

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN LA ELABORACIÓN DE  
PERNILES CRUDO-CURADO Y AHUMADO A PARTIR DE PIERNAS DE  
CORDERO PRODUCIDOS A ESCALA DE AGRICULTURA FAMILIAR**

**ACERO DIAZ JUAN PABLO**

**Código: 150213101**

**CABARCAS ACOSTA ANGIE KAROLINA**

**Código: 150213117**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
FUSAGASUGA, CUNDINAMARCA, COLOMBIA**

**2017**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA EN LA ELABORACIÓN DE  
PERNILES CRUDO-CURADO Y AHUMADO A PARTIR DE PIERNAS DE CORDERO  
PRODUCIDOS A ESCALA DE AGRICULTURA FAMILIAR**

**ACERO DÍAZ JUAN PABLO**  
**Código: 150213101**  
**CABARCAS ACOSTA ANGIE KAROLINA**  
**Código: 150213117**

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

**ZOOTECNISTA**

Directora  
**CASTRO MOLINA SUSAN LORENA**  
**Bacterióloga, MSc Microbiología.**

Codirectora  
**ESCOBAR ESCOBAR NATALIA**  
**Bióloga, MSc., PhD**

Línea de Investigación  
**Microbiología**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**FUSAGASUGA, CUNDINAMARCA, COLOMBIA**  
**2017**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

**NELSON ARENAS.**

---

**LUIS MIGUEL ACOSTA.**

## Dedicatoria

**Por sobre todas las cosas a Dios por ponerme en este gran camino de la vida.**

**A mi tesoro máspreciado mis padres, Alegria Díaz y Oswaldo Acero quiero dedicarles este gran mérito, por sus manos cansadas, por su esfuerzo, por sus enseñanzas, gracias a ustedes he llegado hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.**

**A todas las personas que siempre me acompañaron en este proceso de crecimiento personal y profesional, gracias por estar en mi vida.**

**Los sueños parecen al principio imposibles, luego improbables y luego, cuando nos comprometemos, se vuelven inevitables.**

*Mahatma Gandhi.*

## **Agradecimientos.**

Mis más sinceros agradecimientos a todas las entidades y patrocinadores que permitieron que este proyecto se hiciera realidad, a la Gobernación de Cundinamarca, Corpoica, a la Alcaldía Mayor de Bogotá, SENA y a la Universidad Nacional de Colombia.

Mis más grandes agradecimientos a mi directora de tesis Susan Lorena Castro por toda su disposición, enseñanza, paciencia, amor que me entrego permitiendo generar confianza en mí para desarrollar este gran proyecto, por ayudarme a vivir el sueño de superarme y cumplir mis expectativas. *A ti, muchísimas gracias.*

A la Universidad de Cundinamarca y en especial a mi codirectora Natalia Escobar por su gran apoyo en la ejecución de este trabajo de grado, por todos sus conocimientos y valores que me infundió.

Al grupo de Investigación Genética Molecular Animal de la Universidad Nacional por depositar en mí su confianza para cumplir con el objetivo principal de este proyecto Doctor Fernando Ariza Botero por gran colaboración en este proyecto, A la Profesora Yurany Ortiz por sus grandes consejos, por convertirse en un gran apoyo en este proceso, al profesor Edicson por su paciencia y empeño en transmitirme sus conocimientos en este tiempo, a las más grandes compañeras de proyecto Camila Ariza, Paola Naranjo, Edna Cantor, Karolina Cabarcas y Paul Sarmiento por su incondicional y excepcional labor en este proceso.

A todas las personas que estuvieron presentes en este camino de formación con su gran apoyo moral.

A Karen Sánchez, Diana Rivera, Oscar Salamanca, Lina Piñeros, y Andrea Suarez y a todos mis amigos por su gran motivación en los momentos de crisis, *a ustedes muchísimas gracias.*

A mis grandes amigos de “oficina” Daniela Gómez, Juan David Bonilla y Laura Becerra por todas sus noches de motivación por hacerme feliz esos días oscuros, *a ustedes muchísimas gracias.*

Por sobre todo a mi familia, por su gran apoyo, esfuerzo, sacrificios, amor, por permitirme crecer como persona siendo mejor ser humano y como profesional, *a ustedes muchísimas gracias.*

## RESUMEN

La agricultura familiar es un conjunto de actividades agropecuarias llevadas a cabo por familias rurales para su subsistencia, debido a ello una de las principales actividades es la transformación de productos cárnicos, sin embargo estos productos no son transformados en las mejores condiciones. Por tal motivo, la manipulación inadecuada de carnes puede ser una fuente de contaminación y contribuir a la presencia de microorganismos patógenos que son un riesgo para la salud pública. El objetivo de estudio fue evaluar la calidad microbiológica de pernil crudo-curado a partir de piernas de cordero criados a escala de agricultura familiar. Fueron seleccionados 20 pernils de cordero los cuales fueron divididos en dos tratamientos. Tratamiento 1: 10 pernils con adición de sales curantes. Tratamiento 2: 10 pernils con adición de sales curantes y humo líquido. Se realizó el análisis microbiológico en tres diferentes etapas del proceso: materia prima, post-salado y maduración de los principales microorganismos de riesgo en Colombia (NTC 1325): Coliformes totales y fecales (NTC 4516), *Salmonella spp* (NTC 4574), *Clostridium perfringens* (NTC 4834), *Staphylococcus aureus* (NTC 4779), *Listeria monocytogenes* (Medio CHROMagar) y aerobios mesófilos (NTC 4519). El análisis microbiológico en la etapa de materia prima reportó niveles mayores a los permitidos (<10 – 200 NMP/g) por el número más probable (NMP) para Coliformes totales y fecales, esto puede explicarse por el manejo inapropiado en el pre y post-sacrificio. Para las etapas posteriores se reportaron valores menores a los exigidos en la Norma Técnica Colombiana para: *Staphylococcus aureus* y esporas *Clostridium sulfito reductor*. Además, se reportó ausencia para *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes*. Sin embargo, para mesófilos aerobios se reportó >300 UFC/g, el aumento puede ser atribuido a las condiciones ambientales óptimas para el crecimiento de estas bacterias. Factores como la adición de sales curantes (NaCl, Nitritos,

Nitratos), las condiciones de temperatura y humedad relativa en estos procesos de elaboración inciden en la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos como es el caso de Coliformes. Los niveles de mesófilos aerobios en este tipo de productos son altos, debido principalmente a su capacidad halófila. Con los resultados obtenidos se conduce a que las deficientes prácticas reducen la vida útil del producto generando afecciones a la salud y pérdidas económicas a las producciones. Por último se logró presentar un producto inocuo y de calidad sin presentar riesgos para la salud humana.

**Palabras Claves:** Ovino; Carnes curadas; Microbiota; Materia prima; ETAs.

#### **ABSTRACT**

Family farming is a set of agricultural activities carried out by rural families for their subsistence, because one of the main activities is the transformation of meat products; however these products are not transformed into the best conditions. For this reason, improper handling of meat can be a source of contamination and contribute to the presence of pathogenic microorganisms that are a risk to public health. The objective of the study was to evaluate the microbiological quality of raw shrimp cured from leg of lamb raised on a family farming scale. Twenty teeth of lamb were selected and divided into two treatments. Treatment 1: 10 legs with addition of curing salts. Treatment 2: 10 legs with addition of curing salts and liquid smoke. The microbiological analysis was performed in three different stages of the process: raw material, post-salting and maturation of the main risk microorganisms in Colombia (NTC 1325): total and fecal coliforms (NTC 4516), *Salmonella* spp (NTC 4574), *Clostridium perfringens* (NTC 4834), *Staphylococcus aureus* (NTC 4779), *Listeria monocytogenes* (CHROMagar medium) and aerobic mesophiles (NTC 4519). Microbiological analysis in the raw material stage reported higher levels than

allowed (<10-200 MPN / g) for the most probable number (MPN) for total and fecal coliforms, this can be explained by an inadequate handling in the pre and post sacrifice. For subsequent steps, values lower than those required for *Staphylococcus aureus* and *Clostridium* sulfite reducing spores were reported. In addition, the absence of *Salmonella spp* and *Listeria monocytogenes* was reported. However, for reported aerobic mesophiles > 300 CFU / g, the increase can be attributed to optimal environmental conditions for the growth of these bacteria. Factors such as the addition of curing salts (NaCl, Nitrites and Nitrates), temperature and relative humidity affect inhibition of the growth of pathogenic microorganisms such as coliforms. Aerobic mesophilic levels in this type of product are high, mainly due to its halophilic capacity. In the same way, the deficient practices reduce the useful life of the product generating health affections and economic losses to the productions. Finally, it was possible to present a safe and quality product without presenting a risk to human health.

**Key Words:** Ovine; Cured meats; Microbiota; Raw material; ETAs.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	5
Lista de tablas .....	12
Lista de Ilustraciones .....	13
Lista de Figuras .....	14
Lista de símbolos y abreviaturas .....	15
<b>MARCO TEORICO</b> .....	21
<b>1. OVINOCULTURA</b> .....	21
<b>2. INDUSTRIA CÁRNICA OVINA</b> .....	23
<b>2.1 Producción cárnica en Colombia</b> .....	25
<b>3. PRODUCTOS CARNICO CRUDO CURADO</b> .....	27
<b>3.1 Jamón crudo curado madurado.</b> .....	27
<b>3.1.1</b> Etapa de masajeado.....	28
<b>3.1.2</b> Etapa de Salado.....	28
<b>3.1.3</b> Etapa de Post- salado o reposo.....	28
<b>3.1.4</b> Secado y Maduración.....	29
<b>3.2 Efectos de las sales curantes en productos cárnicos curados.</b> .....	30
<b>3.3 Efecto del Humo líquido en productos cárnicos</b> .....	31
<b>4 CONTROL CALIDAD MICROBIOLÓGICA</b> .....	32
<b>4.1</b> Calidad higiénico- sanitaria y microbiológica de la carne. ....	32
<b>4.2</b> Microorganismos indicadores de calidad.....	33
<b>4.3</b> Enfermedades transmitidas por alimentos .....	34
<b>4.4</b> Principales microorganismos promotores de ETAs.....	35
<b>4.5</b> Calidad microbiológica de productos cárnicos .....	38
<b>4.6</b> Riesgos Microbiológicos en productos cárnicos.....	39
<b>5 MICROORGANISMOS DE IMPORTANCIA (ETA's)</b> .....	40
<b>5.1 Aerobios Mesofilos.</b> .....	41
<b>5.2 Coliformes totales</b> .....	41
<b>5.2.1</b> Coliformes fecales.....	42
<b>5.3 Salmonella spp en alimentos.</b> .....	44
<b>5.3.1</b> Clasificación taxonómica .....	44
<b>5.3.2</b> Salmonelosis .....	45
<b>5.3.3</b> Reservorio .....	47
<b>5.3.4</b> Prevención.....	47
<b>5.4 Escherichia coli 0157: H7 en alimentos.</b> .....	47

		10
5.4.1	Reservorio.....	49
5.4.2	Prevención.....	49
<b>5.5</b>	<b><i>Listeria monocytogenes</i> en alimentos.</b> .....	49
5.5.1	Listeriosis.....	50
5.5.2	Reservorio.....	51
5.5.3	Prevención.....	51
<b>5.6</b>	<b>Clostridios sulfitos reductores en Alimentos.</b> .....	51
5.6.1	<i>Clostridium botulinum</i> .....	52
5.6.2	<i>Clostridium perfringens</i> .....	52
5.6.3	Prevención.....	53
<b>5.7</b>	<b><i>Staphylococcus aureus</i> en alimentos.</b> .....	53
5.7.1	Reservorio.....	55
5.7.2	Prevención.....	55
<b>6</b>	<b>CONCEPTO BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA (BPM)</b> .....	55
<b>7</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	57
7.1	<b>Objetivo General</b> .....	57
7.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	57
<b>8</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.</b> .....	58
<b>8.1</b>	<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b> .....	58
8.1.1	Población.....	58
8.1.2	Muestra .....	58
8.1.3	Inoculación de la Muestra .....	60
<b>8.2</b>	<b>CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA</b> .....	61
8.2.1	Recuento de Coliformes totales (NMP) .....	62
8.2.2	Recuento de estafilococos coagulasa positiva (NTC 4779) .....	64
8.2.3	<i>Clostridium</i> sulfito reductor (NTC 4834) .....	66
8.2.4	Detección <i>Salmonella</i> spp. (NTC 4574) .....	68
8.2.5	Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> (NTC 4666) .....	70
8.2.6	Recuento en placa de Aerobios Mesofilos (NTC 4519).....	72
<b>8.3</b>	<b>INVESTIGACIÓN ACCIÓN PARTICIPATIVA</b> .....	74
<b>8.4</b>	<b>DISEÑO ESTADÍSTICO</b> .....	76
<b>9</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	76
<b>9.1</b>	<b>Evaluación Microbiológica</b> .....	76
9.1.1	Materia Prima.....	76
9.1.2	Etapas post- Salado y Maduración (Producto Final) .....	78
9.1.3	Efecto de las sales curantes en indicadores microbiológicos .....	80

	11
<i>NaCl en la pieza cárnica</i> .....	80
<i>Efecto de la sales curantes en Coliformes totales y fecales</i> .....	82
<b>9.2 Transferencia de conocimiento e investigación participativa</b> .....	85
<b>10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	89
<b>Bibliografía</b> .....	92
<b>ANEXOS</b> .....	105

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1.</b> Panorama mundial de la carne.....	25
<b>Tabla 2.</b> Principales microorganismos responsables de ETA's.....	35
<b>Tabla 3.</b> Especies, subespecies, serotipos y hábitat usual de Salmonella según la clasificación de Kauffman-White .....	45
<b>Tabla 4.</b> Resultados microbiológicos de la etapa de Materia Prima (Carne cruda).....	77
<b>Tabla 5.</b> Resultados microbiológicos etapa post-salado.....	79
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de sales curantes en 100 g de muestra analizada en las principales etapas de la elaboración del producto. ....	81
<b>Tabla 7.</b> Resultados de las correlaciones entre las variables Coliformes totales y fecales y los niveles de NaCl. ....	82

## Lista de Ilustraciones

<b><i>Ilustración 1.</i></b> Numero de ovinos criados en América del Sur para el año 2014 (imagen tomada de la FAO, FAOSTAT. 2014).....	23
<b><i>Ilustración 2.</i></b> Distribución geografía de ovinos en Colombia (tomado del Censo Agropecuario Nacional, ICA. 2016).....	24
<b><i>Ilustración 3.</i></b> Producción de carne de ovino en Colombia desde el año 2004 (6.061 toneladas) hasta 2014 (3.084) (tomado de la FAO, Faostat, 2014).....	26
<b><i>Ilustración 4.</i></b> Selección de perniles de acuerdo a pesos similares, División de perniles en los tratamientos.....	59
<b><i>Ilustración 5.</i></b> Homogenización de la muestra cárnica a través de golpeteo en medio de enriquecimiento.....	61
<b><i>Ilustración 6.</i></b> Transferencia tecnológica en el municipio de Guataqui.....	86
<b><i>Ilustración 7.</i></b> Talleres teórico prácticos como transferencia tecnología en el municipio de Choconta. ....	87
<b><i>Ilustración 8.</i></b> Transferencia tecnología en los municipios de Girardot y Ricaurte.....	87
<b><i>Ilustración 9.</i></b> Transferencia tecnológica realizada en el municipio de Tausa.....	88

## Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Metodología utilizada para la determinación del Numero Más Probable de Coliformes totales y Coliformes Fecales. ....	63
<i>Figura 2.</i> Metodología utilizada para el recuento de <i>Staphylococcus</i> coagulasa positiva .....	65
<i>Figura 3.</i> Metodología utilizada para la detección de <i>Clostridium</i> sulfito reductor.....	67
<i>Figura 4.</i> Metodología utilizada para la detección de <i>Salmonella</i> spp .....	69
<i>Figura 5.</i> Metodología utilizada para la detección de <i>Listeria monocytogenes</i> . ....	71
<i>Figura 6.</i> Metodología utilizada para el recuento en placa de Aerobios mesofilos .....	73
<i>Figura 7.</i> Localización de los municipios en el departamento de Cundinamarca, (A) Municipio de Guataqui, (B) Municipio de Tausa, (C) Municipio de Choconta, (D) Municipio de Girardot, (E) Municipio de Ricaurte, (F) Municipio de Tocaima.....	75

**Lista de símbolos y abreviaturas**

<b>C°</b>	Grado Celsius
<b>ml</b>	Mililitro
<b>g</b>	Gramos
<b>Ppm</b>	Partes por millón
<b>10<sup>-</sup></b>	Dilución en base diez
<b>UFC</b>	Unidades Formadoras de Colonias
<b>NMP</b>	Número Más Probable
<b>A<sub>w</sub></b>	Actividad de Agua
<b>NaCl</b>	Cloruro de Sodio
<b>BPM</b>	Buenas Prácticas de Manufactura
<b>NTC</b>	Norma Técnica Colombiana

## INTRODUCCIÓN

La producción ovina en el mundo es de aproximadamente 1.100 millones de ovinos de los cuales el 68% es criado en países en vías de desarrollo mientras que la población restante se encuentra en países desarrollados (Gordillo de Anda, 2015). El ganado menor es un ingreso importante para los pequeños productores, ya que requiere menos espacio para la crianza y se lo considera como una fuente de auto sostenimiento (Desauguste, Lerdon, Moreira, & Alomar, 2011). Según la FAO (2014) El ganado aporta un 40 % del valor de la producción agrícola mundial y sostiene los medios de vida y la seguridad alimentaria de casi 1.300 millones de personas. El sector ganadero es uno de los sectores que más rápido crece en la economía agrícola. El crecimiento de las producciones y la transformación de las materias primas del sector ofrecen oportunidades para el desarrollo agrícola, la reducción de la pobreza y la mejora de la seguridad alimentaria.

Hablando en un contexto nacional, Colombia es un país de producción agropecuaria, debido principalmente a sus características climatológicas que proporcionan las condiciones óptimas para el desarrollo agrario (Sánchez, I. 2011). La producción de carne ovina en Colombia ha sido una producción secundaria, sin embargo, en los últimos años ha presentado una tasa de crecimiento del 6%. Asimismo, la producción de ovinos se encuentra siendo manejada en su mayoría por pequeños productores (familias), los cuales obtienen los productos de la explotación bajo condiciones sanitarias limitadas, factor que ha sido influencia para disminuir el interés de hacia esta producción. (Lozano, 2014).

De acuerdo, Letelier, R. (2015) la elaboración de productos cárnicos crudo curados son un método antiguo de conservar la carne con la adición de sales y secado.

La elaboración de estos productos se realiza principalmente para darle estabilidad al producto confiriéndole las condiciones adecuadas para que pueda permanecer a temperatura ambiente y no

sea un riesgo para la salud del consumidor, además contribuye al desarrollo de características organolépticas. (Arnau, 1993).

En la actualidad no se conoce un censo exacto a cerca de la cantidad de cabezas de ovinos que existen en el país debido a que esta producción principalmente pertenecen en gran parte a núcleos no tecnificados, sin embargo, para el año 2010 Colombia contaba con una población cercana a 1.8 millones de cabezas de ovinos, para el año 2016 la población disminuyo a 1.4 millones de cabezas de ovinos distribuidos principalmente en los departamentos de la Guajira (46,69%) Boyacá (8,04%), Magdalena (7,71%), Córdoba (5,55%) y Cesar (5,41%) que agrupan el 73,39% (ICA, Instituto Colombiano Agropecuario) debido principalmente a los problemas que se presentan en las producciones de medianos y pequeños productores como las pérdidas directas asociadas a la producción, la disminución de ingresos y activos, acceso y disposición de tierras, servicios e infraestructura, conflicto armado, etc. (AJ Elverdin et al, 2005), dejando a un lado el potencial comercial productivo que tiene esta especie.

El sector ovino en Colombia es manejado por productores de escasos recursos y con bajos conocimientos sobre el área, por tal motivo el sector ovino presenta problemas como: consanguinidad entre rebaños, falta de programas de reproducción y selección, ausencia de lugares especializados para el sacrificio de esta especie. Dichas características hacen que sea un producto de baja calidad y de baja comercialización en el país (Clavijo, 2012). Sin embargo, una de las formas de impulsar el sector ovino-caprino es la generación de alternativas alimenticias que se sustenten en un control microbiológico, desarrollado en base a parámetros regidos por la Normas Técnicas Colombianas y de esta manera innoven en el mercado de carne ovina en Colombia, como los productos cárnicos crudos curados y ahumados que permitan estimular el consumo de productos de origen ovino en la población, ampliando el mercado.

Actualmente se elaboran productos cárnicos de cordero de manera artesanal como una actividad de subsistencia para las familias. Debido a la importancia para la salud pública la contaminación microbiológica de las carnes frescas se ha convertido en un tema de preocupación para la ciencia de la alimentación y para la industria cárnica ya que reduce la calidad, la vida útil y el precio del producto. Se han realizado estudios en esta área dirigidos principalmente a porcinos, aves y bovinos. (Sheddy et al, 2015). Sin embargo, son pocos los estudios que existen en Colombia sobre microbiología dirigidos a carne de cordero.

## **JUSITIFICACIÓN**

Actualmente el panorama mundial en producción de carne; según la FAO ocupando último lugar se encuentra la carne de ovino, con una producción de 14 millones de toneladas anuales, representando tan solo el 4.5% de la balanza total (Gómez, 2016).

La producción ovina tiene 1.8% de participación en el sector pecuario. Posee un desarrollo tecnológico no muy elevado, ya que los productores no cambian los modelos de producción artesanal y además entran a mercados regionales con bajos niveles de calidad y de competencia, lo cual es una desventaja. Arévalo Garay, A. y Correa Assmus, G. (2013).

