



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria

“Evaluación de la calidad higiénica y sanitaria de la carne de cerdo cruda expendida en los mercados de la ciudad de Loja”.

Trabajo de Titulación previo a la obtención
del Título de Médico Veterinario

AUTOR:

Gabriel Sebastián Peñaherrera Escudero

DIRECTORA:

Ing. Stephanie Fernanda Chavez Arrese MSc.

Loja - Ecuador

2023

Certificación

Loja, 24 de febrero del 2023

Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese MSc
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“Evaluación de la calidad higiénica y sanitaria de la carne de cerdo cruda expendida en los mercados de la ciudad de Loja”**, de autoría del estudiante **Gabriel Sebastián Peñaherrera Escudero**, con **cédula de identidad Nro. 1104549132**, previo a la obtención del título de **Médico Veterinario**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, apruebo y autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.



Firmado electrónicamente por:
**STEPHANIE FERNANDA
CHAVEZ ARRESE**

Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese MSc.
DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Gabriel Sebastián Peñaherrera Escudero**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de Identidad: 1104549132

Fecha: 25 de agosto del 2023

Correo electrónico: gabriel.penaherrera@unl.edu.ec

Teléfono: 0993057887

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Gabriel Sebastián Peñaherrera Escudero**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **“Evaluación de la calidad higiénica y sanitaria de la carne de cerdo cruda expendida en los mercados de la ciudad de Loja”**, como requisito para optar el título de **Médico Veterinario** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinticinco días del mes de agosto del dos mil veintitrés.

Firma:



Autor: Gabriel Sebastián Peñaherrera Escudero

Cédula: 1104549132

Dirección: Membrillos y Cascarillas, Loja

Correo electrónico: gabriel.penaherrera@unl.edu.ec

Teléfono: 0993057887

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Titulación: Ing. Stephanie Fernanda Chávez Arrese MSc.

Dedicatoria

Quiero dedicar el resultado de este Trabajo de Titulación a Dios y mi familia. A mi madre María Leonor la cual siempre me apoyó durante todo el proceso de mi carrera tanto en los buenos como malos momentos, me guió por una senda de ética, valores y excelencia hasta llegar al punto culminante de la consecución de mi título. A mi padre Edwin Rene el cual siempre tuvo un consejo en el momento oportuno además de palabras de aliento en momentos que realmente los necesitaba. A mis tías Judith Gabriela y Luz Cecilia que me motivaron e inculcaron que la constancia siempre será el camino para conseguir mis objetivos.

La consecución de este título representa un logro que jamás hubiera alcanzado sin el apoyo fundamental de todas las personas que aprecio, ya que es por sus enseñanzas las cuales me han guiado a lo largo de mi vida a tal punto de llegar a la consecución de uno mis objetivos principales dentro de mi vida académica. Es por eso que dedico este primer logro a todos ellos.

Gabriel Sebastián Peñaherrera Escudero

Agradecimiento

Quiero agradecer a la Universidad Nacional de Loja, mi alma mater y el lugar donde logré mi profesionalización. De igual manera quiero agradecer a mi madre María Leonor Escudero por todo su apoyo, a mi padre Rene Peñaherrera, mis tías Judith Escudero y Cecilia Escudero y a mi primo Daniel Yaguache. Quiero agradecer a mi Directora, Ing. Stephanie Chávez por toda la ayuda y revisión durante la elaboración de este Trabajo de Titulación, a su vez a todos los docentes que forman parte del Grupo de Investigación en Sanidad Animal, por su apoyo y predisposición para la elaboración del Trabajo de Titulación.

Gabriel Sebastián Peñaherrera Escudero

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	x
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	5
4.1. Calidad Higiénica y Sanitaria de la Carne	5
4.1.2. <i>Escherichia coli</i>	6
4.1.3. <i>Salmonella spp.</i>	7
4.1.4. <i>Staphylococcus aureus</i>	8
4.1.5. Aerobios Mesófilos	8
4.2. Calidad Nutricional de la Carne de Cerdo	9
4.3. Enfermedades Transmitidas por Alimentos	9
5. Metodología	11
6. Resultados	14
7. Discusión	18
8. Conclusiones	22

9. Recomendaciones	23
10. Bibliografía.....	24
11. Anexos.....	32

Índice de tablas:

Tabla 1. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos crudos	6
Tabla 2. Pruebas bioquímicas para determinación de <i>Escherichia coli</i>	6
Tabla 3. Pruebas bioquímicas para la determinación de <i>Salmonella spp</i>	7
Tabla 4. Pruebas bioquímicas para determinación de <i>Staphylococcus aureus</i>	8
Tabla 5. Mercados destinados para recolección de muestras.....	11
Tabla 6. Identificación de <i>Escherichia coli</i> presente en carne de cerdo cruda.	14
Tabla 7. Identificación de <i>Salmonella spp.</i> presente en carne de cerdo cruda.....	15
Tabla 8. Identificación de <i>Staphylococcus aureus</i> presente en carne de cerdo cruda.	16
Tabla 9. Determinación de Aerobios mesófilos presentes en carne de cerdo cruda.	17

Índice de figuras:

Figura 1. Crecimiento de Escherichia coli en Agar AMB y MacConkey	14
Figura 2. Identificación de colonias de Salmonella spp.	15
Figura 3. Identificación de colonias de Staphylococcus aureus.	16

Índice de anexos:

Anexo 1. Flujograma para aislamiento de Escherichia coli.....	32
Anexo 2. Flujograma para aislamiento de Salmonella spp.....	32
Anexo 3. Flujograma para aislamiento de Staphylococcus aureus.....	33
Anexo 4. Flujograma para aislamiento de Aerobios mesófilos.....	34
Anexo 5. Tabla de agentes microbiológicos presentes en carne de cerdo.....	35
Anexo 6. Pruebas Bioquímicas realizadas para Escherichia coli.....	36
Anexo 7. Pruebas bioquímicas realizadas para Salmonella spp.....	37
Anexo 8. Pruebas bioquímicas realizadas para Staphylococcus aureus.....	38
Anexo 9. Crecimiento en placa de Aerobios mesófilos.....	40
Anexo 10. Promedio realizado para conteo de Aerobios mesófilos.....	41
Anexo 11. Certificado de traducción del resumen.....	42

1. Título

**Evaluación de la calidad higiénica y sanitaria de la carne de cerdo cruda
expandida en los mercados de la ciudad de Loja**

2. Resumen

La carne de cerdo es un alimento de origen animal de gran consumo tanto por su calidad nutricional como su accesibilidad, además es considerada como parte de la soberanía alimentaria de los pueblos, y forma parte intrínseca de la gastronomía; por lo tanto, debe cumplir con varios requisitos de salubridad, ya que podría generar graves problemas a la salud pública. El objetivo del estudio fue determinar la calidad higiénica y sanitaria de la carne de cerdo cruda expandida en los mercados de la ciudad de Loja. Para lo cual se realizó un estudio observacional en el que se recolectaron 24 muestras de carne de cerdo cruda en los sitios de venta de los mercados. Se realizaron cultivos microbiológicos y se determinó la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en el 4.16 % de las muestras. No hubo presencia de *Staphylococcus aureus*, mientras que los Aerobios mesófilos excedieron los parámetros recomendados por la normativa INEN 1338 ($10^{-6} / 10^{-7}$). Por lo tanto, la calidad higiénica y sanitaria de la carne de cerdo cruda expandida en los mercados de la ciudad de Loja es deficiente. Se recomienda realizar estudios para la identificación de otros agentes patógenos que pudieran estar presentes en carne.

Palabras clave: Agentes patógenos, Aerobios mesófilos, Medios de cultivo, Carne de cerdo.

2.1. Abstract

Pork is a food of animal origin that is widely consumed both for its nutritional quality and its accessibility; it is also considered part of the food sovereignty of the people and is an intrinsic part of gastronomy; therefore, it must comply with several health requirements, since it could generate considerable problems to public health; the objective of the study was to determine the hygienic and sanitary quality of raw pork sold in the markets of the city of Loja; for this purpose, we carried out an observational study in which we collected 24 samples of raw pork at the market sales sites, we performed microbiological cultures, and we determined the presence of *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. in 4.16% of the samples; there was no presence of *Staphylococcus aureus*, while mesophilic Aerobes exceeded the parameters recommended by INEN 1338 (10-6 / 10-7).

Therefore, the hygienic and sanitary quality of raw pork sold in the markets of the city of Loja is deficient. We recommended to conduct studies to identify other pathogens that could be present in meat.

Keywords: *Pathogens, Mesophilic aerobes, Culture media, Pork meat*

3. Introducción

A nivel mundial, la industria porcícola es responsable de la producción del 33 % del consumo total de carne, con grandes variantes de un continente a otro (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2021). Esta cantidad de consumo se debe a varios factores, el principal es su valor nutricional el cual está relacionado en su mayoría con la cantidad de grasa presente, en la cual hay gran presencia de ácidos grasos saturados (AGS) tales como ácido oleico, palmítico, esteárico, y el linoleico y además por su alta palatabilidad (Velasco et al., 2019a).

En Ecuador la carne de cerdo forma parte de la soberanía alimentaria de las comunidades rurales, dada la gran demanda que tiene, un precio accesible a personas de bajos recursos, sin embargo, existen una serie de problemáticas higiénicas por el incumplimiento de normativas de salud (Franco et al., 2013; Windfuhr y Jonsén, 2005).

Este problema inicia por la omisión de prácticas pecuarias desde la granja hasta las prácticas de manufactura para la obtención de la carne. En el país el expendio de carne de cerdo sin el cumplimiento de las normativas nacionales es común, esto ha generado que las intoxicaciones por ingesta de alimentos contaminados sean altas (FAO, 2016; Ministerio de Salud Pública, 2021).

En la ciudad de Loja existen pocos estudios relacionados con la calidad higiénica y sanitaria de la carne de cerdo, ya que estos se centran principalmente en productos de carne de res o pollo, además aquellas que mencionan la calidad higiénica de la carne de cerdo son investigaciones desactualizadas, existe gran desinformación de los requerimientos higiénicos y sanitarios que debe cumplir la carne de cerdo, es por eso que el presente trabajo busca determinar si la carne es adecuada de acuerdo a la normativa INEN 1338:2012.

