2018* [Universidad del Rosario]. <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/18524>.
- Artero, A., Treviño, A., Eirós, J., Mendoza, C., Oteo, J., Barreiro, P., Pozo, J & Soriano, V. (2022). *Manual de Enfermedades Infecciosas y Terapia Antimicrobiana* [Universidad Internacional de La Rioja]. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/13259>.
- Baracatt, K., Maier, L., López, L & Jacob, R. (2021). *Manual para Manipulación de Alimentos. Basado en el modelo de currículum estandarizado*. Agencia Chilena para la Inocuidad y Calidad Alimentaria. 36-39. [https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2021/10/MANUAL\\_MANIPULADORES\\_FORMADORES.pdf](https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2021/10/MANUAL_MANIPULADORES_FORMADORES.pdf)
- Bayas Morejón, F., Salazar Ramos, S., Beltrán, K. Berdezoto, L. (2021). Aislamiento e identificación molecular de Salmonella spp. a partir de carnes de res y pollo recolectadas de mercados en Guaranda. *Dianet plus*. 14(2), 73. DOI: <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.505>

- Chlebicz, A & Slizewska, K. (2018). Campylobacteriosis, Salmonellosis, Yersiniosis, and Listeriosis as Zoonotic Foodborne Diseases: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(5), 6-7; 13-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph15050863>
- Cacho Salán, B. (2018). *Supervivencia y parámetros cinéticos de "Escherichia coli" O157:H7 en zumos de frutas comerciales* [Universidad de Valladolid]. 4-3. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/31187?locale-attribute=fr>
- Cabrera Marino, C., Llapasca García, N., Rondón Espinoza, J., Germany Grandez, L & Torres Villanueva, M. (2021). Evaluación microbiológica de carcasas de pollo y ambientes de centros de faenamiento, en una provincia de la Amazonía Peruana. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias-FAGROPEC-Universidad de la Amazonía*, 13(2), 105. DOI: <https://doi.org/10.47847/fagropec.v13n2a2>
- Canet, Z., Almada, N., Ruiz Posse, P & Martín Gange, J. (2018). *Guía de Buenas Prácticas para el uso y construcción del faenador de aves-INTA*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2-15. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_pergamino\\_faena\\_de\\_aves.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_faena_de_aves.pdf)
- Carbó Moliner, R. (2015). *Investigación de Salmonella spp en alimentos mediante el método tradicional ISO 6579 y dos métodos inmunoenzimático* [Universidad Politécnica de Cataluña]. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/26111/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castañeda Serrano, M., Braña Varela, D., Cortés, C & Martín Valdés, W. (2013). *Calidad Microbiológica de la Carne de Pollo*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. [https://www.academia.edu/33613511/\\_Calidad\\_microbiol%C3%B3gica\\_de\\_la\\_carne\\_de\\_pollo](https://www.academia.edu/33613511/_Calidad_microbiol%C3%B3gica_de_la_carne_de_pollo)
- Caycedo Lozano, L., Constanza Corrales, L & Trujillo Suárez, D. (2021). Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. *Revista NOVA*, 19 (36). <https://doi.org/10.22490/24629448.5293>

- CINCAP. (2022). *Nutrientes aportados por la carne de pollo. Comparación con las recomendaciones nutricionales*. Centro de Información Nutricional de la Carne de Pollo. <https://www.cincap.com.ar/informacion-nutricional/>
- CONAVE. (2021). *Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador*. Información Sector Avícola - Estadísticas del sector. <https://conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>
- Condalab. (2019). *Agua Peptonada Tamponada ISO*. [https://www.condalab.com/medios-de-cultivo-preparados/1448-14750-agua-peptonada-tamponada-iso.html#/2859-formato-20\\_x\\_9\\_ml\\_tubes](https://www.condalab.com/medios-de-cultivo-preparados/1448-14750-agua-peptonada-tamponada-iso.html#/2859-formato-20_x_9_ml_tubes)
- Condalab. (2021). *Agar Nutritivo Norm. Dev.* [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.condalab.com/int/en/index.php%3Fcontroller%3Dattachment%26id\\_attachment%3D18788%23~:text%3DEI%2520agar%2520bacteriol%25C3%25B3gico%2520es%2520el,el%2520cultivo%2520de%2520microorganismos%25](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.condalab.com/int/en/index.php%3Fcontroller%3Dattachment%26id_attachment%3D18788%23~:text%3DEI%2520agar%2520bacteriol%25C3%25B3gico%2520es%2520el,el%2520cultivo%2520de%2520microorganismos%25)
- Díaz Legña, E. (2022). Detección de *Listeria monocytogenes* en superficies inertes en contacto con quesos comercializados en mercados municipales del DMQ [Universidad Central del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PANTE%20CASTRO%20KATHERINE%20POLLET.pdf>
- Djeffal, S., Mamache, B., Elgroud, R., Hireche, S & Bouaziz, O. (2018). Prevalence and risk factors for *Salmonella* spp. contamination in broiler chicken farms and slaughterhouses in the northeast of Algeria. *Veterinary World*, 11(8), 1102-1103. doi:10.14202/vetworld.2018.1102-1108.
- Espinosa Mata, E., Mejía, L., Villacís, J., Alban, V & Zapata, S. (2021). Detection and genotyping of *Listeria monocytogenes* in artisanal soft cheeses from Ecuador. *Revista Argentina de Microbiología*, 54(1), 2. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ram.2021.02.013>.
- FAO. (2013). *Revisión del desarrollo avícola*. Organización de las Naciones para la Alimentación y la Agricultura. 14-15. <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>
- FAO. (2022). *Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets*. 48. [https://reliefweb.int/report/world/food-outlook-biannual-report-global-food-markets-november-2021?gclid=Cj0KCCQiAxbefBhDfARIsAL4XLRpln-c3YjZBLlacTu\\_ljC-GhTNN9JrQ8246sS8cVG5YNedovNpZmngaAiO9EALw\\_wcB](https://reliefweb.int/report/world/food-outlook-biannual-report-global-food-markets-november-2021?gclid=Cj0KCCQiAxbefBhDfARIsAL4XLRpln-c3YjZBLlacTu_ljC-GhTNN9JrQ8246sS8cVG5YNedovNpZmngaAiO9EALw_wcB)