Unas de las principales formas de incentivar la producción ovina es desarrollando productos nuevos de esta especie que generen ganancias económicas a los núcleos familiares agropecuarios, teniendo en cuenta que la agricultura familiar se ha convertido en unas de las principales fuentes de erradicación del hambre en el mundo, estos núcleos no tecnificados de pequeños agricultores son gestores de la seguridad alimentaria y protagonistas en el objetivo y esfuerzo de los países por lograr “un futuro sin hambre”(FAO, 2014).

Ante las limitaciones para agregar nuevas tierras a la agricultura, la producción adicional de alimentos en América Latina y el Caribe se puede lograr a través del incremento de la productividad del sector rural y en especial las producciones artesanales (FAO, 2014)

Los últimos 50 años de la agricultura familiar han estado marcados por una combinación de: aumento de los precios de los insumos y aperos para la producción agrícola, disminución de los subsidios y del aparato protector estatal y una caída vertiginosa en los precios de mercado de los productos agrícolas (FAO, 2013)

En latino América, el 80% de las explotaciones pertenecen a la agricultura familiar de pequeños y medianos productores, incluyendo a más de 60 millones de personas, convirtiéndose en la principal fuente de sustento y empleo agrícola y rural (Salcedo et al, 2014). Es así, que de esta investigación se derivan el desarrollo de dos productos cárnicos; crudo-curado y ahumado, sin embargo estos productos deben presentar las condiciones de inocuidad que les confieren las características de un producto de calidad para el mercado, por ello el objetivo principal de esta investigación, es evaluar la calidad microbiológica de estos dos productos de innovación en las diferentes etapas del proceso, reduciendo los riesgos alimentarios y de intoxicación en la salud al consumidor. Además, dentro del desarrollo de estos subproductos cárnicos, siendo un objetivo específico se busca generar protocolos de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) que permitan guiar a los productores en el desarrollo del producto impulsando el sector ovino.

## MARCO TEORICO

### 1. OVINOCULTURA.

Con la finalización de la Segunda Guerra Mundial y el inicio de un nuevo desarrollo enfocado a la producción agropecuaria, nacieron alternativas dinámicas que permitieron el crecimiento de muchas de estas producciones en países industrializados optando por remplazar la mano de obra utilizada directamente para las labores en las producciones por herramientas sistematizadas que garantizaras la eficiencia de producción, estos sistemas fueron tomados para mejorar producciones como porcinos, aves de corral, carne de ternera, producción de huevo, incluso la producción pesquera (Sotomayor, Rodríguez, & Rodrigues, 2011); sin embargo otras producciones de menor impacto como los pequeños rumiantes (ovinos y caprinos) no fueron alteradas y pasaron a ser producciones artesanales secundarias destinadas para el autoconsumo (Fraser, 2006; Arevalo & Correa, 2013).

En Colombia la cadena ovino-caprina se identifica por estar dividida en dos sistemas de producción. El primero se dedica a la producción de cárnicos y productos artesanales. El segundo sistema está destinado a la producción de leche y derivados como lana, cueros y pieles (Espinal, Martinez, & Amézquita, 2006).

Esta producción de especies menores es un ingreso importante para los pequeños productores, ya que estas especies no requieren muchos espacios para su crianza y se considera una fuente de ingreso rápido debido a las condiciones de desarrollo temprano de estas especies (Desauguste, Lerdon, Moreira, & Alomar, 2011). En el caso de los ovinos, estos animales representan un alto valor en las producciones debido a su alta adaptabilidad a condiciones áridas y semiáridas, así mismo la capacidad para consumir una mayor variedad y tipos de vegetación, normalmente no consumidas por otros rumiantes, y su mayor eficiencia digestiva sobre forrajes de baja calidad (Jimenez, Pozo, Soto, & Morales, 2014). Esto último otorga grandes ventajas al ganado

ovino/caprino con respecto al bovino en cuanto a la conversión alimento / leche o carne, lo que hace que la explotación de estas especies sea una alternativa para los pequeños, mediano y grandes productores.

Una de las principales ventajas de los ovinos es que se encuentran en cualquier tipo de predio o granja, y los pequeños y medianos productores se encuentran acostumbrados a su crianza y manejo sin clasificar esta raza como una especie con capacidad para formar una unidad de producción intensiva. De acuerdo con (Mejia, 2013) estimular el sector ovino como una producción intensiva requiere un cambio al pensamiento de los productores para lograr un mayor desarrollo del núcleo animal, mejorando el sistema de manejo de la producción.

Uno de los principales problemas por los que pasan los medianos y pequeños productores son las deficientes fuentes de información que están presentes en el país reduciendo la capacidad tecnológica de la unidad productiva (DANE, 2016). Por ello, la producción ovino-caprina en Colombia se caracteriza principalmente por tener bajo nivel tecnológico y de insumos. Además de ser manejado por familias de forma tradicional y artesanal (Cortes, 2017).

Los pequeños productores son aquellos que operan con bajos niveles de inversión, escasa mano de obra, operan un solo predio, los mercados para ofertar sus productos son locales y la estructura de administración es simple. Para encontrar la viabilidad en el sector ovino es importante crear asociaciones que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de los pequeños productores agropecuarios. (German, 2005).

Por otro lado, la agricultura familiar es una forma de organización y de administración de los sistemas de producción agropecuarias por parte un una unidad familiar, según (FAO, 2014) Además, (Jimenez, Pozo, Soto, & Morales, 2014) aseguran que la agricultura familiar se debe

considerar como estrategia para el desarrollo rural, ya que son una fuente de ingresos y contribuyen a la seguridad alimentaria de las poblaciones con riesgo de exclusión social.

## 2. INDUSTRIA CÁRNICA OVINA.

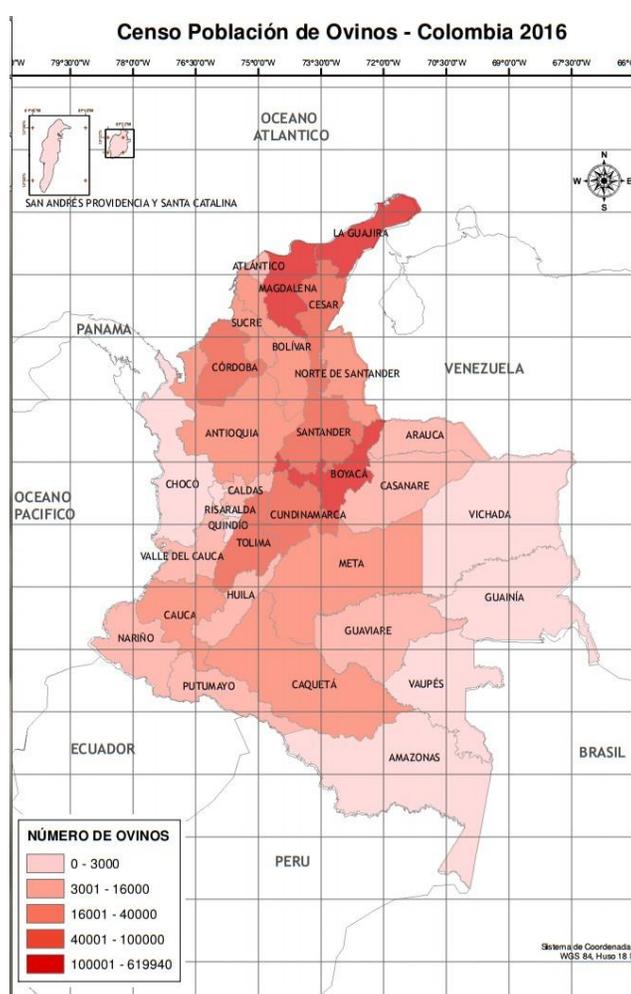
De acuerdo con las cifras de la FAO América del Sur contaba con 71.067.000 de ovinos en el año 2004, sin embargo este número tuvo un decrecimiento significativo, para el año 2014 (última cifra reportada) América del Sur contaba con 68.019.000 cabezas de ovinos (FAOSTAT, 2017).



**Ilustración 1.** Numero de ovinos criados en América del Sur para el año 2014 (imagen tomada de la FAO, FAOSTAT. 2014)

Comparando la producción de ovinos en América del sur se logra identificar a los principales países con mayor cantidad de animales, encabezando la lista Brasil con una producción de 17.348.600 cabezas de ovinos y finalizando la lista con Guayana francesa con una cantidad de 1.173 cabezas de ganado para el año 2014.

Hablando del panorama colombiano no se conoce un censo exacto a cerca de la cantidad de cabezas de animales que existen en el país debido a que estas producciones pertenecen en gran parte a núcleos no tecnificados, sin embargo, para el año 2010 Colombia contaba con una población cercana a 1.8 millones de cabezas de ovinos, para el año 2016 la población disminuyó a 1.4 millones de cabezas de ovinos distribuidos principalmente en los departamentos de la Guajira (46,69%) Boyacá (8,04%), Magdalena (7,71%), Córdoba (5,55%) y Cesar (5,41%) que agrupan el 73,39% (ICA, 2016).



**Ilustración 2.** Distribución geográfica de ovinos en Colombia (tomado del Censo Agropecuario Nacional, ICA. 2016)

## 2.1 Producción cárnica en Colombia.

Según la FAO se prevé que la producción de carne sea igual con una variación de 0,3 % a la producción del año 2016, con una producción de 322 millones de toneladas. Así mismo según las perspectivas alimentarias los países que tendrán mayor crecimiento serán Estados Unidos, Brasil, India, Argentina. Sin embargo, las producciones de mayor crecimiento serán las aves de corral y los ovinos demostrando que existirá una disminución en la producción de carne porcina (FAO, 2017).

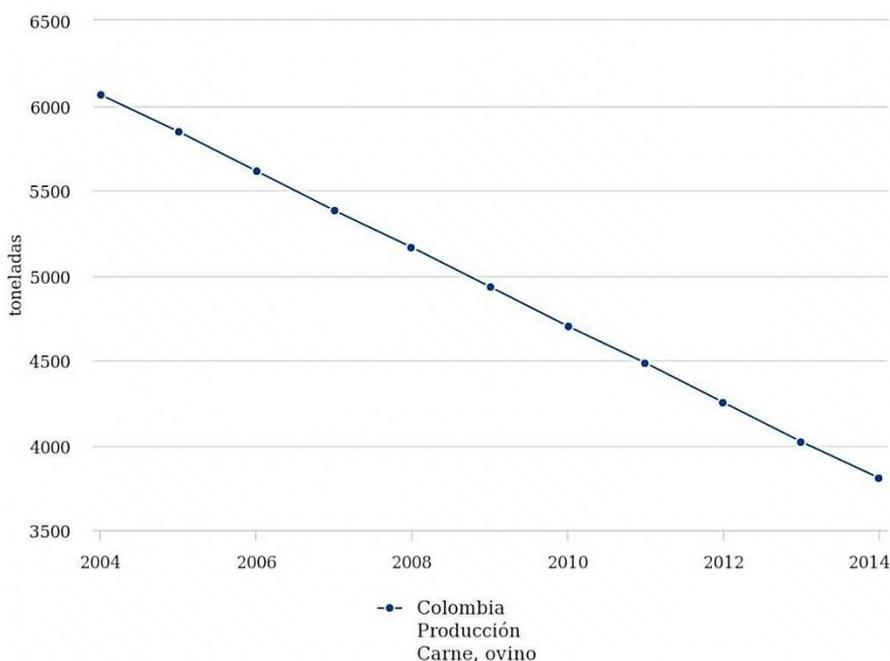
**Tabla 1.** Panorama mundial de la carne (Tabla tomada de la FAO, Biannual reporto on global food markets, 2017)

	<b>2015</b>	<b>2016</b> (Estimado)	<b>2017</b> (Pronostico)	<b>Variación de</b> <b>2017 a 2016</b>
	<b>Millón de toneladas</b>			<b>%</b>
<b>BALANZA MUNDIAL</b>				
<b>Producción</b>	<b>320.5</b>	<b>321.0</b>	<b>322.0</b>	<b>0.3</b>
Carne de bovino.	67.6	68.3	69.6	1.9
Carne de ave.	116.9	117.2	117.7	0.4
Carne de cerdo.	116.1	115.6	114.7	-0.8
Carne de ovino.	14.4	14.4	14.5	0.6
<b>Comercio</b>	<b>29.9</b>	<b>31.2</b>	<b>32.0</b>	<b>2.5</b>
Carne de bovino.	9.2	8.9	9.0	0.8
Carne de ave.	12.2	12.8	13.2	2.9
Carne de cerdo.	7.2	8.3	8.6	4.1
Carne de ovino.	1.0	0.9	0.9	-2.0

Actualmente el panorama mundial en producción de carne; según la FAO ocupando último lugar se encuentra la carne de ovino, con una producción de 14,4 millones de toneladas anuales, representando tan solo el 4.5% de la balanza total (Stephanie, 2016).

La producción ovina tiene 1.8% de participación en el sector pecuario. Posee un desarrollo tecnológico no muy elevado, ya que los productores no cambian los modelos de producción artesanal y además entran a mercados regionales con bajos niveles de calidad y de competencia, lo cual es una desventaja (Arevalo & Correa, 2013).

Según la FAO para el año 2004 Colombia tenía una producción de carne de ovino de 6.061 toneladas comparado con el entorno internacional Colombia ocupa el puesto 63 en producción de carne ovina (Stephanie, 2016; Von Bremen, 2015; MinAgricultura, 2012), sin embargo en la figura 3 para el año 2014 (última cifra reportada) hubo una disminución progresiva hasta llegar a una producción anual de 3.084 toneladas.



**Ilustración 3.** Producción de carne de ovino en Colombia desde el año 2004 (6.061 toneladas) hasta 2014 (3.084) (tomado de la FAO, Faostat, 2014).

Unas de las principales formas de incentivar la producción ovina es desarrollando productos nuevos de esta especie que generen ganancias económicas a los núcleos familiares agropecuarios, teniendo en cuenta que la agricultura familiar se ha convertido en unas de las principales fuentes de erradicación del hambre en el mundo, estos núcleos no tecnificados de pequeños agricultores son gestores de la seguridad alimentaria y protagonistas en el objetivo y esfuerzo de los países por lograr “un futuro sin hambre” (FAO, 2014).

### **3. PRODUCTOS CARNICO CRUDO CURADO.**

#### **3.1 Jamón crudo curado madurado.**

Un producto crudo curado es un producto basado en la adición de sales como el cloruro de sodio, nitritos y nitratos, estas sales se difunden en el producto generando características organolépticas como color y aroma característicos del mismo (Fernandez, 2016).

La elaboración de este tipo de producto con piezas de porcino, ha constituido desde tiempos remotos una manera de conservación de la carne mediante un proceso dividido en tres etapas, iniciando con el salado, post-salado y finalizando con un proceso de secado (Arnau, 1998) dando como resultado un producto con valor agregado, gracias a las características sensoriales, que lo confieren como un producto de alta calidad.

(Letelier, 2015) Afirma que: “El jamón crudo curado, aparece exitoso como método de conservación, ya que no es frecuente encontrar microorganismos patógenos que sobrevivan al proceso madurativo”.

Según Rada, (2015) el proceso de elaboración del producto crudo curado consta de las siguientes etapas:

### **3.1.1 Etapa de masajeado.**

Consiste en la mezcla de las sales curantes: Nitrito de sodio ( $\text{NaNO}_2$ ), nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) en cantidades de 150 ppm y 300 ppm respectivamente. La adición de cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) de grano fino en relación de 10:1 con respecto al nitrito de sodio.

### **3.1.2 Etapa de Salado.**

Consiste en cubrir la pieza cárnica con aproximadamente una capa de 10 cm de cloruro de sodio por un tiempo de 0,7 días por kg de peso. De acuerdo con (Arnau, 1998) esta etapa busca que se penetren las sales y se de una estabilidad microbiológica.

Además, (Albarracin, 2009) asegura que el salado consiste en el cubrimiento total de la pieza cárnica con cloruro sódico o sal común, parcial de sales de curado (nitritos- nitratos) y compuesto que contribuyen a las sales del curado (escorbuto y azúcares), compuestos necesarios para equilibrar la pieza cárnica y disminuir la proliferación de microorganismos patógenos.

Según Arnau, (1998) el recubrimiento de sal debe hacerse al instante en que las piezas cárnicas disminuyen su temperatura de 0 a 4°C con esto también se busca inhibir el crecimiento de bacterias indeseables.

### **3.1.3 Etapa de Post- salado o reposo.**

En esta etapa se busca la estabilidad de la pieza cárnica por medio de la distribución de iones de  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . En este ocurren dos procesos importantes como lo son: el primero es la deshidratación por evaporación superficial y el segundo la distribución de sales desde la parte externa de la pieza hacia la interna por difusión. De tal manera, disminuye la  $A_w$  y por consiguiente se inhibe el desarrollo de microorganismos patógenos o alterantes.

En esta los jamones pasan por un proceso de lavado con agua para eliminar el exceso de sal en el exterior (Sanchez, 2005) en esta etapa frecuentemente se ve la colonización de agentes fúngicos dominantes como *Micrococcaceae* debido a la humedad ambiental (Arnau, 1998). En esta etapa la temperatura debe ser menor a 5°C hasta que se dé una deshidratación en su totalidad o cercana a 0,96 (Sanchez, 2005) consiguiendo así un producto con microorganismos estable. Según Sanchez, (2005); Rada, (2015) la merma en esta etapa suele ser del 10 al 15%.

### **3.1.4 Secado y Maduración.**

En este periodo la pieza cárnica continúa con el proceso de deshidratación y además se caracteriza por actividades de proteólisis y lipólisis que darán al producto final las características organolépticas esperadas como el sabor, aroma y textura.

Uno de los principales aspectos a tener en cuenta a la hora de incursionar en este producto es la materia prima utilizada para ello, esta pieza cárnica debe cumplir con unos criterios adecuados para su transformación como por ejemplo: la cantidad de grasa y el peso del jamón. Estos criterios son fundamentales al momento de la venta debido a que todos los mercados son diferentes, mientras que algunos mercados desean jamones magros otros desean jamones con un porcentaje de grasa infiltrada (Arnau, 1998).

Otro parámetro importante es el pH de la carne que afecta la maduración de las piezas cárnicas, el pH recomendado está entre los rangos de 5,6 y 6,2 (Rada, 2015) Evitando las piezas cárnicas con pH >6,2 por razones microbiológicas (Barragán & Henao, 2007) La edad del animal puede considerarse otro parámetro importante ya que puede alterar el sabor de la carne, la cantidad de grasa, a la actividad enzimática entre otros. Por otra parte, se ha podido concluir que piezas cárnicas con condiciones PSE o DFD no son aptas para la elaboración de estos jamones por ser susceptibles al deterioro microbiano.

Uno de los objetivos principales de la elaboración de jamón crudo curado es la obtención de un producto como mayores estándares de calidad para el consumidor. Sin embargo, no siempre los productos cuentan con las condiciones adecuadas y la calidad deseada para la comercialización y el consumo presentando alteraciones microbiológicas (Arnau, 1998).

### **3.2 Efectos de las sales curantes en productos cárnicos curados.**

De acuerdo con (Secretaria de Agricultura, ganaderia y desarrollo rural pesca y alimentacion., 2017). Las sales curantes constituyen un ingrediente primordial en el proceso de conservación de carnes. Estas sales se dividen en dos grupos: el primero es el grupo de los nitritos y los nitratos, los cuales ayudan el proceso de conservación, mejoran el aroma, el color, el olor y la consistencia de la carne e inhiben el crecimiento de algunos microorganismos patógenos. Y el segundo grupo son las sales comunes (NaCl), que ayudan a prolongar la conservación de la carne, mejoran el sabor y favorecen la penetración de otras sustancias curantes.

(Espinales, 2012) Afirma que el uso de sales curantes en concentraciones aceptables puede ser un factor inhibitorio en la multiplicación de *Clostridium sp.*

Según Fernandez, (2016) el cloruro de sodio tiene un efecto bacteriostático en ciertos microorganismos ya que reduce la  $a_w$ , mejora la textura al incrementar la solubilidad de las proteínas miofibrilares y genera sabor salado en el producto. Por otro lado, asegura que los nitratos actúan como reserva de los nitritos en el proceso de curado y los nitritos participan en la maduración mediante la formación de color, aroma y además menciona que posee efecto conservador y antioxidante.

### 3.3 Efecto del Humo líquido en productos cárnicos.

El ahumado ha sido principalmente una técnica de conservación de alimentos que tiene como base la reducción en la  $A_w$ , actividad bactericida y compuestos antioxidantes. Pero de igual manera esta técnica también es apreciada por generar sabor, aroma y color al producto final (Hoffman, 2016).

El humo utilizado para ahumar carnes se produce en dos etapas: la primera es la descomposición térmica de la madera (pirólisis) y en la reacción de nuevos productos de reacción y la segunda es la oxidación con bajo aporte de aire. La temperatura para elaborar humo es de 200 a 400 °C. Los componentes del humo se pueden clasificar en cuatro grupos:

**Componentes ácidos:** otorgan sabor y formación de corteza. Además, contiene: ácido fórmico y acético (poseen actividad antimicrobiana).

**Componentes fenólicos:** responsables del sabor y la conservación del producto. Contiene: fenol (componente que tiene acción antioxidante), eugenol (componente que potencia el aroma), isoeugenol (Potenciador del sabor), acetosyringone (colorante).

**Componentes carboxílicos:** responsables de las reacciones con proteínas para dar el color ahumado. Contiene formaldehído que actúa como factor antimicrobiano.

**Hidrocarburos aromáticos policíclicos:** componente indeseable del humo.

El humo líquido es una solución acuosa de los componentes de del humo de la madera, a excepción de los hidrocarburos que son eliminados por su componente nocivo (benzopireno). Este humo se obtiene de maderas secas, se hace pasar el humo a contracorrientes con agua, después es filtrado para eliminar impurezas.