Dada la relevancia de los estudios en temas de salud pública en esta investigación se planteó el objetivo de determinar la calidad higiénica y sanitaria de la carne de cerdo cruda expendida en los mercados de la ciudad de Loja, además como objetivos específicos se buscó

- Cuantificar los Aerobios mesófilos en carne de cerdo y determinar la presencia de *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus* en carne de cerdo expendida en los mercados de la ciudad de Loja.

4. Marco Teórico

4.1. Calidad Higiénica y Sanitaria de la Carne

Acorde a la Organización Internacional de Normalización (ISO), la calidad de un producto se precisa por un conjunto de atributos que permitan satisfacer ciertas necesidades para determinados usuarios. La calidad de la carne se basa en atributos tales como su valor comercial, organoléptico, nutricional y tecnológico, además de un factor de interés social para determinados sectores (Prache et al., 2021).

Específicamente al referirse a la calidad higiénica y sanitaria de la carne de cerdo se puede inferir que estos productos cuentan con una serie de especificaciones, además de una serie de condiciones de inocuidad (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, 2018). Esto implica que para garantizar dichas condiciones el alimento no debe generar daños al ser ingerido. Por otro lado, estos productos deben contener los nutrientes necesarios para una alimentación adecuada, es por eso que cuando estos alimentos son portadores de microorganismos pueden generar grandes peligros a los consumidores (Labadie, 1999; Organización Panamericana de la Salud, 2022).

Durante el proceso de elaboración de productos cárnicos o derivados, se deben emplear una serie de prácticas adecuadas durante toda la cadena de producción, para evitar la contaminación alimentaria y mantener estándares ideales con respecto a la calidad de la carne. Por ello es necesario tomar algunas consideraciones desde los inicios de la producción y faenamiento hasta el consumidor final, dado que estos eslabones son clave durante la cadena de producción y puede ocurrir contaminación durante todo este proceso (Lebret y Čandek, 2022; OIRSA, 2018).

4.1.1. Requisitos microbiológicos de la carne de cerdo cruda

Existen más de 250 agentes etiológicos capaces de producir Enfermedades transmitidas por los Alimentos (ETAS) tales como *Salmonella spp.*, *Clostridium botulinum* y *Listeria monocytogenes*, diferentes virus, hongos, parásitos y contaminantes ambientales, tal como se muestra en el Anexo 6 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2019). Algunos de ellos son originados por el consumo de carne de cerdo. Sin embargo, es necesario destacar ciertos agentes etiológicos como la *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, los cuales tienen mayor prevalencia en la ciudad de Loja (MSP, 2023). Para reglamentar la inocuidad

alimentaria en Ecuador se debe tener en cuenta la normativa nacional del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 1338:2012).

Tabla 1. Requisitos microbiológicos para productos cárnicos crudos

Requisitos	N	c	M	M	Método de Ensayo
Aerobios mesófilos	5	3	1,0x10 ⁶	1,0x10 ⁷	NTE INEN 1529-5
<i>Escherichia coli</i>	5	2	1,0x10 ²	1,0x10 ³	AOAC991.14
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	1,0x10 ³	1,0x10 ⁴	NTE INEN1529-14
<i>Salmonella spp</i>	5	0	Ausencia	----	NTE INEN 1529-15

Nota: Adaptado de normativa INEN 1338:2012 Carne y productos cárnicos.

4.1.2. *Escherichia coli*

Es una bacteria de tipo coco bacilo, Gram negativo, anaerobio facultativo, usualmente móvil, pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*. Tiene una variedad de cepas de las cuales la mayoría son inofensivas y forman parte de la microflora gastrointestinal. Por otro lado, entre las cepas patógenas hábitat destacan las que pueden producir la toxina Shiga que se transmite por carne cruda o poco cocinada, las cuales generalmente se alojan en el intestino de animales de sangre caliente (Yang & Wang, 2014; OMS, 2018).

Esta bacteria puede causar en los cerdos edemas estomacales e intestinales, además puede alterar el sistema nervioso central y en los animales jóvenes puede causar problemas gastrointestinales. En los humanos genera infecciones gastrointestinales y afecciones neumónicas, además de infecciones urogenitales. Esta bacteria es utilizada como indicador de posible contaminación fecal y presencia de patógenos en agua y alimentos ya que se suele encontrar en heces de humanos u animales (Bibek & Bhunia, 2010).

4.1.2.1. Pruebas Bioquímicas

Para su confirmación existen pruebas bioquímicas que se basan en el aprovechamiento de la glucosa y lactosa en Agar hierro de Kligler. No se produce ácido sulfhídrico (H₂S) y las colonias son blancas y redondas (Tabla 2).

Tabla 2. Pruebas bioquímicas para determinación de *Escherichia coli*

RM	+
----	---

VP	-	
Malonato de Na	-	
Citrato de Simmons	-	
Indol	+	Anillo rojo superficial
Hidrolisis de la urea	-	No produce amoniaco

Nota: Adaptado de Manual de Microbiología Veterinaria II

4.1.3. *Salmonella spp.*

Es una bacteria de tipo coco bacilo, Gram negativo, anaerobio facultativo, no esporulado y móvil, pertenece a la familia *Enterobacteriaceae* y tiene aproximadamente cerca de 2700 serovares. Su vía de ingreso al organismo es a través de la ingesta de alimentos y en algunos casos puede ser endógena (Grimont, 2007). Los agentes etiológicos de mayor importancia en humanos y cerdos son la *Salmonella cholerasuis*, la cual ocasiona la salmonelosis en los cerdos. *Salmolella enteritidis*, esta ocasiona diarreas en cerdos, puede producir infecciones alimentarias en el hombre. *Salmonella typhimuriun*, causa enteritis e infecciones alimentarias en el hombre (Soto et al., 2015).

4.1.3.1. Pruebas Bioquímicas

Se siembra en Agar hierro de Kligler, por punción y estría, su incubación es a 37 grados, produce gas y ácido al aprovechar la glucosa, no fermenta la lactosa ni produce ácido sulfhídrico (H₂S), además no hidroliza en caldo de urea (Tabla 3).

Tabla 3. Pruebas bioquímicas para la determinación de *Salmonella spp*

Malonato de Na	+
Citrato de Simmons	+
Indol	-
RM	+
VP	-

Nota: Adaptado de Manual de Microbiología Veterinaria II

4.1.4. *Staphylococcus aureus*

Es una bacteria de tipo coco, Gram positivo, pertenece a la familia *Staphylococcaceae* y puede afectar a más de 50 especies. Gran parte de los estafilococos forman parte de la flora normal de la piel y las mucosas, incluso del medio ambiente, aunque en algunos casos algunas cepas puedan ser patógenas para el organismo, se encuentra frecuentemente en alimentos crudos o cocidos de origen animal, especialmente en aquellos que requieren manipulación directa para su preparación, como es el caso de los alimentos preparados no industriales (Grace y Fetsch, 2018).

En el cerdo pueden causar tumoraciones y abscesos, puede causar septicemias y dermatitis contagiosas. En el ser humano genera desde infecciones en la piel, foliculitis, abscesos, endocarditis hasta envenenamiento por toxinas (Radamés, 2013).

4.1.4.1. Pruebas Bioquímicas

El *Staphylococcus* que contiene manitol, comprueba la presencia del agente añadiendo 1 gota de azul de bromotimol (Tabla 4).

Tabla 4. Pruebas bioquímicas para determinación de *Staphylococcus aureus*

Catalasa	+
Coagulación	+
Manitol	+
Gelatina	+

Nota: Adaptado de Manual de Microbiología Veterinaria II

4.1.5. Aerobios Mesófilos

Se incluyen bacterias, mohos y levaduras, pueden ser contaminantes de alimentos y causantes de enfermedades intestinales, son considerados el grupo indicador más grande, además pueden ayudar a estimar la microflora total. Estos son capaces de desarrollarse en presencia de oxígeno, deben tener temperaturas de entre 20 °C a 45 °C (Passalacqua et al., 2014).

4.2. Calidad Nutricional de la Carne de Cerdo

La carne de cerdo es un producto de gran valor nutricional ya que aporta macro y micro nutrientes, proteínas, grasas, vitaminas (D, B1, B2, B6, B12) y minerales (Fe, Se), además puede ayudar al crecimiento y desarrollo de los seres humanos, de tal manera que solo una porción puede cumplir con los requisitos nutricionales de una persona adulta por día (Carvajal, 2001; Higgs y Pratt, 1998).

Las grasas son de gran relevancia en la carne de cerdo, ya que pueden proteger a los seres humanos de algunas enfermedades cardiovasculares. Aunque la grasa en la carne de cerdo depende en gran medida de los factores externos de crianza y especialmente del tipo de alimentación del animal. En la carne de cerdo encontramos ácido oleico, palmítico, esteárico, linoleico, mirístico y palmítico, estos en distintas cantidades. Además, la carne es una gran fuente de zinc y una excelente fuente de fósforo, componente de gran ayuda en el ser humano (Castro, 1999; Hilditch y Williams, 1964).

Las propiedades organolépticas o sensoriales de la carne de cerdo incluyen color, el cual debe tener una coloración rosa pálida, marmoleado, textura generalmente blanda con fibras finas, aroma y sabor. Estas propiedades resultan de una serie de interacciones de diversos factores propios del animal que radican en sus condiciones de cría, manipulación, refrigeración, envejecimiento de la carne y preparación (Lebret y Čandek, 2022).

4.3. Enfermedades Transmitidas por Alimentos

La inocuidad alimentaria se puede definir como los alimentos que no generan daño alguno a los consumidores, ya sea físico, químico o biológico, durante todo su proceso desde la elaboración hasta su expedición. Para alcanzar la inocuidad alimentaria se deben realizar algunas estrategias que nos permitan tener un mejor manejo durante la elaboración de los alimentos, además es necesario regirse en base a las normativas nacionales e internacionales (Fernández, 2006; Ortiz y Martínez, 2011).

Cuando no se realizan los cuidados necesarios para la inocuidad se producen las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA) o también llamadas intoxicaciones alimentarias, son procesos originados por la ingesta accidental o incidental de alimentos deficientes o que contengan agentes etiológicos que afectan la salud del consumidor, dichos

alimentos pueden sufrir contaminación durante cualquier etapa o eslabón de la cadena alimentaria (Organización Mundial de la Salud, 2015; Vásquez, 2003).