- FDA. (2021). *Investigación de brotes de Listeria monocytogenes: queso frescos y blandos al estilo hispano (Febrero de 2021)*. Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. <https://www.fda.gov/food/outbreaks-foodborne-illness/outbreak-investigation-listeria-monocytogenes-hispanic-style-fresh-and-soft-cheeses-february-2021>
- FDA. (2022). *Enfermedades transmitidas por alimentos*. Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. <https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/listeria-listeriosis>
- FDA. (2022). *Organismos que causan enfermedades transmitidas por los alimentos en los EE.UU.* Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. <https://www.fda.gov/food/what-you-need-know-about-foodborne-illnesses/organismos-que-causan-enfermedades-transmitidas-por-los-alimentos-en-los-eeuu>
- FIRA. (2022). *Perspectivas 2022*. México D.F. 59. <https://www.fira.gob.mx/Nd/NEstEcon.jsp>
- García Blacido, A. (2019). *Aplicación de la metodología A3 para la producción del índice de mermas en el proceso de beneficio de aves de la empresa Agronorte SAC del año 2019* [Universidad Privada del Norte]. 42; 44-45; 47. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23368>
- Granada, F. (2018). *Listeria monocytogenes: transmisión, formas y tratamientos*. Elsevier. <https://www.elsevier.com/es-es/connect/medicina/listeria-monocytogenes-listeriosis-transmission-tratamiento>
- Gu, D., Wang, Z., Tian, Y., Kang, X., Meng, C., Chen, X., Pan, Z & Jiao, X. (2020). Prevalence of Salmonella Isolated and Their Distribution Based on Whole-Genome Sequence in a Chicken Slaughterhouses in Jiangsu, China. *Frontiers in Veterinary Science*, 7(29), 2-6. doi: 10.3389/fvets.2020.00029
- González González, E. & González Carroza, E. (2019). *Enfermedades de Transmisión Alimentaria. Parte II* [Universidad de La Rioja]. 16-17; 20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7177748>
- Hernández-Santiago, A. (2016). *Detección de patógenos humanos (Salmonella spp) en dos sistemas de producción de tomate* [Universidad Autónoma Agraria Narro]. 7-8. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/43253>
- HiMedia. (2020). *Base de agar para listeria HiCrome TM, modificado*. Laboratorios HiMedia S.A. <https://www.tmmmedia.in/product/chromogenic-listeria-agar-base-modified/>

- INAMHI. (2017). *Querochaca (UTA)*. INAMHI. [https://www.inamhi.gob.ec/docum\\_institucion/anuarios/meteorologicos/Am\\_2013.pdf](https://www.inamhi.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf)
- INEN. (2006). *Control Microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos.REP*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. 2-5. <https://ia802906.us.archive.org/16/items/ec.nte.1529.5.2006/ec.nte.1529.5.2006.pdf>
- INEN. (2016). *Carne y menudencias comestibles de animales de absto. Requisitos*. Servicio Ecuatoriano de Nacionalización. 2-3. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2346-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2346-2.pdf)
- INSST. (2022). *Listeria monocytogenes*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/bacterias/listeria-monocytogenes#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20bacilo,catalasa%20positivo%20y%20oxidasa%20negativo>.
- ISP. (2019). Boletín de Vigilancia de Laboratorio. Salmonella spp. 2014-2018. *Instituto de Salud Pública. Ministerio de salud. Gobierno de Chile*. 2-4. <https://www.ispch.cl/boletin/salmonella-spp-2014-2018/>.
- Klaharn, K., Pichpol, D., Meeyam, T., Harintharanon, T., Lohaasukul, P & Punyapornwithaya, V. (2022). Bacterial contamination of chicken meat in slaughterhouses and the associated risk factors: A nationwide study in Thailand. *PLOS ONE*, 17(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269416>
- Khan, A., Georges, K., Rahaman, S., Abebe, W & Adesiyun, A. (2021). Characterization of Salmonella Isolates Recovered from Stages of the Processing Lines at Four Broiler Processing Plants in Trinidad and Tobago. *Revista MDPI*, 9(1048). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9051048Academic>
- Luna Fontalvo, J. (2020). *Métodos Analíticos de Microbiología general y aplicada*. Editorial Universidad del Magdalena. 50-51; 118-119; 137. <https://web.s.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzI0MjA3NTI1fX0FO0?sid=ff301367-1208-472f-bdeb-4bb80274e7ba@redis&vid=1&format=EB&rid=1>
- Maldonado-Jiménez, B. (2021). *Detección y epidemiología de Salmonella spp. en aves silvestres en la Península Ibérica* [Universidad Complutense de Madrid]. 48. <https://eprints.ucm.es/67432/1/T42793.pdf>