Según Amerling, (2005); Hoffman, (2016); Maldonado, (2010) la acción bactericida del humo se debe al contenido de formaldehídos y el sabor depende de la reacción de los componentes del

humos y los grupos funcionales de la proteína de la carne. Afirma que el 3,4 benzopireno es un compuesto cancerígeno que está presente en el proceso de ahumado pero no está presente en el humo líquido.

#### **4 CONTROL CALIDAD MICROBIOLÓGICA.**

##### **4.1 Calidad higiénico- sanitaria y microbiológica de la carne.**

El Ministerio de Salud y Protección social (2013) establece que se debe contar con un procedimiento operativo estandarizado de saneamiento (POES) con el objetivo de reducir la contaminación de la carne y de productos cárnicos, teniendo en cuenta la limpieza y la desinfección de instalaciones, equipos y utensilios.

Por otra parte Molina, Millán y Araque (2010) afirman que los utensilios, equipos y de igual manera la manipulación de los productos puede ser causa de contaminación. Además, las características de composición de la carne la hacen un producto de mayor riesgo en salud pública ya que dichas características contribuyen a la proliferación microbiana. (Martínez P. y Verhelst S; 2015). Asimismo Delgado, Cedeño, Montes y Villoch (2015) aseguran que la contaminación de la carne al inicio del sacrificio del animal es menor y esta aumenta en el proceso de evisceración.

De igual forma, Cousté (2001) asegura que el principal riesgo en la elaboración de jamón crudo es la contaminación y la proliferación de microorganismos patógenos. Sin embargo, afirma que la ausencia de estos microorganismos puede conseguirse con el control de la temperatura y el control de la pérdida de peso en las distintas etapas de elaboración de dicho producto.

Un riesgo para los consumidores es la inadecuada manipulación de alimentos que puede ocasionar la presencia de microorganismos como: *Salmonella typhi*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis* y *Shigella spp.* (Campuzano, Mejía, Madero y Pabón; 2015).

Según, Zea G, Zoraida A, & Rios de Selgrad, Manuela. (2004) los productos cárnicos son considerados vehículos de agentes microbianos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS). En su trabajo concluyen que la presencia de microorganismos como: *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, y *Clostridium perfringens* están relacionados con el rechazo del producto por parte del consumidor. Además, recomiendan la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y del sistema HACCP.

#### **4.2 Microorganismos indicadores de calidad.**

Un microorganismo indicador se refiere a un microorganismo no patógeno pero que se encuentra asociado a estos. Es utilizado para manifestar el riesgo de la presencia de agentes productores de enfermedades según los aseguran (Cabrera M. y García O; 2006).

De acuerdo con Zambrano Z. (2011) los microorganismos indicadores registrados en conteos para determinar la calidad sanitaria de los alimentos son: mesófilos aerobios, Coliformes totales, mohos y levaduras. Asegura también que las bacterias aerobias totales solo indican la calidad del proceso. Sin embargo, aclara que los Coliformes totales son indicadores de higiene y contaminación durante el proceso.

*Escherichia coli* se considera un microorganismo indicador de contaminación fecal y de malas prácticas de manufactura según aseguran (Jiménez Edeza, Maribel, Chaidez Quiroz, Cristóbal, & León Félix, Josefina; 2012). Sin embargo, Cruz L. (2016) afirma que en alimentos *E. coli* no se considera indicador de contaminación fecal sino un indicador de calidad.

Según Anmat (2017) los microorganismos indicadores que se utilizan para la evaluación la inocuidad del alimento son:

**Aerobios mesófilos:** los cuales indican principalmente la calidad de la materia prima, las condiciones de almacenamiento y el control de la temperatura.

**Coliformes fecales y *E.coli*:** que indican contaminación fecal y posible presencia de patógenos.

***Staphylococcus aureus* coagulasa positiva:** Indica la contaminación por manipulación inadecuada.

**Coliformes, enterobacterias, *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva, estreptococos fecales:** indican contaminación post tratamiento térmico.

#### **4.3 Enfermedades transmitidas por alimentos.**

Las ETA son enfermedades que se producen generalmente por la manipulación inadecuada de alimentos como: carnes, pescados, huevos y demás. Por tal motivo, aseguran que deben tomarse acciones para el cumplimiento de las normas de higiene ya que podría traer consecuencias para la salud de los consumidores. (Ministerio de Educación Nacional; 2017).

De acuerdo con el Grupo de vigilancia y control de factores de riesgo ambiental (2010), las infecciones alimentarias son las ETAS producidas por la ingestión de alimentos contaminados con parásitos, hongos, virus o bacterias que pueden producir toxinas o invadir la pared intestinal. En cambio, una intoxicación alimentaria son las ETAS producidas por la ingestión de toxinas formadas o incorporadas en tejidos de plantas o animales.

En un estudio realizado por Puig Peña, Yamila, Robert Maceo, Brady Antonia, & Leyva Castillo, Virginia. (2013), se reportó que los mayores brotes por ETAS se presentaron en comederos de obreros (43,4%) y en familias (32,8%). Además, aislaron bacterias en 76 brotes de ETAS, en donde se presentó con mayor frecuencia *E. coli* y *Clostridium perfringens*. De igual forma afirman que la calidad microbiológica de los alimentos fue no aceptable con (88,6%) para

Coliformes totales y (70,8) para Coliformes fecales. Asimismo, aseguran que los alimentos con mayor cantidad de muestras no aceptables fueron las carnes y los productos cárnicos (99,2%).

Según González, Lucia J, Martínez, Fernanda N, Rossi, Laura, Tornese, Mariela, & Troncoso, Alcides. (2010) el objetivo de realizar un análisis de riesgo en la elaboración de un producto es identificar todos los factores del proceso productivo que pueden llegar a afectar la salud pública por las ETAs. Este análisis permite mitigar el riesgo de presentación de dichas enfermedades.

*Campylobacter* es un microorganismo presente en el tracto gastrointestinal de animales, es responsable de zoonosis. La transmisión se da por vía oral-fecal por el consumo de alimentos o aguas contaminadas. Dicha enfermedad presenta síntomas como diarrea acuosa, fiebre y dolor abdominal principalmente (Facciola A, Riso R, Avventuroso E, Visalli G, Delia SA, Laganà P, 2017).

De acuerdo con Flores, Tania González, & Herrera, Rafael Antonio Rojas. (2005), las ETAs constituyen un grave problema de salud pública ya que aumentan su ocurrencia, se presentan nuevas formas de transmisión, se presenta también aumento de la resistencia por parte de estos microorganismos patógenos y además se presentan grupos poblacionales vulnerables.

#### 4.4 Principales microorganismos promotores de ETAs

**Tabla 2.** Principales microorganismos responsables de ETA's Extraído de Salcido, N M d l; Barboza Corona, J E; (2010).

<b>MICROORGANISMOS PATÓGENOS</b>	<b>EFEECTO Y ORIGEN</b>
<i>Campylobacter jejuni</i>	Causa más común de diarrea. Origen: carnes, y pollos crudos o mal cocidos, leche cruda y aguas sin tratamiento.

<i>Clostridium botulinum</i>	Produce botulismo, que es característico por parálisis muscular. Origen: alimentos preparados en el hogar y aceite de hierbas.
<i>E.coli</i> 0157:H7	Puede producir una toxina mortal. Origen: carnes mal cocidas, leche cruda y productos agrícolas.
<i>Listeria monocytogenes</i>	Causa Listeriosis una enfermedad muy grave en mujeres embarazadas, recién nacidos y adultos con sistema inmune débil. Origen: suelo y agua. Lácteos, carne cruda y mal cocida.
<i>Salmonella</i>	Es la segunda causa más común de ETAs. Origen: Huevos, pollo, carne crudos o mal cocidos, productos lácteos, mariscos, frutas y vegetales.
<i>Staphylococcus aureus</i>	Produce una toxina que causa vómitos al poco tiempo de ser ingerida. Origen: alimentos cocinados con alto contenido de proteínas (jamón curado, ensaladas, pasteles, lácteos).
<i>Shigella</i>	Ocasiona alrededor de 300.000 casos de enfermedades diarreicas. La falta de higiene hace que <i>Shigella</i> sea fácilmente transferida de una persona a otra. Origen: ensaladas, leche, productos lácteos y agua sucia.
<i>Vibrio vulnificus</i>	Causa gastroenteritis (Síndrome de septicemia primaria. Las personas con enfermedades del hígado son de alto riesgo. Origen: mariscos crudos o mal cocidos.
<i>Yersenia enterocolítica</i>	Causa Yerseniosis una enfermedad que se caracteriza por diarreas y/o vómitos. Origen: cerdos, productos lácteos y agrícolas.

<i>Toxoplasma gondii</i>	Causa toxoplasmosis una enfermedad muy severa que causa desordenes en el sistema nervioso central. Particularmente retardo mental y deterioro visual en niños. Origen: Carnes, principalmente la de cerdo.
--------------------------	--

De acuerdo con la Dirección de salud pública (2017), el principal reservorio de las enfermedades transmitidas por alimentos son las personas que manipulan dichos productos. Sin embargo, afirma que los roedores, insectos, utensilios de cocina y las aguas contaminadas pueden ser reservorios potenciales. También, asegura que el principal modo de transmisión es a través de la ingesta de alimentos o aguas contaminadas con microorganismos patógenos o toxinas.

La Dirección de Sanidad Ejército (2017), en el boletín No. 6 de Vigilancia epidemiológica asegura que los síntomas que se presentan cuando se contrae la enfermedad transmitida por alimentos son: vómito, diarrea, fiebre, dolor de estómago y de cabeza, adormecimiento de una parte del cuerpo, deshidratación y además afirma que en algunas ocasiones se pueden presentar alergias.

Según el Instituto Nacional de Salud (2014), para el 17 de abril del año 2013 se registraron 3.741 casos de ETA, con 283 brotes y para el 17 de abril del año 2014 se registraron 2.911 casos con 199 brotes. Afirman que para el 2014 el mayor número de brotes se registró en Bogotá, Atlántico y César con 16,6%, 7,5% y 7,5% respectivamente. De igual manera aseguran que los microorganismos encontrados en las muestras procedentes de brotes de ETA fueron: *Fasciola hepática*, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhi*, *Salmonella spp* y *Shigella sp* principalmente.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Salud (2016), la incidencia anual de diarreas en el mundo es de 1.500 millones de casos. Y además afirman, que 3 millones de niños menores de

5 años mueren al año. No obstante, aseguran que en Colombia se registraron 9.326 casos en el año 2013 y en el año 2014 esta cifra aumento a 11.425 casos.

El Ministerio de Salud y Protección Social (2013), pone como meta para el año 2012-2021 garantizar que los alimentos no causen daño al consumidor, con el fin de contribuir a la seguridad alimentaria, para lo cual plantea unos lineamientos que se deben seguir.

#### **4.5 Calidad microbiológica de productos cárnicos**

Los microorganismos que normalmente se encuentran en la carne son: *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Acitenobacter*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Leuconostoc*, *Flavobacterium*, *Proteus*, *Escherichia*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Chromobacter*, *Streptomyces*, levaduras y mohos; cuando su número normal aumenta puede causar defectos en la carne. (Martínez & Verhelst, 2015).

Según Borch, Kant y Blixt (1996), los factores medioambientales influyen directamente en la selección, crecimiento y actividad metabólica de la flora bacteriana que está presente en la carne ya sea de bovino o de porcino. Aseguran que las bacterias asociadas al deterioro de la carne de porcino son principalmente: *Shewanella putrefaciens*, *Brochothrix thermosphacta*, *Leuconostoc* spp, *Carnobacterium* spp, *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillus* spp. y *Pseudomonas* spp. Resaltan también que los principales defectos que se presentan en carnes son: el mal olor, el mal sabor, la producción de limo, la disminución de pH, producción de gas y la descoloración principalmente.

Los microorganismos involucrados en el rechazo de los productos cárnicos como el salami, el jamón o la salchicha son principalmente microorganismos asociados al deterioro que llegan a afectar la vida útil del producto y contribuyen a la presentación de patógenos, dentro de estos microorganismos deteriorantes resaltan las levaduras. Asimismo Coliformes y aerobios

mesófilos afectan la calidad higiénica y sanitaria de dichos productos. Además, reportan que los microorganismos patógenos asociados al rechazo de estos productos son *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* y *Clostridium perfringens*. (Zea G, Zoraida A, & Rios de Selgrad, Manuela; 2004).

Cuando la carne se congela, se trata con calor o se sala, en la superficie puede crecer microbiota aerobia, pero en la carne como tal solo pueden crecer microorganismo anaerobios o anaerobios facultativos. Con respecto a los productos curados, la adición de cloruro de sodio en el proceso de elaboración reduce la actividad de agua y gracias a esto se inhibe o se disminuye el crecimiento de algunos microorganismos patógenos. En el proceso de elaboración de un producto curado se adiciona nitrito y su efecto bacteriostático depende directamente del pH. (Martín, 2005).

#### **4.6 Riesgos Microbiológicos en productos cárnicos**

Los productos cárnicos crudo- curados son considerados seguros por sus características como por ejemplo, la baja actividad de agua, los procesos de adición de sales curantes y el proceso de fermentación en el cual se ve inhibido el crecimiento de algunos patógenos, incluso a temperatura ambiente. Sin embargo, a pesar de ser considerados productos con seguridad sanitaria, pueden también verse relacionados con algunos casos de intoxicación alimentaria. Uno de los riesgos microbiológicos más importantes producidos por la ingesta de alimentos contaminados es la intoxicación. Por lo cual, es de importancia conocer los microorganismos patógenos presentes en la carne y posteriormente lo que se encuentran presentes en los productos crudo-curados. Además, resalta los microorganismos patógenos presentes en productos crudo-curados y presentes en la carne fresca. Los microorganismos presentes en la carne son principalmente: *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus*, *Yersenia enterocolítica*, *Campylobacter*

*jejuni*, *Clostridium perfringens*, *E. coli* enteropatógeno y *Clostridium botulinum*. Además también se pueden aislar bacterias entéricas como los Coliformes y los *Streptococcus* fecales. Y los microorganismos presentes en los productos crudo-curados son principalmente: *Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp*, *E. coli* productor de verocitotoxina, *Aeromonas spp*, *Arcobacter spp* y *Bacillus cereus* (Menéndez, 2012). De igual manera, Fernandez, (2016) afirma que algunos microorganismos que pueden afectar o contaminar la elaboración de embutidos cárnicos son: *L. monocytogenes*, *salmonella Typhimorium* y *Clostridium botulinum*.

## **5 MICROORGANISMOS DE IMPORTANCIA (ETA's)**

La carne, una excelente fuente de proteínas en la dieta humana, es altamente susceptible a las contaminaciones microbianas, que pueden causar su deterioro y las infecciones transmitidas por los alimentos en seres humanos, lo que resulta en pérdidas económicas y sanitarias (Komba, et al, 2012). Aunque los músculos de animales sanos no contienen microorganismos, los tejidos de la carne se contaminan durante las diversas etapas de sacrificio y transporte (Ahmad, et al, 2013) Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA's) por la contaminación de los alimentos, especialmente en productos animales como la carne de animales o subproductos contaminados con bacterias patógenas. (Guerra, de Almeida, & & Willingham, 2016).

En Colombia, se han determinado los principales microorganismos de importancia en la contaminación de los productos cárnicos destinados al consumo humano, debido a que estos están clasificados como productos da alto grado de contaminación debido a su alta actividad de agua, poco grado de Acidez y alto contenido proteico (Chavarrias, 2016); estos microorganismos son clasificados importantes por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de

Salud y Protección social (Res. 2690 de 2015) Instituto Colombiano de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos, INVIMA y el Instituto Colombiano de Normas Técnicas Colombianas, ICONTEC (Normas Tecnicas Colombianas, ICONTEC, 2008) Los principales microorganismos de importancia en Colombia son: Aerobios mesofilos, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.*, *Escherichia coli* O157:H7, Esporas *Clostridium* sulfito reductor, Coliformes.

### **5.1 Aerobios Mesofilos.**

Son bacterias cuya temperatura óptima varía de 30° a 37°C y utilizan oxígeno para su metabolismo. En el recuento de microorganismos aerobios mesófilos se estima la densidad total de microorganismos sin especificar presentes en un producto. Esta determinación refleja la calidad sanitaria de los productos analizados y las condiciones higiénicas de la materia prima. Excepto en productos que se elaboran por fermentación o productos que requieren procesos de maduración puesto que estos presentan altos recuentos microbianos, varios autores (Menéndez R. , 2012; Sanchez, 2004) aseguran que la presencia de los mesofilos en los productos madurados son indicadores favorables puesto que ayudan al proceso de caracterización organoléptica. Sin embargo es poco aconsejable para la mayor parte de los alimentos. En general, el recuento de la microbiota aerobia mesófila es una prueba para conocer las condiciones de sanitarias de algunos alimentos y su vida útil. (Guidi, León, Fernández, & Gottret, 2015)

### **5.2 Coliformes totales**

Los denominados microorganismos indicadores de la calidad microbiana o indicadores de la durabilidad, son organismos, o productos metabólicos de éstos, cuya presencia en determinados

niveles en los alimentos se utiliza para evaluar la calidad del alimento o para predecir la durabilidad del mismo (Vázquez, O'Neill, & Legnani, 2013).

Las bacterias clasificadas como Coliformes totales comprenden una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, Gram negativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa a través de la producción de la enzima  $\beta$ -galactosidasa (Castillo, Leyva, Cruz, & Santos, 2009) y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C (Salcedo, 2014).

Este grupo está conformado por la familia *Enterobacteriaceae* compuesto por 4 géneros principales: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. (Camacho, Giles, & Ortegón, 2009) Sin embargo el grupo más heterogéneo también incluye géneros como *Serratia*, *Hafnia*, *Salmonella*, *Proteus* (Sousa, 2006).

Se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, se los puede encontrar en el agua, el suelo y los vegetales, y forman parte de la flora intestinal de los seres humanos y de los animales de sangre caliente y fría (Ortega, et al, 2017). Los Coliformes pueden proliferar en gran cantidad de alimentos, en agua y productos lácteos. Pueden ser fácilmente destruidos por el calor utilizado en las diversas etapas de elaboración (Pierson, Zink, & Smoot, 2007).

Uno de los principales géneros pertenecientes a los Coliformes totales son los Coliformes fecales o bacterias termotolerantes, están presentes en gran medida en las heces de los animales (Cabrera & García, 2006).

### **5.2.1 Coliformes fecales.**

El grupo de Coliformes fecales o bacterias termotolerantes, está constituido por bacterias Gram-negativas capaces de fermentar la lactosa con producción de gas (CO<sub>2</sub>) a las 48 h. de incubación a 45 °C. Este grupo no incluye una especie determinada, sin embargo la especie más

representativa de este grupo es *Escherichia coli*. La demostración y el recuento de organismos Coliformes, puede realizarse mediante el empleo de medios de cultivo líquidos y sólidos con características selectivas y diferenciales (Camacho, Giles, & Ortegón, 2009).

Los Coliformes fecales también denominados termotolerantes y siendo esta la mejor y más acertada definición debido a su capacidad de soportar temperaturas más elevadas, tienen la capacidad de reproducirse fuera del intestino de los animales homeotermos debido a la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, etc. Algunos géneros son específicos en medios líquidos como aguas con residuos vegetales. También pueden reproducirse en las biopelículas que se forman en las tuberías de distribución de agua potable. Por estas razones y por la existencia de bacterias que responden a la definición de Coliformes que no son de origen fecal y que incluso pueden ser lactosa-negativas (apareciendo como positivas si se aplica la prueba de  $\beta$ -galactosidasa), el grupo de los Coliformes totales tiene actualmente poca utilidad como indicador de contaminación fecal (Campos & Depuración, 2003).

La *Escherichia coli* y algunas cepas de *Enterobacter* y *Klebsiella* son las principales bacterias representantes de los Coliformes fecales; se ha logrado identificar que los Coliformes termotolerantes aislados del agua y alimentos son el *Escherichia coli* del intestino, sin embargo los entornos ricos en nutrientes pueden aumentar el crecimiento o la presencia continua de Coliformes termotolerantes distintos de *E. coli* (Bartram & Ballance, 1996).

La vía de contaminación puede ser compleja y es dada por la relación entre humanos, animales y el ecosistema. La epidemiología de cada variedad es diferente según el reservorio de la infección, niveles de sanidad e higiene en la comunidad y sistemas de producción agrícola y de los alimentos. La prevención y control tiene que ser enfocada a la producción animal y toda la cadena productiva de los alimentos. Éstos incluyen la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas

(BPA), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Buenas Prácticas de Higiene (BPH) y Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC), desde la granja hasta llegar al consumidor (FAO, 2010).

### **5.3 *Salmonella* spp en alimentos.**

*Salmonella* es un género de bacterias, perteneciente a la familia *Enterobacteriaceae*, presentan una morfología en forma de bacilo, no esporuladas, con la capacidad de desplazamiento gracias a la disposición de flagelos peritricos. Son bacterias Gram-negativas, de metabolismo anaerobio facultativo, que reducen los nitratos a nitritos y que fermentan la glucosa produciendo ácido y gas (Odumeru & León Velarde, 2012). Son citocromo-oxidasa negativas y normalmente catalasa positivas. Son ureasa negativas, lisina descarboxilasa negativas y la prueba del indol es negativa (Robledo, 2015)

Tienen la capacidad de sobrevivir en ambientes variados, sobreviven a la refrigeración y congelación y mueren a temperaturas mayores de 70°C. El serotipo de *Salmonella* está determinado por los siguientes tres tipos de antígenos: el antígeno somático (O), el antígeno flagelar (H) y el antígeno viral (Vi). Los antígenos somáticos son lipopolisacáridos componentes de la pared celular y se han identificado 60 antígenos diferentes. Los antígenos flagelares son proteínas localizadas en el flagelo móvil. El antígeno viral es un polisacárido termolábil localizado en la cápsula (Anmat, Federal, 2011)

#### **5.3.1 Clasificación taxonómica.**

Dentro de la clasificación taxonómica, actualmente se describen dos especies: *S. entérica* y *S. bongori*, donde la primera siendo la de mayor distribución se divide en 6 subespecies (Tabla 3) (Robledo, 2015). Así mismo *salmonella* cuenta con serotipos determinados clasificados como; A, B, C, D, E (Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de la Salud Carlos III., 2015).