Dichas enfermedades se pueden presentar por malos hábitos de higiene, deficiencias sanitarias y lugares de hacinamiento de animales. Además, constituyen un problema creciente de Salud Pública en todo el mundo y son una importante causa de mortalidad en algunos países (Ospina et al., 2017). Existen algunos factores que predisponen las ETA, como la edad, por lo tanto, los niños, adultos mayores o mujeres embarazadas son más vulnerables, así como personas con problemas de inmunosupresión (Kopper et al., 2009).

Esta problemática se intensifica en algunos países en vías de desarrollo, en los cuales persiste el consumo de carne obtenida de manera informal y con sacrificios en condiciones sanitarias cuestionables. Situaciones como esta se reconocen en diferentes países de América latina y algunos países asiáticos generando dificultad para el control de las ETA (Crim et al., 2014). En Ecuador las enfermedades de transmisión alimentaria representan un grave problema de salud pública, de tal manera que en el año 2020 se presentaron 19,487 casos en todo el Ecuador (MSP, 2021).

Las ETA pueden clasificarse de tres formas, por infecciones e infestaciones alimentarias, intoxicaciones alimentarias y toxiinfecciones alimentarias (Minsalud, 2019; González, 2019). La intoxicación alimentaria se produce cuando las toxinas generadas por microorganismos patógenos están presentes en los alimentos consumidos. Por otro lado, la infección transmitida por alimentos es una enfermedad que se origina por ingerir alimentos que contienen microorganismos patógenos vivos (OPS, 2022).

5. Metodología

5.1. Área de Estudio

Se realizó en la ciudad de Loja, la cual tiene una superficie de 10.790 km², una elevación de 2.060m.s.n.m, una población de 214.855 habitantes y presenta un clima templado andino. La recolección de muestras se realizó en dos mercados de la ciudad, el primero fue el mercado “San Sebastián” y el segundo fue el mercado “Centro Comercial” .

5.2. Procedimiento

5.2.1. Enfoque metodológico

Se empleo un enfoque cuantitativo el cual es secuencial, probatorio y de orden riguroso. Se busco para determinar la presencia o ausencia de bacterias en las diferentes muestras y se determinaron variables dentro de un contexto determinado, se analizaron las variables utilizando métodos estadísticos, y se determinó si estas se encuentran en los rangos establecidos por la normativa INEN (Hernández, 2010).

5.2.2. Diseño de la investigación

El estudio fue de carácter observacional de corte transversal, donde se determinó la presencia de patógenos (*Escherichia coli*, *Salmonella spp* y *Staphylococcus aureus*) y la cuantificación de Aerobios mesófilos en carne de cerdo cruda.

5.2.3. Tamaño de la muestra y tipo de muestreo

Se realizó un muestreo por conveniencia en dos mercados. Para determinar el número de expendios a tomar en cuenta, se desarrolló una fase previa de observación y se consideró un tamaño muestral de 24 sitios tal como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Mercados destinados para recolección de muestras.

N°	Mercados	Muestras
1	San Sebastián	4
2	Centro Comercial	20
	Total	24

5.2.4. Variables de estudio

Identificación de Microorganismos.

- *Escherichia coli*
- *Salmonella spp.*
- *Staphylococcus aureus*

Cuantificación de Microorganismos.

- Aerobios mesófilos

5.2.5. Fase de Campo.

Se realizó la recolección de las muestras de acuerdo con la normativa INEN 1529-2 de análisis microbiológico e INEN 776. En base a esto, se recolectó ½ libra de carne de cerdo cruda (lomo) de los expendios seleccionados, se colocaron en recipientes estériles y herméticos, posterior a esto fueron puestos en un cooler manteniendo la temperatura de los alimentos entre 0 - 4 °C para evitar que sean afectados por factores externos. Finalmente fueron llevadas al Laboratorio de Diagnóstico Veterinario de la Universidad Nacional de Loja para su procesamiento.

5.2.6. Fase de Laboratorio.

Se empleó como guía la normativa INEN 1338:2012 para productos cárnicos crudos. Se utilizaron 10 g de cada una de las muestras, y se adicionó 90 ml de agua peptona para realizar diluciones seriadas a partir de esta dilución madre.

a) *Escherichia coli*. Se empleo 1 ml de la dilución madre hasta llegar a la dilución 10^{-3} , se procedió a sembrar mediante estriado en placas Bi-Petri usando Agar MacConkey y Agar EMB, se dejó incubar a 37°C por 24 horas (**Anexo 2**).

b) *Salmonella spp.* Se realizó un caldo de pre - enriquecimiento a base de Rappaport el cual sirve de para identificar algunas especies de *Salmonella*. Se colocaron 9 ml de Rappaport y 1 ml de dilución madre, posterior a esto se incubó por 24 horas a 37 °C. Se procedió a sembrar por estriado en placas Bi-Petri usando Agar Salmonella – Shigella y Agar XLD y dejando incubar por a 37 °C por 48 horas (**Anexo 3**).

c) *Staphylococcus aureus*. Se empleo 1 ml de la dilución madre hasta llegar a la dilución 10^{-4} . Posterior a esto se sembró por estriado en placas Bi-Petri usando Agar Baird Parker y Agar sal -manitol, se los incubó a 37 °C por 24 horas. (**Anexo 4**).

d) **Aerobios mesófilos**. Se empleó 1 ml de la dilución madre hasta llegar a las diluciones 10^{-6} y 10^{-7} . Se sembró en placas Mono-Petri usando Agar Plate Count (PCA) mediante fundido en placa, luego se los colocó a incubación a 30 °C por 24 horas. Además, como control positivo se usó Agar Nutritivo a partir de la dilución 10^{-7} (**Anexo 5**).

De las muestras obtenidas se observaron aquellas que presentaban características macroscópicas relacionadas con las bacterias analizadas y fueron catalogadas como sospechosas. Estas muestras sospechosas fueron aisladas en cultivos puros para la comprobación del agente patógeno, aquellas que mostraron crecimiento bacteriano fueron seleccionadas para pruebas bioquímicas.

5.2.7. Procesamiento y análisis de la información

Se presentaron las variables de forma descriptiva, se usaron tablas de frecuencia absolutas y relativas para variables categóricas. Para la tabulación de los datos se empleó el programa Excel 2018 y para el análisis se utilizó el programa R versión 4.2.3.

5.2.8. Consideraciones éticas

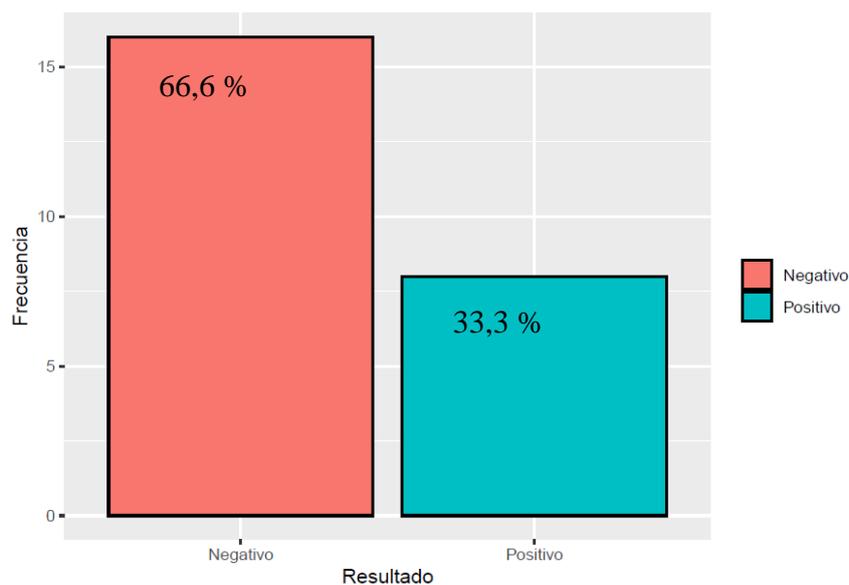
No fue necesario las consideraciones éticas dado que no existe intervención directa con animales ni seres humanos, puesto que es un estudio observacional.

6. Resultados

6.1. Aislamiento e Identificación de *Escherichia coli*

De las 24 muestras analizadas, la tercera parte (33.3 %) tuvo crecimiento bacteriano de *Escherichia* (Figura 2).

Figura 1. Crecimiento de *Escherichia coli* en Agar AMB y MacConkey



De las ocho muestras que presentaban características macroscópicas de crecimiento bacteriano, tres fueron catalogadas como sospechosas y se procedió a confirmarlas a través de pruebas bioquímicas (Anexo 7). De las tres muestras designadas para confirmación en dos de ellas se identificaron bacterias del género *Klebsiella pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa* (Tabla 6). Una muestra resultó positiva, luego se validó la presencia de bacilos Gram negativos mediante tinción Gram (Anexo 12).

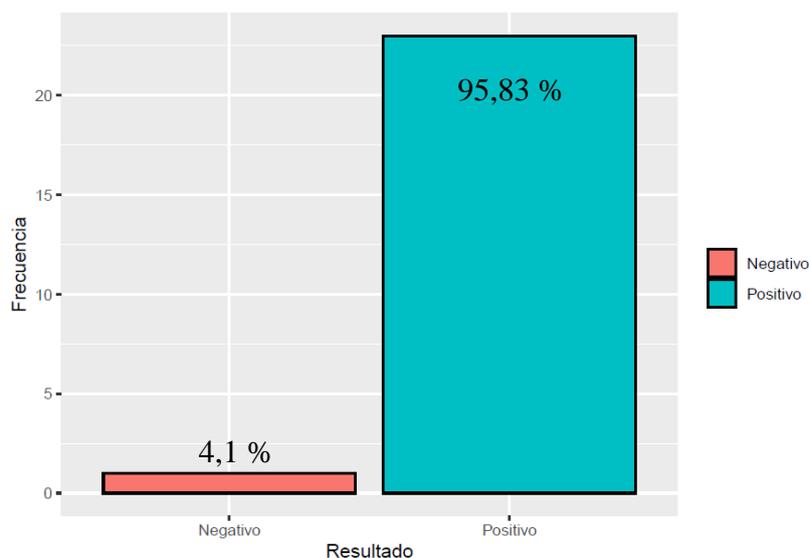
Tabla 6. Identificación de *Escherichia coli* presente en carne de cerdo cruda.