- Maier Neumann, L. (2021). *Tópicos en microbiología e inocuidad de los alimentos*. Editores Universidad Santo Tomás. <https://www.digitaliapublishing.com/a/113096/topicos-en-microbiologia-e-inocuidad-de-los-alimentos>
- Mandell, D & Bennett. (2020). *Enfermedades infecciosas. Principios y práctica* (9ª ed.). Barcelona: Elsevier España, S.L.U. 2673-2680. [https://books.google.com.ec/books?id=iG\\_-DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Enfermedades+infecciosas.+Principios+y+pr%C3%A1ctica&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Enfermedades%20infecciosas.%20Principios%20y%20pr%C3%A1ctica&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=iG_-DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Enfermedades+infecciosas.+Principios+y+pr%C3%A1ctica&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Enfermedades%20infecciosas.%20Principios%20y%20pr%C3%A1ctica&f=false)
- MAG. (2020). *Lista de centros de faenamientos habilitados mediante la certificación de mataderos bajo inspección oficial - Mabio*. Ministerio de Agricultura y Ganadería / Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario Coordinación General de Inocuidad de Alimentos, 1-2. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/listado-de-mataderos-mabio-a-abril-2018.pdf>
- Matle, I., Mbatha, K & Madoroba, E. (2020). A review of *Listeria monocytogenes* from meat and meat products: Epidemiology, virulence factors, antimicrobial resistance and diagnosis. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 87(1), 1-2. <https://doi.org/10.4102/ojvr.v87i1.1869>
- MDA. (2011). *Manual de Manipulación de Alimentos*. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. 15-16. [https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/manual\\_de\\_manipulacion\\_de\\_alimentos.pdf](https://www.trabajosocial.unlp.edu.ar/uploads/docs/manual_de_manipulacion_de_alimentos.pdf)
- Melnick; Jawetz & Adelberg. (2016). *Medical Microbiology* (28ª ed.). McGraw-Hill Education. <https://accessmedicine.mhmedical.com/book.aspx?bookID=2629>
- Mendosa Soares, V., Beltrame Padilha, M., Guerra, M., Alves Schneider, F., Gasparetto, R., Rodríguez dos Santos, E., Ereno Tadielo, L., Sperotto Brum, M., Kist Traesel, C & Gonzalves Perreira, J. (2021). Identification of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, and indicator microorganisms in commercialized raw meats and fresh sausages from Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Ciencia Rural*, 51(6). 3. <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200569>

- Molero Saras, G. (2012). *Análisis microbiológico de canales de pollo en los mataderos del Estado Zulia, Venezuela*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/8380/2012000000663.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moura, G., Tomborelli, P., Carvalho, R., Sigarini, C., Carvalho, F., Vieira, B & Figueiredo, E. (2019). *Listeria monocytogenes* and other species as persistent contaminants in the processing of chicken meat. *Poultry Science Association Inc*, 28(2). <http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfy071>
- Moya-Jerez, G. (2020). *Determinación de Salmonella sp. en vísceras y músculos de pollo en sitios de faenamiento de Riobamba* [Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7145>
- Mpundu, P., Mbewe, A., Muma, J., Zgambo, J & Munyeme, M. (2019). Evaluation of bacterial contamination in dressed chickens in Lusaka Abattoirs. *Frontiers in Public Health*, 7(19). doi: 10.3389/fpubh.2019.00019
- MSP. (2022). *Subsecretaría Nacional de Vigilancia de la Salud Pública - Dirección Nacional de Vigilancia epidemiológica*. Republica del Ecuador - Ministerio de Salud Pública. <https://www.salud.gob.ec>
- Murray, P., Rosenthal, K., Pfaller, M. (2017). *Microbiología Médica* (9ª ed.). Editorial Elsevier España, S.L.U. 255-259. [https://books.google.com.ec/books?id=11slEAAQBAJ&pg=PA11&dq=Murray,+P.+\(2017\).+Microbiolog%C3%ADa+M%C3%A9dica.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjv5j7sZv9AhUYgIQIHawXBS44FBD0AXoECA8QA#v=onepage&q=Murray%2C%20P.%20\(2017\).%20Microbiolog%C3%ADa%20M%C3%A9dica.&f=true](https://books.google.com.ec/books?id=11slEAAQBAJ&pg=PA11&dq=Murray,+P.+(2017).+Microbiolog%C3%ADa+M%C3%A9dica.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjv5j7sZv9AhUYgIQIHawXBS44FBD0AXoECA8QA#v=onepage&q=Murray%2C%20P.%20(2017).%20Microbiolog%C3%ADa%20M%C3%A9dica.&f=true)
- Murray, P. (2018). *Microbiología Médica Básica*. Elsevier España S.L.U. 55. [https://books.google.com.ec/books?id=KdzQDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Murray,+P.+\(2018\).+Microbiolog%C3%ADa+M%C3%A9dica.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjJ-r21spv9AhWnSTABHRr1AJkQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=Murray%2C%20P.%20\(2018\).%20Microbiolog%C3%ADa%20M%C3%A9dica.&f=true](https://books.google.com.ec/books?id=KdzQDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Murray,+P.+(2018).+Microbiolog%C3%ADa+M%C3%A9dica.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjJ-r21spv9AhWnSTABHRr1AJkQ6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=Murray%2C%20P.%20(2018).%20Microbiolog%C3%ADa%20M%C3%A9dica.&f=true)



