

**CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN CANALES DE CERDO EN EL  
FRIGORÍFICO LA FAZENDA, PUERTO GAITÁN (META)**

**ANDRÉS OCTAVIO PARODI CASALINS**

Universidad de Pamplona  
Facultad de Ciencias Básicas  
Programa de Microbiología  
2023

**CONTROL DE CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN CANALES DE CERDO EN EL  
FRIGORÍFICO LA FAZENDA, PUERTO GAITÁN (META)**

**ANDRÉS OCTAVIO PARODI CASALINS**  
Trabajado de grado para optar al título de Microbiólogo

Liliana Rojas Contreras, PhD  
Tutor académico

Universidad de Pamplona  
Facultad de Ciencias Básicas  
Programa de Microbiología  
2023

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| 1. Resumen .....  | 7  |
| 1.1 Abstract.....   | 8  |
| 2. Introducción.....  | 9  |
| 3. Objetivos.....   | 13 |
| 3.1 Objetivo general.....                                   | 13 |
| 3.2 Objetivos específicos .....                             | 13 |
| 4. Justificación.....                                       | 14 |
| 5. Marco Referencial .....                                  | 15 |
| 5.1.1 Marco teórico .....                                   | 15 |
| 5.1.2 Carne.....  | 15 |
| 5.1.3 Cerdo.....  | 15 |
| 5.1.4 Calidad de la carne.....                              | 15 |
| 5.1.5 Inocuidad de los alimentos.....                       | 16 |
| 5.1.6 <i>Salmonella</i> spp.....                            | 16 |
| 5.1.7 Detección molecular de <i>Salmonella</i> spp. 3M..... | 17 |
| 5.1.8 Enterobacterias.....                                  | 18 |
| 5.1.9 <i>Escherichia coli</i> .....                         | 18 |
| 5.1.10 Aerobios mesófilos.....                              | 19 |
| 5.1.11 Residuos de antibióticos en carne.....               | 19 |
| 5.1.12 Olor sexual .....                                    | 20 |
| 5.2 Marco normativo.....                                    | 20 |
| 5.3 Antecedentes .....                                      | 22 |
| 6. Metodología .....  | 25 |
| 6.1 Lugar de estudio.....                                   | 25 |

|   |    |
|---|----|
| 6.2 Tamaño de la muestra.....   | 25 |
| 6.3 Recolección de muestras (método no destructivo).....                            | 26 |
| 6.4. Metodología enriquecimiento y análisis molecular de <i>Salmonella</i> spp..... | 30 |
| 6.5 Metodología para el análisis de la carga microbiana en canales .....            | 31 |
| 6.6 Metodología de detección para residuos de antibiótico .....                     | 33 |
| 6.7 Metodología olor sexual.....  | 33 |
| 7. Límites de aceptación de resultados.....   | 34 |
| 8. Resultados y análisis de resultados .....  | 36 |
| 8.1 Detección de <i>Salmonella</i> spp. ....  | 36 |
| 8.2 Carga microbiana en canales.....  | 41 |
| 8.3 Detección de residuos de antibióticos.....                                      | 44 |
| 8.4 Percepción organoléptica. ....  | 47 |
| 9. Conclusiones .....   | 49 |
| 10. Recomendaciones.....  | 50 |
| 11. REFERENCIAS.....  | 51 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Ranking de países productores de carne de cerdo.....   | 10 |
| <b>Figura 2.</b> Puntos de muestreo en canales porcinas.....  | 26 |
| <b>Figura 3.</b> Secuencia de frotación.....  | 27 |
| <b>Figura 4.</b> Toma de muestras de canales. ....  | 29 |
| <b>Figura 5.</b> Metodología para enriquecimiento y detección molecular de <i>Salmonella</i> spp. ....  | 30 |
| <b>Figura 6.</b> Metodología para la siembra y recuento de <i>E. coli</i> , Enterobacteria y Aerobios mesófilos.....                                      | 31 |
| <b>Figura 7.</b> Metodología para la siembra y recuento de <i>E. coli</i> , enterobacterias y aerobios mesófilos en canales después de evisceración ..... | 32 |
| <b>Figura 8.</b> Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en canal (AE).....   | 37 |
| <b>Figura 9.</b> Prevalencia de <i>Salmonella</i> spp. en canal después de evisceración. ....   | 40 |
| <b>Figura 10.</b> Número de recuentos de canales Antes de Evisceración que no cumplen con la guía del FSIS.....   | 41 |
| <b>Figura 11.</b> Número de recuentos de canales Después de Evisceración (DE) que no cumplen con la guía del FSIS.....                                    | 42 |
| <b>Figura 12.</b> Resultado de la prueba Premitest. ....  | 46 |
| <b>Figura 13.</b> Resultado de prueba Premitest positiva.....   | 47 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1</b> Límites de aceptación establecidos por la guía Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos (FSIS), en cuanto a los análisis microbiológicos de la superficie de canales antes del proceso de desinfección. .... | 34 |
| <b>Tabla 2</b> Límites de aceptación establecidos por la guía técnica norteamericana (FSIS), en cuanto a los análisis microbiológicos de la superficie de canales después del proceso de desinfección.....                             | 35 |
| <b>Tabla 3</b> Presencia y ausencia de Salmonella spp. en canales de cerdo en el frigorífico La Fazenda. ....  | 36 |
| <b>Tabla 4</b> Número de canales que no cumplen con la guía técnica norteamericana (FSIS) .....  | 43 |

## 1. Resumen

Los productos cárnicos, considerados como la principal fuente de proteína para los humanos, son también el vehículo más frecuente para las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos (ETA). La transformación del ganado porcino en alimentos derivados del mismo involucra una serie de pasos que va desde la producción, el transporte, el sacrificio, la industria y la distribución, hasta que finalmente llega al consumidor. El cerdo puede albergar diversos patógenos tales como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. y *Listeria* spp., entre otros, los cuales se encuentran habitualmente como la biota normal en el tracto gastrointestinal, la piel y las pezuñas de los animales. En este estudio se evaluó la prevalencia de *Salmonella* spp., y se analizaron los recuentos en placa de petrifilm de Enterobacterias, *E. coli* y Aerobios mesófilos. En los resultados no se detectó presencia de *Salmonella* spp. en canales después de evisceración (DE), debido a las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM); en canales antes de evisceración (AE) la prevalencia de *salmonella* spp. fue del 64%; adicionalmente, para el caso de Enterobacterias, *E. coli* y Aerobios mesófilos, más del 90% de las muestras de canales DE están dentro del rango permitido de acuerdo con la guía técnica norteamericana del servicio de inspección y vigilancia de los alimentos (FSIS). En canales AE, los recuentos de enterobacterias, *E. coli* y aerobios mesófilos presentaron 83%, 94% y 100% de conformidad con respecto a la guía del FSIS. No se detectó la presencia de residuos de antibióticos en las canales analizadas, evidenciando las Buenas Prácticas Veterinarias. El olor sexual no fue detectado en las muestras analizadas, por tanto, la castración inmunológica cumple con su rol, sin dejar de lado las Buenas Prácticas Agrícolas en las granjas.

**Palabras clave:** Aerobios mesófilos, Canales, Cerdo, *E. coli*, Enterobacteria, *Salmonella* spp.

### 1.1 Abstract.

Meat products, considered the main source of protein for humans, are also the most frequent vehicle for Foodborne Diseases (ETA). The transformation of pigs into foods derived from them involves a series of steps that goes from production, transportation, slaughter, industry and distribution, until it finally reaches the consumer. The pig can harbor various pathogens such as *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Listeria* spp., among others, which are commonly found as normal biota in the gastrointestinal tract, skin, and hooves of animals. In this study, the prevalence of *Salmonella* spp. was evaluated, and the petrifilm plate counts of Enterobacteria, *E. coli*, and mesophilic aerobes were analyzed. The results did not detect the presence of *Salmonella* spp. in carcasses after evisceration (DE), due to Good Manufacturing Practices (GMP); in carcasses before evisceration (AE) the prevalence of *salmonella* spp. it was 64%; Additionally, in the case of Enterobacteria, *E. coli* and mesophilic aerobes, more than 90% of the DE carcass samples are within the permitted range according to the North American technical guide of the Food Inspection and Surveillance Service (FSIS). In AE carcasses, the counts of enterobacteria, *E. coli* and mesophilic aerobics presented 83%, 94% and 100% compliance with respect to the FSIS guideline. The presence of antibiotic residues in the analyzed carcasses was not detected, evidencing Good Veterinary Practices. Boar taint was not detected in the samples analyzed; therefore, immunological castration fulfills its role, without neglecting Good Agricultural Practices on farms.

**Keywords:** Carcasses, *E. coli*, Enterobacteria, Mesophilic aerobes, Pig, *Salmonella* spp.

## 2. Introducción

Aliar S.A. es la unión de empresarios que comparten el impulsar y promover el desarrollo, el cambio social, ambiental y productivo, dentro de un marco de ética, eco-eficiencia y de responsabilidad social, que contribuya a mejorar la calidad de vida de la gente.

Esta gran familia es poseedora del programa que involucra la totalidad de la cadena alimentaria del cerdo desde la adecuación de suelos, manejo de cultivos de maíz y soya, planta de semillas, planta de almacenamiento, secamiento y concentrados, producción de cerdos, plantas de sacrificio, desposte y embutidos, logística de transporte y comercialización (Aliar S.A., 2020).

La Fazenda es una empresa dedicada a producir, procesar y comercializar alimentos de la más alta calidad, la cual, busca que la mayoría de los colombianos pueda acceder a una mejor e insuperable nutrición (La Fazenda, 2019).

Se ubica en el kilómetro 105 vía Puerto López-Puerto Gaitán a 5km del casco urbano, donde se realiza el proceso de sacrificio, desposte y transporte de las canales de cerdo.

El cerdo puede albergar diversos patógenos tales como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. y *Listeria* spp., entre otros, los cuales se encuentran habitualmente como la microbiota normal en el tracto gastrointestinal, debido a las condiciones que se dan en el intestino delgado como pH 6 y secreciones biliares, facilitan el desarrollo de estas bacterias (Roca, 2008).

A nivel mundial, los mayores productores de carne de cerdo han sido China, Unión Europea, EE. UU y Brasil, con una producción total de 46,2% (110.5 Mt), 20,9% (23,2 Mt), 11,1% (12,3 Mt) y 4,4% (1,2 Mt), respectivamente. Ver (Figura1).

**Figura 1.** Ranking de países productores de carne de cerdo.



**Nota.** La figura representa el ranking de los países con mayor producción de cerdo a nivel mundial, por eso, China es el mayor productor del año 2022 (USDA, 2022).

A la fecha de 2022 Colombia ha producido 338.883 toneladas de carne de cerdo, las regiones con más criaderos de cerdos son Córdoba, Antioquia y Bolívar. “El consumo de carne de cerdo en Colombia alcanzó los 13 kg/persona, pasando de 12,1 kg a 13 kg. También se estima que la producción de carne de cerdo aumente a 526.000 toneladas/año, un 7,2% más que la producción de 2021” (Porkcolombia, 2022).

Se han sustentado razones para realizar un control en plantas de beneficio para agentes productores de Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA). Entre otras cosas, uno o más productos de origen animal son reservorios de algunos de los patógenos más importantes de estas enfermedades, particularmente *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. y *Listeria* spp., y se sabe que el control de cualquier enfermedad debe considerarse al nivel del reservorio cuando sea posible (Fernández & Quiñónez, 2003).

Las ETA, incluidas las intoxicaciones e infecciones, son patologías producidas por la ingestión accidental, incidental o intencional de alimentos o agua, contaminados en cantidades suficientes con agentes químicos o microbiológicos debido a deficiencias en el proceso de elaboración, manipulación, conservación, transporte, distribución o comercialización de los mismos (Organización Panamericana de la Salud, 2013).