**Tabla 3.** Especies, subespecies, serotipos y hábitat usual de Salmonella según la clasificación de Kauffman-White Extraído de (Gonzalez, Soto, Hernández, & Villareal, 2014)

<b>Especie y subespecie de Salmonella.</b>	<b>Numero de serotipos determinados de la especie.</b>	<b>Reservorio.</b>
<i>Salmonella entérica.</i>	<b>2557</b>	Humanos y animales de sangre caliente
<i>S. entérica</i> (I)	1531	Animales de sangre fría y medio ambiente.
<i>S. salamae</i> (II)	505	Animales de sangre fría y medio ambiente.
<i>S. arizonae</i> (III)	99	Animales de sangre fría y medio ambiente.
<i>S. diarizonae</i> (IV)	336	Animales de sangre fría y medio ambiente.
<i>S. houtenae</i> (V)	73	Animales de sangre fría y medio ambiente.
<i>S. indica</i> (VI)	13	Animales de sangre fría y medio ambiente.
<i>Salmonella bongori.</i>	<b>22</b>	Animales de sangre fría y medio ambiente.

### 5.3.2 Salmonelosis

La salmonelosis es una enfermedad de distribución mundial con la capacidad de transmitirse de animales a humanos (zoonótica). La vía de transmisión es oral-fecal por medio de los alimentos y agua contaminada con heces humanas o animales, y por contacto directo de persona a persona. Desde el punto de vista epidemiológico, puede manifestarse como casos esporádicos o brotes con un número variable de afectados (Cetinkaya, et al, 2008).

La salmonelosis se puede presentar como una enfermedad no sistémica o gastroenteritis que se caracteriza por un período de incubación de 12 a 72 horas. Puede manifestarse en forma aguda con fiebre ligera náuseas, vómitos, dolor abdominal y diarrea durante unos días o una semana (Elika, 2013). Esta enfermedad tiene una variedad de sintomatología desde mínimos malestares hasta secuelas crónicas (síntomas de artritis que pueden aparecer 3 a 4 semanas después de los

síntomas agudos) (Jiménez, Muñoz, Doblas, Delgado, & Torre, 2010). Otra manifestación clínica de la enfermedad es fiebre entérica o fiebres tifoidea y paratifoidea, con una incubación de entre 3 y 56 días y síntomas de fiebre, dolor de cabeza, dolores abdominal, constipación, manchas en el cuerpo, infección del flujo biliar, hemorragias provocadas por úlceras y perforación del intestino causando peritonitis (Anmat, Federal, 2011). La patología ligada a *Salmonella* agrupa un conjunto de manifestaciones bajo dos aspectos esenciales: - Fiebres entéricas que engloban principalmente las fiebres tifoideas, causadas por *Salmonella typhi* y las fiebres paratifoideas, causadas por *Salmonella paratyphi* A, B o C y que suelen ser menos agresivas que las primeras. Y la Gastroenteritis que puede estar causada por muchos serotipos, siendo los más comunes en las fiebres no tifoideas *Salmonella typhimurium* y *Salmonella enteritidis* (Robledo, 2015).

La infección gastrointestinal inicial causa una enteritis de corta duración, a menudo asintomática, y hay penetración de la mucosa intestinal en macrófagos subyacentes y tejido linfoide. Las bacterias se trasladan inicialmente desde el intestino en la linfa y sobreviven y se multiplican en una localización intracelular en los folículos linfoides intestinales, los ganglios linfáticos mesentéricos y el tejido retículo endotelial (hígado y bazo). Se establece una infección sistémica establecida con bacteriemia y fiebre a los 8 días de la infección, acompañada de propagación hematológica (Espinales, 2012). La infección de la médula ósea es intracelular y más intensa que en la sangre durante esta etapa de la infección humana. La bilis probablemente se infecta a través de canales hepáticos o por propagación hematológica, conduciendo a una infección secundaria de la luz del intestino delgado, que se enfoca en los parches de Peyers. La intensa replicación local, la inflamación y la necrosis conducen a las bien descritas complicaciones posteriores de la hemorragia del intestino delgado o perforación. (Gordon, 2008)

### **5.3.3 Reservorio.**

La bacteria *Salmonella spp* es huésped en el tracto intestinal de animales sanos, principalmente, aves de corral, ganado vacuno y porcino, y animales domésticos sin provocar problemas para su salud. En el medio ambiente (heces), esta bacteria sobrevive durante mucho tiempo debido a su gran resistencia a la baja actividad de agua. Asimismo, puede permanecer viable en productos ricos en proteínas y grasas (Elika, 2013).

### **5.3.4 Prevención.**

En las explotaciones, durante el sacrificio y la transformación de los alimentos, es importante aplicar las buenas prácticas de higiene y los sistemas de autocontrol basados en el Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC). La prevención exige medidas de control en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción hasta la transformación de alimentos, tanto en establecimientos comerciales como en los hogares (Borie, et al, 2008).

Los sistemas nacionales y regionales de vigilancia sobre las enfermedades de transmisión alimentaria son medios importantes para determinar y seguir de cerca la situación relativa a esas enfermedades y para detectar tempranamente la salmonelosis y otras infecciones intestinales y darles respuesta con el fin de impedir su ulterior propagación (OMS, 2016).

## **5.4 *Escherichia coli* 0157: H7 en alimentos.**

*Escherichia coli* es un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo de la familia *Enterobacteriaceae* que fermentan la glucosa y la lactosa. Generalmente las cepas de *E. coli* son móviles, sin embargo existen cepas inmóviles. La mayoría de las cepas pueden ser móviles e inmóviles. Presentan fimbrias o pili, que son de gran importancia para la adherencia a las superficies mucosas del hospedero, y pueden ser móviles o inmóviles (Croxen y col., 2013).

Aunque *E. coli* es una bacteria presente en la microflora de humanos y animales, existen grupos patogénicos causantes de diarrea y se les conoce como *E. coli* diaerrogénicas (DEC, por sus siglas en ingles). Clasificadas por sus factores de virulencia y características fenotípicas se han clasificado en seis grupos patogénicos: *E. coli* enteropatogénica (EPEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC), *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC) y productoras de toxinas Shiga (STEC). Estas últimas incluyen el subgrupo enterohemorrágico (EHEC) (Heredia, Davila, Solis, & Garcia, 2014; University Oregon State, 2014) siendo el principal grupo patógeno emergente en relación con la salud pública por ser la causante de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS) en el mundo y por estar asociada a cuadros clínicos que pueden cursar una diarrea sin presencia de sangre hasta una colitis hemorrágica (CH) (Anaya, Medina, Ugarriza, & Gutiérrez, 2013).

Los síntomas de la enfermedad depende del tipo de *E. coli* presente. La *E. coli* O157:H7 es considerada una de las bacterias más patológicas encontrada en los alimentos y ha sido asociada a la ingestión de carnes y productos cárnicos contaminados (Espinales, 2012).

El serotipo O157:H7 es una rara variedad de *E. coli* que produce grandes cantidades de una o más potentes toxinas que causan daños a la mucosa intestinal severos. Estas toxinas (verotoxina) están muy relacionadas o son idénticas a las toxinas que produce la *Shigella dysenteriae* (Ministerio Salud Publica, Cuba, 2006). La *E. coli* O157:H7 puede sobrevivir en ambientes ácidos que son letales para otros organismos patógenos, tales como alimentos fermentados como salchichas y quesos. El tiempo de supervivencia de estos organismos es mayor a temperaturas de refrigeración (3°C- 6°C) que a temperatura ambiente (Ministerio Salud Publica, Cuba, 2006).

#### **5.4.1 Reservorio.**

Esta bacteria es clasificada como el principal factor de riesgo de transmisión a través del consumo de alimentos pocos cocidos, debido a la deficiencia en las condiciones higiénico-sanitarias durante el proceso de producción, contaminación cruzada durante la preparación, almacenamiento y consumo. El ganado bovino y ovino es un importante reservorio para *E. coli* O157 y no-O157 productoras de toxinas shiga (STEC), formando parte de su flora nativa intestinal, por lo que se pueden contaminar las canales con heces y el contacto con la piel si no se cuentan con cuidados adecuados (Jimenez & Leon, 2009).

#### **5.4.2 Prevención.**

Para prevenir la infección hay que aplicar medidas de control en todas las etapas de la cadena alimentaria, desde la producción agropecuaria en la granja hasta la elaboración, fabricación y transformación de un producto (OMS, 2016). La prevención va de la mano con las condiciones críticas de las producciones debido a que esta transmisión se da a través de las heces de los animales (Hessel, 2015; Valero, et al, 2016).

#### **5.5 *Listeria monocytogenes* en alimentos.**

*Listeria monocytogenes* es una bacteria Gram positiva anaerobia facultativa, no esporulada y aislada en cadenas cortas, se hospeda intracelularmente, logrando causar infecciones invasivas muy graves en el hombre y los animales, tiene la capacidad de sobrevivir en superficies y estructuras, y adaptándose rápidamente al cambio de condiciones en el ambiente debido a que es capaz de sobrevivir a temperaturas extremas de 1°C y 45°C, lo que explica su gran capacidad para la transmisión (Schöbitz, Ciampiy, & Nahuelquin, 2009). Otras especies de *Listeria* como *Listeria ivanovii*, *Listeria seeligeri*, *Listeria welshimeri*, *Listeria grayi*, *Listeria innocua* y *Listeria monocytogenes* (Colon, 2015). La gran mayoría de las infecciones por *L. monocytogenes* se debe a los serotipos 1a, 1b y 4b, siendo el serotipo 4b el más numeroso en brotes (Artola &

Herrejón, 2010). *Listeria monocytogenes* es un microorganismo que se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente, especialmente en los alimentos, es un potente contaminante en las plantas procesadores de alimentos ya que es capaz de sobrevivir a diferentes rangos de pH entre 5.6 a 9.6 (Colon, 2015); así mismo tienen la capacidad de sobrevivir ante agentes bactericidas como NaCl y el nitrito (Rojas, 2007).

### 5.5.1 Listeriosis.

La Listeriosis es una enfermedad de origen alimentario debido a que se transmite por el consumo de productos contaminados y es clasificada como zoonótica (Noriega, 2008). Por lo general, esta bacteria puede causar gastroenteritis con fiebre, dolor de cabeza, malestar estomacal y vómitos pero sin mayor repercusión en adultos sanos. Aproximadamente 24 horas después de la ingesta del alimento contaminado cualquier persona puede contraer la enfermedad pero afecta de forma más severa a personas con el sistema inmunológico debilitado. La Listeriosis es una enfermedad infrecuente pero seria, de elevada tasa de mortalidad (20-30%) en sectores poblacionales de elevada susceptibilidad, comparada a la de otras toxiinfecciones alimentarias (Elika, 2013). La presentación clínica más característica de la *listeria* es:

**Meningoencefalitis:** Producida solo por *Listeria monocytogenes* y se trata de la presentación más frecuente de la Listeriosis en humanos adultos y ganado ovino. En el hombre se instaura en forma de meningitis o meningoencefalitis, acompañada de síntomas como fiebre, ataxia, depresión y estado mental alterado, y que puede llegar al coma y la muerte si no es tratada (Artola & Herrejón, 2010). La afectación cerebral es caprichosa, supra o infratentorial, difusa o localizada formando abscesos. La infección del sistema nervioso central, en general, es menos frecuente en las gestantes y los pacientes con tumores hematológicos o con trasplante de médula (Artigao, López, & Castillo, 2011; Gonzalez B. , 2001).

### **5.5.2 Reservorio.**

Las bacterias del género *Listeria* son bacilos anaerobios facultativos que no forman esporas ni contienen cápsula y son ubicuas, es decir, están ampliamente distribuidas en el medio ambiente presentando gran resistencia (tierra, aguas, materia fecal, vegetación, ensilados y entorno de la producción de alimentos) (Rojas, 2007). La bacteria se encuentra localizada en el intestino de animales y personas que actúan como portadores subclínicos de la misma. También se encuentran en todas las superficies de plantas de transformación de alimentos, por lo que es muy difícil de erradicar en establecimientos de fabricación de productos alimentarios (Elika, 2013).

### **5.5.3 Prevención.**

La industria alimentaria y las agencias de salud pública desempeñan un papel crucial en la prevención de la Listeriosis transmitida por alimentos mediante el desarrollo y puesta en práctica de programas efectivos HACCP y buenas prácticas que permitan reducir la presencia de *Listeria monocytogenes* en todos los puntos críticos durante la producción de alimentos y en la cadena de distribución (desde las producciones hasta los comercios) (OIE, 2008; Elika, 2013).

## **5.6 Clostridios sulfitos reductores en Alimentos.**

Bacterias Gram-positivas, bacilos anaeróbicos, formadores de esporas que están ampliamente distribuidos en el ambiente, habitualmente se encuentran en el suelo y en el tracto gastrointestinal de los humanos y otros mamíferos de sangre caliente. (Departamento del meta, 2016) Tienen la capacidad de reducir el sulfito a sulfuro (Lund & Peck, 2015).

*Clostridium* cuenta como una gran cantidad de especies, sin embargo las principales especies de intereses asociadas al consumo de alimentos y toxiinfecciones alimentarias son: *Clostridium*

*botulinum* cuya toxina afecta al sistema nervioso, produciendo la enfermedad del Botulismo; y *Clostridium perfringens* cuya enterotoxina afecta al sistema digestivo (Elika, 2013).

### **5.6.1 *Clostridium botulinum.***

Los brotes de *Clostridium botulinum* se han asociado al consumo de productos conservados principalmente de origen artesanal. Así mismo, las carnes curadas o fermentadas, el pescado con tratamientos leves de conservación (ahumado en frío y productos envasados al vacío), las semiconservas vegetales y las especias han tenido presencia de este microorganismo patógeno (Elika, 2013).

El botulismo de origen alimentario es causado por el consumo de alimentos contaminados con una potente neurotóxina, previamente formada en los alimentos contaminados, presentando los síntomas característicos del botulismo unas horas después hasta unos días después del contagio. El *C. botulinum* puede dividirse en 4 subgrupos de acuerdo a sus características serológicas (I, II, III y IV) (Espinales, 2012). Las células vegetativas de *C. botulinum* son rápidamente destruidas a temperaturas de pasteurización y cocción. Las esporas de *C. botulinum* son tolerantes a temperaturas elevadas, al frío y capaces de sobrevivir por tiempo indeterminado en alimentos refrigerados y/o congelados (Rodloff & Krüger, 2012). Los desinfectantes usados con frecuencia en la industria de alimentos, como el peróxido de hidrógeno, soluciones de cloro y de yodo, son eficaces en su destrucción, siendo el efecto del cloro más marcado a pH 3,5 en comparación con valores neutros o alcalinos de pH (Analiza Calidad, 2010).

### **5.6.2 *Clostridium perfringens***

*Clostridium perfringens* está presente en el agua, suelo y alimentos. Produce entero-toxinas, con cuatro serotipos distintos (A, B, C y D). La enfermedad provocada por esta bacteria se da por la producción de enterotixinas de células vegetativas del serotipo C (es rara y está asociada a la

enteritis necrótica) y por las células vegetativas de serotipo A (frecuentemente involucrada en infecciones tóxicas de los alimentos) (Espinales, 2012). La intoxicación alimentaria por *C. perfringens* es generalmente una enfermedad autolimitante, no febril, que se manifiesta por síntomas como náuseas, dolor abdominal, diarrea y vómito; y se expresan de 8 a 24 horas después de la ingestión del alimento que contenía al microbio en su forma vegetativa: la dosis infectiva ha sido calculada en 1000000-100000000 ufc por gramo de alimento (Salinas, Valles, Sevilla, & Huamán, 2013)

La alta velocidad de división celular de *C. perfringens* (tiempo generacional  $\leq 10$  minutos) le permite alcanzar altas concentraciones en poco tiempo, con una temperatura de crecimiento óptima entre 43-45°C. A pesar de que las células vegetativas mueren a 60°C, las esporas de cepas termoresistentes pueden soportar temperaturas elevadas hasta de 100°C (Anmat, 2013; Grass, Gould, & Mahon, 2013).

### **5.6.3 Prevención.**

En las explotaciones y durante el sacrificio es importante aplicar las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas higiénicas (BPH) que contribuyen a reducir el número de *Clostridium* mediante la minimización de la contaminación con tierra y excrementos de animales. Así mismo, es importante durante la transformación de los alimentos cumplir con los criterios microbiológicos de las materias primas y los sistemas de autocontrol basados en el Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC) (Elika, 2013).

### **5.7 *Staphylococcus aureus* en alimentos.**

Los estafilococos son bacterias anaerobias facultativas, que se reproducen y duplican con mayor frecuencia en presencia de O<sub>2</sub>. No poseen flagelo ni cilios, por lo cual son incapaces de moverse por sí mismos. La temperatura ideal para su multiplicación es de 37°C, misma del cuerpo

humano (Podpečan, Pengov, & Vadnjal, 2007). El *S. aureus* se destaca por ser uno de los principales microorganismos involucrados en la contaminación de alimentos y por ende la intoxicación alimentaria, en donde los manipuladores de alimentos juegan un papel primordial debido a que son los principales contaminadores (Espinales, 2012). La infección alimentaria se debe a la ingestión de alimentos contaminados con toxinas del microorganismo, esta infección causa problemas en la salud del consumidor ya que causa síntomas como vómito, dolor abdominal, cólicos y diarrea principalmente. (Cervantes, Garcia, & Salazar, 2014)

Según Letelier, (2015) este microorganismo se caracteriza por su gran resistencia al cloruro de sodio. Otro de los aspectos que resalta es que los seres humanos son el principal portador de esta bacteria y que es una causa común de gastroenteritis.

Esta bacteria no es competitiva con otros microorganismos, por eso, difícilmente, se desarrolla o produce toxinas en alimentos crudos, sin embargo, es muy resistente al proceso de congelación y descongelación, sobreviviendo en alimentos con temperaturas inferiores a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Hay que prestar especial atención en alimentos salados, ya que, se puede desarrollar en medios con concentraciones de hasta 15% de NaCl. Entonces, al salar un alimento, se disminuyen cantidades de microorganismo que pueden ser rigurosos para la salud, pero a la vez, estos al no competir más con el *S. aureus*, facilitan su multiplicación (Baptista, et al, 2015).

*S. aureus* tiene un amplio repertorio de enfermedades, que van desde infecciones cutáneas relativamente benignas, tales como foliculitis, forunculosis o conjuntivitis, hasta enfermedades de riesgo crítico, como celulitis, abscesos profundos, osteomielitis, meningitis, sepsis, endocarditis o neumonía (Crago, et al, 2012). Además, también puede afectar el sistema gastrointestinal, ya sea por presencia física de *Staphylococcus aureus* o por la ingesta de la enterotoxina estafilocócica secretada por la bacteria (Quispe, 2014).

### **5.7.1 Reservorio.**

*Staphylococcus aureus* es una bacteria ampliamente distribuida encontrándose en la piel, cabello, fosas nasales y garganta muy resistente en el medio ambiente y detectada en superficies utilizadas para la industria alimentaria, pero su principal reservorio son los animales y humanos, (CDPH, 2015). Pueden transmitirse a una gran cantidad de alimentos, principalmente alimentos derivados de animales (leche, carne y huevos y los productos derivados) y alimentos consumidos en crudo (frutas, verduras, etc.) (Elika, 2013; DATABiO, 2012; Rodríguez, Caldas, & Ogeerally, 2009; Kopper, et al, 2009).

### **5.7.2 Prevención.**

Durante toda la cadena productiva hasta el sacrificio es importante aplicar las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas higiénicas (BPH) que contribuyen a reducir el número de *Staphylococcus*. Durante la transformación de los alimentos, hay que evitar el uso de materias primas que puedan ser contaminadas con *S. aureus* y una de esas maneras es implementando en las industrias manuales de buenas prácticas de manufactura (BPM) (Ministerio de Salud y Protección Social, 2010) Por lo tanto, es importante cumplir con los criterios microbiológicos de las materias primas y los productos finalizados aptos para el consumo (Elika, 2013; Hygreeva, Pandey, & Radhakrishna, 2014).

## **6 CONCEPTO BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA (BPM)**

Las Buenas Prácticas de Manufactura son un compendio de principios y recomendaciones técnicas que se aplican en el procesamiento de alimentos para garantizar su inocuidad y su aptitud, y para evitar su adulteración y permitir su debida comercialización sin causar daño

alguno al consumidor. También se les conoce como las “Buenas Prácticas de Elaboración” (BPE) o las “Buenas Prácticas de Fabricación” (BPF) (Díaz & Uria, 2009).

Durante el procesamiento de transformación y alteración de la carne existen diferentes factores que pueden ser causa de contaminación accidental o inducida, pueden ser físicos, químicos o microbiológicos; la materia prima cárnica, es un gran nutriente para toda clase de microorganismos debido a las condiciones que les proporciona, con un pH cercano a la neutralidad; es por ello que, desde el momento del sacrificio hasta la llegada del producto al consumidor, deben mantenerse una serie de entornos que impidan el crecimiento de microorganismos patógenos que alteren las características organolépticas y apariencia del producto haciéndolo inaceptable para su consumo y que pueda significar un riesgo para la salud del consumidor (Ramos, Rojas, García, & Serrano, 2008)

Las BPM son imprescindibles para aplicar un Análisis de Riesgo y Puntos de Control, un programa de Gestión de Calidad Total (TQM), o un Sistema de Calidad como las ISO 9000. La base de las buenas prácticas son los principios generales higiénico-sanitario para las materias primas, establecimientos y procesos de elaboración. (Feldman, Teisaire, & Melero, 2002).