Bacteria	N	%
<i>Escherichia coli</i>	1	4,16
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	1	4,16
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1	4,16

6.2. Aislamiento e identificación de *Salmonella*

En base al análisis de 24 muestras, se determinó el crecimiento bacteriano de *Salmonella* en 23 placas (95.83 %) (Figura 3).

Figura 2. Identificación de colonias de *Salmonella spp.*



Se seleccionaron 18 muestras que fueron catalogadas como sospechosas por sus características macroscópicas, por lo que se procedió a confirmarlas mediante pruebas bioquímicas resultando una positiva (Anexo 7). Las 17 muestras restantes se analizaron y se identificaron bacterias de los géneros *Klebsiella pneumoniae*, *Shigella spp*, *Proteus mirabilis* y *Pseudomona aeruginosa* (Tabla 7). Una muestra se determinó como positiva para la bacteria *Salmonella spp.*

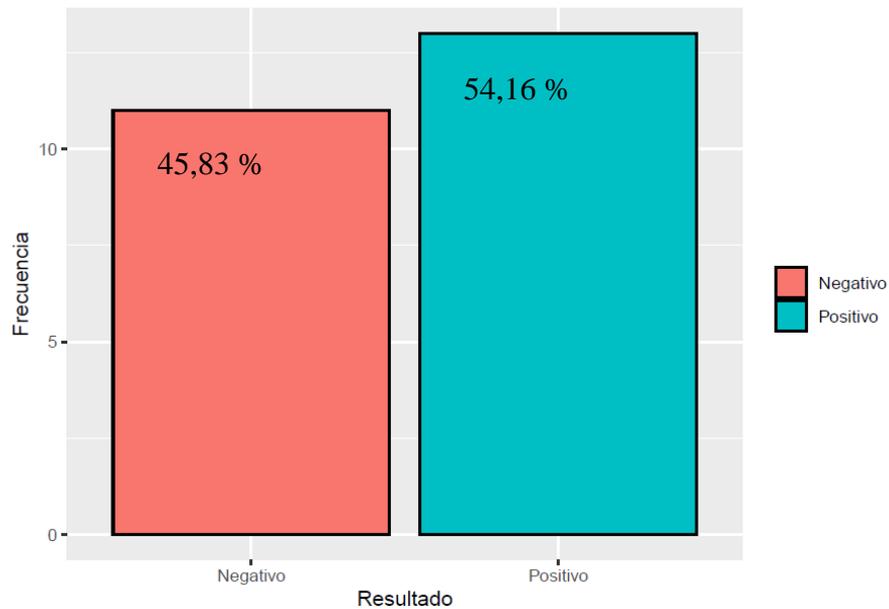
Tabla 7. Identificación de *Salmonella spp.* presente en carne de cerdo cruda.

Bacteria	N	%
<i>Salmonella spp.</i>	1	4,16
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10	41,6
<i>Shigella spp</i>	2	8,3
<i>Proteus mirabilis</i>	1	4,16
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4	16,6

6.3. Aislamiento e identificación de *Staphylococcus aureus*

Para la bacteria *Staphylococcus aureus* 13 placas (54.16 %) presentaron crecimiento bacteriano (Figura 4).

Figura 3. Identificación de colonias de *Staphylococcus aureus*.



A las 13 placas que mostraron crecimiento se les realizó confirmación mediante pruebas bioquímicas (Anexo 8). Se determinó que ninguna placa presenta *Staphylococcus aureus*. Las placas corresponden a *Staphylococcus coagulasa* negativa, asociadas a contaminación de las muestras, aunque en la actualidad se han determinado como una importante causa de infecciones del torrente sanguíneo, en personas inmunosupresión o que tengan problemas vasculares. Las principales especies de *Staphylococcus coagulasa* negativo son: *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus haemolyticus* y *Staphylococcus warneri* (Rogers et al., 2009).

Tabla 8. Identificación de *Staphylococcus aureus* presente en carne de cerdo cruda.

Bacteria	N	%
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0
Ausencia	24	100

6.4. Aislamiento e identificación de Aerobios mesófilos

La totalidad de las placas mostraron crecimiento de microorganismos aerobios mesófilos. De igual manera el control positivo realizado en Agar nutritivo tuvo crecimiento en la totalidad de las muestras, estas superan los valores establecidos por la normativa INEN de $1,0 \times 10^{-6}$ para aceptación y $1,0 \times 10^{-7}$ (UFC/g) el nivel de rechazo tal como se muestra en el Anexo -11.

Tabla 9. Determinación de Aerobios mesófilos presentes en carne de cerdo cruda.

Datos	N	%
Cumple	0	0
No Cumple	24	100

7. Discusión

Los resultados obtenidos en la investigación determinaron la presencia de *Salmonella* y *Escherichia coli* en 4,16 % de la totalidad de las muestras.

Una investigación realizada en Guayaquil, determinó que, de 12 muestras recolectadas, tres resultaron positivas para *Salmonella spp.* Es decir, un 25 % del total, valores similares a esta investigación (Farias y Moran, 2022). De igual manera otro estudio realizado en mercados de Guayaquil en carne molida determinó que de 200 muestras recolectadas, un 46,5 % tenía presencia de *Escherichia coli* (Alarcón et al., 2019). Esto podría deberse a que en los mercados del Ecuador no se cumplen los requisitos de bioseguridad necesarios para el expendio de productos cárnicos para el consumo humano (Velasco et al., 2019b).

En Manabí, Ecuador se realizó un estudio en mataderos donde se encontró la presencia de *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* en carne de cerdo, lo cual se podría deber a que estos centros de faenamiento no cumplen los requisitos necesarios de salubridad generando así la contaminación de los alimentos desde el faenamiento (Delgado et al., 2015; Jay et al., 2005). Gran parte de la contaminación de las canales se produce durante las diferentes fases del faenamiento tales como sangría, desollado, eviscerado, almacenamiento y transporte, dichos procedimientos influyen directamente en el tipo y cantidad de microorganismos presentes en las carnes además de por el manejo del personal (Labadie, 1999; Flores y Ruiz, 2014).

La salmonella es una bacteria que se aloja en los intestinos y ganglios linfáticos de los animales de abasto ya que cumplen la función de reservorio (Jay et al., 2005). Además, se excreta a través de las heces y se distribuye por vectores, en muchos casos es favorecida por la contaminación ambiental (Castillo, 2001; FAO, 1993; Pascual y Calderón, 2000). En cambio, la presencia de *Escherichia coli* es considerada como un microorganismo indicador de contaminación fecal porque se aloja en el tracto intestinal del hombre y gastrointestinal de los animales de granja (Jay et al., 2005; Ray y Bhunia, 2010).

Estas bacterias son de interés ya que pueden generar problemáticas de salud, la *Salmonella spp.* es responsable de fiebre, gastroenteritis, bacteriemia e infecciones localizadas. *Escherichia coli* pertenece a la flora normal del intestino humano, pero las cepas patógenas pueden producir diarrea, síndrome urémico hemolítico, colitis hemorrágica y cuadros de disentería (Puig et al., 2011).

En Buenos Aires, Argentina se estudió la calidad microbiológica de carne cruda picada, donde se recolectaron muestras de carnicerías ubicadas en diferentes ciudades, de ellas se obtuvo un 30 % de presencia de *Salmonella spp.* y *Escherichia coli* (Ruiz et al., 2021).

Un estudio realizado en Barranquilla, Colombia sobre la calidad higiénica en carne de cerdo en establecimientos informales determinó la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella spp* en 85,71 % de las muestras analizadas las cuales fueron recolectadas de 7 expendios en dos muestreos (Púa y Navas, 2014).

En Guatemala se realizó una evaluación de la calidad microbiológica de la carne de cerdo y se determinó un 86,67 % de *Escherichia coli* y un 30 % de *Salmonella* de las muestras recolectadas en mercados (Castillo, 2001). Otras razones pueden ser aguas contaminadas que entran en contacto con la carne, superficies de contacto del alimento que no se establecen en la normativa local, uso de cerámicas y superficies disperejas las cuales generan mayor dificultad de limpieza (Yang & Wang, 2014).

De los resultados obtenidos también se logró la identificación de los siguientes agentes patógenos, *Klebsiella* una bacteria Gram negativa la cual se relaciona a la mala manipulación de los alimentos y puede ser transmitida también por agua contaminada. *Pseudomona* es un bacilo Gram negativo que puede generar contaminación a través del agua. *Shigella* es un bacilo Gram negativo, inmóvil, anaerobio, que puede generar infecciones por ingesta de agua o alimentos contaminados. *Proteus mirabilis* es una bacteria Gram negativa un alimento que puede generar infecciones por ingesta de alimentos contaminados (Olivas et al., 2017; Wondwossen, 2014).

De las muestras recolectadas para la bacteria *Staphylococcus aureus* no se obtuvieron positivos. Según Cordero (2015) la presencia de *Staphylococcus aureus* forma parte de la microbiota natural del ser humano, sin embargo, la exacerbación puede generar problemas ya sea influenciado por la colocación de canales al aire libre generando, por vectores externos como el ingreso permanente de animales, además de la falta de limpieza de utensilios y materiales de uso cotidiano en los expendios los cuales no son óptimos ni de materiales como el acero inoxidable.

En una investigación realizada en Argentina, de 165 muestras, el 16,4 % demostró presencia, esto podría estar asociado a malas prácticas de higiene y manipulación de la carne (Ruiz et al., 2021). Por otro lado, un estudio realizado en Camboya donde se buscaba la

prevalencia de microorganismos, se recolectaron 532 muestras de 52 mercados tradicionales y 6 supermercados en 25 provincias, se determinaron 155 muestras positivas equivalente al 29,1 % para *Staphylococcus aureus* (Rortana et al., 2021).

Los *Staphylococcus coagulasa* negativos (SCN) son coco bacilos Gram positivo, se encuentran en la piel y mucosas sanas del ser humano entre los más frecuentes se encuentra el *Staphylococcus hominis* y el *Staphylococcus epidermidis* el cual es considerado patógeno para los humanos generado infecciones hospitalarias y bacteriemias en huéspedes inmunocomprometidos.