Es importante distinguir entre una intoxicación por los alimentos y una infección transmitida por los alimentos; la infección transmitida por alimentos es una ETA que ocurre cuando los alimentos o el agua se contaminan con ciertos agentes infecciosos como bacterias, virus, hongos, parásitos. Por su parte, la intoxicación alimentaria se produce por consumir alimentos o agua contaminados con suficientes toxinas por el crecimiento de bacterias o agentes químicos (metales pesados y otros compuestos orgánicos) incluidos accidentalmente, sin saberlo o intencionadamente en ellos (Dirección de Salud Pública 2009).

La transformación del ganado porcino en alimentos derivados del mismo conlleva una sucesión de etapas que parten desde la producción, el transporte, el sacrificio, la industria, la distribución hasta que finalmente llega hasta el consumidor; la primera etapa es el sacrificio y faenado. En este apartado se engloba el transporte del ganado al matadero y el reposo del mismo previo al sacrificio, después la insensibilización de los animales, la sangría, el escaldado y la evisceración de los mismos, y por último el oreo y refrigeración de las canales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 200 pp. 88-224).

En la evisceración, se debe tener cuidado durante toda la actividad para evitar dañar los órganos como las vísceras, vejiga urinaria, vesícula biliar o útero, sí esto pasa, la porción contaminada de la canal debe ser cortada (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2007 pp. 221-224).

“Es de importancia capital lavarse las manos regularmente durante la evisceración. Todos los cuchillos y las sierras durante este proceso deben desinfectarse regularmente, y nunca deben ponerse en el piso; se deben proporcionar instalaciones para que los evisceradores realicen su trabajo higiénicamente. En el caso de contar con banda transportadora mecánica, el lavado de botas, lavado de mandiles y otras instalaciones de lavado/desinfección deben estar disponibles. En mataderos más pequeños se debe tener un lavado de manos. En todos los casos, debería haber instalaciones para desinfectar la plataforma de evisceración” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2007).

En este estudio se hizo indispensable destacar la etapa de evisceración debido a que, antes y después de este paso es donde se realiza la toma de muestra, para realizar el control y determinación de la carga bacteriana presente en los canales.

### 3. Objetivos

#### 3.1 Objetivo general

Evaluar la calidad microbiológica en canales de cerdo en el frigorífico La Fazenda, Puerto Gaitán (Meta) con el fin de garantizar la inocuidad y calidad de las canales.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Determinar la prevalencia de *Salmonella* spp. en canales de cerdo en el frigorífico La Fazenda.
- Analizar la carga de Aerobios mesófilos, Enterobacterias y *E. coli* presente en canales de cerdo en el frigorífico La Fazenda.
- Detectar la presencia de residuos de antibióticos en canales de cerdo en el frigorífico La Fazenda.
- Determinar la percepción organoléptica en las canales de cerdo a través de la evaluación del olor sexual.

#### **4. Justificación**

La Fazenda es una empresa dedicada a producir, procesar y comercializar alimentos cárnicos, autorizados por el INVIMA. Por tratarse de una empresa cuya actividad requiere los más altos estándares de calidad se hace necesario realizar el control microbiológico en canales de cerdo, con el fin de identificar, evaluar y prevenir los riesgos biológicos de la planta de beneficio durante el proceso de producción. Por esa razón es importante conocer la prevalencia de *Salmonella* spp. en canales de cerdo como patógeno de importancia para la inocuidad alimentaria, teniendo en cuenta que la principal ruta es por alimentos contaminados de origen animal, por tanto, se hace necesario evaluar la presencia o ausencia de este patógeno en las canales de cerdo del frigorífico La Fazenda y constatar si dichas canales se encuentran en los rangos de aceptabilidad de la guía técnica norteamericana de Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos (FSIS).

## 5. Marco Referencial

### 5.1.1 Marco teórico

#### 5.1.2 Carne.

Es generalmente definida como la parte blanda entre piel, huesos y las vísceras de animales; la carne contiene alrededor del 19 % de proteínas de alta calidad y hierro que se absorbe bien. La cantidad de grasa depende del animal del que se toma la carne y del tipo de corte. El valor energético de la carne aumenta con el contenido de grasa. La grasa de la carne es bastante alta en ácidos grasos saturados y colesterol. La carne también contiene cantidades beneficiosas de riboflavina y niacina, algo de tiamina y pequeñas cantidades de hierro, zinc y vitaminas A y C (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura 2002).

#### 5.1.3 Cerdo.

El cerdo es un animal mamífero que puede encontrarse en estado salvaje o doméstico. El nombre científico de la especie en estado natural es *Sus scrofa*; Se trata de un cuadrúpedo con patas cortas y pezuñas, un cuerpo pesado, hocico flexible y cola corta. Cabe señalar que el término cerdo proviene de cerda, lo que hace referencia a su pelo grueso; El cerdo pertenece al orden Artiodactyla, familia Suidae y género Suis. Apareció durante el Mioceno, hace 25 a 600 millones de años, originándose a partir del jabalí (*Sus scrofa*), y fue domesticado hace unos 10 000 años (Giuffra et al., 2000).

#### 5.1.4 Calidad de la carne.

“La calidad final de la carne porcina es el resultado de una serie de sistemas y procesos que componen su cadena agroalimentaria, van desde las prácticas de manejo en los establecimientos hasta su expendio en los comercios; la valoración más importante de la

calidad de la carne ocurre en el momento del consumo, siendo la terneza, jugosidad, flavor, color y la cantidad de grasa de la carne fresca” (Tamburini, 2020).

### **5.1.5 Inocuidad de los alimentos.**

La inocuidad de los alimentos es una disciplina, proceso o actividad científica que ayuda a prevenir el contenido de sustancias nocivas para la salud humana en los alimentos; el objetivo de la inocuidad de los alimentos es garantizar que estos no causen enfermedades a los consumidores (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, 2023).

Debido a los requisitos de calidad que exige el mercado actualmente en la producción de carne de cerdo, es necesario controlar los procesos que integran la cadena de producción de carne para garantizar la calidad del producto final (Jerez et al., 2013).

Para la carne de cerdo se evidencia un pH de 6.0 y una actividad de agua ( $A_w$ ) de 0.98; respectivamente (da Silva-Buzanello et al., 2017).

Las bacterias con mayor grado de importancia en la carne de cerdo son:

### **5.1.6 *Salmonella* spp.**

Es un género de bacilos Gram negativos que pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, hasta la fecha se han identificado más de 2500 serotipos o serovares diferentes en dos especies, a saber, *Salmonella bongori* y *Salmonella enterica*, *Salmonella* es una bacteria ubicua y resistente que puede sobrevivir durante varias semanas en un ambiente seco y varios meses en agua (Organización Mundial de la Salud, 2018).

La enfermedad provocada por esta bacteria se denomina salmonelosis, que suele caracterizarse por fiebre repentina, dolor abdominal, diarrea, náuseas y en ocasiones vómitos; los síntomas de la

enfermedad aparecen de 6 a 72 horas (generalmente de 12 a 36 horas) después de la ingestión de *Salmonella* y la enfermedad dura de 2 a 7 días (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Aunque los grandes brotes de *Salmonella* spp. a menudo atraen la atención de los medios, pero el 60-80% de las infecciones por salmonella no son reportadas, y se clasifican como esporádicas o incluso no diagnosticadas; sin embargo, es uno de los patógenos transmitidos por los alimentos más comunes, y se estima que causa entre 2 y 4 millones de infecciones por *Salmonella* spp. al año (Organización Mundial de la Salud, 2018).

### **5.1.7 Detección molecular de *Salmonella* spp. 3M.**

Uno de los métodos para determinar la presencia de *Salmonella*, es la detección molecular utilizando el equipo de Detección Molecular 3M, que permite una rápida amplificación y detección de fragmentos de ADN por método isotérmico (método LAMP), las lecturas se realizan mediante bioluminiscencia y con la ayuda de un software muy intuitivo para interpretar los resultados; tiene un diseño compacto y permite analizar hasta 94 muestras en un solo análisis; Dado que la reacción se lleva a cabo en las mismas condiciones, es posible analizar diferentes microorganismos simultáneamente; todos los materiales necesarios para la extracción y detección están incluidos en un kit; los reactivos de detección y amplificación de ADN se suministran liofilizados y listos para usar; los tubos de reacción están codificados por colores para facilitar la identificación de cada parámetro. Un resultado positivo puede aparecer en 15 minutos. Todos los ensayos de detección molecular de 3M están certificados por la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR) y validados según las normas ISO 16140, AOAC (Bioser, 3M., 2020).

### **5.1.8 Enterobacterias.**

Las Enterobacterias son aquellas bacterias anaerobias facultativas, que son capaces de multiplicarse tanto en aerobiosis como en anaerobiosis, y proceden del tracto gastrointestinal de los animales mamíferos y humanos. Su presencia puede indicar:

- Contaminación fecal de las canales durante el faenado y manipulación de las mismas.
- Deficiente limpieza y desinfección de superficies, utensilios y manos de los operarios (Baylis et al., 2011).

Las enterobacterias son una gran familia de bacterias Gram negativas reconocidas como un grupo importante en la industria alimentaria para la higiene y el control de la higiene: este grupo incluye *Salmonella* y *E. coli*, que se sabe que causan enfermedades transmitidas por los alimentos (Baylis et al., 2011).

Para la detección y recuento de enterobacterias se utiliza las placas Petrifilm de 3M; siendo un sistema de medio de cultivo, que contiene Glucosa biliar roja violeta modificada (VRBG) (Placa Petrifilm EB 3M, 2023).

### **5.1.9 *Escherichia coli***

*E. coli* es un tipo de bacteria que se encuentra en los intestinos de humanos y animales, en el medio ambiente y, a veces, en alimentos y agua sin procesar. La mayoría de los tipos de *E. coli* son inofensivos y forman parte de un tracto digestivo saludable. Sin embargo, algunos de ellos causan a veces enfermedades graves, como diarrea, infecciones del tracto urinario, enfermedades respiratorias e infecciones de la sangre; los tipos de *E coli*, que puede causar enfermedades, se propaga a través de alimentos o agua contaminados o por contacto con animales o personas. (Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2022).

Al realizar la siembra y recuento de *E. coli* se implementan las placas Petrifilm de 3M, contienen nutrientes de Bilis Rojo-Violeta (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría, un indicador de actividad de la glucuronidasa y un indicador que facilita la enumeración de las colonias (Placas petrifilm 3M para recuento de *E. coli*, 2022).

#### **5.1.10 Aerobios mesófilos**

Los aerobios mesófilos son aquellas bacterias dependientes del oxígeno, que son capaces de multiplicarse a una temperatura de entre 15 y 37°C; se utilizan para estimar la carga microbiana total de una superficie o alimento, aunque no implica que los microorganismos sean patógenos, y reflejan la calidad sanitaria de los productos analizados (Laboratorio de Salud Pública de Antioquia, 2019).

#### **5.1.11 Residuos de antibióticos en carne.**

En la producción porcina los problemas infecciosos del sistema digestivo de los cerdos son una de las principales causas de pérdidas económicas, para minimizar este efecto se implementan antibióticos, los antibióticos se consideran aditivos que pueden actuar como profiláctico o estimulante del crecimiento; es necesario reducir el abuso de antibióticos debido al riesgo del desarrollo de bacterias resistentes a los antibióticos y la posterior transmisión de estas bacterias a los humanos con sus implicaciones para su salud (Andreas et al., 2016).

PremiTest es una prueba de cribado microbiano que permite la detección de residuos de antibióticos, especialmente en carne fresca (vacuno, cerdo, aves) en menos de 4 horas. La prueba es sensible a los antibióticos de los siguientes grupos:  $\beta$ -lactámicos, cefalosporinas, macrólidos, tetraciclinas, sulfonamidas, aminoglucósidos, quinolonas, anfenicoles y polipéptidos (Biopharm, 2022).