## **7 OBJETIVOS**

### **7.1 Objetivo General**

Evaluar la calidad microbiológica en el proceso de elaboración de dos pernils crudo curado y ahumado a partir de piernas de cordero producido a escala de agricultura familiar.

### **7.2 Objetivos Específicos**

- Identificar géneros microbianos asociados a riesgos de importancia alimentaria en el proceso de transformación de carne ovina.
- Analizar el efecto de las sales curantes sobre indicadores microbiológicos de calidad del pernil crudo curado y ahumado.
- Elaborar un manual y una estrategia de capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para la transformación de piernas de cordero en jamón crudo curado y ahumado.

## **8 MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **8.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.**

#### **8.1.1 Población.**

Este estudio hace parte del macro proyecto que se desarrolla en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Departamento de Cundinamarca, el proyecto se denomina: Desarrollo de dos productos cárnicos crudo-curado y ahumado, a partir de jamón de cordero, como mecanismo potencializador de la transformación de la carne ovina. De este proyecto nace la necesidad de realizar la determinación y evaluación microbiológica del producto generándose este trabajo de grado titulado evaluación de la calidad microbiológica en la elaboración de dos perniles crudo-curado y ahumado a partir de piernas de cordero

#### **8.1.2 Muestra.**

La población destinada para esta investigación estuvo conformada por 10 animales machos en promedio de edades de 4 meses, de la raza Dorper y Katahdin con cruces de razas criollas colombianas, proveniente de Girardot (3 animales), Guataquí (4 animales) y Ricaurte (3 animales). Estos animales estuvieron criados en sistemas de producciones artesanales con protocolos rutinarios acordes al enfoque de producción cárnica.

Fueron seleccionados 20 perniles de cordero jóvenes provenientes de los municipios de Girardot, Guataquí y Ricaurte, y fueron divididas en dos tratamientos teniendo en cuenta parámetros como el pH y pesos similares, los tratamientos se muestran a continuación:

- Tratamiento 1: 10 perniles con adición de sales curantes sin humo líquido.
- Tratamiento 2: 10 perniles con adición de sales curantes y humo líquido.



**Ilustración 4.** Selección de perniles de acuerdo a pesos similares, División de perniles en los tratamientos.

Para el análisis microbiológico se realizaron tres muestreos siguiendo los parámetros establecidos por las Normas Técnicas Colombianas 2008: El primer muestreo se realizó en el momento de recepción de la materia prima. Posteriormente los perniles se masajearon con la formulación de aditivos como sales nitrificantes que permiten actuar como reserva de nitrito durante el proceso de curación y participan en el desarrollo de características organolépticas (Fernández, 2016), Cloruro de Sodio que ejerce un efecto bacteriostático en ciertos microorganismos (Oren, 2008), y humo líquido como aditivo de sabor y bactericida (Maldonado, 2010), dependiendo del tratamiento, este proceso tuvo una duración aproximada de 10 minutos por pieza cárnica, luego se refrigeraron por 24 horas a una temperatura de  $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  con una humedad relativa del 95% . Después de las 24 horas los perniles entraron en la etapa de salado, por lo cual, fueron depositados en contenedores plásticos con perforaciones en el fondo para permitir la salida de exudados que se produzcan, las piezas cárnicas fueron puestas sobre una capa de 10 cm de sal de granulo grueso y cubiertas por la misma cantidad de sal, en este periodo permanecieron 0,7 días por kilogramo de peso en esta etapa la temperatura tienen una variación de  $8^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  con una humedad relativa de 89%. Al final de esta etapa se realizó el segundo muestreo microbiológico. A los 90 días fue ejecutado el tercer muestreo momento en el

cual se dio por terminada la etapa de secado y maduración, en esta etapa la variación de temperatura y humedad relativa fue de  $17^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C} - 65\%$ .

Para cada muestreo fueron seleccionados dos perniles aleatoriamente de cada tratamiento. Basándose en la norma NTC 4491 se tomaron aproximadamente 250 gramos de la muestra, provenientes del músculo semimembranoso de las piezas cárnicas. Las muestras se rotularon con la información de cada pernil y fueron transportadas en neveras de icopor a  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  hasta el laboratorio de Morfofisiología animal de la Universidad Nacional de Colombia. La carne de cordero a  $-1^{\circ}\text{C}$  de temperatura tiene un tiempo de duración de 10 a 15 días. Por lo general, en las cámaras frigoríficas modernas la conservación de piezas cárnicas se realiza a una temperatura entre  $-18$  a  $-30^{\circ}\text{C}$ . FAO (2017).

Por lo cual, las muestras tomadas se congelaron a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  para conservarlas por un periodo de tiempo más prolongado y para evitar la proliferación de microflora ambiental. Posteriormente se realizaron los análisis microbiológicos correspondientes.

### **8.1.3 Inoculación de la Muestra**

Para la inoculación de las muestras se utilizaron 250g de las muestras obtenidas; esta cantidad fue dividida en dos fracciones: La primera fracción fueron 11g de muestra y se homogenizaron con golpeteo controlado en 90ml de agua peptonada tamponada durante 2 minutos. Y la segunda fracción se tomaron 25 g de la muestra y se homogenizaron en 225ml de agua peptona da durante dos minutos (Figura 5). Posteriormente se realizaron diluciones en base 10. Dichas diluciones fueron inoculadas en medios selectivos para ensayos microbiológicos para aerobios mesófilos, Coliformes, *Staphylococcus aureus* coagulasa positiva, *Clostridium* sulfito reductor, *Salmonella spp*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* siendo los principales

microorganismos de control sanitario para productos cárnicos crudos madurados en Colombia. NTC 1325 (2008).



**Ilustración 5.** Homogenización de la muestra cárnica a través de golpeteo en medio de enriquecimiento.

## 8.2 CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA

Los análisis microbiológicos se realizaron de acuerdo con las Normas Técnicas Colombianas NTC (2007), descritas por el ICONTEC en: Recuento de Coliformes (NTC 4458), recuento de estafilococos coagulasa positiva (NTC 4779), esporas *Clostridium* sulfito reductor (NTC 4834), Recuento y detección *Salmonella* spp. (NTC 4574), detección de *Listeria monocytogenes* (NTC 4666) adaptada y estandarizada por el laboratorio y Aerobios mesofilos (NTC 4519)

### **8.2.1 Recuento de Coliformes totales (NMP)**

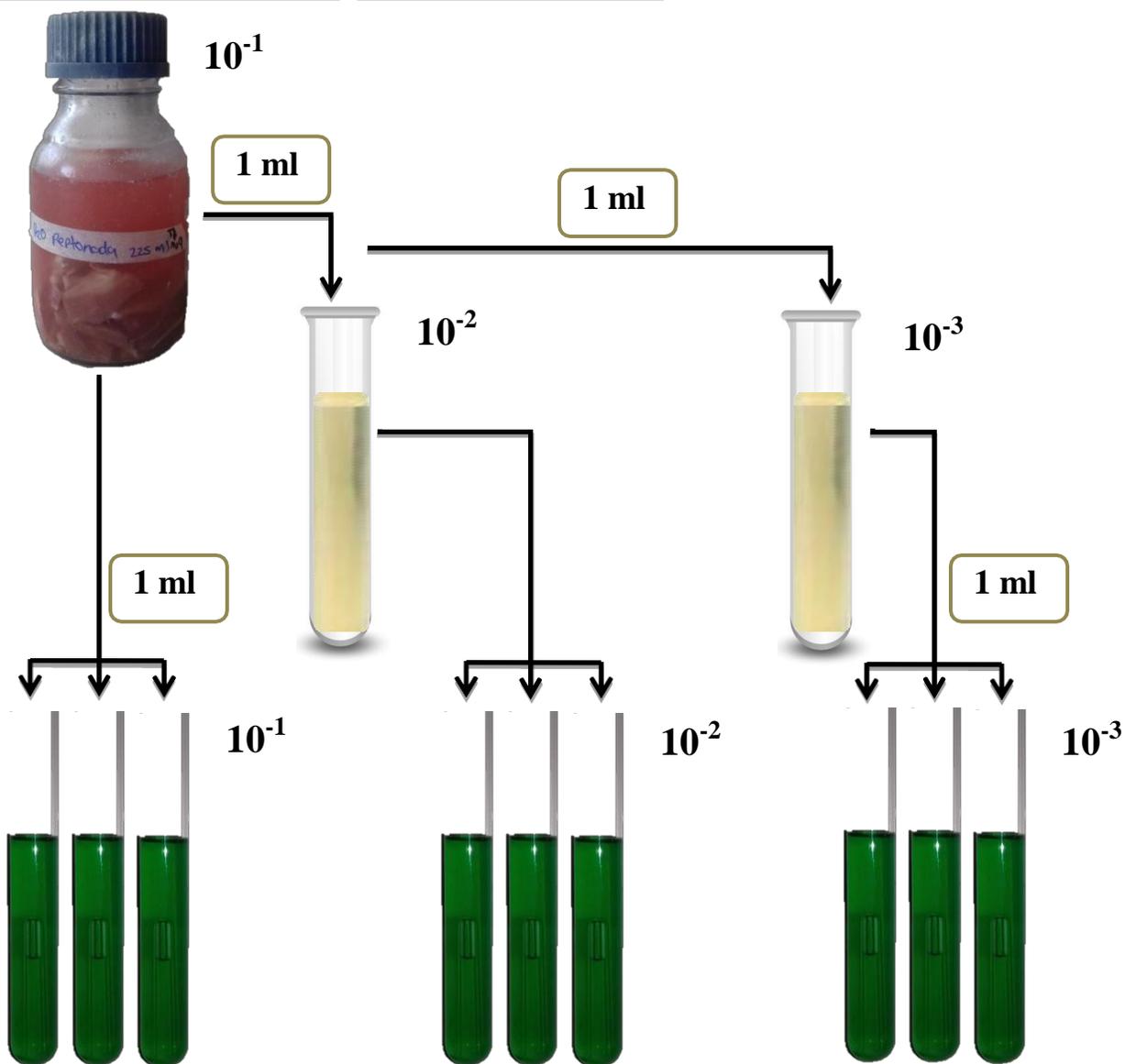
Para la realización del número más probable de Coliformes totales (Figura 1) se realizaron siembras utilizando un medio de cultivo selectivo líquido (caldo lactosa bilis verde brillante LBVB 2%), usando tubos de fermentación y campanas de Durham. Se transfirió 1 ml de cada una de las diluciones en cada tubo por triplicado para cada muestra a evaluar.

Se incubaron los tubos de fermentación a  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 48 h. observar producción de  $\text{CO}_2$ .

### Número más probable (NMP) de Coliformes totales.



Preparación de la muestra 11 g en 90 ml de Agua peptonada denominada dilución principal o dilución madre.



Tubos con campana de Durham.

1

**Figura 1.** Metodología utilizada para la determinación del Numero Más Probable de Coliformes totales y Coliformes Fecales.

### **8.2.2 Recuento de estafilococos coagulasa positiva (NTC 4779)**

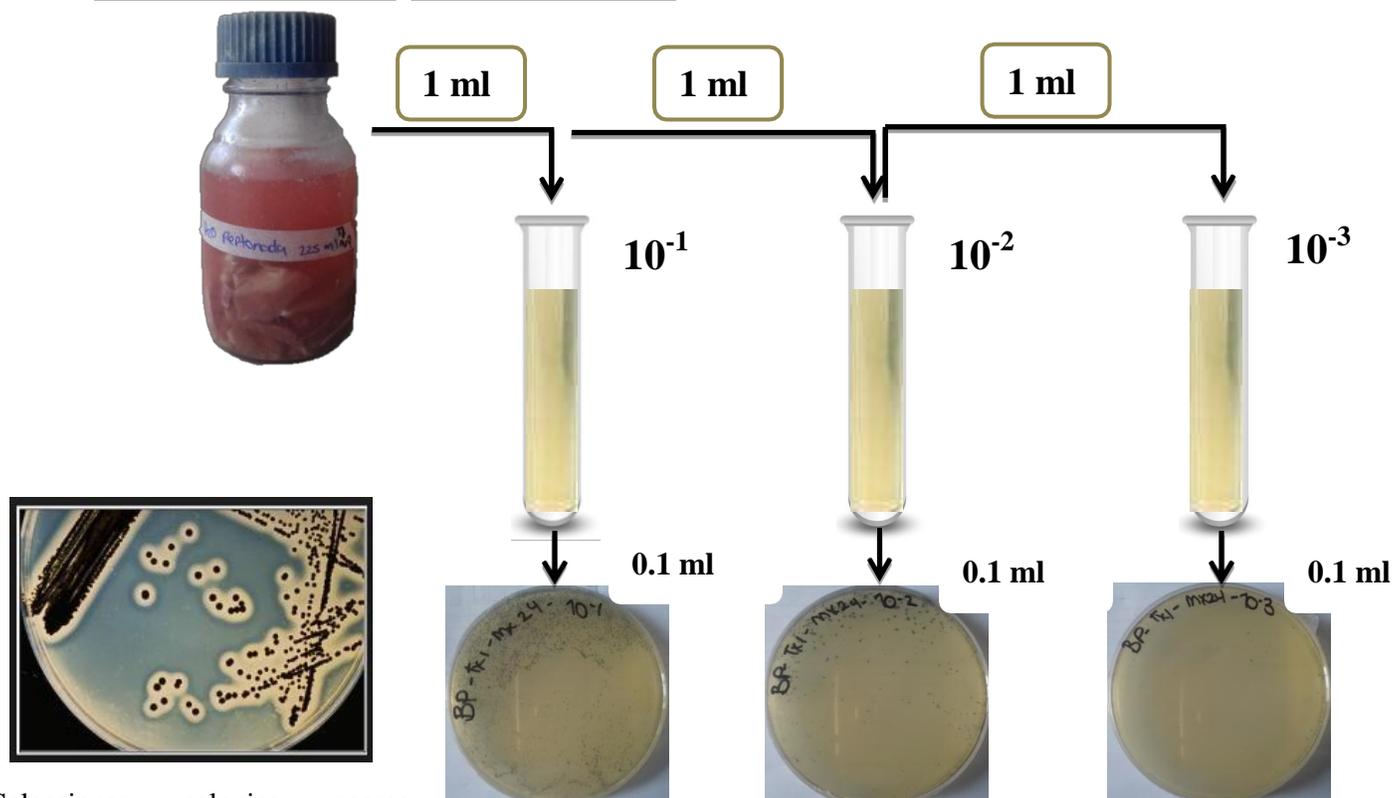
Para la determinación de *Staphylococcus aureus* (Figura 2) se inocularon en la superficie de un medio de cultivo selectivo solido (Medio Agar Baird Parker), usando cajas de Petri por duplicado, una cantidad de 0.1 ml de muestra de ensayo.

Se incubaron las cajas en condiciones aeróbicas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  y se realiza la lectura a las 24h y 48h. Se calcula el número de estafilococos coagulasa-positiva por gramo, de muestra a partir del número de colonias típicas, colonias atípicas o ambas, obtenidas en cajas de los niveles de dilución escogidos de tal forma que de un resultado significativo, y confirmado con el resultado positivo de la prueba de la coagulasa.

### Recuento de *Staphylococcus coagulasa* positiva.



Preparación de la muestra 11 g en 90 ml de Agua peptonada denominada dilución principal o dilución madre.

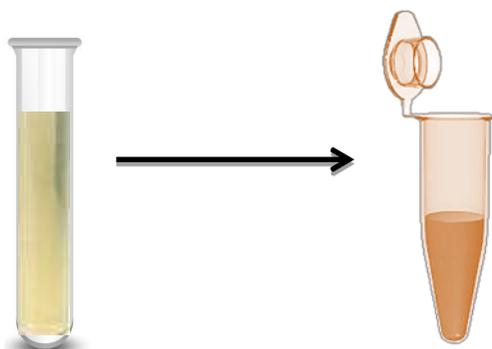


Seleccionar colonias negras brillantes con bordes blancos y zonas claras.

Inocular 0.1 ml de la muestra en Medio selectivo Agar Baird Parker con suplemento de Telurito de potasio.  
Incubar 37°C – 48 horas.

#### PRUEBA DE COAGULASA.

Caldo BHI (5 ml)  
Incubar 35°C- 18-24 horas



0.3 ml de plasma  
Incubar 37°C – 4, 6,24 horas.  
Coagulación de plasma:  
*Staphylococcus coagulasa* (+)

**Figura 2.** Metodología utilizada para el recuento de *Staphylococcus coagulasa* positiva.

### 8.2.3 *Clostridium* sulfito reductor (NTC 4834)

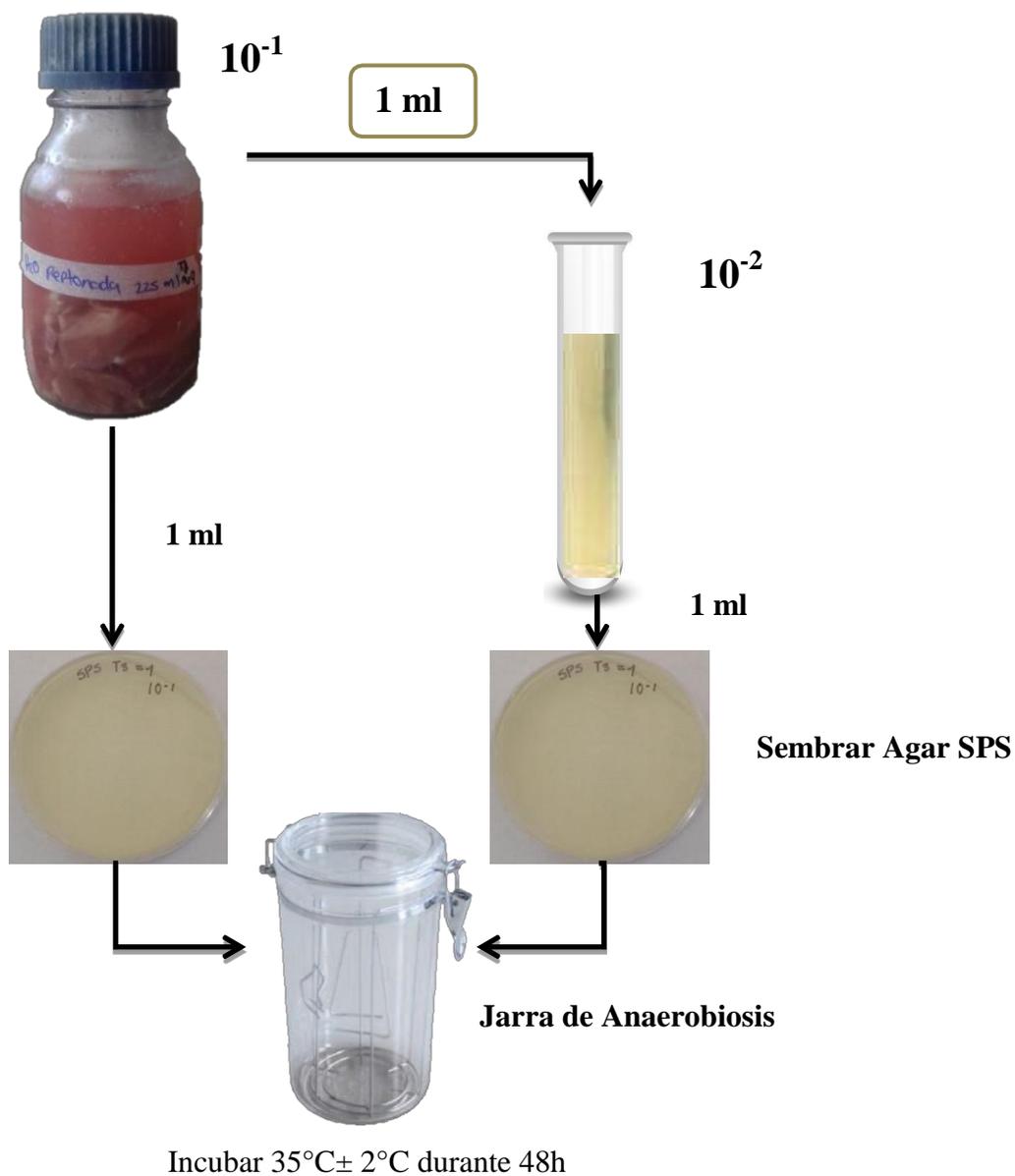
Se inoculo una cantidad de 1 ml de muestra de ensayo en el centro de la caja de Petri, se vertió de 10 a 15 ml del medio selectivo (Agar Sulfito Polimixina Sulfadiazina, SPS), y se dejó solidificar posteriormente se adiciono de nuevo una cubierta del mismo medio (figura 3).

Se incubaron las cajas en medios anaerobios a  $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 48h (Temperatura estandarizada). Se realizó el recuento de las colonias características y se dio la fórmula para el cálculo del número de *Clostridium* sulfito reductor por gramo de muestra y la fórmula para el cálculo del recuento de colonias *Clostridium perfringens* por gramo de muestra.

### Detección *Clostridium* sulfito reductor.



Preparación de la muestra 25 g en 225 ml de Agua peptonada denominada dilución principal o dilución madre.