Esta contaminación podría deberse a las condiciones inadecuadas de conservación por falta de equipos para almacenamiento en el punto de venta, malas prácticas de higiene por parte de los manipuladores referentes al uso de materiales inadecuados, la exposición permanente de la carne sobre mesones, materiales y superficies inadecuados las cuales facilitan la acumulación de suciedad y generan dificultad para su limpieza, el transporte debe realizarse en vehículos que aseguren la cadena de frío y garanticen la higiene para evitar la contaminación y proliferación de microorganismos (Intriago, 2023; Muñoz et al., 2008; Sánchez et al., 2011).

Para el conteo de Aerobios mesófilos se determinó que todas las muestras superaban los valores establecidos por el INEN los cuales son 1×10^{-6} para aceptación y 1×10^{-7} (UFC/g) el nivel de rechazo.

En un estudio realizado en mercados de Manabí, se determinó que 6 muestras se encuentran dentro del rango aceptable de UFC, mientras que el resto se encuentran por debajo del mínimo. Una investigación realizada en Guayaquil se analizó carne molida de res recolectando 12 muestras entre mercados y supermercados resultando que 57 % de muestras son aceptables, 43 % son admisibles y no existen rechazos para las muestras, esto dado que ninguna supera los valores de UFC 1×10^7 (Farias y Moran, 2022).

En Perú se realizó un estudio sobre la presencia de bacterias en carne fresca de bovinos en el Matadero Municipal de Cajamarca, para lo cual se emplearon 10 muestras para la determinación de aerobios mesófilos, resultando con 8 positivos (Mantilla, 2019).

En Venezuela se realizó una investigación sobre el efecto del tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la calidad microbiológica de carne de hamburguesa, en la cual se analizaron 81 muestras, dando como resultado que en dos establecimientos comerciales se

excedió los límites máximos establecidos para aerobios mesófilos (Fernández et al., 2006; Ponce et al., 2021).

En un estudio realizado en puntos de venta de carne formal e informal en Bélgica, sobre microorganismos indicadores de higiene para patógenos seleccionados en carnes de res, cerdo y aves se detectó la presencia de índices superiores a los límites con respecto a aerobios mesófilos, resultando en 42 a 90 % superior a lo normal en las muestras de carne de cerdo (Festus et al., 2018; Ghafir et al., 2008).

La presencia de aerobios mesófilos podría atribuirse a diversas prácticas de manejo tales como inadecuados recipientes donde se coloca la carne, inadecuada o nula refrigeración de los productos, incumplimiento de las medidas de bioseguridad, tales como cobro de dinero y manipulación de carne a la vez (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica, 2014; Saltos et al., 2019). Por otro lado la temperatura, el tiempo y la humedad juegan un papel trascendental ya que estos pueden favorecer la el desarrollo de estos microorganismos incumpliendo los tiempos de las carnes al aire libre, malas prácticas durante el transporte de los productos cárnicos, incumplimiento de la cadena de frío y tiempos de refrigeración y condiciones climáticas de alta humedad y calor (Cordero, 2015; Mantilla, 2019; Saltos et al., 2019).

8. Conclusiones

- Existe la presencia de *Escherichia coli* y *Salmonella spp* en carne de cerdo cruda expendida en los mercados de la ciudad de Loja. No se detectó la presencia de *Staphylococcus aureus* en las muestras recolectadas.
- La cuantificación de Aerobios mesófilos en carne de cerdo cruda, demostró que todas las muestras recolectadas exceden los valores establecidos que se consideran admisibles en las normativas INEN para consumo humano.
- La calidad higiénica y sanitaria de la carne de cerdo cruda expendida en los mercados de la ciudad de Loja es deficiente, principalmente por la cantidad de Aerobios mesófilos, y la presencia de microorganismos patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella spp*.

9. Recomendaciones

- Realizar mayores estudios permitirá la identificar de otros microorganismos patógenos presentes en la carne de cerdo cruda.
- Se recomienda realizar este estudio con mayor número de muestras de todos los lugares donde se expende carne de cerdo cruda en la ciudad de Loja.
- Hacer estudios para identificar de dónde provienen las carnes comercializadas en los mercados y a su vez estudiar los factores asociados a la contaminación de patógenos.

10. Bibliografía

- Alarcon, M., Escobar, G., Palma, M., Chang, A., Guaminga, J., & Tutillo, D. (2019). *Escherichiacoli o157:h7 en carne molida comercializada en los mercados de Guayaquil*.
- Almeida, C. (2013). *Incidencia Staphylococcus aureus en la carne de pollo faenado que se expende en el mercado municipal del cantón Quevedo*. Universidad de Guayaquil.
- ANMAT. (2014). *Manual de análisis microbiológicos de los alimentos*.
- Atlabachew, T., & Mamo, J. (2021). Microbiological Quality of Meat and Swabs from Contact Surface in Butcher Shops in Debre Berhan, Ethiopia. *Journal of Food Quality*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/7520882>
- Bari, L., & Ukuku, D. O. (2015). *Foodborne Pathogens and Food Safety Monitoring and distribution of pesticides in the environment View project Cross-border feasibility study of non-chlorine sanitizer to improve safety, quality, and shelf life of fresh vegetables View project*. <https://www.researchgate.net/publication/283795208>
- Bermúdez, Y., & López, J. (2018). *Diagnóstico de la calidad de carne de res que se expende en la ciudad de Calceta*. Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí manuel Félix López.
- Bibek, R., & Bhunia, A. (2010). Fundamentos de Microbiología de los alimentos. *McGraw-Hill*, 202–222.
- Carvajal, G. (2001). *Valor nutricional de la carne de: res, cerdo y pollo*.
- Castillo, X. (2001). *Evaluación de la calidad microbiológica de la carne de cerdo para consumo humano que se expende en mercados municipales y supermercados de la ciudad capital de Guatemala*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Castro, L. (1999). *Principales aspectos sobre calidad de carnes*.
- Comastri, R., Almeida, C., Kuaye, A. Y., De, A., Serrano, M., & Fernando De Almeida, P. (1995). *Microbial evaluations and control workers' hands*.
- Cordero, F. (2015). *Evaluación microbiológica de la carne bovina en mercado terceras del cantón Arenillas, provincia de El Oro*. Universidad académica de ciencias agropecuarias.

- Covenin. (1998). *Principios generales para el establecimiento de criterios microbiológicos*.
- Crim, S., Iwamoto, M., Huang, J., Gilliss, D., Cronquist, A., & Griffin, P. (2014). Incidence and Trends of Infection with Pathogens Transmitted Commonly Through Food Food-borne Diseases Active Surveillance. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 328–332.
- Delgado, H., Cedeño, C., Montes de Oca, N., & Villoch, A. (2015). *Calidad higiénica de la carne obtenida en mataderos de Manabí- Ecuador*.
- FAO. (1993). *Almacenamiento no refrigerado o refrigerado de la carne fresca y los subproductos comestibles*.
- FAO. (2016). *Antimicrobial resistance and our food systems*. www.fao.org/antimicrobial-resistance/en/
- FAO. (2018). *Resúmenes de los productos básicos: Carne*. <https://doi.org/10.1787/agr-data-en>
- FAO. (2021). *Meat market review: Emerging trends and outlook*.
- Farias, D., & Moran, O. (2022). *Determinación de la calidad microbiológica de carne molida de res en centros de expendio en la ciudad de Guayaquil*. www.ug.edu.ec
- Fernández, A., Izquierdo, P., Valero, K., Allara, M., Piñero, M., & García, A. (2006). Efecto del Tiempo y Temperatura de Almacenamiento Sobre la Calidad Microbiológica de Carne de Hamburguesa. *Scielo*, 16. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-22592006000400013&script=sci_arttext
- Fernández, F. (2006). *Evaluación de la inocuidad alimentaria en el primer eslabón de la cadena de producción de carne, ene el Uruguay*. Universidad de la República.
- Festus, I., Green, E., & Muchenje, V. (2018). Aerobic mesophilic, coliform, Escherichia coli, and Staphylococcus aureus counts of raw meat from the formal and informal meat sectors in South Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph15040819>
- Flores, C., & Ruiz, J. (2014). *Buenas prácticas para mejorar la calidad sanitaria de las carnes frescas*.

- Franco, P., Ramírez, L., Orozco, M., & López, L. (2013). Determinación de Escherichia Coli e identificación del serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. *La Sallista de Investigación*, 10, 91–100.
- Gaviria, B. (2017). Calidad higiénica y sanitaria de la leche cruda. *Biogénesis*.
- Ghafir, Y., China, B., Dierick, K., De Zutter, L., & Daube, A. G. (2008). Hygiene Indicator Microorganisms for Selected Pathogens on Beef, Pork, and Poultry Meats in Belgium. In *Journal of Food Protection* (Vol. 71, Issue 1).
- Grace, D., & Fetsch, A. (2018). *Staphylococcus aureus - A foodborne pathogen: epidemiology, detection, characterization, prevention, and control: an overview*.
- Grimont, P. (2007). Antigenic formulas of the Salmonella serovars, 9th revision, World Health Organization Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella. *Pasteur Institute*.
- Hidalgo, L. (2022). *Determinación de la prevalencia de Salmonella enterica, en carne de cerdo comercializada en mercados de la ciudad de Quito, los factores asociados al riesgo de infección e identificación de genes de resistencia de las cepas por medio de métodos microbiológicos y moleculares*.
- Higgs, J., & Pratt, J. (1998). Meat, Poultry and meat products. Nutritional value. . *Encyclopedia of Human Nutrition*. Academic Press, 1272–1282.
- Hilditch, T., & Williams, P. (1964). *The chemical constitution of natural fats* (4th ed.). London: Chapman & Hall.
- INEN. (1999). *Control microbiológico de los alimentos toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico*.
- INEN. (2012). *Carne y productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precocidos - cocidos*.
- Intriago, Y. (2023). *Incidencia de bacterias patógenas en carne de cerdo destinada al consumo humano en el mercado provisional del barrio San Bartolo*.
- Izquierdo, P., Allara, M., Torres, G., Sánchez, M., Pe Ña, G., & Sangronis, M. (2005). *Aminas biógenas y crecimiento bacteriano en carne de hamburguesas*.