### 5.1.12 Olor sexual

El olor a verraco es un defecto organoléptico que, debido a su olor y sabor desagradables, es la causa del rechazo de la carne de cerdo por parte de los consumidores, que ven reducida su calidad sensorial ( Panella-Riera et al., 2016 ).

Este olor es debido principalmente a dos compuestos químicos: el escatol y la androstenona, pero otros compuestos como el indol, andostenoles, 1-4 diclorobenceno, 4 fenilbuten 2-Ona y la etanona 2-(metil propoxi)-1,2- difenil contribuyen en menor proporción o dan indicios de olor sexual (Flores-Rondón et al.,2009).

Tras la adopción de la Declaración Europea sobre Alternativas a la Castración Quirúrgica la decisión de retirar esta práctica en todos los países de la Unión Europea se ha producido un cambio en la producción porcina hacia una explotación a gran escala, utilizando una vacuna considerada como la alternativa más rentable y además asegura el bienestar animal (Garrido et al., 2023)

## 5.2 Marco normativo.

- **Guía técnica norteamericana Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos (FSIS). “Propuesta de modernización de la inspección porcina y muestreo microbiológico en establecimientos de sacrificio porcino”.** Especifica que se debe realizar una toma de muestra de canales antes del proceso de evisceración, y una canal después del enfriamiento por cada 1000 canales faenadas. Además, establece los límites máximos permitidos de recuentos de Enterobacterias, *E. coli* y Aerobios mesófilos (Servicio de Seguridad e Inspección Alimentaria, 2019).

- **Ministerio Protección Social Resolución 4282 de 2007:** Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de la especie porcina destinada para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte, almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación (Ministerio de Salud y Protección Social, 2007).
- **Ministerio Protección Social Decreto 2270 de 2012:** Consideran que mediante el Decreto 1500 de 2007 modificado por los Decretos 2965 de 2008, 2380, 4131, 4974 de 2009, 3961 de 2011 y 917 de 2012, se estableció el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos, destinados para el Consumo Humano y se fijaron los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).
- **Ministerio Protección Social Decreto 1500 de 2007:** Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación (Ministerio de la Protección Social, 2007).
- **Ministerio Protección Social Resolución 0240 de 2013:** Por la cual se establecen los requisitos sanitarios para el funcionamiento de las plantas de beneficio animal de las especies bovina, bufalina y porcina, planta de desposte y almacenamiento, comercialización, expendio,

transporte, importación o exportación de carne y productos cárnicos comestibles (Ministerio de la Protección social, 2013).

- **Código de prácticas de higiene para la carne- Codex Alimentarius. (CAC/RCP 58-2005):** Este código sustituye a los siguientes Códigos de prácticas del Codex: Código internacional recomendado de prácticas de higiene para la carne cruda (CAC/RCP 11-1976 Rev. 1-1993); Código internacional recomendado de prácticas de higiene para los animales de caza silvestre (CAC/RCP 29-1983, Rev. 1-1993); Código internacional recomendado para la inspección ante-mortem y post-mortem de animales de matanza y para el dictamen ante-mortem y post-mortem sobre animales de matanza y carnes (CAC/RCP 41-1993) (Código de prácticas de higiene para la carne, 2005).

### 5.3 Antecedentes

➤ **Importancia de las prácticas de higiene y manipulación en matadero de porcino para la salud pública:**

El presente estudio se llevó a cabo en el matadero de porcino de la empresa Industrias Cárnicas La Cope, S.A. situado en la población de Torrent, provincia de Valencia; con base en los principales resultados del estudio, se encontró que el mayor nivel de contaminación final de la canal coincidió con el mayor número de expurgos y la incorporación de nuevos trabajadores con falta de experiencia en los puestos de evisceración; además, coincide con niveles más altos de contaminación observados en análisis de manos en los operadores. Por lo tanto, se concluye que existe una relación entre una buena higiene y manipulación del operador y, en última instancia, la contaminación de la canal (Candela, 2021).

➤ **Evaluación del riesgo microbiológico en el proceso de producción de la planta de beneficio y faenado del frigorífico del cauca S.A.S.**

En este trabajo se realizaron análisis microbiológicos en utensilios y equipos de uso frecuente (cuchillo, polea, sierra, etc.) en la planta de beneficio en cuestión, así como del agua utilizada en el proceso, ambiente de las cavas, y finalmente las canales de ganado; no se encontraron microorganismos en el agua ni en canales seleccionadas; en los equipos y utensilios, se encontraron coliformes totales y en el ambiente de las cavas se encontraron microorganismos psicrófilos, mohos y levaduras (Restrepo, 2015).

➤ **Calidad higiénica y determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo en expendios de Barranquilla.**

El propósito de este estudio fue determinar la presencia de *E. coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo en los comercios del centro de Barranquilla; se evidenció la presencia de *Escherichia coli* en el 85,71% de las muestras de carne de cerdo y utensilios y superficies de contacto (Púa & Navas, 2022).

➤ **Resistencia antimicrobiana de *Salmonella* spp. aisladas de canales de cerdo obtenidas de dos tipos de rastros en Jalisco, México:** Este estudio analizó el perfil de resistencia antibiótica en cepas de *Salmonella* spp. aisladas de dos mataderos con diferentes procedimientos de sacrificio y faenado; los resultados evidenciaron que el matadero que cumplía con los procesos sanitarios presentó prevalencia de *Salmonella* spp. (1,3%) comparado con el matadero que implementó prácticas de higiene deficientes (46.8%); Se detectó la resistencia a los aminoglucósidos (100 %), tetraciclinas (73.7 %) y ciprofloxacina (44.7 %) en los aislamientos evaluados (Vega *et. al*, 2020).

➤ **Validation of commercial antimicrobial intervention technologies to control *Salmonella* on skin-on market hog carcasses and chilled pork wholesale cuts**

En este estudio, se utilizaron agentes antimicrobianos comerciales para reducir los niveles de *salmonella* en muestras de carne de cerdo aplicando un coctel de *salmonella* de 5 UFC/cm<sup>2</sup>; posteriormente se trataron con ácido láctico a 400 ppm, ácido peracético a 400 ppm; los resultados obtenidos indicaron que en las canales tratadas con ácido láctico y ácido peracético la reducción de *salmonella* fue de 2.8- 3.1 UFC/ cm<sup>2</sup>; otros tratamientos antimicrobianos generaron reducciones logarítmicas de 2,0 a 2,4 (Bonilla et al., 2023).

## **6. Metodología**

### **6.1 Lugar de estudio**

El estudio se llevó a cabo en el frigorífico La Fazenda en el departamento del Meta. Las muestras fueron tomadas de canales de cerdo antes y después del proceso de desinfección o evisceración, y analizadas en el laboratorio de microbiología del frigorífico la Fazenda en Puerto Gaitán (Meta).

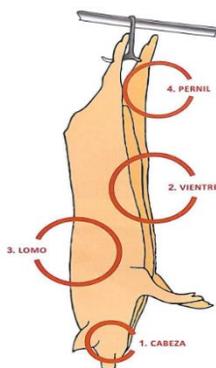
### **6.2 Tamaño de la muestra**

El laboratorio de microbiología de La Fazenda, realiza el muestreo de canales siguiendo el cronograma de toma de muestras, el cual se basa en la guía norteamericana Servicio de Inocuidad e Inspección de los alimentos (FSIS) que estipula: “los establecimientos deben analizar 1 muestra antes de la evisceración y 1 en post-enfriamiento, cada 1000 canales procesadas”. Para este estudio se realizaron 166 muestreos que corresponden a una toma de muestra de canal antes de desinfección (AE) y una después de desinfección (DE) por día, en un lapso de tiempo de 4 meses desde septiembre del 2022 a diciembre del 2022.

### 6.3 Recolección de muestras (método no destructivo)

Los métodos no destructivos se realizaron mediante frotis del área a muestrear, en el caso de cerdos se tomaron en 4 zonas (figura 4). No se requiere de cortes de piezas o invasión de tejidos de la canal a muestrear. Este es el método más aceptado internacionalmente.

**Figura 2.** Puntos de muestreo en canales porcinas.



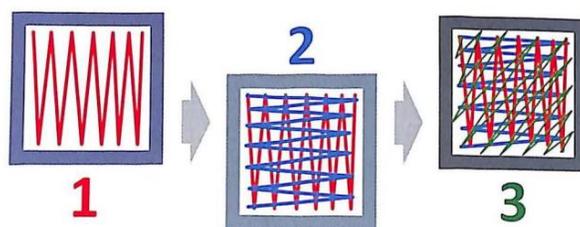
**Nota.** La figura representa los puntos donde se debe tomar la muestra de las canales, partiendo de la zona menos contaminada a la más contaminada (Rodríguez & Carrascal, 2016).

Se realizó el muestreo siguiendo la metodología del manual de toma de muestra en *Salmonella* spp. y *E. coli* biotipo 1 en canales porcinas indica: Que trascurrida media jornada de beneficio se seleccionaron las canales para el muestreo, a continuación, se continuaron con las instrucciones de trabajo (Rodríguez & Carrascal, 2016).

1. Se emplearon tapabocas o mascarillas.
2. La muestra se tomó antes de exponerse al frío.
3. Se identificó el origen de la muestra en la etiqueta. (Se rotuló, si la muestra era para *Salmonella* spp. o *E. coli*).

4. Se Lavaron, secaron y desinfectaron las manos antes y posteriormente de colocarse los guantes estériles.
5. Se humedeció durante 5 segundos la esponja estéril con 10 ml de agua peptonada tamponada, y se aseguró que toda la esponja haya quedado humedecida.
6. Se Frotó una superficie de al menos de 100 cm<sup>2</sup> de cada uno de los diferentes puntos de la canal, empleando una plantilla estéril para delimitar el área de toma de muestras (10x10 cm<sup>2</sup>),
7. primero se frotó en sentido vertical, después horizontal y finalmente en diagonal durante 20 segundos por superficie, durante la toma se aplicó la mayor presión posible. La toma de muestra se realizó comenzando por el área de menor probabilidad de contaminación a la de mayor (Figura 5).

**Figura 3. Secuencia de frotación.**



**Nota.** La figura representa la secuencia que se debe llevar con la esponja para realizar el muestreo, iniciando movimientos verticales y luego horizontales. (Rodríguez & Carrascal, 2016).