**Figura 3.** Metodología utilizada para la detección de *Clostridium* sulfito reductor.

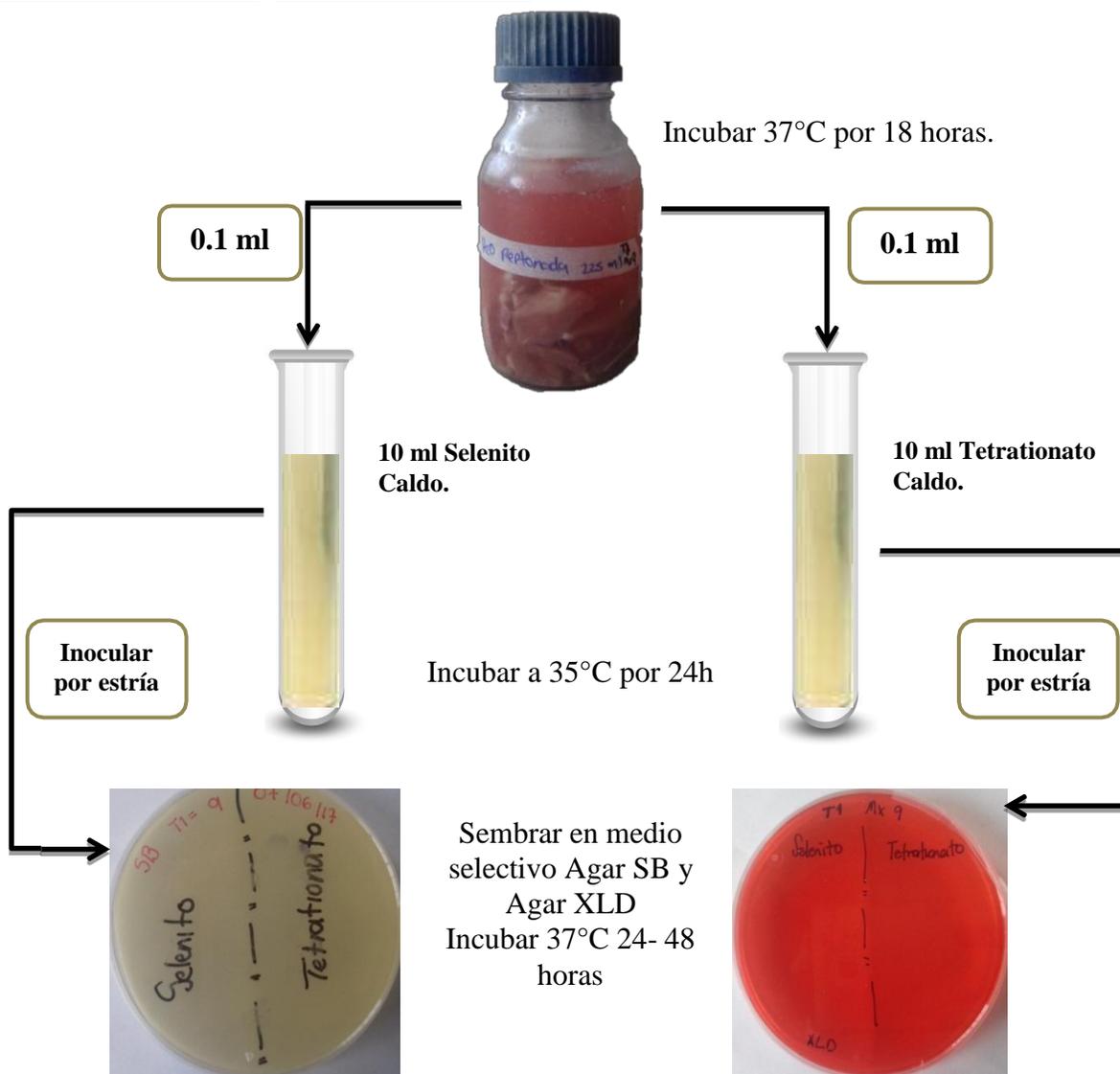
#### **8.2.4 Detección *Salmonella spp.* (NTC 4574)**

Para la detección de *Salmonella spp.* (Figura 4) se inoculó 25 g en 225 ml de solución buferada, agua tamponada o caldo lactosado, se incubó a 37°C por 18 horas. Se transfirió 0.1 ml de la solución de pre enriquecimiento a 10 ml del medio selenito y se incubó a 35°C ± 1°C por 24h ±2h. A partir de los caldos de enriquecimiento líquidos se inoculó dos medios selectivos: Agar XDL y Agar Hektoen los cuales se incubaron a 37°C, se examinó a las 24- 48 horas para verificar la presencia de colonias. De acuerdo a los resultados se indicó la presencia o ausencia de *Salmonella* en una porción por gramo de producto.

### Detección de *Salmonella* spp.



Preparación de la muestra 25 g en 225 ml de Agua peptonada denominada dilución principal o dilución madre.



CONFIRMACIÓN PRUEBAS BIOQUÍMICAS.  
UREA, TSI, VPRM, LIA, MIO.

**Figura 4.** Metodología utilizada para la detección de *Salmonella* spp.

### 8.2.5 Detección de *Listeria monocytogenes* (NTC 4666)

Para la detección de *Salmonella spp.* (Figura 5) se inoculo 1 g de muestra en 9 ml de medio de enriquecimiento selectivo primario (Caldo Fraser ½), se incubo la muestra para ensayo a 30 °C ± 2°C durante 24h.

Del enriquecimiento se aísló 0,1 ml sobre un medio selectivo solido (CHROMagar™ *Listeria*) preparado y auto clavado a 121°C por 15 minutos. Se extendió por método de estriamiento en 1/3 de la placa hasta que se absorbiera el líquido. Se aisló el resto de la placa e incubar a 37°C ± 2°C por 24h ± 2h.

De acuerdo con la interpretación de las colonias típicas, se registró la presencia o ausencia de *Listeria monocytogenes* en la porción ensayada especificando el volumen en gramos de la muestra.

### Detección de *Listeria monocytogenes*



Preparación de la muestra 25 g en 225 ml de Agua peptonada denominada dilución principal o dilución madre.



1 ml



9 ml Caldo Fraser  
(1/2).

Incubar 37°C por 24-  
48 horas.

0.1



CHROMagar™

Observar presencia de colonias típicas

Presencia de

Repicar en otra placa e  
incubar a 37°C por 24 h.



Presencia de *Listeria*

Colonias



Colonias atípicas, Ausencia de *Listeria*

**Figura 5.** Metodología utilizada para la detección de *Listeria monocytogenes*.

### **8.2.6 Recuento en placa de Aerobios Mesofilos (NTC 4519)**

Para la determinación de los microorganismos aerobios mesofilos se utilizó la técnica recuento en placa, a través del medio PCA (Plate count Agar o Conteo en placa) se realizaron siembras de 1ml de la muestra a inocular en diluciones hasta  $10^{-3}$  por duplicado. Estas cajas fueron incubadas a 37°C por 72 horas (Figura 6).

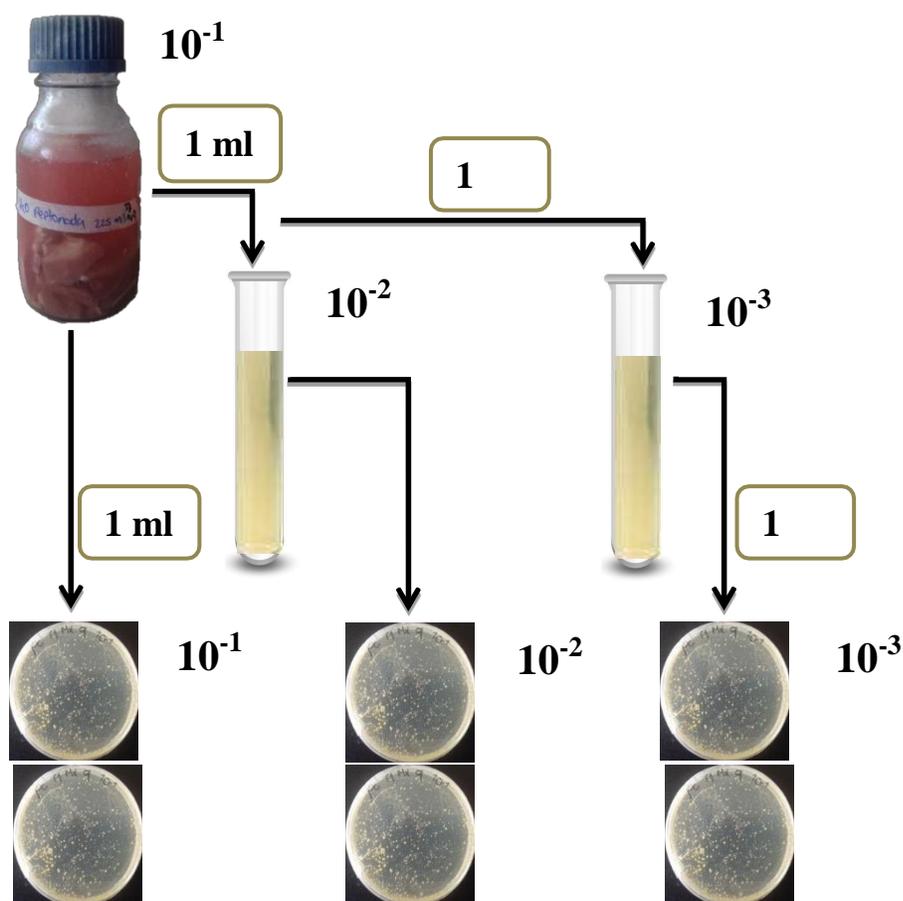
Las colonias invasoras se deben considerar como una sola colonia, si menos de  $\frac{1}{4}$  de la caja está invadida por estas colonias, se cuentan las colonias de la parte no afectada de la caja, si está invadido más de  $\frac{1}{4}$  de la caja se desecha el recuento, Si no hay colonias en la dilución de mayor concentración informar el recuento como menor de 10 UFC/g

Hacer recuentos de las placas entre 30 y 300 colonias.

### Recuento en placa de Aerobios Mesófilos



Preparación de la muestra 11 g en 90 ml de Agua peptonada denominada dilución principal o dilución madre.



**Sembrar Agar PCA (Plate count) por duplicado**

Incubar a  $35^{\circ}\text{C}$  por 72 horas

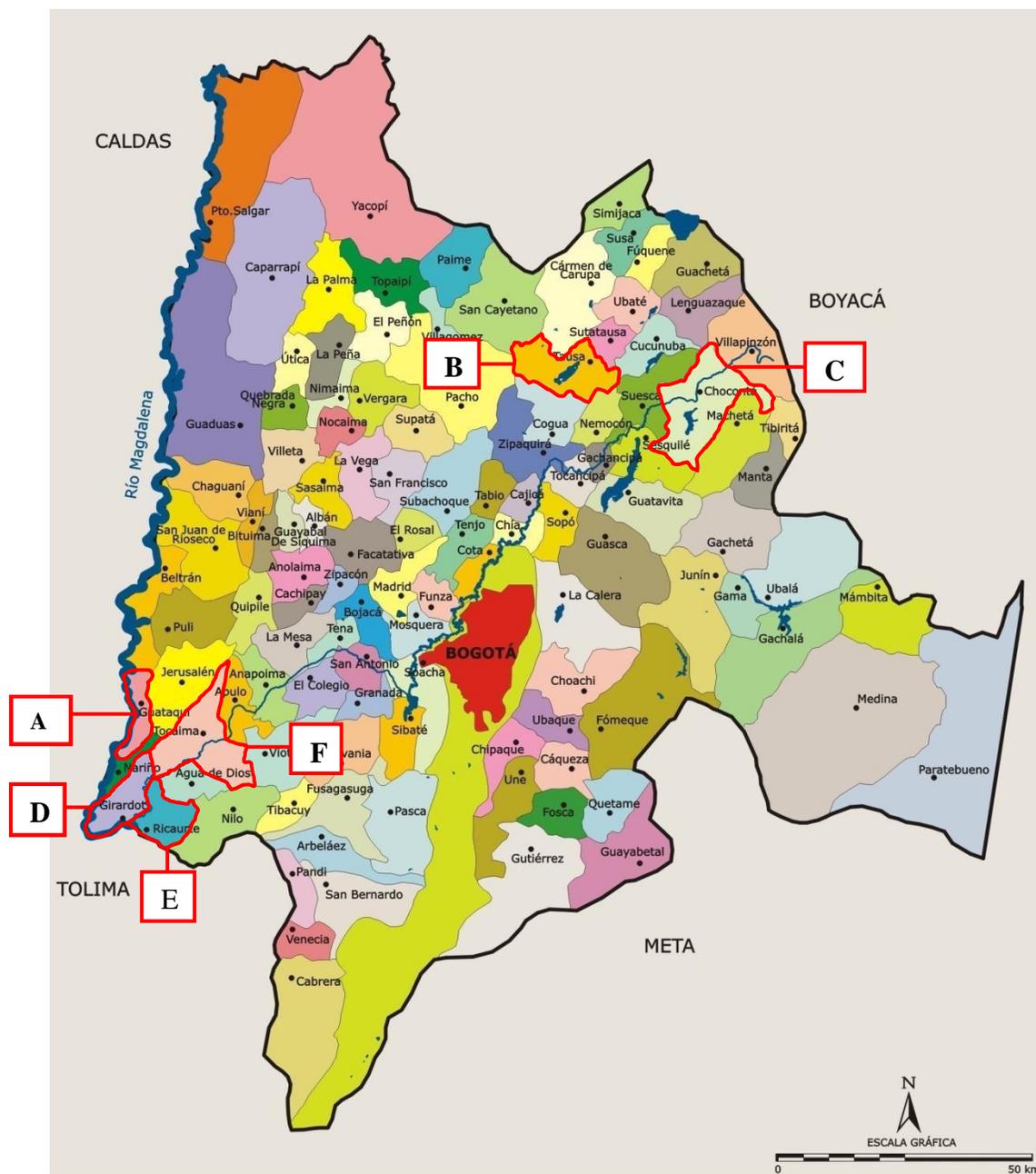
*Figura 6.* Metodología utilizada para el recuento en placa de Aerobios mesófilos.

### **8.3 INVESTIGACIÓN ACCIÓN PARTICIPATIVA**

La acción participativa es un método de investigación que se usó con el fin de permitirle al pequeño productor conocer, apropiarse y hacer uso de la información obtenida en este proyecto. (Cardenas, 2009) Por tal motivo, se realizaron talleres teóricos-prácticos a los productores del sector ovino pertenecientes a los municipios de Guataqui, Tauza, Choconta, Girardot, Ricaurte y Tocaima como herramientas de investigación participativa acerca de la elaboración de jamón crudo curado y ahumado a partir de piernas de cordero teniendo en cuenta las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Se mostraron videos informativos de los procesos de evaluación microbiológica de los productos. Además, se elaboró una cartilla en donde se plasmó las buenas prácticas de Manufactura enfocadas a la manipulación y control de los riesgos microbiológicos.

Las capacitaciones se realizaron en los meses comprendido entre Junio y Noviembre del 2017, en estas capacitaciones se les brindo a los productores y personas cercanas al sector agro la información pertinente para el desarrollo de un producto cárnico crudo curado a partir de pernils de cordero y los riesgos microbiológicos que conllevan las deficientes practicas ejecutadas en el proceso.

Se realizaron las capacitaciones en tres diferentes municipios ubicados en el departamento de Cundinamarca Guataqui, Tausa y Choconta (Figura 7).



**Figura 7.** Localización de los municipios en el departamento de Cundinamarca, (A) Municipio de Guataqui, (B) Municipio de Tausa, (C) Municipio de Choconta, (D) Municipio de Girardot, (E) Municipio de Ricaurte, (F) Municipio de Tocaima.

#### **8.4 DISEÑO ESTADISTICO**

Para conocer el efecto de la sal en los principales microorganismos en donde se logró tener diferencia numérica (NMP Coliformes totales y NMP Coliformes fecales) debido a que las concentraciones de NaCl utilizadas inhibieron el crecimiento de los demás microorganismos; se utilizó el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) por medio del cual se realizó un análisis de correlación bivariada utilizando la prueba de Pearson entre estas dos variables y el nivel de sales curantes expresado en porcentaje.

### **9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **9.1 Evaluación Microbiológica.**

##### **9.1.1 Materia Prima.**

Al realizar el correspondiente análisis de cada microorganismo descrito por la Norma Técnica Colombiana (NTC 1325) de las piezas cárnicas seleccionadas al azar en cada tratamiento y correspondiente a la etapa de Materia prima (carne cruda) se lograron identificar los principales microorganismos indicadores responsables de la contaminación de las piezas cárnicas.

En la tabla 4 se evidencia los resultados correspondientes de cada microorganismo y los rangos adecuados para calificarse como un producto inocuo.

**Tabla 4.** Resultados microbiológicos de la etapa de Materia Prima (Carne cruda)

ANALISIS	METODO	T1	T1	T2	T2	V.R m	V.R M
NMP Coliformes totales /g o ml	NTC 4516	210	120	240	29	< 10	200
NMP Coliformes fecales /g o ml		21	14	9.1	11	<10	< 10
Recuento de mesofilos aerobios UFC/g o ml	NTC 4519	> 300	> 300	> 300	> 300	/	/
<i>Estafilococo coagulasa</i> (+) UFC/g o ml	NTC 4779	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g de muestra	NTC 4574	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> en 25g de muestra	NTC 4666	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Esporas <i>Clostridium sulfito reductor</i>	NTC 4834	<10	<10	<10	<10	< 10	100

**V.R m;** Valor de referencia Índice mínimo permisible para identificar nivel de buena calidad, **V.R M;** Valor de referencia Índice mínimo permisible para identificar nivel aceptable de calidad, **UFC;** Unidades formadoras de colonias.

El análisis de Coliformes totales y fecales en la primera etapa de materia prima (tabla 4) demostró que el NMP de Coliformes fue de 100% con rangos < 200 NMP/g permitidos por la norma (NTC 1325), debido principalmente a las malas prácticas de manipulación y esto unido a que la carne cruda además de ser altamente susceptible a deterioro, también puede constituir un vehículo para la propagación de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) (Heredia, Davila, Solis, & Garcia, 2014).

Durante el sacrificio del animal, todos los órganos y tejidos con carácter comestible pueden estar expuestos a una contaminación por diferentes razones, ya sea una contaminación interna o externa. En animales vivos, las superficies y estructuras en contacto directo con el medio ambiente hospedan una alta variedad de microorganismos, por lo cual una de las razones de contaminación se deriva de la piel del animal o por presencia de heces (Heredia, Davila, Solis, & Garcia, 2014).

Sin embargo, se ha logrado determinar que las carnes procesadas o expuestas a cualquier tipo de transformación son más susceptibles a contaminarse con microorganismos patógenos durante las diferentes etapas de su elaboración (Datta, et al, 2012). Se ha afirmado (Moura, et al, 2006) que una alta presencia de Coliformes en los alimentos representa una alerta roja debido a que representa un problema potencial para la salud pública.

Moura, et al, (2006) afirman que la contaminación de la materia prima por bacterias como Coliformes sucede principalmente por limpieza y sanidad deficiente durante el proceso, manipulación y almacenamiento del producto cárnico. Se afirma también, que la presencia de Coliformes señala problemas que pueden estar ocurriendo en toda la cadena productiva, provocando la contaminación fecal directa o indirecta.

### **9.1.2 Etapa post- Salado y Maduración (Producto Final)**

En la etapa de post-salado como anteriormente se menciona, las piezas cárnicas experimentales entraron en un periodo de salado en donde se les adiciono 0.7 kg/día de NaCl.

La presencia de Coliformes en la etapa post-salado y maduración (tabla. 5) fue reducida drásticamente por los altos niveles de NaCl y concentraciones adecuadas de Sales curantes como: Nitritos ( $\text{NaNO}_2$ ) y Nitratos ( $\text{NaKO}_3$ ) a los que fueron expuestos los perniles disminuyen la carga bacteriana patógena reduciendo la  $a_w$  y evitando el proceso de osmosis de las bacterias confiriéndole condiciones de inocuidad adecuadas al producto para su consumo.

**Tabla 5.** Resultados microbiológicos etapa post-salado.

ANALISIS	METODO	T1	T1	T2	T2	V.R m	V.R M
<b>NMP Coliformes totales /g o ml</b>	NTC 4516	< 3	< 3	< 3	< 3	< 10	200
<b>NMP Coliformes fecales /g o ml</b>		< 3	< 3	< 3	< 3	<10	< 10
<b>Recuento de mesofilos aerobios UFC/g o ml</b>	NTC 4519	> 300	> 300	> 300	> 300	/	/
<b><i>Estafilococo coagulasa (+) UFC/g o ml</i></b>	NTC 4779	<100	<100	<100	<100	<100	<100
<b>Detección de <i>Salmonella sp.</i> en 25 g de muestra</b>	NTC 4574	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Detección de <i>Listeria monocytogenes</i> en 25g de muestra</b>	NTC 4666	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Esporas <i>Clostridium sulfito reductor</i></b>	NTC 4834	<10	<10	<10	<10	< 10	100

**V.R m;** Valor de referencia Índice mínimo permisible para identificar nivel de buena calidad, **V.R M;** Valor de referencia Índice mínimo permisible para identificar nivel aceptable de calidad, **UFC;** Unidades formadoras de colonias.

La presencia de Coliformes en la etapa post-salado y maduración fue reducida drásticamente por los altos niveles de NaCl y concentraciones adecuadas de Sales curantes como: Nitritos ( $\text{NaNO}_2$ ) y Nitratos ( $\text{NaKO}_3$ ) a los que fueron expuestos los perniles.

El recuento de microorganismos aerobios mesofilos es >300 ufc/gesto es debido a la presencia normal de la microbiota que acompaña la elaboración de los productos madurados dicha población bacteriana se han encontrado asociadas a la mejora de las características sensoriales, teniendo un mayor crecimiento principalmente en la etapa de maduración debido a que las condiciones de humedad y temperatura son aptas para el desarrollo de microbiota ambiental, mohos y levaduras que permiten la madurez del producto. Este recuento se vio representado en las etapas finales de post-salado y maduración.