- Jaja, I. F., Green, E., & Muchenje, V. (2018). Aerobic mesophilic, coliform, *Escherichia coli*, and *Staphylococcus aureus* counts of raw meat from the formal and informal meat sectors in South Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph15040819>
- Jay, J., Loessnery, M., & Golden, A. (2005). *Modern food microbiology*.
- Kopper, G., Calderón, G., Schneider, S., Domínguez, W., & Gutiérrez, G. (2009). *Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico Estudios de caso en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua*. Food & Agriculture Org.
- Kuncara, M. C., Yuliati, F. N., & Prahesti, K. I. (2021). The total plate count, *Staphylococcus aureus*, and pH value of raw chicken meat sold at the traditional markets in Maros regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *788*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012157>
- Labadie, J. (1999). Consequences of packaging on bacterial growth meat is an ecological niche. *Meat Sci*, *299*.
- Lebret, B., & Čandek, M. (2022). Review: Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat. *Animal*, *16*. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100402>
- López, L., Bettin, A., & Suárez, M. (2015). Caracterización microbiológica y molecular de *Staphylococcus aureus* en productos cárnicos comercializados en Cartagena, Colombia. *Rev. Costarricense de Salud Pública*, *25*, 113–121.
- López, V., & Mera, J. (2019). *Evaluación de los factores que afectan la calidad higiénico sanitaria de la longaniza artesanal comercializada en el cantón Bolívar*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Mantilla, E. (2019). *Presencia de bacterias aerobias mesófilas, Escherichia coli y Salmonella spp. en carne fresca de bovinos beneficiados en el Matadero Municipal de Cajamarca*.
- Martínez, C., & Verhelst, A. (2015). Calidad microbiológica de carne bovina en plantas de beneficio. *LIMETECH Ciencia y Tecnología Animal*, *13*.
- Melnick, J. L., Jawetz, Ernest., Adelberg, E. A., & Carroll, K. C. (2016). *Microbiología médica*. McGraw-Hill.

- Mendo Roca, C., Alfaro Díaz, J., & Paternina-Arboleda, C. (2015). *Manual práctico para gestión logística. Envase y embalaje - Transporte y cadena de frío - Preservación de productos del agro.*
- Merchant, L., & Packer, R. (1980). *Bacteriología y Virología Veterinarias.*
- Ministerio de Salud Pública. (2023). *Enfermedades transmitidas por agua y alimentos fiebre tifoidea y paratifoide.*
- Minsalud. (2011). *Perfil de riesgo Salmonella spp. (no tifoideas) en pollo entero y en piezas.*
- Minsalud. (2019). *Enfermedades transmitidas por alimentos.*
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ET/abece-eta-final.pdf>
- Montenegro, J., Carrión, P., Armando, C., & Contreras, S. (2020). *Panorama y perspectivas de la producción de carne de cerdo en el Perú.*
- MSAS. (2002). *Buenas prácticas de fabricación, almacenamiento y transporte de alimentos para consumo humano.*
- MSP. (2021). *Enfermedad transmitida por agua y alimentos Ecuador.*
- Muñoz, D., Grau de Marín, C., Martínez, C., Marval, H., & Zerpa, A. (2008). *Prevalencia de Staphylococcus aureus, Vibrio spp. y enterobacterias en carne de pepitona, Arca zebra, comercializada en Cumaná, Venezuela.* 505–513.
- OIRSA. (2018). *Manual de Introducción a la Inocuidad de los Alimentos.*
- Olivas, J., Díaz, L., Munguía, J., Molina, R., & Hernández, J. (2017). *Indicadores de calidad en carne de cerdo de diferentes centros comerciales de Ciudad Obregón, Sonora*
Quality indicators in pork meat from different commercial center of Ciudad Obregón, Sonora (México) (Vol. 11, Issue 2).
- OMS. (2015). *Estimaciones de la OMS sobre la carga mundial de enfermedades de transmisión alimentaria.* *World Health Organization.*
- OMS. (2018). *E. coli.* <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli>
- OPS. (2015). *Enfermedades transmitidas por alimentos.* Organización Panamericana de Salud.

- OPS. (2022). *Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA)*. Organización Panamericana de Salud.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2021). *Meat Consumption*. <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm>
- Ortiz, A., & Martínez, M. (2011). *Inocuidad Alimentaria; Panorama en Colombia*.
- Ospina, M., Prieto, E., Pacheco, Ó., & Quijada, H. (2017). *Investigación de brote enfermedades transmitidas por alimentos y vehiculizadas por agua*.
- Passalacqua, N., Cabrera, J., & Trinks, F. (2014). *Análisis microbiológico de los alimentos*.
- Ponce, N., Rondón, J., De la Torre, M., & Mendoza, Y. (2021). Determinación del pH y recuento de mesófilos en carne de boquichico (*Prochilodus nigricans*) proveniente de los mercados de la ciudad de Pucallpa, Ucayali. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 32(2). <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i2.20008>
- Prache, S., Adamiec, C., Astruc, T., Baéza, E., Bouillot, P., Clinquart, A., Feidt, C., Fourat, E., Gautron, J., Girard, A., Guillier, L., Kesse-Guyot, E., Lebret, B., Lefèvre, F., Le Perchec, S., Martin, B., Mirade, P., Pierre, F., Raullet, M., ... Santé-Lhoutellier, V. (2021). *Review: Quality of animal source foods*.
- Púa, A., & Navas, G. (2014). *Calidad higiénica y determinación de Escherichia coli y Salmonella spp. en carne de cerdo en expendios de Barranquilla*.
- Puig, Y., Espino, M., & Leyva, V. (2011). Resistencia antimicrobiana en Salmonella y E. coli aisladas de alimentos: revisión de la literatura. In *Salud* (Vol. 6, Issue 1).
- Radamés, L. (2013). *Manual de teoría - Microbiología veterinaria*. Universidad Nacional Agraria de la Habana.
- Rogers, K., Fey, P., & Rupp, M. (2009). Coagulase negative staphylococcal infections. *InfectDisClinNorthAm*, 73–98.
- Rortana, C., Nguyen-Viet, H., Tum, S., Unger, F., Boqvist, S., Dang-Xuan, S., Koam, S., Grace, D., Osbjer, K., Heng, T., Sarim, S., Phirum, O., Sophia, R., & Lindahl, J. F. (2021). Prevalence of salmonella spp. And staphylococcus aureus in chicken meat and pork from Cambodian markets. *Pathogens*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/pathogens10050556>

- Ruiz, M. J., Padola, N. L., Leotta, G., Colello, R., Passucci, J., Rodríguez, E., Fernández Fellenz, D., Krüger, A., Sanz, M., Elichiribehety, E., & Etcheverría, A. I. (2021). Calidad microbiológica de la carne picada y detección de patógenos en muestras ambientales de carnicerías de la ciudad de Tandil, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.04.003>
- Salto, J., Márquez, Y., Bermúdez, Y., & López, J. (2019). *Calidad microbiológica de la carne de res comercializada en la ciudad de Calceta*.
- Soto, Z., Pérez, L., & Estrada, D. (2015). Bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos: una mirada en Colombia. *Salud Uninorte*, 32.
- Stanchi, N. (2007). *Microbiología Veterinaria*.
- Ulloa, J. O., Arteaga, E. M. C., Avilés, A. M. O., & Moscoso, S. P. D. (2020). Revisión sistemática de estudios sobre inocuidad alimentaria en Cuenca, Ecuador, periodo 1981-2017. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 27. <https://doi.org/10.20396/san.v27i0.8654199>
- Vásquez, G. (2003). *La contaminación de los alimentos, un problema por resolver*. 48–57.
- Velasco, V., Vera, V., Bórquez, F., Williams, P., Faúndez, M., & Alarcón-Enos, J. (2019a). Composition of pork meat in a natural production system. *Anim. Sci., Ex Agro-Ciencia*, 35(3), 261–266.
- Velasco, V., Vera, V., Bórquez, F., Williams, P., Faúndez, M., & Alarcón-Enos, J. (2019b). Composition of pork meat in a natural production system. *Anim. Sci., Ex Agro-Ciencia*, 35(3), 261–266.
- Waszkiewicz, B., Szterk, A., Rogalski, M., Rambuszek, M., Kruk, M., & Rokowska, E. (2015). Nutritional value of raw pork depending on the fat type contents in pigs feed. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria*, 14(2), 153–163. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2015.2.17>
- Windfuhr, M., & Jonsén, J. (2005). *Soberanía alimentaria hacia la democracia en sistemas alimentarios locales*. ITDG Pub.
- Wondwossen, B. (2014). *Calidad de la carne de cerdo, efecto de la congelacion y descongelacion, uso del calentamiento dielectrico para la descongelacion y la espectroscopia dielectrica para evaluar la calidad tecnologica*.

Yang, X., & Wang, H. (2014). *Escherichia coli* /Pathogenic *E. coli* (Introduction).
Encyclopedia of Food Microbiology, 695–701.