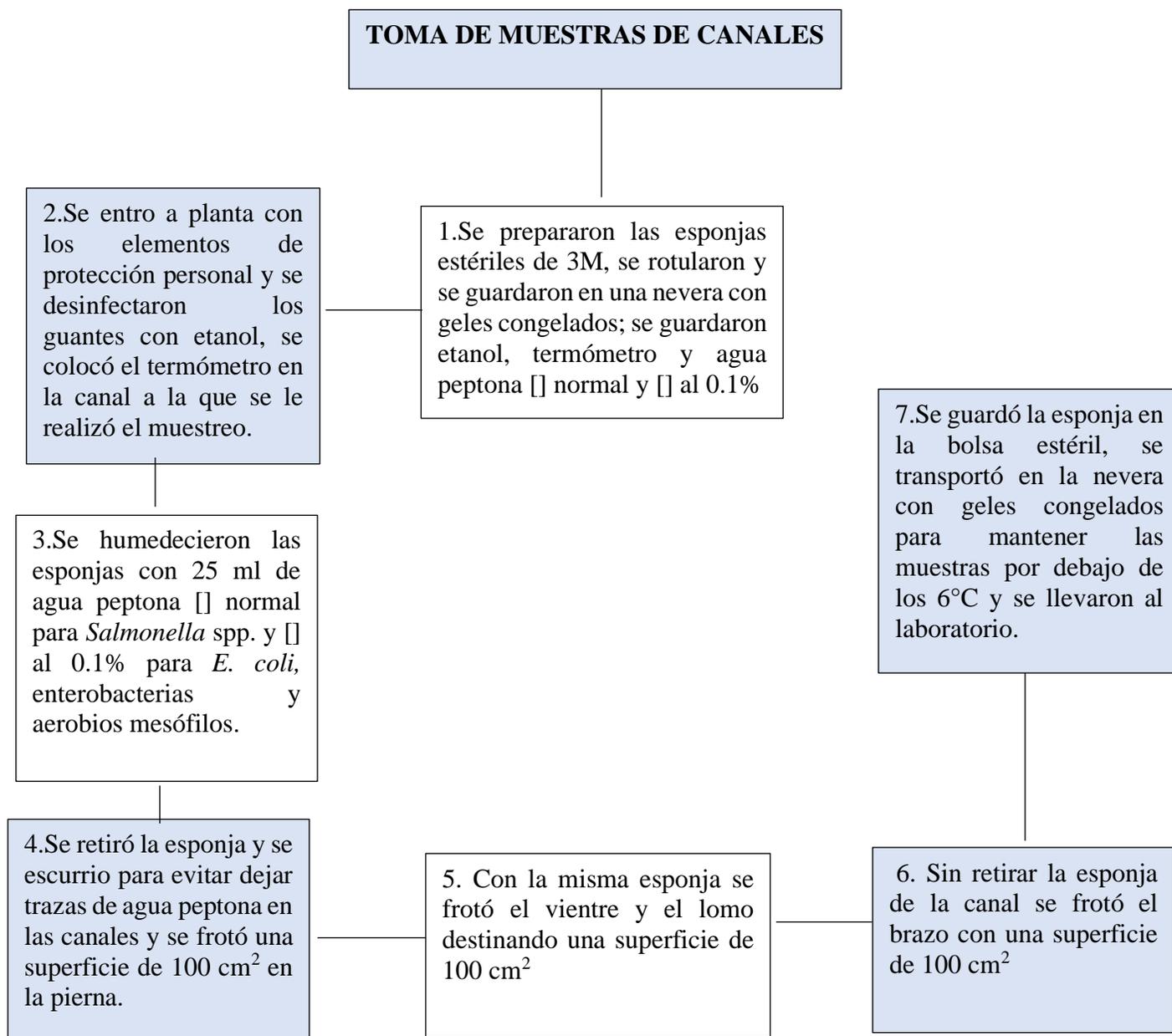
8. Se utilizó una esponja por tipo de análisis (*Salmonella* spp. o *Escherichia coli*) se realizó el muestreo de cabeza, vientre, lomo y pernil. Las cuatro áreas se muestrearon con una misma

esponja, las dos primeras áreas se muestrearon con una superficie de la esponja y las dos siguientes con la superficie restante.

9. Se depositaron las esponjas del muestreo en una bolsa estéril para su transporte al laboratorio y se adicionaron los 15 ml de agua peptonada bufferada restante, se dobla la bolsa y se depositó en nevera con pilas de hielo.

Para la toma de muestra de canales se siguieron los siguientes pasos aplicando unas modificaciones a la metodología propuesta en el “Manual de toma de muestra en *Salmonella* spp. y *E. coli* biotipo 1 en canales porcinas”. Para realizar el muestreo es necesario seguir los pasos indicados en la figura 4.

**Figura 4. Toma de muestras de canales.**

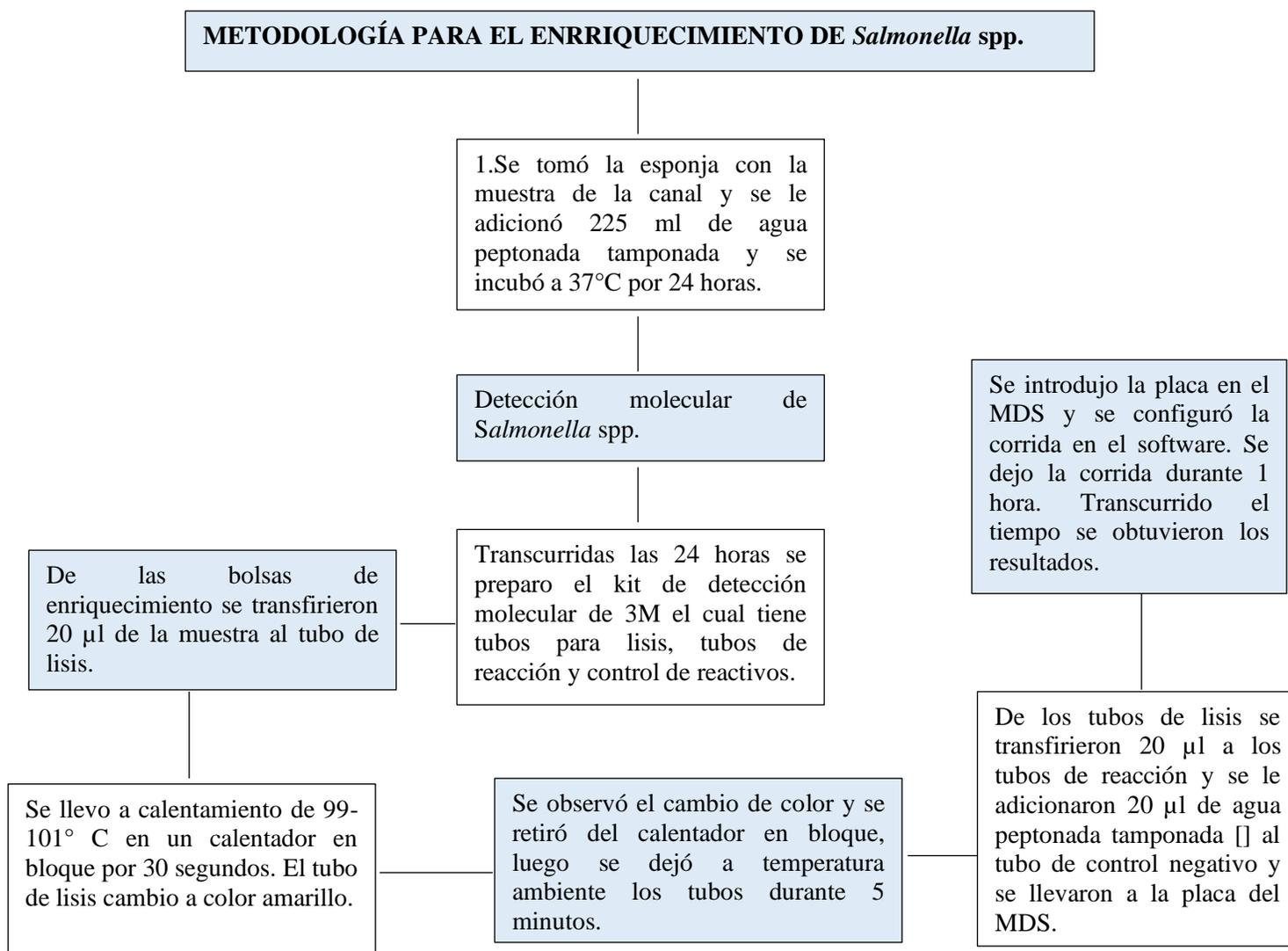


**Nota.** La figura representa las modificaciones que se realizan al manual de toma de muestras de canales porcinos en el laboratorio de microbiología La Fazenda.

#### 6.4. Metodología enriquecimiento y análisis molecular de *Salmonella* spp.

Al tener las muestras en el laboratorio y el cuarto de siembra limpio y desinfectado, se procede con el enriquecimiento de *Salmonella* spp. siguiendo el paso a paso de la figura 5. Pasado el periodo de enriquecimiento se prosigue realizando la detección molecular con el MDS.

**Figura 5.** Metodología para enriquecimiento y detección molecular de *Salmonella* spp.

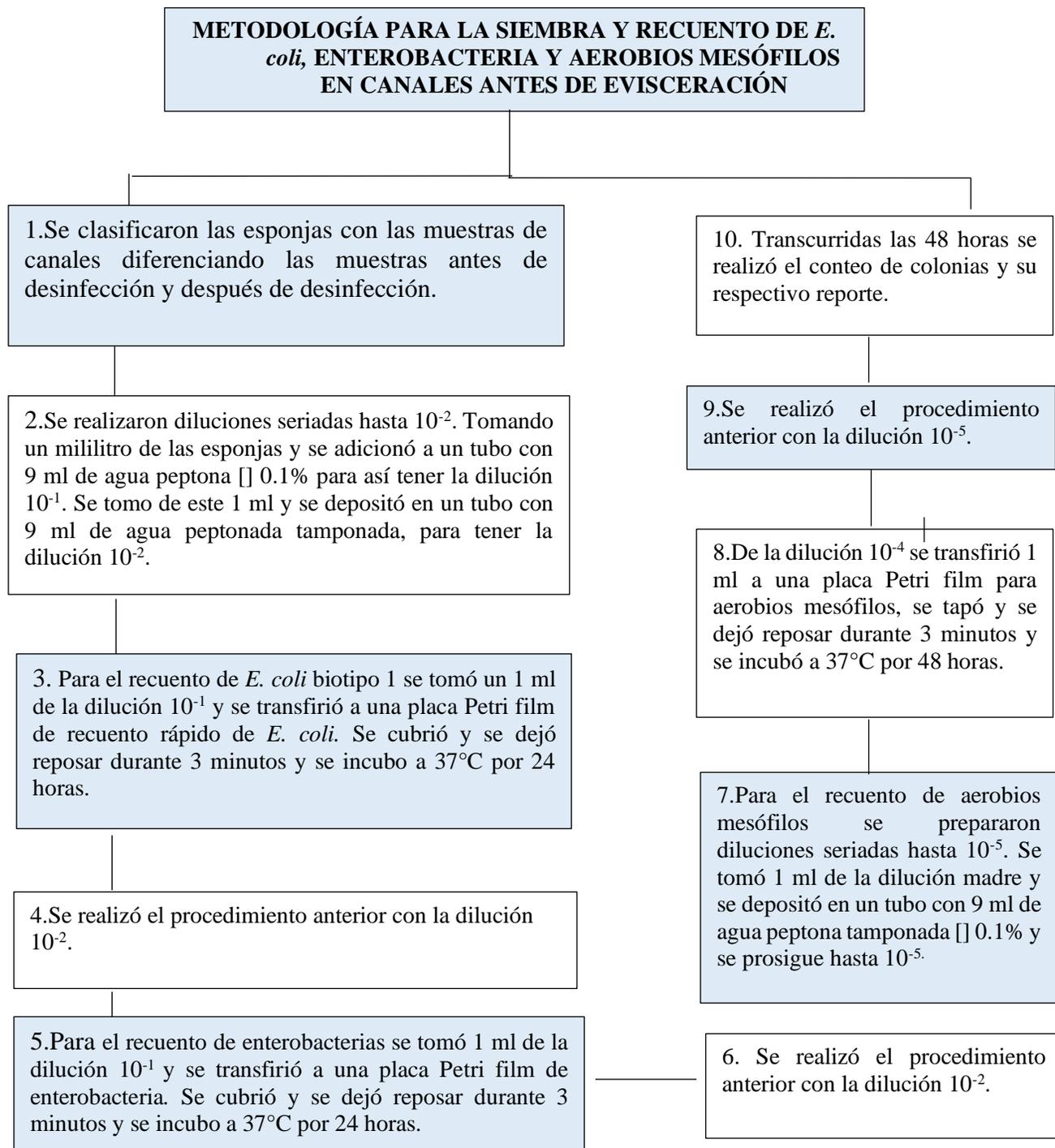


**Nota.** La figura representa el paso a seguir, para realizar el enriquecimiento y la detección molecular de *Salmonella* spp. en el frigorífico La Fazenda.