Así mismo, la presencia de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*, Esporas *Clostridium* sulfito reductor y *Staphylococcus aureus* se encontraron ausentes tanto en la materia prima como en las muestras tomadas durante la elaboración del producto.

Los conteos de bacterias Coliformes y fecales estuvieron dentro del rango reportado por (López, Medina, & Jordano, 2004) en salchichas fermentadas secas siendo adecuados por no presentar riesgo para la salud humana. Estos números presentes en este estudio son comunes ya que estos organismos son muy ubicuos y pueden contaminar la carne del tracto digestivo durante el procesamiento de la canal y también de los utensilios durante la fabricación de productos cárnicos (Ferreira, et al, 2007). Las enterobacteriás son sensibles a pH bajo y  $a_w$ , pero también a nitrito (Moretti, et al, 2004) y por lo tanto, sus niveles típicamente disminuyen a lo largo de la maduración. Durante los primeros días del proceso, los conteos pueden permanecer constantes o incluso aumentar ligeramente antes del crecimiento exponencial de bacterias ácido lácticas (BAL) y la consecuente caída del pH, siendo las bajas concentraciones de nitrito un factor favorable (Fernandez, 2016).

### **9.1.3 Efecto de las sales curantes en indicadores microbiológicos.**

#### ***NaCl en la pieza cárnica.***

El análisis del contenido de sales curantes se realizó en las tres diferentes etapas de análisis microbiológicos, (etapa1: Materia prima, etapa 2: Post-salado, etapa 3: Maduración o producto final) este análisis se realizó en el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, ICTA ubicado en la Universidad Nacional de Colombia sede Bogota D.C, los resultados se muestran a continuación.

**Tabla 6.** Porcentaje de sales curantes en 100 g de muestra analizada en las principales etapas de la elaboración del producto.

ETAPAS	% Sales Curantes/100g			
	T1 (%)	T1 (%)	T2 (%)	T2 (%)
<b>Materia Prima</b>	0,13	0,18	0,19	0,14
<b>Post-Salado</b>	4,15	4,82	4,17	4,41
<b>Maduración o Producto final</b>	27,22	32,62	33,65	29,71

El porcentaje de sales curantes en la materia prima es mínimo principalmente por que la carne cruda aún no cuenta con ningún proceso de salado, sin embargo este porcentaje empezó a aumentar gradualmente en la etapa de post-salado debido a que las concentraciones de sales en el producto empiezan a realizar su migración hacia el interior de la pieza cárnica.

Según Rada, (2015) la concentración de cloruro de sodio en los primeros días en la que la pieza cárnica está expuesta a la etapa de salado se encuentran concentradas en las zonas externas de la pieza cárnica debido principalmente a que estas zonas las primeras en absorber el componente de sal; varios autores (Bello Gutierrez, 2012; Rada, 2015) afirman que la zona en la cual se da mayor migración de la sal es la cara interna de la pieza cárnica debido a su mayor conformación magra, menor contenido de tejido conectivo y tejido graso que se presente como barrera impidiendo procesos como la absorción de la sal.

A medida que van transcurriendo las etapas de salado y post-salado, se da una migración de los iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  que se encuentran en la superficie hacia el interior de la pieza cárnica, en este

proceso se da una disminución del valor de la actividad del agua en la pieza, inhibiendo el desarrollo de microorganismos alterantes y controlando, por consiguiente, la actividad enzimática endógena, brindando de esta manera, la estabilidad microbiológica necesaria a la pieza (Barat, Grau, Ibañez, & Fito, 2005; Albarracin, 2009; Rada, 2015).

### *Efecto de la sales curantes en Coliformes totales y fecales*

Los resultados de la correlación se muestran a continuación.

**Tabla 7.** Resultados de las correlaciones entre las variables Coliformes totales y fecales y los niveles de NaCl.

		<b>Coliformes Totales</b>	<b>Coliformes Fecales</b>	<b>NaCl</b>
<b>Coliformes Totales</b>	Correlación de Pearson	1,00	0,79	-0,54
	Significancia. (2-colas)	-	0,002	0,072
	N	12	12	12
<b>Coliformes Fecales</b>	Correlación de Pearson	0,79	1,00	-0,50
	Significancia. (2-colas)	0,002	-	0,101
	N	12	12	12
<b>NaCl</b>	Correlación de Pearson	-0,54	-0,50	1,00
	Significancia. (2-colas)	0,072	0,101	-
	N	12	12	12

En la tabla 7 se observan los resultados de las correlaciones entre las variables evaluadas y se logra determinar que la correlación que existe entre los microorganismos y los niveles de NaCl en la pieza cárnica es negativa (rangos de correlación de Pearson 1 a -1), debido principalmente a que a medida que los niveles de NaCl aumentan se produce una disminución en la velocidad de

crecimiento bacteriano y un aumento en la fase de latencia, esto es, un retardo en el crecimiento. Este retardo puede ser explicado por la influencia de la concentración de NaCl en fase acuosa sobre la presión osmótica del medio y por consiguiente, sobre la actividad de agua del mismo reduciendo la capacidad de las bacterias (Gallart-Jornet, Andrés, Akse, Carlehög, & Skjerdal, 2006). Esto concuerda con la investigación realizada por (Blesa, et al, 2007) en donde se logra determinar que concentraciones mayores a 6% de NaCl limita el crecimiento de bacterias patógenas. Otros autores como (Gallardo, García-García, & Welte-Chanes, 2015), aseguran que las concentraciones adecuadas de NaCl (3-6%) inhiben el crecimiento de bacterias patógenas como *Clostridium botulinum* siendo esta bacteria resistente a tratamientos térmicos debido a su capacidad de esporular.

Así mismo Armenteros, (2010) asegura que el efecto conservador del NaCl se encuentra condicionado por la concentración de sal añadida al producto. De hecho, se requieren concentraciones muy altas (en torno al 10 % en peso) para inhibir el crecimiento de gran número de especies microbianas.

Por otro lado las altas concentraciones de NaCl son perjudiciales para la salud humana por lo cual se hace necesario el uso paralelo de otros conservantes como los nitratos y los nitritos que controlen el crecimiento microbiano, protegiendo así al producto de posibles contaminaciones y con ello lograr inhibir o retardar el crecimiento de bacterias como *Clostridium botulinum*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* o *Staphylococcus aureus* (Kilcast & Angus, 2007; Armenteros, 2010).

Los nitratos y nitritos, tras el salado y post-salado, se encuentran concentraciones importantes de los mismos en la pieza cárnica, lo cual muestra que se difunde muy rápidamente (Sanchez, 2005). Posteriormente su concentración en el interior aumenta en el reposo y disminuye durante

el resto del proceso por reducción a nitritos, mientras que en superficie disminuye continuamente por difusión y reducción. Esta disminución es mayor en la etapa de reposo, coincidiendo con un descenso importante de la cantidad global de nitratos en todo el magro del jamón en esta etapa. Al final del proceso, la concentración en las partes internas de la pieza cárnica (zonas más húmedas) es mayor que en las zonas exteriores, lo que puede ser debido a una tendencia a equilibrar el cociente nitrato/agua (Arnau, Guerrero, & Sarraga, 1998; Sanchez, 2005).

Posteriormente se descubrió que, mientras que el nitrato no presentaba actividad antimicrobiana alguna, el nitrito controlaba la proliferación de *C. perfringens*, *C. botulinum* y la producción de su toxina, así como el crecimiento de bacterias putrefactivas causantes del deterioro de la carne (Redondo, 2011; Fernandez, 2016)

Varios autores (Honikel, 2008; Fernandez, 2016) aseguran que aunque los mecanismos moleculares de los compuestos nítricos de la inhibición microbiana no están determinados con precisión, es claro que el nitrito debe transformarse primero en un compuesto como el  $\text{HNO}_2$ , esta reacción se desarrolla en medios ácidos. El  $\text{HNO}_2$  es un compuesto muy inestable y se disgrega rápidamente dando lugar a varias especies reactivas, como el  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ , que son las verdaderas responsables de la actividad antimicrobiana del nitrito (Lundberg, Carlström, Larsen, & Weitzberg, 2010; Fernandez, 2016)

Marin, Carrascova, & Cornejo (1993) retomado por Sanchez (2005) observaron que dentro el grupo de las *Enterobacteriaceae* no Coliformes, la especie *Serratia liquefaciens* fue predominante en jamones defectuosos de curado rápido y entre las Coliformes, *Leclercia decarboxylata* tuvo gran presencia en jamones deteriorados de curado lento resistiendo concentraciones de %7 de NaCl.

Montes, Restrepo, Patiño, Cano, & A, (2013) Afirman que una de las alternativas de control de bacterias patógenas es la utilización de cultivos iniciadores debido a su actividad sinérgica de los productos del metabolismo (ácidos orgánicos, peróxido de hidrogeno, dióxido de hidrogeno, aminas biogenas, bacteriocinas) junto con la disminución del pH, el aumento de acidez, la presencia de nitritos y cloruro de sodio, y el bajo contenido de agua por la desecación controlada de los productos madurados, convierten a estos en un sistema con capacidad de evitar el deterioro por microorganismos alterantes y patógenos, además de darle una consistencia adecuada al producto (Calvo, Garcia, & Selgas, 2008).

### **9.2 Transferencia de conocimiento e investigación participativa.**

Para la transferencia de conocimiento efectuada en las regiones de interés, se realizó un Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (Anexo 1) sustentado en la elaboración de un producto cárnico crudo curado en el cual se especifican todas las condiciones adecuadas de manipulación así como los puntos críticos en la elaboración del producto. Este manual fue entregado a cada uno de los productores asistentes a las capacitaciones teórico-prácticas.

A continuación (tabla 8) se muestran los resultados de las capacitaciones a los productores y asistentes.

**Tabla 8.** Resultados de capacitación, a través de los talleres teorico-practicos.

<b>MUNICIPIO</b>	<b>NÚMERO DE PARTICIPANTES</b>	<b>RESPONSABLE</b>
<b>Guataqui</b>	21 Participantes	Estudiantes Universidad de Cundinamarca y Grupo Genética Molecular Animal.
<b>Tausa</b>	21 Participantes	
<b>Choconta</b>	62 Participantes	

<b>Girardot</b>	22 Participantes	
<b>Ricaurte</b>	22 Participantes	
<b>Tocaima</b>	19 Participantes	

Como resultado se lograron capacitar a 167 productores y asistentes, en estas capacitaciones se realizaron talleres de elaboración del producto especificando los procesos a ejecutar, los tiempos, las cantidades de aditivos a usar (Ilustraciones 6). Así mismo, se realizaron talleres de perspectiva del mercado, se realizaron sesiones de preguntas, talleres enfocados a los costos y rentabilidades del producto cárnico.



**Ilustración 6.** Transferencia tecnológica en el municipio de Guataqui.

### Municipio de Guataqui

En el municipio de Guataqui ubicado en la Provincia del alto Magdalena, departamento de Cundinamarca, Colombia. Se logró realizar la capacitación a 21 productores de la región, el objetivo de esta transferencia es enfocar a los productores hacia alternativas en el mercado que permitan el crecimiento del sector ovino sustentados en una calidad microbiológica apta para el consumo humano (Ilustración 6).



***Ilustración 7.*** Talleres teórico prácticos como transferencia tecnología en el municipio de Choconta.

### Municipio de Choconta

Se realizaron capacitaciones el municipio de Choconta (Ilustración 7), ubicado en la provincia de Almeidas, departamento de Cundinamarca, contando con la presencia de 62 productores y asistentes en donde se realizó el proceso de elaboración como material teórico-práctico para el desarrollo del producto.

### Municipios Girardot y Ricaurte

Se realizaron capacitaciones en los municipios de Girardot y Ricaurte (Ilustraciones 8), ubicados en la provincia del Alto Magdalena, departamento de Cundinamarca, contando con la presencia de 22 productores y asistentes en donde se les realizo la transferencia tecnología acerca del proceso de elaboración del producto cárnico crudo curado.



***Ilustración 8.*** Transferencia tecnología en los municipios de Girardot y Ricaurte.

### Municipio de Tausa

La siguiente capacitación fue realizada en el municipio de Tausa ubicado en la provincia de Ubaté, departamento de Cundinamarca, en la cual, se contó con la presencia de 21 productores de la región (Ilustraciones 9).



***Ilustración 9.*** Transferencia tecnológica realizada en el municipio de Tausa

La generación de conocimiento, el avance en tecnologías y la innovación son factores determinantes para el crecimiento de la economía. Sin embargo, no basta solo con la generación del conocimiento sino que es necesario llevar ese conocimiento a los productores (Feria, Jimenez, & Hidalgo, 2009)

La producción ovina es una alternativa para estimular el sector productivo y en especial la cadena ovino-caprina a través de alternativas de consumo que permitan que medianos y pequeños productores obtengan un mayor beneficio.

## 10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este estudio logro evidenciar la presencia de bacterias pertenecientes al grupo de los Coliformes (Totales y Fecales) en la materia prima debido principalmente a la contaminación con heces, superficies inadecuadas, contaminación por manipulación, así mismo se logró demostrar que el producto cárnico cuenta con las mejores condiciones sanitarias sin tener afectación de bacterias como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*.

La adición de sales curantes como Nitritos, Nitratos, Cloruro de Sodio ejercen una notable influencia en la microbiota ligada a la calidad y seguridad de los perniles crudos curados; así mismo, desde el punto de vista higiénico debe analizarse el balance riesgo-beneficio en contraposición con sus posibles efectos toxicológicos en la salud humana.

La etapa del post-salado es crucial en la elaboración de perniles crudo curado y ahumado debido a que los niveles de NaCl y sales curantes disminuyen la carga bacteriana patógena reduciendo la  $a_w$  y evitando el proceso de osmosis de las bacterias confiriéndole condiciones de inocuidad adecuadas al producto para su consumo.

Los recuentos elevados de mesofilos ( $>300$  ufc/g) se desarrollan principalmente en la etapa de maduración debido a que las condiciones de humedad y temperatura son aptas para el crecimiento y desarrollo de microflora ambiental, mohos y levaduras que permiten la madurez del producto.

Se concluye que los talleres ejecutados en los diferentes municipios objetos de estudio de Cundinamarca fueron una forma de adopción tecnología entre pequeños y medianos productores.

Los productos cárnicos crudo curado son alternativas alimenticias no convencionales que permiten al pequeño productor un valor agregado en la comercialización de sus productos, sin embargo las deficientes prácticas de manipulación reducen la vida útil del producto generando afecciones directas a la salud humana y pérdidas económicas a las producciones.

Se recomienda mejorar las condiciones de manejo e higiene de los procesos de beneficio del animal traslado y almacenamiento de las carnes frescas (materia prima) ya que las malas prácticas acrecientan la presencia de microorganismos indeseables aumentando así la presencia de ETAs en los consumidores.

Es importante realizar nuevos estudios en este producto cárnico crudo curado determinando las concentraciones específicas de aditivos como el Cloruro de Sodio, debido a que altas concentraciones pueden acarrear problemas a la salud humana.

La utilización de Cultivos estárter o Iniciadores permite tener mayor eficiencia en la degradación de compuestos como nitritos y nitratos permitiendo mayor expresión de las características organolépticas, así mismo permiten la reducción del tiempo de maduración, el control de microbiota patógena.

Se recomienda realizar nuevas capacitaciones que tengan un mayor rango de impacto nacional permitiéndole al pequeño y mediano productor conocer alternativas de transformación de especies no comunes que permitan generar un mayor ingreso.

## Bibliografía.

Ahmad, M. U., Najeeb, M. I., Nawaz, M., Anjum, A. A., Ali, M. A., & Mansur, N. (2013). Assessment of microbial load of raw meat at abattoirs and retail outlets. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(3), 745-748.

Albarracin, W. (2009). *Salado y descongelado simultaneo en salmuera para la obtencion de jamon curado de cerdo de raza iberica*. Tesis doctoral, Universidad Politecnica de Valencia, España.

Alcayaga, S., & Hott, B. (2008). Listeria y listeriosis: un desafío de los nuevos tiempos. *Revista Chilena Salud Publica*, 12 (3), 188-195.

Amerling, C. (2005). *Tecnología de la carne*. Antología.

Analiza Calidad. (2010). *Características de Clostridium botulinum*. Obtenido de <http://www.analizacalidad.com/docftp/fi1101botulinum.pdf>

Anaya, P. A., Medina, L. M., Ugarriza, M. E., & Gutiérrez, L. A. (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. *Revista Lasallista de Investigación.*, 10(1), 91-100.

Anmat. (Octubre de 2013). *Administracion Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnologia medica*. Obtenido de En fermedades transmitidas por alimentos: Ficha tecnica 5, Toxiinfeccion por Clostridium perfringens: [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Publicaciones/FT\\_Clostridium\\_perfringens.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/Publicaciones/FT_Clostridium_perfringens.pdf)

ANMAT, FEDERAL. (2011). *Analisis microbiologico de los Alimentos, Metodologia Analitica Oficial*. Obtenido de [http://www.anmat.gov.ar/renaloe/docs/Analisis\\_microbiologico\\_de\\_los\\_alimentos\\_Vol\\_I.pdf](http://www.anmat.gov.ar/renaloe/docs/Analisis_microbiologico_de_los_alimentos_Vol_I.pdf)

Arevalo, A., & Correa, G. (2013). Tecnología en la ovinocultura colombiana: Estado del arte\*. *Revista Ciencia Animal*, 125-142.

Armenteros, M. (2010). *Reducción de sodio en lomo y jamón curados. Efecto sobre la proteolisis y las características sensoriales*. Tesis doctoral, Universidad Politecnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos, Valencia.

Arnau, J. (1998). Tecnología de elaboración del jamon curado. En J. Arnau, & J. Monfort, *El jamon curado: tecnologia y analisis de consumo* (pág. 10). Girona: Estrategias Alimentarias S.L.-EUROCARNE.

Arnau, J., Guerrero, L., & Sarraga, C. (1998). The effect of green ham pH and NaCl concentration on cathepsin activities and the sensory characteristics of dry-cured hams. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77(3), 387-392.

Artigao, F. B., López, R. V., & Castillo, F. (2011). Meningitis bacteriana. Protocolos diagnósticoterapéuticos de la AEP: Infectología pediátrica. 47-57.

Artola, B. S., & Herrejón, E. P. (2010). Infecciones por Listeria. *Medicine-Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 10(50), 3368-3372.

Baptista, I., Queirós, R. P., Cunha, Â., Rocha, S. M., Saraiva, J. A., & Almeida, A. (2015). Evaluation of resistance development and viability recovery by toxigenic and non-toxigenic *Staphylococcus aureus* strains after repeated cycles of high hydrostatic pressure. *Food microbiology*.(515-520), 46.

Barat, J., Grau, R., Ibañez, J., & Fito, P. (2005). Post-salting studies in Spanish cured ham manufacturing. Time reduction by using brine thawing–salting. *Meat science*, 69(2), 201-208.

Barragán, P., & Henao, F. (26 de Octubre de 2007). Estudio del caso de procesamiento de secado y curado de jamones de cerdo zungo pelao en el municipio de Manizales. *VECTOR*, 2, 25-32.

Bartram, J., & Ballance, R. (1996). *Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programs*. Obtenido de World Health Organization: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resourcesquality/wqmchap10.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqmchap10.pdf)

Bello Gutierrez, J. (2012). *Jamón curado: Aspectos científicos y tecnológicos*. España: Ediciones Diaz de Santos.

Betancor, L., Yim, L., Martinez, A., Fookes, M., Sasias, S., Schelotto, F., . . . Chabalgoity, J. (2012). Genomic Comparison of the Closely Related *Salmonella enterica* Serovars Enteritidis and Dublin. *The Open Microbiology*, 6, 5.

Blesa, E., Aliño, M., Barat, J. M., Grau, R., Toldrá, F., & Pagán, M. J. (2007). Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts. *Meat Science*(78), 135-142.

Borie, C., Zurita, P., Sánchez, M. L., Rojas, V., Santander, J., & Robeson, J. (2008). Prevención de la infección por *Salmonella enterica* subespecie *enterica* serotipo Enteritidis (*Salmonella* Enteritidis) en pollos mediante un bacteriófago. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 40(2), 197-201.

Cabrera, A., & García, E. C. (2006). *Identificación de microorganismos indicadores y determinación de puntos de contaminación en aguas superficiales provenientes del cementerio Jardines del recuerdo ubicado en el norte de Bogotá*. Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá D.C.

Calderon, J., & Lopez, D. (2017). ORLANDO FALS BORDA Y LA INVESTIGACIÓN ACCIÓN PARTICIPATIVA: Aportes en el proceso de formación para la transformación. *ENCUENTRO HACIA UNA PEDAGOGÍA, 1*.

Calvo, M. M., Garcia, M. L., & Selgas, M. D. (2008). Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat science*, 80(2), 167-172.

Camacho, A., Giles, M., & Ortegón, A. (2009). *Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y Escherichia coli por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP)*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, México.

Campos, C., & Depuración, R. I. (2003). Indicadores de contaminación fecal en aguas, In Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticos . *CYRA/UAEM*, 29, 224.

Castillo, P. A., Leyva, G., Cruz, J. G., & Santos, A. (2009). Evaluación de la calidad sanitaria de quesos crema tropical mexicano de la región de Tonalá, Chiapas. *Revista mexicana de ingeniería química*, 8(1), 111-119.

CDPH. (2015). *California Department of Public Health*. Obtenido de *FOODBORNE PATHOGENS AND ILLNESSES*: <https://archive.cdph.ca.gov/services/Documents/fdbRIgde59.pdf>

Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de la Salud Carlos III. (2015). *Infecciones por Salmonella no tifoidea de origen humano en España. Sistema de Información Microbiológica. Años 2000-2008*. Madrid.

