

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE COCLÉ
FACULTAD CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
LICENCIATURA CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTO

TESIS

VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO PARA CONTROLAR LA
PRESENCIA DE *ESCHERICHIA COLI SPP.* EN CANALES DE RESES BOVINAS, EN
UNA EMPRESA CÁRNICA DE LA PROVINCIA DE VERAGUAS.

Tesis presentada a la Dirección de la Escuela de Ciencias y Tecnología
de alimentos como requisito parcial para optar por la **Licenciatura en
Ciencias y Tecnología de Alimentos.**

POR:

JORGE RODRÍGUEZ MORÁN

CÉDULA: 2-738-2086

2019

Índice General

	Página
Dedicat6ria	
Agradecimientos	
Resumen	
1. Introducci3n	9
2. Antecedentes	
2.1 Generalidades de la carne de res	12
2.1.1 Concepto	12
2.1.2 Aspectos nutricionales de la carne de vacuno	12
2.1.3 Clasificaci3n de las carnes	12
2.2 Ecología microbiana de la carne	14
2.2.1 Efecto del crecimiento microbiano sobre las propiedades de la carne	15
2.2.2 Factores que favorecen el crecimiento de microorganismo	16
2.3 Condiciones que favorecen la contaminaci3n de la carne	18
2.4 Criterios microbiol3gicos en canales de bovinos	22
2.5 Microorganismos presentes en canales de bovino	26
2.6 Normativas sanitarias en plantas de sacrificio de carne bovinas	27
2.7 Sistemas de conservaci3n de la carne de bovino	28
2.7.1 Refrigeraci3n y Congelaci3n	29
2.7.2 Envasado al vacío	30

2.8	Sistemas de desinfección aplicado a canales	31
2.8.1	Objetivos del uso de sistemas de desinfección	31
2.8.2	Formas de aplicación de los desinfectantes	32
2.8.3	Ácidos orgánicos como desinfectantes en canales bovinas	33
2.8.4	Validación y verificación de sistemas de desinfección en plantas de sacrificio	38
3.	Metodología	40
4.	Resultado y Discusión	42
5.	Conclusión	46
6.	Recomendaciones	47
7.	Referencias Bibliográficas	48

Índice de Tablas

	Página
Tabla 1. Clasificación de las carnes en categorías según su procesamiento	13
Tabla 2. Criterios microbiológicos para trámite de Registro Sanitario para el Grupo de alimentos 8: Carnes y productos cárnicos	23
Tabla 3. Criterios microbiológicos para Vigilancia de inocuidad para el Grupo de alimentos 8: Carnes y productos cárnicos	24
Tabla 4. Criterios de Evaluación de los Resultados para <i>E. coli</i>	39
Tabla 5. Datos del muestreo de las medias canales	42

Índice de figuras

	Página
Figura 1. Punto de muestreo de la canal	41
Figura 2. Análisis del comportamiento en el crecimiento de <i>Escherichia Coli</i> en el tratamiento A	44
Figura 3. Análisis del comportamiento en el crecimiento de <i>Escherichia Coli</i> en el tratamiento B	45

Dedicatoria

Mi trabajo lo dedico en especial a DIOS mi padre celestial, ha sido mi fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis padres que han estado conmigo, por darme la oportunidad de estudiar y creer en mis decisiones.

A mis hermanas que con su ejemplo me han enseñado que, aunque hay caminos difíciles siempre se puede seguir adelante.

A mi familia por brindarme las herramientas para trabajar, ver mis necesidades y extenderme su mano cuando más lo necesite.

Agradecimiento

Primeramente, daré gracias a Dios por darme la capacidad y sabiduría para culminar mi trabajo de tesis.

A toda los que hicieron posible que este sueño sea una realidad, familia, amigos. A la profesora Omaris Vergara, por su guía, apoyo y liderazgo durante el avance de la tesis. Las oportunidades y la preparación que obtuve de ella me servirán por muchos años.

Finalmente, a la empresa Frigocarne S.A por contribuir al financiamiento del estudio y permitir realizarlo dentro de sus instalaciones. Especialmente agradezco al Lic. Jeily Vargas y la Lic. Mónica Peralta, por todo su apoyo, paciencia y conocimientos brindado.

Resumen

Los sistemas de desinfección juegan un papel importante en la disminución de peligros biológicos en canales. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia del ácido láctico como desinfectantes, a concentración de 2 % en la reducción de *Escherichia coli* spp en la superficie de canales bovinas, dentro de las instalaciones de la industria cárnica Frigocarnes S.A.

Se seleccionaron 7 medias canales de res y se aplicó el ácido láctico como desinfectante utilizando un diseño de grupo control (lavado con agua potable, sin aplicación de ácido láctico) y un grupo experimental (rociado con ácido láctico y almacenada a 24 horas). El método utilizado para el muestreo fue de hisopado empleando hisopos 3M Quick Swab. En ambos grupos se observó la presencia de *E. coli*. en el grupo control los resultados estuvieron dentro del rango establecido por el Ministerio de Salud ($< 0.08\text{UFC}/\text{cm}^2$) y en el grupo experimental dos muestras se encontraron entre el límite mínimo marginal ($0.08\text{ UF}/\text{cm}^2$) y el límite máximo marginal ($100\text{ UFC}/\text{cm}^2$), considerado aceptable, de acuerdo a los niveles establecidos por el MINSA.