### 6.5 Metodología para el análisis de la carga microbiana en canales

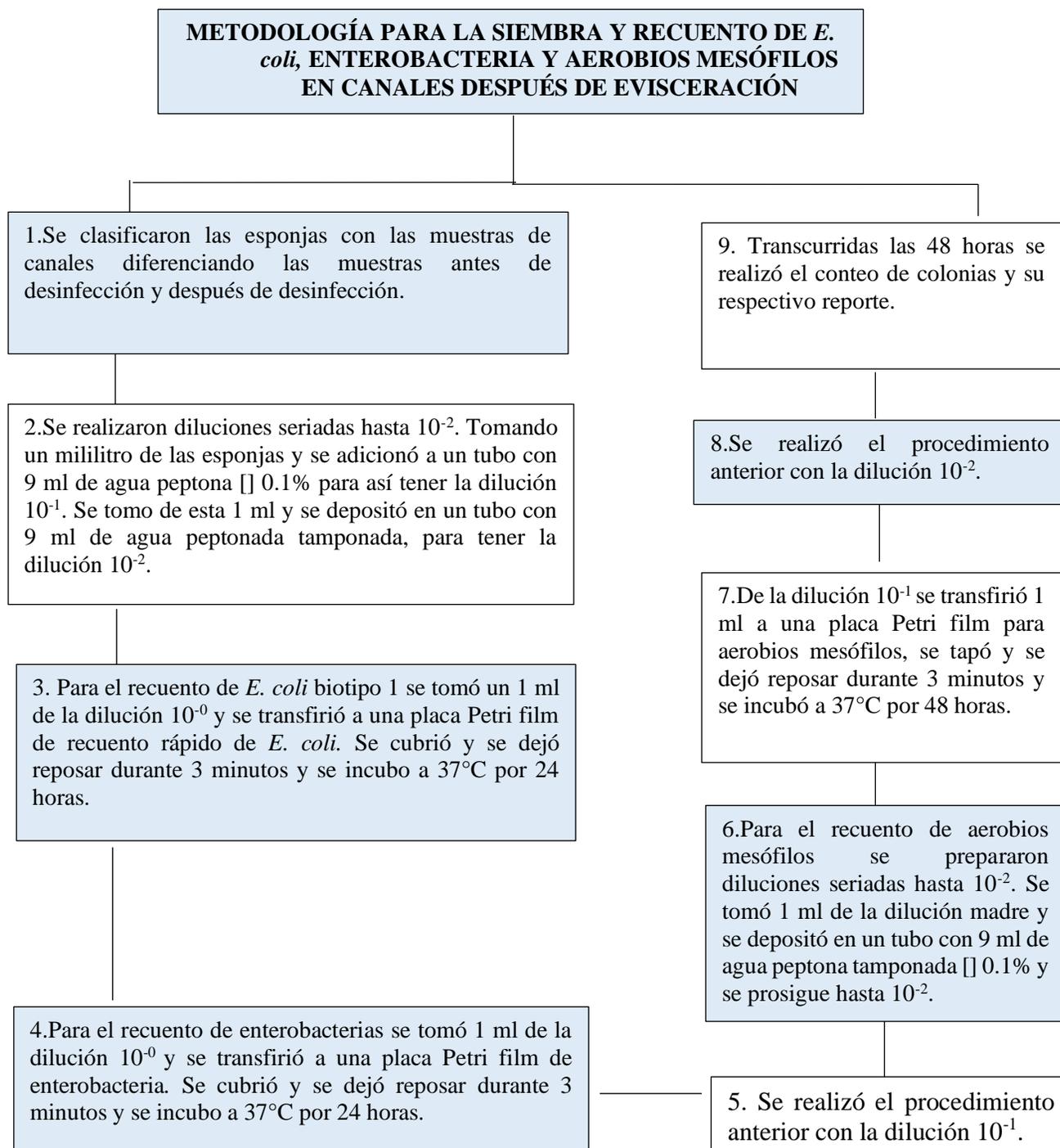
Se inició después de la toma de muestra con las esponjas, recordando la figura 3. Se realizaron diluciones y siembras en las diferentes placas Petrifilm, siguiendo el paso a paso de la figura 6.

**Figura 6.** Metodología para la siembra y recuento de *E. coli*, Enterobacteria y Aerobios mesófilos.



**Nota:** La figura representa la metodología para realizar la siembra y recuento de enterobacterias, *E. coli* y Aerobios mesófilos en canales antes de la evisceración.

**Figura 7.** Metodología para la siembra y recuento de *E. coli*, enterobacterias y aerobios mesófilos en canales después de evisceración



## 6.6 Metodología de detección para residuos de antibiótico

- ❖ Enumerar bolsas ziploc dependiendo del número de lotes de cerdos a sacrificar
- ❖ Tomar las muestras de diafragma de los cerdos marcados, de cada cerdo 1 diafragma.
- ❖ Transportar al laboratorio las muestras cerradas y en nevera
- ❖ Realizar el proceso de detección de antibióticos utilizando el ensayo PremiTest,
- ❖ Se rotulan los tubos dependiendo el número de muestras
- ❖ Posteriormente se toma la muestra 1 y se realiza un corte dejando el diafragma lo más magro posible.
- ❖ Seguido se extrae el jugo de la carne aproximadamente 100 microlitros
- ❖ Se inocula el jugo en los tubos con agar del PremiTest y se deja en preincubación durante 20 minutos a temperatura ambiente
- ❖ Por último, se realiza un enjuague con agua desionizada a los tubos que contienen el jugo de la carne y se incuban a 64°C durante 4 horas. Se interpretan los resultados.

## 6.7 Metodología olor sexual

- ❖ Enumerar 5 bolsas ziploc
- ❖ Tomar las muestras de empella de los cerdos marcados, de 100 a 200 g. de empella
- ❖ Transportar al laboratorio las muestras cerradas y en nevera
- ❖ Realizar el método de detección de olor sexual, cortando las empellas de 30 a 50 g.
- ❖ Posteriormente se calientan frascos Schott a 65°C en baño maría
- ❖ Luego se adicionan los cortes de empellas de 30 a 50 gr en los frascos Schott y se calientan nuevamente a 65° c por 10 minutos.

- ❖ Al transcurrir este tiempo se destapan los frascos Schott y se percibe el olor, Si es característico a olor de orina sería positivo si no, negativo.

## 7. Límites de aceptación de resultados

Teniendo el recuento de colonias, se procede analizar los resultados según los límites establecidos en la guía técnica norteamericana FSIS para las canales de cerdo, en la tabla 1 se presentan los límites establecidos por la guía técnica norteamericana para Enterobacterias, *E. coli* y Aerobios mesófilos.

**Tabla 1** Límites de aceptación establecidos por la guía Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos (FSIS), en cuanto a los análisis microbiológicos de la superficie de canales antes del proceso de desinfección.

| Límites                    | Enterobacterias               | <i>E. coli</i>              | Aerobios mesófilos          |
|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Rango de aceptación</b> | 0 – 1.023 UFC/cm <sup>2</sup> | 0 - 603 UFC/cm <sup>2</sup> | 0 - 832 UFC/cm <sup>2</sup> |
| <b>Inaceptable</b>         | > 1.023 UFC/cm <sup>2</sup>   | > 603 UFC/cm <sup>2</sup>   | >832 UFC/cm <sup>2</sup>    |

Nota. La tabla representa los rangos de aceptación de recuentos por centímetro cuadrado de Enterobacterias, *E. coli* y Aerobios mesófilos para canales (AE).

En la Tabla 2, se presentan los límites establecidos por la guía del (FSIS), en cuanto a los análisis microbiológicos de la superficie de canales después del proceso de desinfección, estas canales se han sometido a desinfección con ácido peracético y a 24 horas en cámaras de frío a temperaturas de -4°C.

**Tabla 2** Límites de aceptación establecidos por la guía técnica norteamericana (FSIS), en cuanto a los análisis microbiológicos de la superficie de canales después del proceso de desinfección.

| <b>Límites</b>             | <b>Enterobacterias</b>    | <b><i>E. coli</i></b>     | <b>Aerobios mesófilos</b>    |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| <b>Rango de aceptación</b> | 0 – 6 ufc/cm <sup>2</sup> | 0 - 5 ufc/cm <sup>2</sup> | 0 - >107 ufc/cm <sup>2</sup> |
| <b>Inaceptable</b>         | > 6 ufc/cm <sup>2</sup>   | > 5 ufc/cm <sup>2</sup>   | >107 ufc/cm <sup>2</sup>     |

Nota. La tabla representa los rangos de aceptación de recuentos por centímetro cuadrado de Enterobacterias, *E. coli* y Aerobios mesófilos para canales (DE).

## 8. Resultados y análisis de resultados

Se tomaron y analizaron 168 muestras donde 84 corresponden a la detección molecular de *Salmonella* spp. y las otras 84 al recuento de *E. coli*, enterobacterias y aerobios mesófilos. De las 84 muestras que se analizaron para la detección molecular de *Salmonella* spp., 42 corresponden a canales antes de desinfección que son aquellas que entrarán al proceso de faenado después de la insensibilización y sangría, las otras 42 corresponden a canales después de desinfección, las cuales son sometidas al proceso de faenado, desinfección en cámaras con ácido peracético, puntos críticos de control como tolerancia 0 y 24 horas en cámaras de enfriamiento donde alcanzan una temperatura de -4°C.

### 8.1 Detección de *Salmonella* spp.

Realizado el montaje de detección molecular de *Salmonella* (MDS) los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3. Donde se evidencia que para las canales antes de desinfección, 27 de estas tienen presencia de *Salmonella* spp. y 15 canales mostraron ausencia. Para las canales después de desinfección todas las muestras presentaron un resultado negativo.

**Tabla 3** Presencia y ausencia de *Salmonella* spp. en canales de cerdo en el frigorífico La Fazenda.

| <i>Salmonella</i> spp. | Canales antes de desinfección | Canales después de desinfección |
|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| <b>Ausencia</b>        | 15/42                         | 42/42                           |
| <b>Presencia</b>       | 27/42                         | 0/42                            |

**Nota.** Resultados obtenidos del MDS, los cuales indican la presencia o ausencia de *Salmonella* spp. en las muestras analizadas.

Para calcular la prevalencia de *Salmonella* spp. en canales de cerdo se realiza el procedimiento como se observa en la ecuación 1, donde se divide el número de muestras positivas entre el número total de muestras y se multiplica por cien.

**Ecuación 1.** Prevalencia de *Salmonella* spp.

$$Prevalencia = \frac{N^{\circ} \text{ muestras positivas}}{N^{\circ} \text{ total de muestras}} \times 100$$

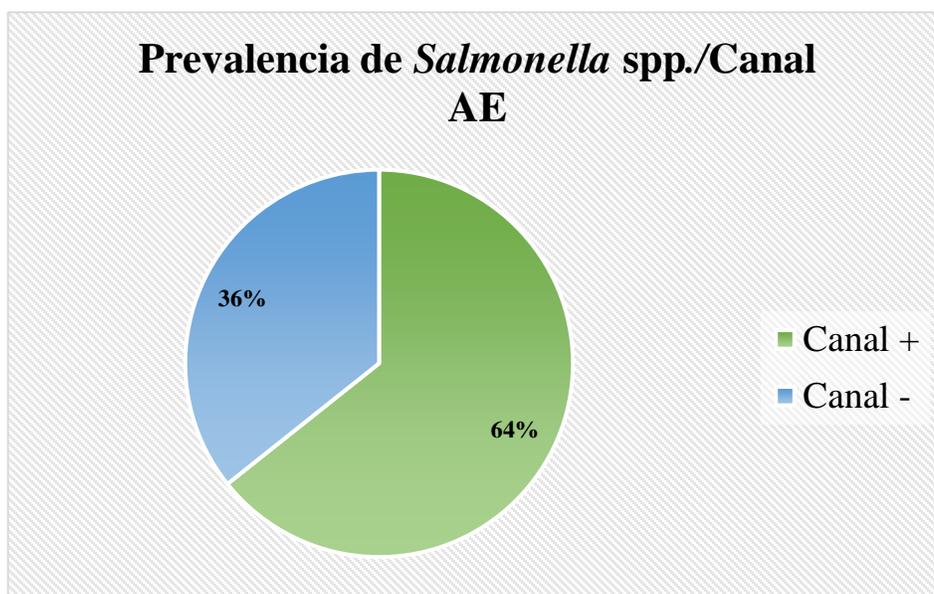
$$Prevalencia \text{ AE} = \frac{27}{42} \times 100 = 64.3\%$$

$$Prevalencia \text{ DE} = \frac{0}{42} \times 100 = 0\%$$

**Nota.** La ecuación representa como realizar el cálculo de la prevalencia de *Salmonella* spp., donde se evidencia que en canales antes de evisceración (AE) la prevalencia es de 64% y para canales después de evisceración (DE) la prevalencia fue de 0%.