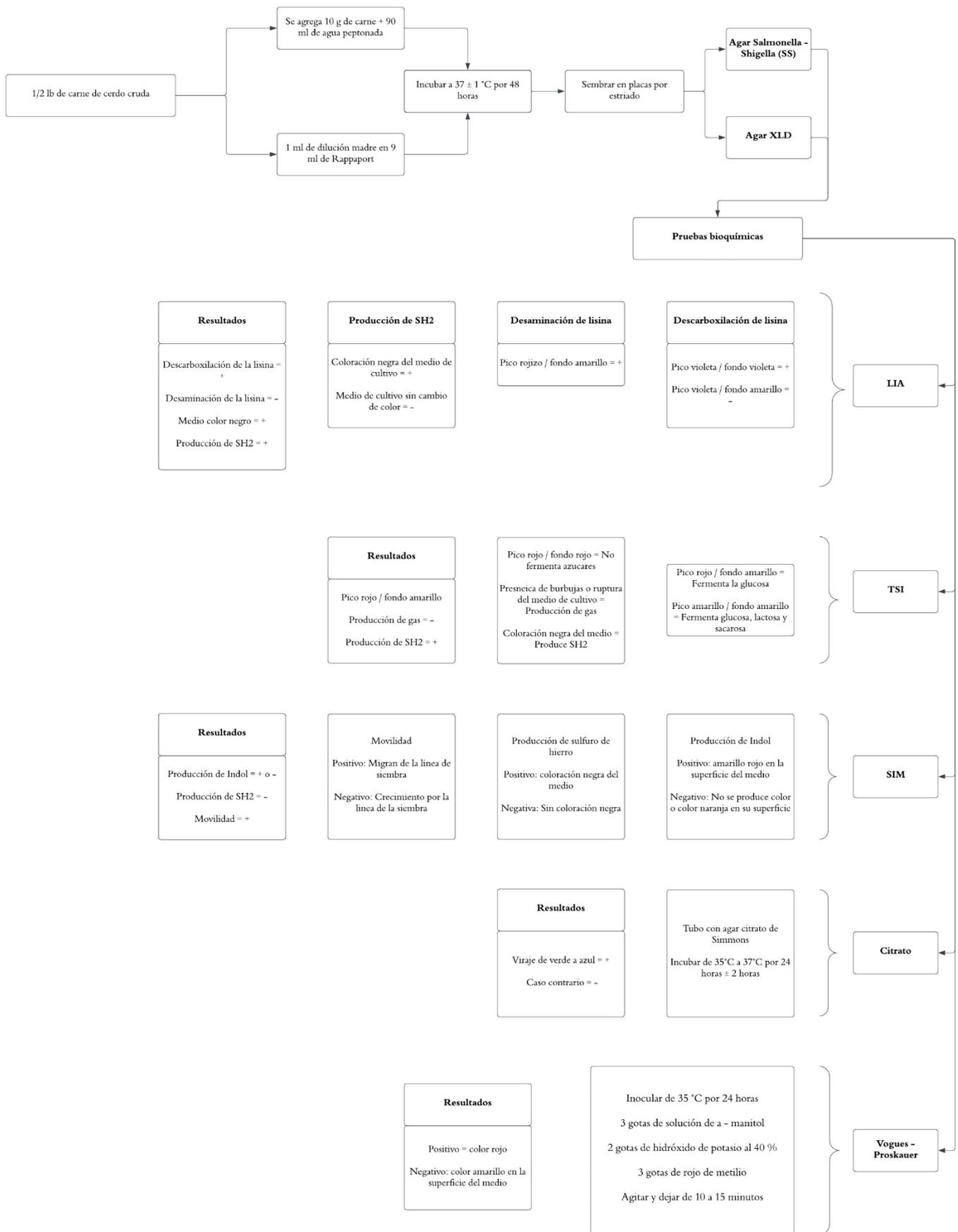
(Bari & Ukuku, 2015; FAO, 2021; Grace & Fetsch, 2018; INEN, 2012; Melnick et al., 2016; Merchant & Packer, 1980; Minsalud, 2011; OIRSA, 2018; OPS, 2015; Ospina et al., 2017; Radamés, 2013; Stanchi, 2007; Ulloa et al., 2020; Waszkiewicz et al., 2015; Windfuhr & Jonsén, 2005)

11. Anexos.

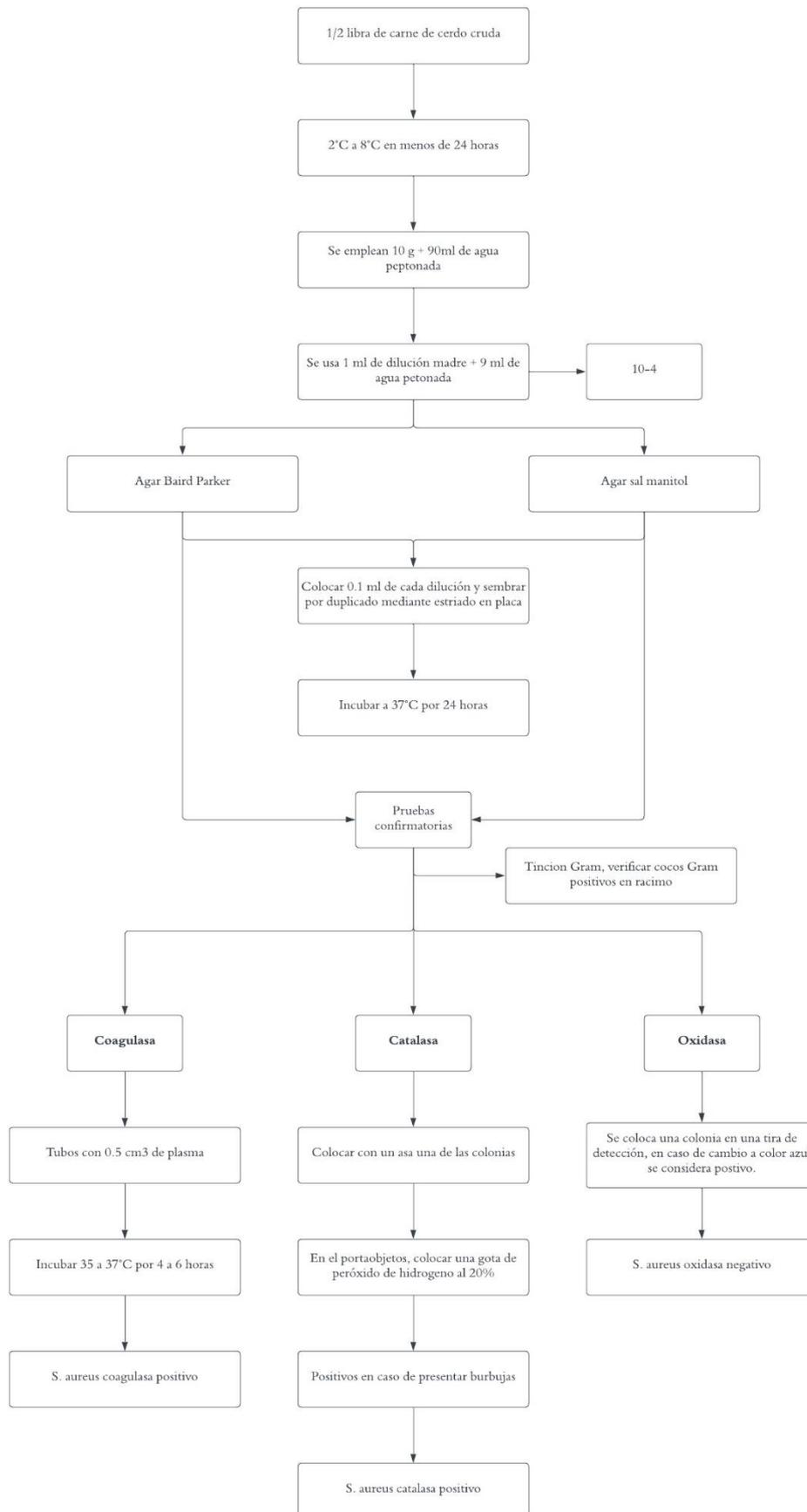
Anexo 1. Flujograma para aislamiento de *Escherichia coli*



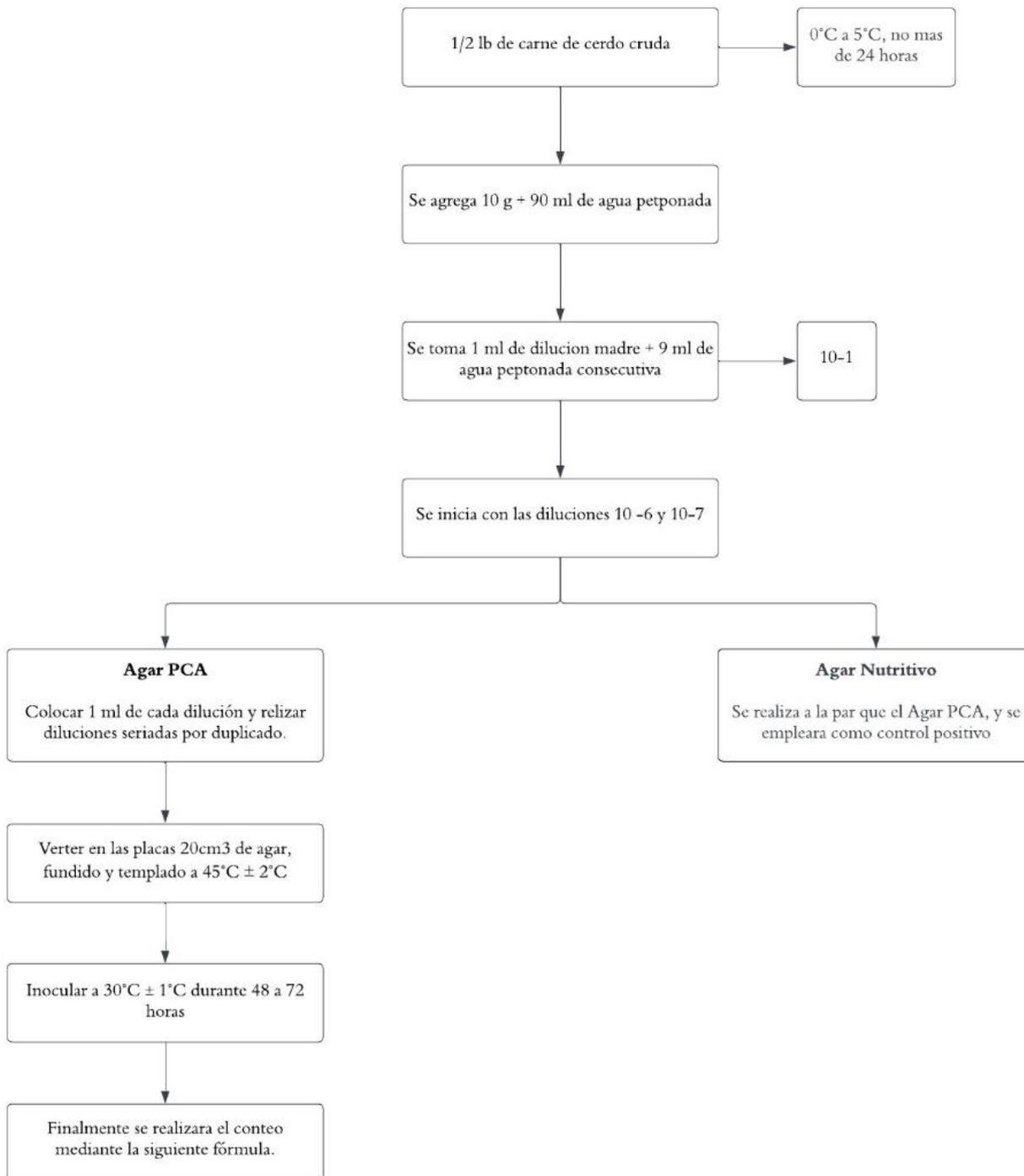
Anexo 2. Flujograma para aislamiento de *Salmonella spp.*



Anexo 3. Flujograma para aislamiento de *Staphylococcus aureus*



Anexo 4. Flujograma para aislamiento de Aerobios mesófilos



$$N_E = \frac{\sum c}{V \times n \times d}$$

Anexo 5. Tabla de agentes microbiológicos presentes en carne de cerdo.