- Cervantes, E., Garcia, R., & Salazar, P. (2014). Características generales de *Staphylococcus aureus*. *Revista Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio*, 61(1), 28-40.
- Cetinkaya, F., Cibik, R., Soyutemiz, G. E., Ozakin, C., Kayali, R., & Levent, B. (2008). Shigella and Salmonella contamination in various foodstuffs in Turkey. *Food Control*, 19(1), 1059-1063.
- Chavarrias, M. (18 de Enero de 2016). *Fundacion Eroski*. Obtenido de Alimentos de Alto y bajo nivel Microbiológico: <http://observatorio.escueladealimentacion.es/entradas/innovacion-alimentaria/alimentos-de-alto-y-bajo-riesgo-microbiologico>
- Colon, A. (2015). *Determinación de Listeria monocytogenes en lomo relleno expandido en supermercados de la ciudad capital de Guatemala*. Tesis de Pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guatemala.
- Cortes, H. (2017). *Situación del recurso ovino y caprino en Colombia*. Obtenido de Ministerio de Agricultura: <https://sioc.minagricultura.gov.co/OvinoCaprina/Documentos/005%20-%20Documentos%20T%C3%A9cnicos/Situacion%20Recursos%20Ovino%20-%20Caprino.pdf>
- Crago, B., Ferrato, C., Drews, S. J., Svenson, L. W., Tyrrell, G., & Louie, M. (2012). Prevalence of *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) in food samples associated with foodborne illness in Alberta, Canada from 2007 to 2010. *Food microbiology*, 32(1), 202-205.
- DANE. (2016). *Metodología General Tercer Censo Nacional Agropecuario*. . Obtenido de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/agropecuario/metodologia\\_CNA-01\\_V1.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/agropecuario/metodologia_CNA-01_V1.pdf)
- DATABiO. (2012). *Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo*. Obtenido de *Staphylococcus aureus*: <http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Bacterias/Staphylococcus%20aureus.pdf>
- Datta, S., Akter, A., Shah, I. G., Fatema, K., Islam, T. H., Bandyopadhyay, A., & Biswas, D. (2012). Microbiological quality assessment of raw meat and meat products, and antibiotic susceptibility of isolated *Staphylococcus aureus*. *Agriculture, Food and Analytical Bacteriology*, 2(3), 187-194.
- Departamento del meta. (2016). *PROCEDIMIENTO PARA EL AISLAMIENTO Y RECuento DE FORMAS ESPORULADAS DE Clostridium sulfito reductor EN MUESTRAS DE*. Obtenido de

<http://www.meta.gov.co/web/sites/default/files/adjuntos/P-SA-81%20Aislamiento%20Recuento%20Formas%20Esporuladas%20Clostridium%20V1.pdf>

Desauguste, M., Lerdon, J., Moreira, V., & Alomar, D. (2011). Caracterización de la producción ovina en la agricultura familiar de la comuna de Paillaco, Región de los Ríos, Chile. *Agro Sur*, 39(2), 88-94.

Díaz, A., & Uria, R. (2009). *Buenas prácticas de manufactura: una guía para pequeños y medianos agroempresarios* / *Good manufacturing practices: guide for small-and medium sized agribusiness operators*. Costa Rica.

Elika. (2013). *Función Vasca para la Seguridad Agroalimentaria*. Obtenido de *Staphylococcus aureus*: [http://www.elika.eus/datos/pdfs\\_agrupados/Documento95/7.Staphylococcus.pdf](http://www.elika.eus/datos/pdfs_agrupados/Documento95/7.Staphylococcus.pdf)

Elika. (2013). *Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria*. Obtenido de *Salmonella*: [http://www.elika.eus/datos/pdfs\\_agrupados/Documento82/1.Salmonella.pdf](http://www.elika.eus/datos/pdfs_agrupados/Documento82/1.Salmonella.pdf)

Elika. (2013). *Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria*. Obtenido de *Listeria monocytogenes*: [http://www.elika.eus/datos/pdfs\\_agrupados/Documento85/Copia%20de%204.Listeria.pdf](http://www.elika.eus/datos/pdfs_agrupados/Documento85/Copia%20de%204.Listeria.pdf)

Elika. (2013). *Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria*. Obtenido de *Clostridium*: [http://www.elika.eus/datos/pdfs\\_agrupados/Documento87/Copia%20de%206.Clostridium.pdf](http://www.elika.eus/datos/pdfs_agrupados/Documento87/Copia%20de%206.Clostridium.pdf)

Espinal, C., Martínez, H., & Amézquita, J. (2006). *La cadena ovinos y caprinos en Colombia*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural: [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3914/1/20078611357\\_caracterizacion\\_ovinosy\\_caprinos.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3914/1/20078611357_caracterizacion_ovinosy_caprinos.pdf)

Espinales, K. (2012). *Análisis microbiológico para control cualitativo de carne ovina y caprina, seca y salada*. Tesis de maestría, Escuela superior agraria- Instituto Politécnico de Bragança.

FAO. (2010). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Prevención de la E. coli en los Alimentos: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/agns/pdf/Preventing\\_Ecoli\\_es.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Preventing_Ecoli_es.pdf)

FAO. (2014). Obtenido de Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política: <http://www.fao.org/docrep/019/i3788s/i3788s.pdf>

FAO. (2014). *Agricultura familiar en latino America y el Caribe: Recomendaciones de politica*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/019/i3788s/i3788s.pdf>

FAO. (2017). *Food Outlook, Biannual report on global food markets*.

FAOSTAT. (2017). *FAO*. Obtenido de Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA/visualize>

Feldman, P., Teisaire, C., & Melero, M. (2002). *Manual de Buenas Practicas de Manufactura (BPM)*. Programa Calidad de los Alimentos Argentinos., Buenos Aires.

Feria, V., Jimenez, F., & Hidalgo, A. (2009). *Propuesta de un modelo de transferencia de conocimiento científico-tecnológico para Mexico*. Tesis doctoral, Universidad Politecnica de Valencia, Proyectos de Ingenieria, Valencia, España.

Fernandez, X. (2016). *Estudio del efecto de la reducción del contenido de sales nitrificantes en la calidad microbiologica y aroma de los embutidos crudos curados*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

Ferreira, V., Barbosa, J., Silva, J., Vendeiro, S., Mota, A., Silva, F., . . . Teixeira, P. (2007). Chemical and microbiological characterisation of "Salpicão de Vinhais" and "Chouriça de Vinhais": traditional dry sausages produced in the North of Portugal. *Food Microbiology*, 24, 618–623.

Fraser, D. (2006). *El bienestar animal y la intensificación de la producción animal. Una interpretacion alternativa*. Obtenido de FAO.

Fundacion Vasca para la seguridad alimentaria. (2006). *Listeria monocytogenes*. Obtenido de <http://www.elika.net/datos/riesgos/Archivo21/Listeria.pdf>

Fundacion Vasca para la seguridad alimentaria. (2013). Obtenido de Clostridium: [http://www.elika.eus/datos/pdfs\\_agrupados/Documento87/Copia%20de%206.Clostridium.pdf](http://www.elika.eus/datos/pdfs_agrupados/Documento87/Copia%20de%206.Clostridium.pdf)

Gallardo, C., García-García, & & Welte-Chanes, J. (2015). Innovación en el desarrollo y mejora de productos cárnicos a través del uso de altas presiones hidrostáticas. *Nacameh*, 9(1), 19-53.

Gallart-Jornet, L., Andrés, A., Akse, L., Carlehög, M., & & Skjerdal, O. T. (2006). Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. *Journal of Food Engineering*(73(1)), 9-19.

German, L. A. (2005). Micro-negocios asociativos campesinos: análisis económico de un sistema de producción ovina. *Gestão & Produção*, 12(2), 165-175.

Gonzalez, B. (2001). *CARACTERIZACIÓN GENÉTICA Y PAPEL EN LA PATOGÉNESIS DE SMC<sub>L</sub>, UNA ESFINGOMIELINASA C DE "LISTERIA IVANOVII"*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria, Madrid.

Gonzalez, J. B., Soto, Z., Hernández, E., & Villareal, J. (2014). Aislamiento de Salmonella spp y herramientas moleculares para su detección. *Revista Científica Salud Uninorte*, 30(1).

Gordon, M. A. (2008). Salmonella infections in immunocompromised adults. *Journal of Infection*. *Journal of infection*, 56(6), 413-422.

Grass, J. E., Gould, L. H., & Mahon, B. E. (2013). Epidemiology of foodborne disease outbreaks caused by Clostridium perfringens, United States, 1998–2010. *Foodborne pathogens and disease*, 10(2), 131-136.

Guerra, M. M., de Almeida, A. M., & Willingham, A. L. (2016). An overview of food safety and bacterial foodborne zoonoses in food production animals in the Caribbean region. *Tropical animal health and production*, 48(6), 1095-1108.

Guidi, A., León, W., Fernández, N., & Gottret, J. (2015). Implementación del método alternativo petrifilm para determinar coliformes y bacterias aerobias mesófilas en la industria de lácteos "Pairumani" y el laboratorio "Lidiveco" de SENASAG. *Journal Boliviano de Ciencias*, 11, 58.

Heredia, N., Davila, J., Solis, L., & Garcia, S. (2014). Productos carnicos: principales patogenos y estrategias no termicas de control. *Nacameh*, 8(1), 20-42.

Hessel, C. (2015). *Escherichia coli o157 em água de irrigação: detecção, multiplicação e sobrevivência ao hipoclorito de sódio*. Tesis de Postgrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Hoffman, E. (2016). *Evaluación del tiempo y temperatura como factores determinantes en el control de exudado en el ahumado de salmon atlántico (Salmo salar) y trucha (Orchomyxus mykiss)*. Tesis Licenciatura., Universidad Austral de Chile .

Hygreeva, D., Pandey, M. C., & Radhakrishna, K. (2014). Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products. *Meat science.*, 98(1), 47-57.

ICA. (2016). *Censo Pecuario Nacional*. Obtenido de Instituto Colombiano Agropecuario: <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>

Jimenez, C., & Leon, D. (2009). BIOSENSORES: APLICACIONES Y PERSPECTIVAS EN EL CONTROL Y CALIDAD DE PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTICIOS. *Vitae*, 16(1), 144-154.

Jimenez, C., Pozo, J., Soto, Y., & Morales, A. (2014). Sistemas de producción caprina y ovina en la Subregion Costa Oriental del Lago de Maracaibo. *Tecnología en Marcha Vol. 23*, 71-90.

Jiménez, R. J., Muñoz, C. A., Doblás, A., Delgadob, A. R., & Torre, J. (2010). Jiménez, R. J., Muñoz, C. A., Doblás, A., Delgadob, A. R., & Torre-Cisnerosa, J. *Medicine*, 10(52), 3497-501.

Kilcast, D., & Angus, F. (2007). *Reducing salt in foods: practical strategies*. New York: Elsevier.

Komba, E. V., Komba, E. V., Mkupasi, E. M., Mbyuzi, A. O., Mshamu, S., Mzula, A., & Luwumba, D. (2012). Sanitary practices and occurrence of zoonotic conditions in cattle at slaughter in Morogoro Municipality, Tanzania: implications for public health. *Tanzania Journal of Health Research.*, 14(2).

Kopper, G., Calderón, G., Schneider, S., Domínguez, W., Gutiérrez, G., Rosell, C., & Mejía, D. (2009). *Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico*. Roma.

Letelier, R. (2015). *Comparación de las características sensoriales, microbiológicas, físicas y químicas de jamones crudos, salados con nacl y una mezcla de nacl y kcl, de cerdos criados en praderas*. Chillan.

López, C., Medina, L., & Jordano, R. (2004). Occurrence and behavior of Enterobacteriaceae and enterococci in Mediterranean dry sausages during ripening in a pilotscale chamber. *Journal of Food Protection*, 67, 2812-2814.

Lund, B., & Peck, M. (2015). A Possible Route for Foodborne Transmission of *Clostridium difficile*? *FOODBORNE PATHOGENS AND DISEASE*, 12(3).

Lundberg, J. O., Carlström, M., Larsen, F. J., & Weitzberg, E. (2010). Roles of dietary inorganic nitrate in cardiovascular health and disease. *Cardiovascular research*, 89(3), 525-532.

Maldonado, A. (2010). *Influencia de la adición de humo líquido en la estabilidad y aceptabilidad de chorizo especial ahumado*. Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de química y agroindustria, Quito.

Marín, M. E., Carrascosa, A., & Cornejo, I. (1993). Micropoblación saprofita y patógena en la elaboración de jamón serrano. *Alimentaria*, 240, 31-36.

Mejía, R. C. (2013). Entre la agricultura convencional y la agroecología el caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el municipio de Silvania. Bogotá.

Menéndez, J. L., & Rodríguez, J. F. (2005). Resistencia a los antimicrobianos y virulencia bacteriana. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 23(2), 86-93.

Menéndez, R. (2012). *Principales riesgos microbiológicos de los productos carnicos crudo-curados envasados en atmosferas modificadas y/o vacío de interés económico en Castilla y León*. Tesis doctoral, Universidad de León, Departamento de Higiene y tecnología de Alimentos., León, España.

MinAgricultura. (2012). *Acuerdo Nacional de Competitividad*. Obtenido de Cadena productiva ovino-caprina nacional: <https://sioc.minagricultura.gov.co/OvinoCaprina/Documentos/004%20-%20Documentos%20Competitividad%20Cadena/Nuevo%20Acuerdo%20Nacional%20de%20Competitividad%202012.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social. (2010). *Vigilancia y control en salud pública*. Obtenido de Protocolo de vigilancia y control de enfermedades transmitidas por alimentos: <https://www.minsalud.gov.co/comunicadosPrensa/Documents/ETA.pdf>

Ministerio Salud Pública, Cuba. (2006). *Reporte técnico de Vigilancia*. Obtenido de Escherichia coli O157:H7. Aspectos generales: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/vigilancia/rtv0997.pdf>

Montes, J., Restrepo, C., Patiño, J., Cano, & A, J. (2013). Efecto de la concentración de cultivos iniciadores y dextrosa sobre la calidad de la maduración y vida útil sensorial del pepperoni. *Revista Lasallista de Investigación*, 10(1), 101-111.

Moretti, V., Madonia, G., Diaferia, C., Mentasti, T., Paleari, M., Panseri, S., . . . Gandini, G. (2004). Chemical and microbiological parameters and sensory attributes of a typical Sicilian salami ripened in different conditions. *Meat science*, 66, 845-854.

Moura, A. P., Acioli, R., Duarte, D. A., JW Pinherio, J. W., Alcântara, J. S., & Mota, R. A. (2006). Caracterização e perfil de sensibilidade de *Staphylococcus* spp. isolados de amostras de carne caprina comercializadas em mercados e supermercados em Recife, PE. *Arquivos do Instituto Biológico*, 73(1), 7-15.

Muntual, M. (2007). *Mejora de la seguridad alimentaria en productos carnicos listos para el consumo mediante la aplicación combinada de tecnologías de conservación emergentes*. Tesis doctoral, Universidad de Girona, Girona.

Noriega, L. M. (2008). *Listeria monocytogenes*: Vieja bacteria, desafío permanente. *Revista chilena de infectología*, 25(5), 326-327.

Normas Tecnicas Colombianas, ICONTEC. (2008). *NTC, 1325: Industrias Alimentarias. Productos carnicos procesados no enlatados*. Bogota.: ICONTEC.

Odumeru, J. A., & León Velarde, C. G. (2012). *Salmonella detection methods for food and food ingredients*. In *Salmonella-A Dangerous Foodborne Pathogen*. Obtenido de InTech: <https://www.intechopen.com/books/howtoreference/salmonella-a-dangerous-foodborne-pathogen/salmonella-detection-methods-for-food-and-food-ingredients>

OIE. (2008). *Manual de la OIE sobre animales terrestres 2004*. Obtenido de *Listeria monocytogenes*: [https://web.oie.int/esp/normes/mmanual/pdf\\_es/2.10.14\\_Listeria\\_monocytogenes.pdf](https://web.oie.int/esp/normes/mmanual/pdf_es/2.10.14_Listeria_monocytogenes.pdf)

OMS. (2016). *E. coli*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/es/>

OMS. (2016). *E.coli*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/es/>

OMS. (Diciembre de 2016). *Salmonella (no tifoidea)*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/es/>

Ortega, M. D., Cruz, N. D., Alanís, E., Delgado, L., Ariza, J. A., Ramírez, E., & Manríquez, J. D. (2017). Optimization of Ultrasound Extraction of Cactus Pear (*Opuntia ficus indica*) Seed Oil Based on Antioxidant Activity and Evaluation of Its Antimicrobial Activity. *Journal of Food Quality*, 2017.

Pierson, M. D., Zink, D. L., & Smoot, L. M. (2007). Indicator microorganisms and microbiological criteria. *American Society of Microbiology.*, 69-85.

Podpečan, B., Pengov, A., & Vadnjal, S. (2007). The source of contamination of ground meat for production of meat products with bacteria *Staphylococcus aureus*. *Slov Vet Res*, 44, 25-30.

Quispe, W. (2014). *alidad microbiológica de la carne bovina comercializada en el cantón Buena Fe*. Tesis de pregrado, Universidad Tecnica estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias pecuarias, Quevedo.

Rada, A. (2015). *Desarrollo de un producto carnico crudo curado a partir de piernas de ovino de pelo*. Tesis de maestria, Universidad Nacional de Colombia, Bogota.

Ramos, M., Rojas, A., García, Y., & Serrano, G. (2008). Buenas Practicas de Manufactura, Manual de Productos carnicos.

Redondo, M. (2011). Effect of Sodium Nitrite, Sodium Erythorbate and Organic Acid Salts on Germination and Outgrowth of *Clostridium perfringens* Spores in Ham during Abusive Cooling. *Dissertations, Theses, & Student Research in Food Science and Technology*(18).

Robledo, A. (2015). *Investigación de Salmonella spp en alimentos mediante el método tradicional ISO 6579 y dos métodos inmunoenzimáticos*. Tesis de pregrado, Universidad Autonoma de Catalunya.

Rodloff, A. C., & Krüger, M. (2012). Chronic *Clostridium botulinum* infections in farmers. *Anaerobe*, 18(2), 226-228.

Rodríguez, C., Caldas, L., & Ogeerally, P. (2009). Calidad sanitaria en queso artesanal tipo "telita". Upata, estado Bolívar, Venezuela. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 29, 98-102.

Rojas, C. (2007). *Evaluacion de cuatro desinfectantes sobre Listeria monocytogenes aislada de productos carnicos crudos de una planta de procesados de Bogota*. Departamento de Microbiologia. Tesis de Pregrado, Pontifica Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá D.C.

Salcedo, G. (2014). *Calidad del agua de la Bahía de Cartagena en relación con la distribución espacial de Coliformes totales, Escherichia coli y Enterococcus sp durante la temporada seca del 2013*. Tesis de pregrado, Universidad de San Buenaventura, Facultad de Ciencias de la Salud, Cartagena de Indias.

Salinas, P. A., Valles, M. N., Sevilla, W. H., & Huamán, A. V. (2013). Clostridium perfringens sulfito reductores en hamburguesas que se comercializan en mercados de la ciudad de Trujillo, Perú. *Rebiol*, 33(1), 1-5.

Sanchez, F. (2005). *Modificaciones tecnológicas para mejorar la seguridad y calidad del jamón curado*. Tesis doctoral, Universitat de Girona, Girona.

Schöbitz, R., Ciampiy, L., & Nahuelquin, Y. (2009). Listeria monocytogenes UN PELIGRO LATENTE PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. *Agro Sur*, 37(1), 1-8.

Secretaria de Agricultura, ganaderia y desarrollo rural pesca y alimentacion. (2017). *Elaboracion de productos carnicos*. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Elaboraci%C3%B3n%20de%20productos%20c%C3%A1rnicos.pdf>

Sotomayor, E. O., Rodríguez, A. G., & Rodrigues, M. D. (2011). *Competitividad, sostenibilidad e inclusión social en la agricultura: Nuevas direcciones en el diseño de políticas en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

Sousa, C. P. (2006). Segurança alimentar e doenças veiculadas por alimentos: utilização do grupo coliforme como um dos indicadores de qualidade de alimentos. *Revista APS*, 9(1), 83-88.

Stephanie, G. (2016). *AGRONEGOCIOS E INDUSTRIA DE ALIMENTOS*. Obtenido de Universidad de los Andes: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2016/05/04/carne-ovina-nueva-opcion-para-la-ganaderia-colombiana/>

University Oregon State. (Junio de 2014). *Seafood network information center*. Obtenido de Chapter 14: Coliforms, Fecal Coliforms and Escherichia coli: <http://seafood.oregonstate.edu/.pdf%20Links/Compendium/Chapter-14-Coliforms-Fecal-Coliforms.pdf>

Valero, A., Rodríguez, M. Y., Posada, G. D., Pérez, F., Carrasco, E., & García, R. M. (2016). *Risk Factors Influencing Microbial Contamination in Food Service Centers. In Significance, Prevention and Control of Food Related Diseases*. Obtenido de InTech: <https://www.intechopen.com/books/significance-prevention-and-control-of-food-related-diseases/risk-factors-influencing-microbial-contamination-in-food-service-centers>

Vázquez, S., O'Neill, S., & Legnani, M. (2013). *Importancia de los coliformes en los alimentos*.

Obtenido

de

[http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/importancia\\_de\\_los\\_coliformes\\_en\\_los\\_alimentos.pdf](http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/importancia_de_los_coliformes_en_los_alimentos.pdf)

Von Bremen, I. (2015). *Oportunidad de mercado de la carne de cordero*. Santiago de Cali:

Universidad ICESI.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1.** Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la elaboración de un producto cárnico crudo curado.