Como se evidencia en la figura 8, la prevalencia de *Salmonella* spp. es de un 64% para las canales antes de la Evisceración, recordando que estas canales no han sido sometidas a procesos de desinfección.

**Figura 8.** Prevalencia de *Salmonella* spp. en canal (AE)



**Nota.** La figura representa el porcentaje de prevalencia de *Salmonella* spp. en canales antes de evisceración realizando el cálculo con la ecuación 1.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la prevalencia de *Salmonella* spp. donde 27 canales fueron positivas para presencia de *Salmonella* spp. generan una prevalencia del 64 % antes de la desinfección, esto se debe a que los cerdos ingresan a la planta de beneficio con residuos de materia fecal, porque al pasar por la tina de escaldado esta agua recircula con un rango de temperatura de 50°C al 60°C durante 5 minutos (no es una temperatura para reducir carga microbiológica) y estos cerdos entran a esta tina con suciedad y restos de materia fecal; otro parámetro de importancia es la contaminación que puede ocurrir en las granjas, se pueden infectar a través de los propios cerdos, del pienso, agua de bebida, pájaros, roedores, otros animales, personas, polvo en el ambiente entre otros, y así llegar a la planta con una alta prevalencia de microorganismos en la piel. (Coma, 2020).

La alimentación animal juega un papel importante en el control de *Salmonella* spp., ya que son fuentes potenciales de contaminación, por lo que el control de *Salmonella* spp. en las materias primas y piensos pueden evitar que este patógeno entre en los alimentos; por otro lado, ciertas dietas tienen efectos beneficiosos sobre el microbiota intestinal y ayudan a reducir la incidencia de *Salmonella* spp. (Coma, 2020).

Para reducir esta prevalencia las canales pasan por diferentes puntos de control como despeje de recto, evisceración, y dos puntos críticos de control como la tolerancia cero. Además, pasan por una cabina de desinfección la cual utiliza ácido peracético a 200 partes por millón (ppm) para garantizar una adecuada desinfección, el ácido peracético es un poderoso desinfectante con

actividad antimicrobiana de amplio espectro, probado en diversas industrias con sus efectos bactericidas, viricidas, fungicidas y esporicidas (Kitis, 2004).

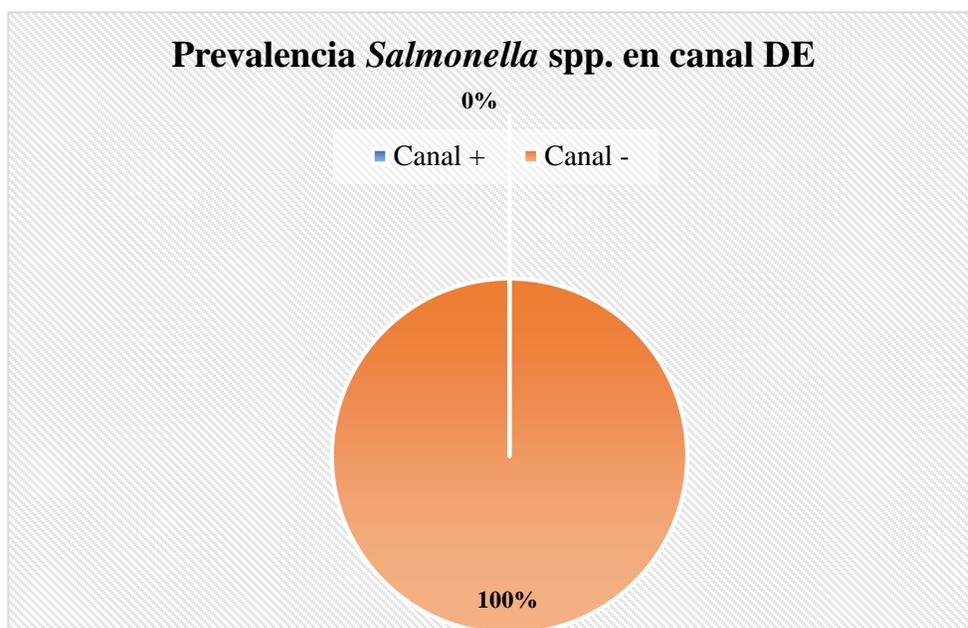
La acción antimicrobiana se relaciona principalmente con la producción de especies reactivas de oxígeno, que pueden provocar daños en el ADN y los lípidos; además se asocia a la desnaturalización de proteínas y enzimas y del aumento de la permeabilidad de la pared celular al oxidar los enlaces sulfhidrilo y disulfuro (Vandekinderen et al., 2009).

Por último, ingresan a cámaras de enfriamiento las cuales pueden llegar a  $-4^{\circ}\text{C}$  generando un choque térmico, el control de la temperatura y la humedad es actualmente el método más importante para conservar la carne, el crecimiento microbiano se reduce a la mitad cuando la temperatura se reduce  $10^{\circ}\text{C}$  y prácticamente se detiene cuando se congela; es decir, la carne se puede conservar al menos el doble de tiempo a  $0^{\circ}\text{C}$  que la carne con el mismo grado de microorganismos pero a  $7^{\circ}\text{C}$ ; la vida útil a  $0^{\circ}\text{C}$  es cuatro veces mayor que a  $10^{\circ}\text{C}$  (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, s.f).

En consecuencia, la carne debe refrigerarse lo antes posible después del sacrificio, independientemente de su destino final (consumo local o transporte). La temperatura de almacenamiento ideal para la carne fresca es de alrededor de  $-1^{\circ}\text{C}$  ( $-3^{\circ}\text{C}$  para el tocino debido a la sal) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, s.f).

En la Figura 9, se presenta la prevalencia de *Salmonella* spp. en canales después de la desinfección en el frigorífico La Fazenda, donde se evidencia que dicha prevalencia es del 0%.

**Figura 9.** Prevalencia de *Salmonella* spp. en canal después de evisceración.



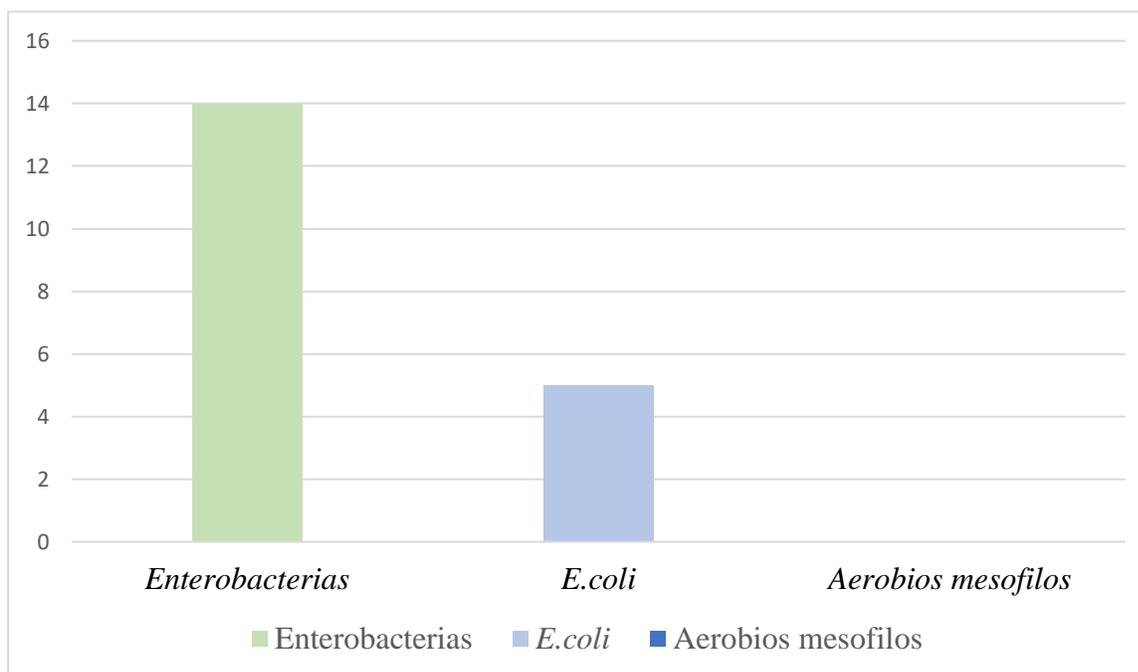
**Nota.** La figura representa el porcentaje de la prevalencia de canales después de evisceración realizando el cálculo con la ecuación 1. Donde se evidencia la ausencia de *Salmonella* spp.

Se evidenció la prevalencia de *Salmonella* spp. en canales después del proceso de desinfección del 0%, teniendo presente que las muestras analizadas generaron ausencia para *Salmonella* spp. debido a las BPM, puntos de control del sistema HACCP y los métodos de barrera que utiliza el frigorífico; la Resolución No. 4282 de 2007, indica que para canales después de desinfección no debe detectarse *Salmonella* spp. ni exceder el estándar de 6 positivos en 55 muestras (Ministerio de la Protección social, 2007). Los resultados obtenidos en las canales después de desinfección cumplen con dicha Resolución.

## 8.2 Carga microbiana en canales.

Los resultados obtenidos para el recuento de Enterobacterias, *E. coli* y Aerobios mesófilos en canales antes del proceso de desinfección se muestran en la figura 10, donde se ha graficado el número de recuentos de canales que están incumpliendo con la guía del FSIS, para canales Antes de la Evisceración.

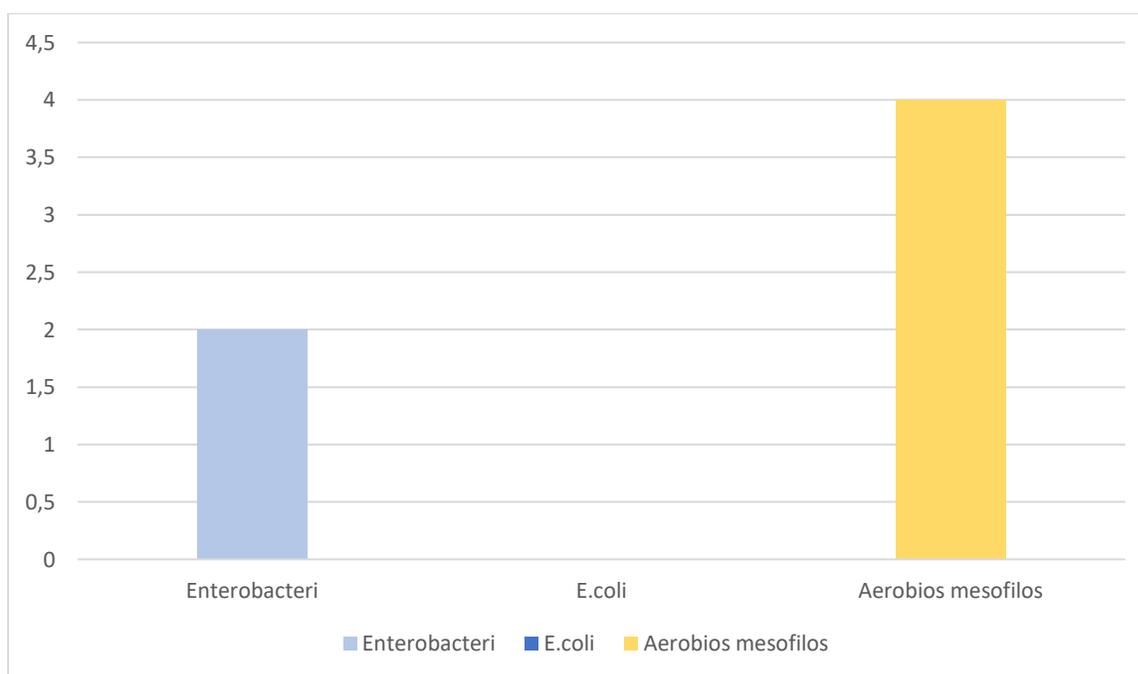
**Figura 10.** Número de recuentos de canales Antes de Evisceración que no cumplen con la guía del FSIS.