- OCDE/FAO. (2021). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2021-203*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/CB5332ES>
- OMS. (2018). *Listeriosis*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/listeriosis#:~:text=Se%20caracteriza%20por%20s%C3%ADntomas%20graves,la%20septicemia%20y%20la%20meningitis>.
- Parra-Gómez, F. (2018). *Manejo de productos no conformes en la industria avícola mediante lineamientos de la norma ISO 9001-2008*. [Universidad Nacional Agraria la Molina]. 8. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3466> .
- Pérez-Cedillo, G. (2019). *Sensibilidad de Escherichia coli obtenida de urocultivos en pacientes de 11 a 40 años de edad*. [Universidad Técnica de Machala]. 8. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14687>
- Pérez Arnedo, I. (2016). *Calidad y seguridad microbiológica de la carne de pollo: con especial referencia a la incidencia de Salmonella, Campylobacter y Listeria monocytogenes en las distintas etapas de la producción y procesado* [Universidad de La Rioja]. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/tesis/46794.pdf>
- Pérez-Pintado, A & Astudillo Vallejo, K. (2020). *Caracterización molecular de aislamiento de Escherichia coli en pollos de carne (Gallus gallus domesticus) de la provincia de Azuay, Ecuador*. [Universidad de Cuenca]. 21-22. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/35014>
- Pérez-Rubio, C., Mercado Reyes, M & Carrascal Camacho, A. (2008). Incidencia de Listeria spp. en carcasas de pollo congelado en un supermercado del nororiente de Bogotá. *NOVA- Publicación Científica en Ciencias Biométricas*, 6(10), 142-143. DOI:10.22490/24629448.404
- Richards-Alfaro, G. (2021). *Listeria spp. en carne de pollo expendido en dos mercados del sector sur de la ciudad de Guayaquil* [Universidad Agraria del Ecuador]. 23. <http://181.198.35.98/Archivos/RICHARDS%20ALFARO%20GYNETE.pdf>
- Rivas Zúñiga, S & Giraldo Aristizábal, C. (2021). *Manual práctico de microbiología básica* (1ª ed.). Universidad de Cauca. 17-20. <https://books.google.com.ec/books?id=ZkxhEAAAQBAJ&pg=PA14&dq=Manual+pr%>

C3%A1ctico+de+microbiolog%C3%ADa+b%C3%A1sica.&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi9weSItpv9AhUCq4QIHWfeADgQ6AF6BAgGEAI#v=onepage&q=Manual%20pr%C3%A1ctico%20de%20microbiolog%C3%ADa%20b%C3%A1sica.&f=true

- Rodríguez Andrade, R., Góngora Marín, P., Amado Agudelo, N., Santamaría Gaona, J & Cerquera Gómez, P. (2020). *Análisis funcional y microbiológico de derivados lácteos y cárnicos* (1ª ed.). Editorial Universidad de La Salle. 38; 42-44. <https://web.s.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzI4OTU1MTJfX0FO0?sid=ff301367-1208-472f-bdeb-4bb80274e7ba@redis&vid=2&format=EB&rid=3>
- Romero Caballero, R. (2018). *Microbiología y Parasitología Humana: Base etiológica de las enfermedades infecciosas y parasitarias* (4ª ed.). Editorial Médica Panamericana, S.A de C.V. 525-526; 539-540; 552-555; 732-733. <https://www.medicapanamericana.com/VisorEbookV2/Ebook/9786078546145?token=bc4acebc-e321-4868-b678-6bf7374e6595#{%22Pagina%22:%221%22,%22Vista%22:%22Indice%22,%22Busqueda%22:%22%22}>
- Rubio Granada, A., Fernández Miaja, M., Delgado Nicolás, S., Fernández Ibáñez, A., Llaneza Velasco, M & Alonso Álvarez, M. (2022). Descripción clínica y epidemiológica de un brote grave de salmonelosis en una escuela infantil urbana. *Official Journal of the Spanish Society of Chemotherapy*, 35(3). doi: 10.37201/req/134.2021.
- Scharlau. (2012). *Agua Peptona Tamponada*. Scharlau Microbiology. <https://www.scharlab.com/productos-producto-catalogo-productos-detalle-referencia.php?c=39&sc=118&p=2590&r=02-568-500>
- Scharlau. (2021). *Agar MacConkey (Farm.Eur)*. <https://www.scharlab.com/productos-producto-catalogo-productos-detalle-referencia.php?r=01-118-500>
- Scharlau. (2021). *Agar Tres Azúcares Hierro*. Scharlau Microbiology. <https://www.scharlab.com/productos-producto-catalogo-productos-detalle-articulo.php?c=39&sc=118&p=2807>
- Scharlau. (2021). *Agar Xilosa Lisina Desoxicolato (Farm. Eur)*. <https://www.scharlab.com/productos-producto-catalogo-productos-detalle-referencia.php?r=01-211-500>