Agente	Periodo de Incubación	Infección
BACTERIAS		
<i>Clostridium botulinum</i>	18 – 36 horas	Alimentos inadecuadamente enlatados o fermentados.
<i>Clostridium perfringens</i>	6 – 24 horas	Carne de res o pollo, salsas, alimentos secos o precocidos.
<i>Listeria monocytogenes</i>	1 – 4 semanas	Queso fresco y otros quesos blandos, crudos, melones, patés, carnes frías, mariscos ahumados y leche cruda.
<i>Salmonella</i>	12 – 72 horas	Pollo, pavo y carnes crudas o poco cocidos, huevos, leche y jugos sin pasteurizar, vegetales y frutas crudas o sin lavar.
Shigella	1 – 7 días	Agua, alimentos de origen animal contaminados o contactados con personas infectadas.
<i>Staphylococcus aureus</i>	30 minutos – 6 horas	Carnes rebanadas contaminadas.
Yersiniosis	3 – 7 días	Mayor frecuencia carne de cerdo y sus productos.

Anexo 6. Pruebas Bioquímicas realizadas para *Escherichia coli*

Muestras	Presencia de Colonias	Pruebas Bioquímicas											Resultado		
		SIM			Citrato	TSI				V-P	LIA				
		SH 2	Movilidad	Indol		Gas	SH 2	Superficie	Profundidad		Descarboxilación	Desaminación		SH 2	
1	+														
2	-														
3	+	-	+	+	-	+	-	Ácida	Ácida	-	+	-	-	+	
4	+														
5	-														
6	-														
7	-														
8	+														
9	-														
10	-														
11	-														
12	+	-	+	-	-	+	-	Ácida	Ácida	-	+	-	-		Klebsiella pneumoniae
13	-														
14	-														
15	-														
16	-														
17	-														
18	-														
19	+	-	-	-	-	-	-	Alcalina	Alcalina	-	+	-	-		Pseudomonas aeruginosa
20	+														
21	+														
22	-														
23	-														
24	-														

Anexo 7. Pruebas bioquímicas realizadas para *Salmonella spp*

Muestras	Presencia de Colonias	Pruebas Bioquímicas											Resultado			
		SIM			Citrato	TSI			V-P	LIA						
		SH 2	Movilidad	Indol		Gas	SH 2	Superficie		Profundidad	Descarboxilación	Desaminación		SH 2		
1	+															
2	+	+	+	-	+	+	+	Alcalina	Alcalina	-	+	-	+			Pseudomonas aeruginosa
3	+	+	-	+	+	-	-	Alcalina	Ácida	-	+	-	+			Shigella flexneri
4	+	+	+	-	+	-	+	Alcalina	Alcalina	-	-	-	-			Pseudomonas aeruginosa
5	+															
6	+	-	-	+	+	-	+	Alcalina	Ácida	-	+	-	+			Proteus mirabilis
7	+	+	+	+	+	+	+	Alcalina	Alcalina	-	+	-	-			Pseudomonas aeruginosa
8	+	+	+	-	+	-	+	Alcalina	Alcalina	-	+	-	+			Pseudomonas aeruginosa
9	+	+	+	+	+	-	-	Alcalina	Ácida	-	-	-	+			Klebsiella pneumoniae
10	+	+	+	+	+	-	-	Ácida	Ácida	-	-	-	+			Klebsiella pneumoniae
11	-															
12	+	+	+	-	+	-	+	Ácida	Ácida	-	+	-	+			Klebsiella pneumoniae
13	+															
14	+	+	+	-	+	-	+	Ácida	Ácida	-	+	-	+			Klebsiella pneumoniae
15	+	+	+	-	+	+	+	Alcalina	Ácida	-	+	-	+			+

16	+	+	+	-	+	+	+	Ácida	Ácida	-	+	-	+	Klebsiella pneumoniae
17	+	+	+	+	+	+	+	Ácida	Ácida	-	+	-	+	Klebsiella pneumoniae
18	+	+	+	+	+	-	-	Ácida	Alcalina	-	+	-	+	-
19	+	+	+	+	+	-	+	Ácida	Ácida	-	+	-	-	Klebsiella pneumoniae
20	+	+	+	+	+	-	-	Alcalina	Ácida	-	+	-	-	Shigella flexneri
21	+													
22	+	+	+	+	+	-	+	Ácida	Ácida	-	+	-	+	Klebsiella pneumoniae
23	+	+	+	+	+	-	-	Ácida	Ácida	-	+	-	+	Klebsiella pneumoniae
24	+	+	+	-	+	+	+	Ácida	Ácida	-	+	-	+	Klebsiella pneumoniae

Anexo 8. Pruebas bioquímicas realizadas para *Staphylococcus aureus*.

Muestras	Pruebas Bioquímicas		
	Coagulasa	Catalasa	Oxidasa
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-
4	-	-	-
5	-	-	-
6	-	-	-
7	-	-	-
8	-	-	-
9	-	-	-
10	-	-	-
11	-	-	-
12	-	-	-
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
16	-	-	-
17	-	-	-
18	-	-	-
19	-	-	-
20	-	-	-
21	-	-	-
22	-	-	-
23	-	-	-
24	-	-	-

Anexo 9. Crecimiento en placa de Aerobios mesófilos

Aerobios mesófilos				
Muestras	Crecimiento en PCA		Resultado (ufc/g)	
	10^6	10^7	10^6	10^7
1	5463	1778	$4,97 \times 10^9$	$1,62 \times 10^{10}$
2	4079	3629	$3,71 \times 10^9$	$3,30 \times 10^{10}$
3	5305	3073	$4,82 \times 10^9$	$2,79 \times 10^{10}$
4	3018	2904	$2,74 \times 10^9$	$2,64 \times 10^{10}$
5	4385	2726	$3,99 \times 10^9$	$2,48 \times 10^{10}$
6	4555	2321	$4,14 \times 10^9$	$2,11 \times 10^{10}$
7	4561	3783	$4,15 \times 10^9$	$3,44 \times 10^{10}$
8	4526	4283	$4,11 \times 10^9$	$3,89 \times 10^{10}$
9	4462	2389	$4,06 \times 10^9$	$2,17 \times 10^{10}$
10	6365	6126	$5,79 \times 10^9$	$5,57 \times 10^{10}$
11	4744	3158	$4,31 \times 10^9$	$2,87 \times 10^{10}$
12	6786	5893	$6,17 \times 10^9$	$5,36 \times 10^{10}$
13	9937	6584	$9,03 \times 10^9$	$5,99 \times 10^{10}$
14	8805	4406	$8,00 \times 10^9$	$4,01 \times 10^{10}$
15	5305	2515	$4,82 \times 10^9$	$2,29 \times 10^{10}$
16	5994	3642	$5,45 \times 10^9$	$3,31 \times 10^{10}$
17	3783	2967	$3,44 \times 10^9$	$2,70 \times 10^{10}$
18	4928	2738	$4,48 \times 10^9$	$2,49 \times 10^{10}$
19	5267	2148	$4,79 \times 10^9$	$1,95 \times 10^{10}$
20	7841	6462	$7,13 \times 10^9$	$5,87 \times 10^{10}$
21	7055	5485	$6,41 \times 10^9$	$4,99 \times 10^{10}$
22	8693	4324	$7,90 \times 10^9$	$3,93 \times 10^{10}$
23	7340	5237	$6,67 \times 10^9$	$4,76 \times 10^{10}$
24	6792	5547	$6,17 \times 10^9$	$5,04 \times 10^{10}$

Anexo 10. Promedio realizado para conteo de Aerobios mesófilos

Formulación Promedio	Resultado
35100000000	$3,51 \times 10^{10}$
64354545455	$6,44 \times 10^{10}$
72736363636	$7,27 \times 10^{10}$
54272727273	$5,43 \times 10^{10}$
55481818182	$5,55 \times 10^{10}$
50472727273	$5,05 \times 10^{10}$
77700000000	$7,77 \times 10^{10}$
78427272727	$7,84 \times 10^{10}$
47481818182	$4,75 \times 10^{10}$
1,0995500000	$1,10 \times 10^{11}$
60309090909	$6,03 \times 10^{10}$
1,1225500000	$1,12 \times 10^{11}$
1,1773600000	$1,18 \times 10^{11}$
78563636364	$7,86 \times 10^{10}$
44545454545	$4,45 \times 10^{10}$
76518181818	$7,65 \times 10^{10}$
52409090909	$5,24 \times 10^{10}$
58536363636	$5,85 \times 10^{10}$
55200000000	$5,52 \times 10^{10}$
1,0450900000	$1,05 \times 10^{11}$
1,0183600000	$1,02 \times 10^{11}$
81590909091	$8,16 \times 10^{10}$
96627272727	$9,66 \times 10^{10}$
96081818182	$9,61 \times 10^{10}$

Anexo 11. Certificado de traducción del resumen

English Speak Up Center

Nosotros "*English Speak Up Center*"

CERTIFICAMOS que

La traducción del resumen de Trabajo de integración curricular titulado "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HIGIÉNICA Y SANITARIA DE LA CARNE DE CERDO CRUDA EXPENDIDA EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE LOJA." documento adjunto solicitado por el señor Gabriel Sebastián Peñaherrera Escudero con cédula de ciudadanía número 1104549132 ha sido realizada por el Centro Particular de Enseñanza de Idiomas "*English Speak Up Center*"

Esta es una traducción textual del documento adjunto. El traductor es competente y autorizado para realizar traducciones.

Loja, 28 de agosto de 2023


Mg. Sc. Elizabeth Sánchez Burneo
DIRECTORA ACADÉMICA

DIRECCION: SUCRE 207-46 ENTRE AZUAY Y MIGUEL RIOFRIO

TELÉFONO: 099 5263 264