Nota: la figura representa en color verde los 14 de 84 recuentos en UFC/cm<sup>2</sup> de las canales que están por encima del límite permitido por la guía FSIS, de color azul claro, los 5 recuentos que se encontraron con un valor elevado de *E. coli* y todos los recuentos de aerobios mesófilos están dentro del rango permisible en la guía del FSIS.

En la figura 11, se representan el número de recuento de canales que están por fuera del rango estipulado en la guía del FSIS, para los recuentos de enterobacterias, *E. coli* y aerobios mesófilos Después de la Evisceración (DE)

**Figura 11.** Número de recuentos de canales Después de Evisceración (DE) que no cumplen con la guía del FSIS.



Nota: la figura representa en color azul los 2 recuentos que incumplen con lo estipulado en la guía FSIS, en color amarillo los aerobios mesófilos que pasan el rango y los recuentos de *E. coli* están todos dentro del rango

Para realizar la verificación de las canales se tienen en cuenta, los rangos establecidos en la guía técnica norteamericana FSIS ver tabla 1 y 2. y se comparan con los resultados obtenidos en la tabla

4. Donde se observa que para Enterobacterias las canales antes de desinfección 14 no cumplen, para *E. coli* 5 están por fuera del rango y Aerobios mesófilos todos están dentro del rango permisible, la tabla 5, resume los resultados obtenidos.

**Tabla 4** Número de canales que no cumplen con la guía técnica norteamericana (FSIS)

| Canales  | Microorganismo |                |                    |
|----------|----------------|----------------|--------------------|
|          | Enterobacteria | <i>E. coli</i> | Aerobios mesófilos |
| Canal AE | 14/84          | 5/84           | 0/84               |
| Canal DE | 2/84           | 0/84           | 4/84               |

**Nota.** El número de canales que está por fuera del rango permisible de la guía técnica norteamericana FSIS, se evidencia que para las canales antes de desinfección (AE) 14 de estas no cumplen el rango de Enterobacterias, 5 para *E. coli* y Aerobios mesófilos todas están dentro del rango.

El proceso de verificación de las canales se realizó comparando los datos obtenidos con los datos suministrados por la guía técnica norteamericana FSIS, donde se evidencia que para las canales antes de desinfección las Enterobacterias, 14 muestras están por encima del rango establecido; *E. coli*, 5 muestras no son aceptables y Aerobios mesófilos todas las muestras son aceptadas por la guía norteamericana FSIS. Estos resultados son debido a que las canales no han pasado por ningún tipo de tratamiento para desinfección, la materia prima entra con altos niveles de carga bacteriana. Se observa que de las 84 muestras el 83 % que corresponde a 70 muestras son aceptadas por la guía técnica norteamericana FSIS para Enterobacterias; los resultados de *E. coli* muestran que el 94% correspondiente a 79 muestras son permisibles por la guía norteamericana FSIS, y los resultados de Aerobios mesófilos el 100 % de las muestras son aceptadas por dicha guía. Por

último, los resultados de las canales después de desinfección muestran que, para Enterobacterias sólo 2 muestras están por encima del rango, para *E. coli* todas están dentro del rango que estipula la guía y para Aerobios mesófilos, 4 muestras de 84 están por encima del rango permisible, se tiene en cuenta que estas canales son para productos cárnicos crudos los cuales deben ser sometidos a cocción, y que las muestras corresponden a 97%, 100% y 95% de aceptación por la guía técnica norteamericana FSIS.

Estos resultados son debido a, la desinfección con ácido peracético a 200 partes por millón (ppm). El mecanismo de oxidación consiste en la transferencia de electrones de la forma oxidada del ácido a los microorganismos, provocando así su inactivación o incluso su muerte. (Vandekinderen et al., 2009).

La temperatura juega un papel muy importante en la conservación de la carne debido a que minimiza el metabolismo en las bacterias (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, s.f).

### **8.3 Detección de residuos de antibióticos.**

Para el análisis de residuos de antibióticos todos los resultados fueron negativos utilizando el kit PremiTest.

Se analizaron 240 muestras que corresponden a 2 análisis diarios desde el mes de septiembre a diciembre del año 2022. Es importante destacar que, los residuos de fármacos pueden incluir una variedad de componentes, incluidos compuestos originales y metabolitos libres, así como metabolitos que están asociados covalentemente con macromoléculas. La farmacocinética y la farmacodinámica de varios fármacos administrados en animales están estrechamente relacionadas con las cantidades relativas de algunos de estos componentes que probablemente persistan en los tejidos (Ramírez *et al.*, 2022).

La intoxicación por ingesta de alimentos con residuos de antibióticos no aparece de forma repentina, sino que, por el contrario, los síntomas aparecen a largo plazo debido a la ingestión continua y prolongada de una pequeña cantidad de esta sustancia (Ramírez *et al.*, 2022).

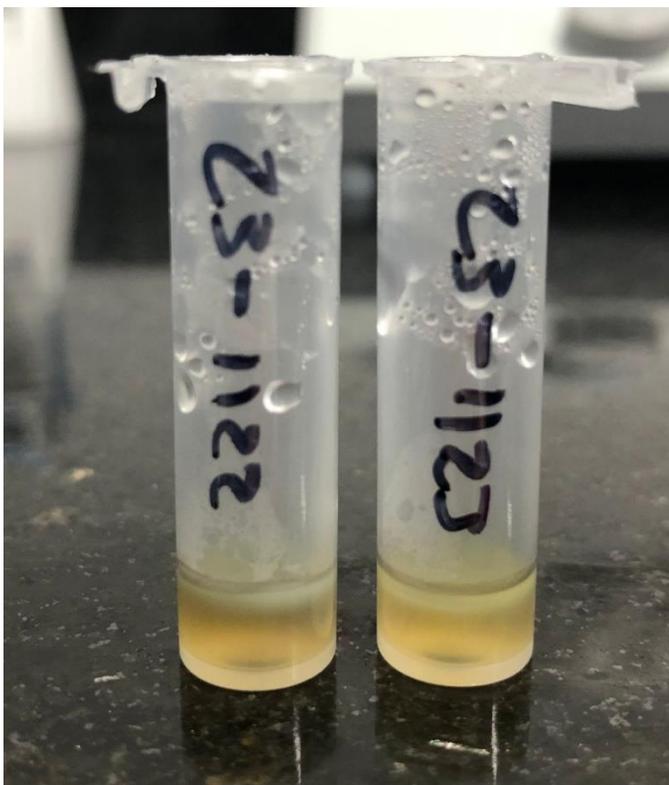
Se ha informado que algunos antibióticos causan reacciones alérgicas o de hipersensibilidad, estos incluyen penicilinas, sulfonamidas y estreptomicina; En el caso de las penicilinas, se han descrito casos en los que individuos sensibles a estos fármacos desarrollaron cuadros clínicos de alergia tras ingerir residuos encontrados en la carne o la leche; Se estima que 10 UI pueden causar reacciones como picazón generalizada, dificultad para respirar y dermatitis de contacto (Ramírez *et al.*, 2022).

El principal inconveniente de la presencia de residuos de antibióticos es que se genere resistencia antibiótica bacteriana; por otro lado, los antibióticos que los humanos consumen a partir de residuos que se encuentran en los alimentos de origen animal pueden provocar cambios en el microbiota intestinal y con ello reducir el número de bacterias que compiten con los patógenos, incrementando el riesgo de enfermedades (Ramírez *et al.*, 2022).

Los resultados obtenidos, evidencian las Buenas Prácticas Veterinarias, en la producción de los canales de cerdo en el frigorífico La Fazenda.

La figura 12, representa el resultado del test de antibiótico transcurrido las cuatro horas de la incubación.

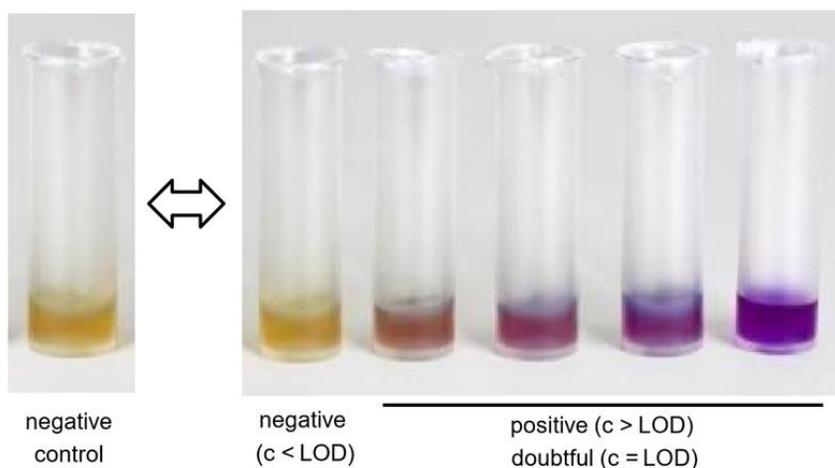
**Figura 12.** Resultado de la prueba Premitest.



**Nota:** Resultado del kit Premitest para la detección de residuos de antibióticos, en el cual se evidencia el resultado negativo para dicha prueba. Figura tomada en el laboratorio de microbiología La Fazenda.

En la figura 13, se observa el resultado positivo para residuos de antibióticos, cabe resaltar que en el frigorífico La Fazenda todos los resultados fueron negativos.

**Figura 13.** Resultado de prueba Premitest positiva.



**Nota:** resultado del kit Premitest para la detección de residuos de antibióticos, en el cual se evidencia el resultado positivo para dicha prueba. Figura tomada de: <https://www.bioscience.com.sg/testing-for-antibiotics-in-food-and-feed-industries/>.

#### 8.4 Percepción organoléptica.

Los resultados obtenidos para el olor sexual, el cual consiste en tomar muestras de empellas de 4 machos y 1 hembra, muestran que, de las 400 muestras analizadas que corresponden a 5 muestras diarias en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, todos fueron negativos para el olor sexual.

El olor a verraco es un defecto organoléptico que, debido a su olor y sabor desagradables, es la causa del rechazo de la carne de cerdo por parte de los consumidores, que ven reducida su calidad sensorial ( Panella et al., 2016 ).

Este olor es debido principalmente a dos compuestos químicos: el escatol y la androsterona, pero otros compuestos como el indol, andostenoles, 1-4 diclorobenceno, 4 fenilbuten 2-Ona y la etanona 2-(metil propoxi)-1,2- difenil contribuyen en menor proporción o dan indicios de olor sexual (Flores et al.,2009).

Los resultados obtenidos dejaron en evidencia la actuación de la vacuna para castrar inmunológicamente a los cerdos, la cual tiene una eficacia del 100 % ya que no se evidenció olor sexual en ninguna de las muestras analizadas.