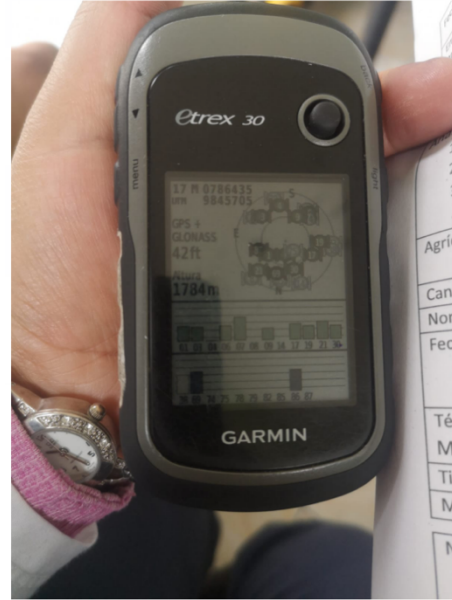
- Salas-Salvadó, J., Bonada Sanjaume, A., Trallero Casañas, R., Saló Solá, M & Burgos Peláez, R. (2019). *Nutrición y Dietética Clínica* (4ª ed.). Elsevier España, S.L.U. 66-69. [https://books.google.com.ec/books?id=agSWDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Nutrici%C3%B3n+y+Diet%C3%A9tica+Cl%C3%ADnica.&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Nutrici%C3%B3n%20y%20Diet%C3%A9tica%20Cl%C3%ADnica.&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=agSWDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Nutrici%C3%B3n+y+Diet%C3%A9tica+Cl%C3%ADnica.&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Nutrici%C3%B3n%20y%20Diet%C3%A9tica%20Cl%C3%ADnica.&f=false)
- Salvatierra-Rodríguez, G. (2015). *Detección de Salmonella spp. en muestras de carcasa porcina en camales de Lima, Perú*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 4. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v26i4.11206>
- Serrano Barrios, C & Gutiérrez Ilabaca, R. (2018). *Manual de microbiología*. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile. 49-59. [https://books.google.com.ec/books?id=0OuaDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Manual+de+microbiolog%C3%ADa&hl=es&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Manual%20de%20microbiolog%C3%ADa&f=true](https://books.google.com.ec/books?id=0OuaDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Manual+de+microbiolog%C3%ADa&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Manual%20de%20microbiolog%C3%ADa&f=true)
- Sosa González, K. (2018). *Implementación de las Buenas Prácticas Higiénicas y Buenas Prácticas de Manufactura post inspección y diagnóstico de un rastro de aves*. [Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/7560?locale-attribute=en>
- Tasayco Alcántara, W & Vásquez Ampuero, J. (2020). Presencia de patógenos en carne cruda de pollo en centros de expendio, Huánuco - Perú. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 11(2), 132-135. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942020000200008&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942020000200008&script=sci_abstract)
- USDA. (2022). *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. United States Department of Agriculture. [https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)
- Vásquez Mejía, S. (2021). El rol del médico veterinario y el zootecnista en la inocuidad de productos pecuarios. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 68(1), 9-10. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407670222001>
- Vélez, M., Colello, R., Etcheverría, A & Padola, N. (2022). Shiga toxin producing Escherichia coli: the challenge of adherence to survive. *Revista Argentina de Microbiología*. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2022.04.001>

- Vilca-García, R. (2019). *Optimización del proceso de beneficio del pollo Broiler en la Empresa Agropecuaria La Campiña E.I.R.L.* [Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto]. 33. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3768>
- Villacís-Jara, K. (2020). *Determinación del perfil de sensibilidad antibiótica en Escherichia coli y Salmonella spp. aisladas de carne aviar en el Ecuador.* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/18532>
- Villagómez-Estrada, S., Logacho Pilataxi, M & Vinueza Burgos, C. (2017). Presencia y resistencia de los Antimicrobianos de serovariedades de Salmonella enterica aisladas en una empresa avícola integrada del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 38(1), 12-19. <https://doi.org/10.26807/remcb.v38i1.17>
- WHO. (2018). *Fiebre tifoidea.* Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/typhoid#:~:text=Seg%C3%BAAn%20las%20estimaciones%20de%20la,agua%20salubre%20y%20saneamiento%20adecuado.>
- Zamira Soto, V., Pérez Lavalle, L & Estrada Alvarado, D. (2016). Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: una mirada en Colombia. *Salud Uninorte*, 32(1), 106-115. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81745985010>
- Zhang, X., Peng, Z., Li, P., Mao, Y., Shen, R., Tao, R., Diao, X., Liu, L., Zhao, Y & Luo, X. (2020). Complex internal microstructure of feather follicles on chicken skin promotes the bacterial cross-contamination of carcasses during the slaughtering process. *Frontiers in Microbiology*, 11(571913). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.571913>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Visita a la faenadora de aves El Placer, Píllaro*



### Anexo 2

*Etapas de producción de la carne de pollo: Área de espera*



**Anexo 3***Etapas de producción de la carne de pollo: Área sucia***Aturdimiento****Degüello y sangrado****Escaldado****Desplume**