## 9. Conclusiones

- Se evaluó la calidad microbiológica en canales de cerdo mediante recuentos en Petrifilm de *E. coli*, Enterobacterias, aerobios mesófilos, evidenciando que más del 90% de los canales después de desinfección cumplieron con los límites estipulados en la guía técnica norteamericana (FSIS).
- La prevalencia de *Salmonella* spp. en los canales antes de desinfección fue del 64% y después de desinfección fue de 0% demostrando la acción antibacteriana del proceso de desinfección empleando ácido peracético.
- Se evidenció la disminución de la carga bacteriana en los canales de cerdo, revelando la eficacia de estrategias como adición del ácido peracético, la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y conservación en cámaras de enfriamiento.
- No se detectó la presencia de residuos de antibióticos en las muestras de canales de cerdo analizadas, reflejando la aplicación de las Buenas Prácticas Veterinarias y Buenas Prácticas de Bienestar Animal.
- No se detectó el olor sexual en las muestras de canales de cerdo analizadas, corroborando el efecto favorable de inmunocastrar los cerdos antes del proceso de sacrificio.

## 10. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda para disminuir la carga bacteriana en la planta, realizar un enjuague con agua potable a las canales luego del proceso de escaldado, así los residuos de materia fecal no entraran y por tanto disminuye la carga bacteriana.
  
- ✓ Realizar las siembras por duplicado de cada dilución, para tener mayor certeza en los recuentos bacterianos.
  
- ✓ Por último, es recomendable realizar más de dos o tres tomas de muestras de canales, análisis y ejecución de ensayos en diferentes horas de la entrada de la materia prima, para obtener un rango de alto y bajo porcentaje de carga bacteriana y así conocer en qué horario es más propensa una entrada de canal con alta carga bacteriana.

## 11. REFERENCIAS.

- Agudelo, J., Estrada, J., & Guzmán, P. (2013). Inmunocastración: una alternativa humana y eficaz a la castración quirúrgica de verracos adultos. Scielo. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902011000300004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902011000300004)
- Aliar S.A. (2020). *Que hacemos*. <https://www.aliar.com.co/>
- Andreas, P., Farfán-López, C., Mora, F., Rondón, Y., Rossini, M., & Araque, H. (2016). Efecto del uso de mananoproteínas y antibióticos como promotores de crecimiento en dietas para lechones destetados sobre el rendimiento productivo. *Revista Científica*, XXVI (1), 26-32. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95944832006.pdf>
- Baylis, C., Uyttendaele, M., Joosten, H., & Davies, A. (2011). The enterobacteriaceae and their significance to the food industry. *ils*. <https://ils.eu/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/EP-Enterobacteriaceae.pdf>
- Bello, L., Ortiz, M., Pérez, E., & Castro, V. (S.F). *Salmonella* en carnes crudas: un estudio en localidades del estado de guerrero. *salud pública*. <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5242/5350>
- Biopharm. (2022). Premitest. <https://food.r-biopharm.com/products/premitest-25/>
- Bioser. (2020). *Equipo de Detección Molecular (MDS) de 3M*. <https://www.bioser.com/productos/equipo-de-deteccion-molecular-mds-1374p/>
- Bonilla, K. P., Vega, D., Maher, J., Najar-Villareal, F., Kang, Q., Trinetta, V., O'Quinn, T. G., Phebus, R. K., & Gragg, S. E. (2023). Validation of commercial antimicrobial intervention technologies to control *Salmonella* on skin-on market hog carcasses and chilled pork wholesale cuts. *Food Control*, 151109829. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713523002293>

- Cándela, A. (2021). Importancia de las prácticas de higiene y manipulación en matadero de porcino para la salud pública. UCV. <https://riucv.ucv.es/handle/20.500.12466/1899>
- Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. (2022). La *E. coli* y la seguridad de los alimentos. <https://www.cdc.gov/foodsafety/es/communication/ecoli-and-food-safety.html>
- Código de prácticas de higiene para la carne. (2005). *CAC/RCP 58/2005*. <https://www.ipsa.gob.ni/Portals/0/1%20Inocuidad%20Alimentaria/Normativas%20Generales/Higiene%20para%20la%20carne%20CAC%20RCP%2058%202005.pdf>
- Coma, J. (2020). *Control de Salmonella en carne de porcino: Efecto de la alimentación animal*. [https://www.adiveter.com/ftp\\_public/articulo451.pdf](https://www.adiveter.com/ftp_public/articulo451.pdf)
- da Silva-Buzanello, R. A., Lahis Kalschne, D., Maisa Heinen, S., Pertum, C., Schuch, A. F., corso, M. P., & Canan, C. (2017). Pork: profile of the West of Paraná consumers and physical evaluation of chop. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(6), 3563-3578. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445753603011>
- Fernández, J., & Quiñónez, J. (2003). *Diseño del sistema HACCP para el proceso de producción de carne bovina para consumo*, 16(1), 46–62. <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295026121007.pdf>
- Flores-Rondón, C., Leal-Ramírez, M., Rodas-González, A., Aranguren-Méndez, J., Román-Bravo, R., & Ruiz-Ramírez, J. (2009). Efecto de la condición sexual y pesos al sacrificio sobre las características de la canal y la calidad de la carne de cerdo. *Revista Científica*, XIX (2), 165-172. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911642010>

- FSIS. U.S Department of Agriculture [USDA]. (2019). Guideline: Modernization of Swine Slaughter Inspection - Developing Microbiological Sampling Programs in Swine Slaughter Establishments. Food Safety and Inspection Service. <https://www.fsis.usda.gov/guidelines/2019-0005>
- Garrido, M. D., Egea, M., Font-I-Furnols, M., Linares, M. B., & Peñaranda, I. (2023). *Consumer perception of entire male pork coated with spiced edible films as a new product to mask boar taint. Meat Science*, 201, 109171. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109171>
- Giuffra E, Kijas JM, Amarger V, Carlborg O, Jeon JT, Andersson L. 2000. The origin of the domestic pig: independent domestication and subsequent introgression. *Genetics* 154: 1785-1791. <https://academic.oup.com/genetics/article/154/4/1785/6047989>
- Gutiérrez, R. (2013). *Calidad microbiológica de la carne de cerdo que se vende en supermercados del distrito federal*. UAMI. <http://148.206.53.231/tesiuami/UAMI16280.pdf>
- Jerez-Timaure, N., Arenas de Moreno, L., Sulbarán, M., & Uzcátegui, S. (2013). Influencia del tiempo de reposo en las características de calidad de la canal y la carne de cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47 (1), 55-60. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193028545011>
- Kitis, M. (2004). Disinfection of wastewater with peracetic acid: a review. *Environment International*, 30(1), 47-55. [https://doi.org/10.1016/s0160-4120\(03\)00147-8](https://doi.org/10.1016/s0160-4120(03)00147-8)
- La Fazenda. (2019). *Quienes somos*. <https://www.lafazenda.com.co/>.

Laboratorio de Salud Pública. Antioquia. (2019). Seguimiento a la calidad microbiológica de los alimentos. BIA. <https://dssa.gov.co/index.php/descargas/1675-bia-seguimiento-a-la-calidad-ene-jul-2019->

Ministerio de la Protección Social. (2007). Decreto 1500 de 2007. <https://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2007decreto1500.pdf>

Ministerio de la Protección social. (2007). Resolución 4282 de 2007.

[https://www.arsura.com/images/stories/ambiental/alimentos/res\\_4282\\_de\\_2007.pdf](https://www.arsura.com/images/stories/ambiental/alimentos/res_4282_de_2007.pdf)

Ministerio de la Protección social. (2013). Resolución 0240 de 2013. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-0240-de-2013.pdf>

Ministerio de salud y protección social. (2012). *Decreto 2270 del 2012*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Decreto-2270-de-2012.pdf>

Moreno, A., Moncayo, S., Caranguay, M., Paz, M., Ibarra, A., Trujillo, E., Hidalgo, C., & Rocha, A. (2011). *Prevalencia de Salmonella spp. (no tifoideas) en el Departamento de Nariño, Colombia*. Universidad Javeriana. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/vnimedica/article/download/16330/13116/577>

21

Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. (2013). Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo. FAO. <https://www.fao.org/3/t0566s/T0566S00.htm#TOC>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (2002). Carne, pescado, huevos, leche y productos derivados. <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0x.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (2023). Que es la inocuidad en los alimentos. <https://www.fao.org/food-safety/background/preguntas-y-respuestas-sobre-inocuidad-alimentaria/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (s.f). Almacenamiento no refrigerado o refrigerado de la carne fresca y los subproductos comestibles. <https://www.fao.org/3/t0566s/T0566S12.htm>

Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura & Organización Mundial de la Salud. (2007). Buenas Prácticas para la industria de la carne. *FAO*. <https://www.fao.org/3/y5454s/y5454s.pdf>

Organización mundial de la salud. (2018). *Salmonella* (no tifoidea). [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal))

Organización Panamericana de la Salud. (2009). Enfermedades Transmitidas por Alimentos ETA. [https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10836:2015](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10836:2015)

Panella, N., Blanch, M., Kallasb, Z., Chevillon, P., Garavaldi, A., Gil, M., Font, M., & Olivera, M. (2016). Meat Science: Consumers' segmentation based on the acceptability of meat from entire male pigs with different boar taint levels in four European countries: France, Italy, Spain and United Kingdom. (114), 137-145. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174015301558#preview-section-introduction>

Porkcolombia. (2022). Consumo de carne de cerdo en Colombia llegó a 13 kg por persona en 2022. <https://porkcolombia.co/consumo-de-carne-de-cerdo-en-colombia-llego-a-13-kg-por->

[persona-en-](#)

[2022/#:~:text=Consumo%20de%20carne%20de%20cerdo,por%20persona%20en%202022%20%E2%80%93%20Porkcolombia](#)

Púa R., A. L., & Navas G., N. M. (2022). Calidad higiénica y determinación de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. en carne de cerdo en expendios de Barranquilla. @limentech, Ciencia Y Tecnología Alimentaria, 12(1).

<https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/alimen/article/view/1586>

Ramírez, L., Barragán, C., Niño, J., Cárdenas, E., & Jaimes, J. (2022). Revisión: residuos de antibióticos en la carne, un problema de salud pública en Colombia.

<https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/download/4188/3398/15768>

Restrepo, E. (2015). Evaluación del riesgo microbiológico en el proceso de producción de la planta de beneficio y faenado del frigorífico del Cauca S.A.S. Repository.

<https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/2505>

Roca Canudas, M. (2008). Estudio del ecosistema bacteriano del tracto digestivo del cerdo mediante técnicas moleculares [ Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Barcelona.

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5618/mrc1de1.pdf?sequence=1>

Rodríguez, D., & Carrascal, A. (2016). Manual toma de muestras de *Salmonella* spp y *Escherichia coli* biotipo / en canales porcinas.

[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11529/80681\\_66864.pdf](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11529/80681_66864.pdf)

- Tarazona, J., & Cauti, S. (2021). Determinación de residuos de tetraciclina en carne de cerdos beneficiados en dos canales de Lima. Scielo. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172021000600033](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172021000600033)
- Vega, V., Barba, J., Gonzales, D., & Cabrera, E. (2020). Resistencia antimicrobiana de *Salmonella* spp aisladas de canales de cerdo obtenidas de dos tipos de rastros en Jalisco, México. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i4.5386>
- Tamburini, V. (2020). El transporte del cerdo y su influencia sobre el bienestar y calidad de carne. [ Tesis de Especialista, Universidad Nacional de La Plata]. [http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Documento\\_completo.pdf](http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Documento_completo.pdf)
- Vandekinderen, I., Devlieghere, F., De Meulenaer, B., Ragaert, P., & Van Camp, J. (2009). Optimization and evaluation of a decontamination step with peroxyacetic acid for fresh-cut produce. *Food Microbiology*, 26(8), 882-888. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740002009001543>
- Vélez, C. (2015). Determinación de antibióticos en carne vacuna y porcina, proveniente del Norte Antioqueño en la planta Frigo Colanta ubicada en el Municipio de Santa Rosa de Osos. Repository. [http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/889/1/Determinacion\\_de%20antibioticos\\_en\\_cerdos\\_y\\_reses.pdf](http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/889/1/Determinacion_de%20antibioticos_en_cerdos_y_reses.pdf)