## Anexo 4

### *Etapas de producción de la carne de pollo: Área limpia*



Eviscerado

Lavado, pre-enfriado y enfriado



Empaquetado



Refrigerado

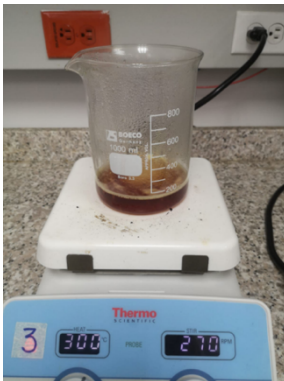
## Anexo 5

*Incubación del caldo de pre-enriquecimiento a 37°/24h*



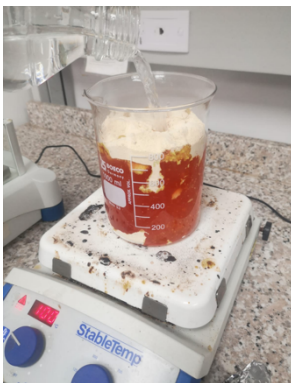
## Anexo 6

*Preparación de agar triple azúcar hierro*



## Anexo 7

*Preparación de agares selectivos*



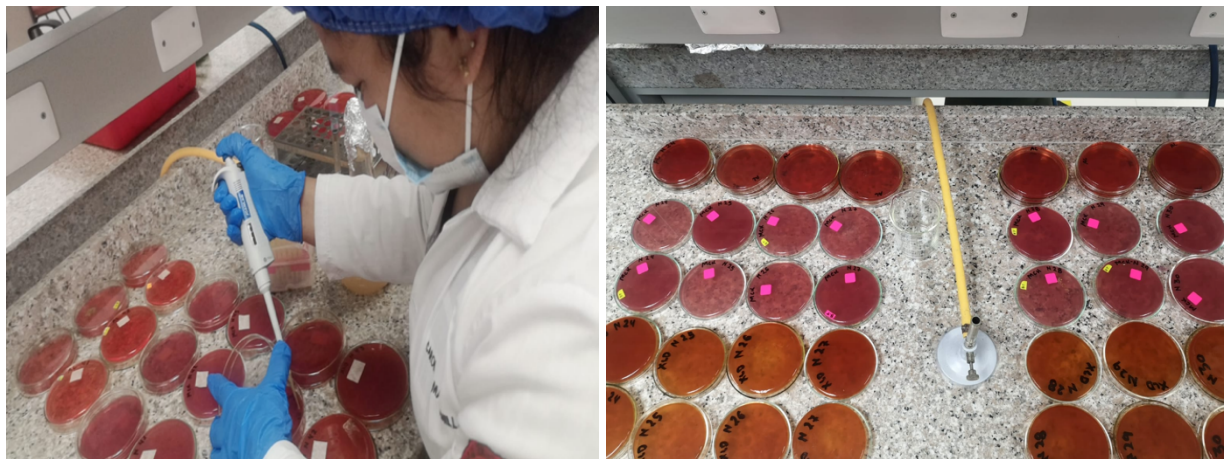


**Anexo 8**

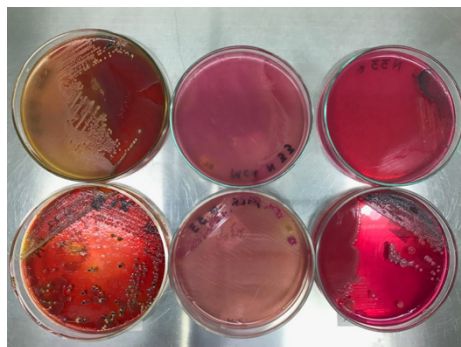
*Inoculación de las diluciones seriadas en agar nutritivo*

**Anexo 9**

*Siembra en agares selectivos*

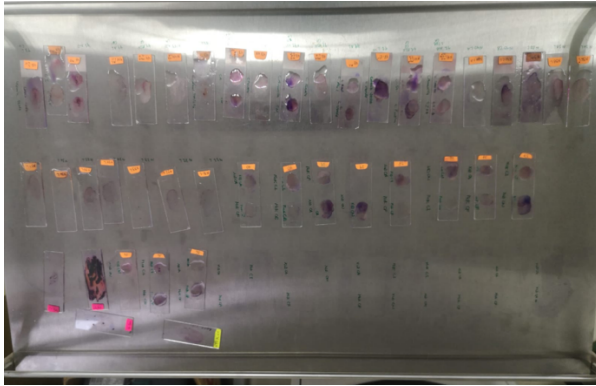
**Anexo 10**

*Interpretación de los agares selectivos inoculados y previamente incubados*

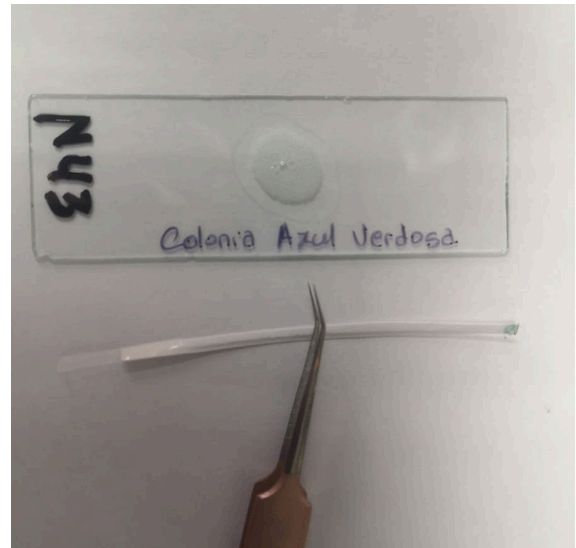


Anexo 11

Pruebas bioquímicas



Tinción de Gram



Test de Oxidasa y catalasa



Test TSI

Anexo 12

Plantas faenadoras de la provincia de Tungurahua con certificado de MABIO

MATRIZ DE ESTADO DE CENTROS DE FAENAMIENTO 2020						
PROCESO: INOCUIDAD DE ALIMENTOS						
1. CÓDIGO	2. LOCALIZACIÓN			3. INFORMACIÓN GENERAL DEL CENTRO DE FAENAMIENTO		
	a. PROVINCIA	b. CANTÓN	c. PARROQUIA	a. DIRECCIÓN DEL CENTRO DE FAENAMIENTO	b. NOMBRE DEL CENTRO DE FAENAMIENTO	
18-009	TUNGURAHUA	PELILEO	PELILEO	CALLE JORGE CHACON Y PASAJE SECTOR EL CORTE	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "EL POLLAZO"	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-010	TUNGURAHUA	PILLARO	CIUDAD NUEVA	CIUDAD NUEVA DE TRAS DEL HOSPITAL	PLANTA DE FAENAMIENTO DE POLLOS "EL PLACER"	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-011	TUNGURAHUA	BAÑOS	BAÑOS	A UNA CUADRA DEL TERMINAL TERRESTRE	FAENADORA DE AVES PURA PECHUGA	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-012	TUNGURAHUA	AMBATO	IZAMBA	PARQUE INDUSTRIAL AMBATO, AV. IV Y D	FAENADORA DE POLLOS "POLLO CRIOLLO"	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-013	TUNGURAHUA	PATATE	PATATE	BARRIO LA ESPERANZA VÍA A LETO	FAENADORA DE POLLOS "SAN AGUSTIN"	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-014	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	BARRIO CENTRO, VÍA A SALASACA	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "POLLOS GABY"	
18-015	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	CALLE BENJAMIN CARRÓN Y SIMÓN BOLÍVAR	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "POLLOS ALEJITO"	
18-016	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	CALLE BENJAMIN CARRÓN Y SIMÓN BOLÍVAR	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS POLLOS LADY	
18-017	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	BARRIO BELLAVISTA	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "MEO"	
18-018	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	BARRIO CENTRAL, CALLE SIMÓN BOLÍVAR Y BENOIGNO ECHEVERRI	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "DON GATO"	
18-019	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	BARRIO CENTRAL, CALLE SIMÓN BOLÍVAR	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "REY POLLO"	
18-020	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	BARRIO EL CARMEN	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "POLLOS DALY"	
18-021	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	BARRIO BELLAVISTA	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "SUPER POLLO"	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-022	TUNGURAHUA	AMBATO	MONTALVO	CASERO LUZ DE AMERICA	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS MIRIAN CARRILLO	
18-023	TUNGURAHUA	AMBATO	ATAHUALPA	ATAHUALPA, BASE SUR, HITOS LIMITOPES	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS MARTHA IBENE VEGA	
18-024	TUNGURAHUA	AMBATO	ATAHUALPA	ATAHUALPA, PALMERAS Y 13 DE DICIEMBRE	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS XIMENA TUBON	
18-025	TUNGURAHUA	AMBATO	HUACHI LORETO	CALLE BOLIVARIANA, PALTACALO Y LAS GARZAS	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS LUZ MARIA MANOABANDA	
18-026	TUNGURAHUA	AMBATO	HUACHI LORETO	AV. BOLIVARIANA Y PITAGORAS	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS TERESA VALLE "POLLOS CRISTIAN"	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-027	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	BENITEZ CALLE SIMÓN BOLÍVAR Y 22 DE JULIO	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS PAULITA	
18-028	TUNGURAHUA	BAÑOS	RÍO NEGRO	RÍO NEGRO SECTOR LA MARTINEZ	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "FRIGO POLLO"	
18-029	TUNGURAHUA	AMBATO	SAMANGA	CAMINO REAL, PATULATA	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "EL AVENTURERO M&F"	
18-030	TUNGURAHUA	AMBATO	IZAMBA	CIUDADELA AEROPUERTARIA CALLE COCHINARE	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "LAS KARNES"	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-031	TUNGURAHUA	PILLARO	PILLARO	COCHALO EL CARMEN PILLARO	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "POLLOS LILIANITA"	
18-032	TUNGURAHUA	PILLARO	PILLARO	COCHALO EL CARMEN PILLARO	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "POLLOS BELYCHITA"	
18-033	TUNGURAHUA	PILLARO	MARCOS ESPINEL	VIA A MARCOS ESPINEL, BARRIO LA PAMPA MIA PILLARO	FAENADORA DE POLLOS "POLLOS LA PAMPA"	
18-034	TUNGURAHUA	PILLARO	PRESIDENTE URBINA	VIA PRINCIPAL A URBINA, SECTOR TRES ESQUINAS	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "POLLOS PECHUGONES"	
18-035	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	BARRIO LOS LAURELES	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "MELANIA TORRES"	
18-036	TUNGURAHUA	BAÑOS	RÍO NEGRO	BARRIO NICOLAS MARTINEZ, RÍO NEGRO	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "JHON & ZAN"	
18-037	TUNGURAHUA	PELILEO	PELILEO	PELILEO, QUINCIBANA CENTRO	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "DON LUIS"	
18-038	TUNGURAHUA	PILLARO	SAN MIGUELITO	VIA AL ROSARIO CHACATA EL CARMEN - PILLARO	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS CARMITA	
18-039	TUNGURAHUA	AMBATO	SAMANGA	MUNDUGLLO VIA A CHAUPI	FAENADORA DYLLAN	
18-040	TUNGURAHUA	AMBATO	SAN FRANCISCO	TOMAS SEVILLA 829 Y DARQUEA	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "DE LA ABUELA POLLOS PELADOS"	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-041	TUNGURAHUA	AMBATO	ATAHUALPA	BARRIO EL CISNE	CENTRO DE FAENAMIENTO DE "GARY LEONEL VERA" (MAC POLLO)	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-042	TUNGURAHUA	PILLARO	LA MATRIZ	GARCIA MORENO Y ROCAPUERTE	CENTRO DE FAENAMIENTO DE "CALVOPINA"	
18-043	TUNGURAHUA	PILLARO	MARCOS ESPINEL	ROCAPUERTE	CENTRO DE FAENAMIENTO DE "MONICA CAMPANA" (CRIOLLITO)	
18-044	TUNGURAHUA	PILLARO	BAQUERIZO MORENO	PLAZUELA	CENTRO DE FAENAMIENTO DE "CARLOS SOLANO" (EL VALLE)	
18-045	TUNGURAHUA	AMBATO	ATAHUALPA	ATAHUALPA CENTRO	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS CRIOLLITO	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-046	TUNGURAHUA	AMBATO	PISHILATA	JESUS DEL GRAN PODER	FAENADORA ARTESANAL CRISU	
18-047	TUNGURAHUA	PELILEO	HUAMBALO	SURANGAY	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS MARLON	
18-048	TUNGURAHUA	AMBATO	PR. ABUJA	PASO LATERAL, A 500 METROS DEL MOTEL PALMETO	FAENADORA ARTESANAL DE POLLOS "DON CALUMITA"	
18-049	TUNGURAHUA	BAÑOS	BAÑOS	EL AGUACATEL	FAENADORA ARTESANAL DE AVES ADRIANITA	
18-050	TUNGURAHUA	AMBATO	IZAMBA	SECTOR SANTA CLARA	FAENADORA DE AVES CARMEN CECILIA SOLIS GARCIA	
18-051	TUNGURAHUA	AMBATO	IZAMBA	SECTOR QUILLA LOMA	FAENADORA MARIA ENERTSINA LLUNDO CHANGO	
18-052	TUNGURAHUA	BAÑOS	ULBA	CALLES JUAN B. VELA Y ALEJANDRO CABRERA	CENTRO DE FAENAMIENTO AGRICOLA VASA	
18-053	TUNGURAHUA	PELILEO	BENITEZ	BARRIO LOS LAURELES	FAENADORA ARTESANAL DE AVES ROCIO	
18-054	TUNGURAHUA	PELILEO	PELILEO	BARRIO LA PAZ VIA A 300 METROS DE LA HUAMBALENITA BONITA	FAENADORA ARTESANAL MUGRANJA	
18-055	TUNGURAHUA	PELILEO	PELILEO	HUASAMPAMBA EL MIRADOR	FAENADORA ARTESANAL DONA NIEVES	
18-056	TUNGURAHUA	QUERO	QUERO	LLIMPE GRANDE	FAENADORA MISTER CAMPO	
18-057	TUNGURAHUA	AMBATO	UNAMUNCHO	PUERTO ARTURO	FAENADORA POLLO TUERTO	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-058	TUNGURAHUA	AMBATO	ATAHUALPA	SECTOR CHIZALATA	FAENADORA ARTESANAL DE AVES EL GORDO	
18-059	TUNGURAHUA	AMBATO	IZAMBA	SECTOR LA VICTORIA	FAENADORA ARTESANAL DE AVES ISABELA	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-060	TUNGURAHUA	AMBATO	SANTA ROSA	SAN PABLO	FAENADORA ARTESANAL DE AVES BULLS	VENTA DE POLLO CANTON AMBATO
18-061	TUNGURAHUA	PELILEO	PELILEO	LA PAZ	FAENADORA ARTESANAL DE AVES LOS POLLITOS DEL TORO	
18-062	TUNGURAHUA	AMBATO	SANTA ROSA	SECTOR APATUG	FAENADORA ARTESANAL DE AVES REY DEL CAMPO	
18-063	TUNGURAHUA	PELILEO	PELILEO	SECTOR LA PAZ	FAENADORA ARTESANAL DE AVES LOS POLLOS DE LA PAZ	
18-064	TUNGURAHUA	AMBATO	SANTA ROSA	ANDAGUANA BAJO	FAENADORA ARTESANAL DE AVES LOS POLLOS TISALEMA	
18-065	TUNGURAHUA	AMBATO	MARTINEZ	SAN VICENTE LA FLORIDA	FAENADORA ARTESANAL DE AVES GUZZ POLLO	
18-067	TUNGURAHUA	AMBATO	UNAMUNCHO	SAN JOSE	FAENADORA ARTESANAL DE AVES SAN JOSE	
18-068	TUNGURAHUA	AMBATO	SANTA ROSA	CALLES GONZALO SUAREZ ATRAS DEL ESTADIO	FAENADORA ARTESANAL DE AVES LA ECONOMIA	

**Anexo 13**

*Codificación y distribución de las muestras para el análisis microbiológico en carne de pollo procedente de plantas faenadoras*

<b>Código de identificación de plantas faenadoras</b>	<b>N° pollos/faenadora</b>	<b>N° muestra/pollo</b>	<b>Total muestras/faenadora</b>
Faenadora (F1)	5	1	5
Faenadora (F2)	5	1	5
Faenadora (F3)	5	1	5
Faenadora (F4)	5	1	5
Faenadora (F5)	5	1	5
Faenadora (F6)	5	1	5
Faenadora (F7)	5	1	5
Faenadora (F8)	5	1	5
Faenadora (F9)	5	1	5
<b>Total muestras</b>			<b>45</b>