Los resultados fueron analizados en el programa statgraphics plus 5.1, donde se observó el comportamiento del crecimiento de *Escherichia coli* en canales bovinas. En el grupo control la mayoría de canales esta entre 0 a $1\text{ UFC}/\text{cm}^2$, sin embargo, se puede apreciar una canal atípica es decir con $4\text{ UFC}/\text{cm}^2$, de igual manera sucede con el comportamiento de los resultados del grupo experimental donde se aprecia una canal atípica ($64\text{ UFC}/\text{cm}^2$). El crecimiento de la *E.coli* en el grupo experimental, pudo deberse a una manipulación de la canal inadecuada o a la aplicación del ácido láctico deficiente.

Palabras claves: Ácido Láctico, *Escherichia Coli*, Bovino, canal.

Introducción

En nuestro país una de las principales fuentes de proteínas para la alimentación humana es la carne de bovino, con la consolidación en los últimos años de grandes autoservicios y supermercados, se ha dado origen a una mayor competitividad y por tanto exigencias en cuanto a la calidad y sanidad de la carne que se ofrece al consumidor.

Los consumidores de carne se han hecho más exigentes, más conscientes de la calidad y más preocupados del valor que se les da por su dinero. Comprenden y aprecian mejor la alteración, la aparición de olores extraños y de aromas fuertes, las coloraciones raras y otras señales que indican falta de frescura. Como resultado, la calidad del producto se ha convertido en el factor más importante del mercado de los productos cárnicos. (ICMSF, 1980 b)

La contaminación microbiana de las canales que ocurre durante la faena es indeseable e inevitable. Aunque la contaminación puede provenir del ambiente de trabajo, su fuente primaria puede generarse a partir del mismo animal, en el que pueden habitar bacterias patógenas como *Escherichia coli*, *Salmonella* sp, y *Listeria monocytogenes*, las cuales implican amenazas para la salud humana. La familia enterobacteriaceae constituye un grupo grande y heterogéneo de bacterias Gram negativas. *E. coli* es el microorganismo más prevalente de esta familia y se encuentra normalmente en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente. (Lezzi y col., 2016)

La carne es un alimento susceptible a ataques de diversos tipos de microorganismos que causan deterioro en periodos relativamente cortos. Es por ello que las industrias cárnicas tienen la necesidad de diseñar técnicas de conservación que permitan aumentar la vida útil, sin alterar las características fisicoquímicas, sensoriales y el valor nutricional. (Vásquez y Suárez, 2009)

Las industrias cárnicas emplean frigoríficos que le permiten conservar las carnes refrigeradas y congeladas. El tiempo de conservación de las carnes refrigeradas es limitado y su periodo de vida útil corto, su conservación es en un periodo de cuatro o cinco semanas siempre que su temperatura este alrededor de -1.5 a 0°C y la humedad relativa del 90%. Las carnes congeladas tienen una vida útil mayor y se conservan por meses e incluso años, en temperaturas de -10 a -20°C . En cambio, cuando se realiza el sacrificio de la res y es pasado en canales a los cuartos fríos es más conveniente comercializar la carne lo más pronto posible o realizar el empacado de la misma. Algunas industrias almacenan las canales de (24 a 48 horas a temp. 0 a 4°C). (Noskowa, 1972)

Quienes comercializan carnes son obligados a conocer las exigencias técnicas para la conservación por refrigeración y congelación. Por lo tanto, los operarios que se dedican a estas actividades o al control de calidad deben conocer sobre las características de la microflora de la carne y sus productos. (Noskowa, 1972)

Durante la faena existen distintas alternativas de desinfección estos son: vapor de agua y vacío, ducha o inmersión con agua caliente, pasteurización con vapor, radiación electromagnética, radiación ionizante y congelación. La desinfección de las reses en etapas de producción, antes del ingreso a las cámaras de frío, asume gran importancia dado que se ha demostrado la existencia de contaminación cruzada por dispersión de *E. coli* entre reses en las cámaras de refrigeración.

Un método tradicional de descontaminación de canales es el corte con cuchillo y retiro del área que esta visiblemente contaminada proporcionando una remoción aceptable, no obstante, las bacterias no se encuentran ubicadas en áreas específicas. Por lo que en la actualidad se han desarrollado diferentes métodos de desinfección de canales bovinas, siendo

los más utilizados los ácidos orgánicos, en diversas concentraciones, presiones, tiempos de aplicación, temperaturas.

Los ácidos orgánicos son una alternativa viable, económica e inocua en la reducción de la población bacteriana siendo el más apto el ácido láctico, por no aportar color, olor o sabor, además es permitido por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), en solución, consiguiendo controlar la población de microorganismo dentro de los parámetros establecidos. La desinfección de canales bovinas con ácido láctico pretende brindar una herramienta para apoyar la seguridad alimentaria y contribuir con la disminución de las enfermedades originadas por alimentos.

El ácido láctico es utilizado en industrias cárnicas como agente antimicrobiano para disminuir la carga bacteriana en las carnes y prolongar su vida útil. En el músculo tiene el efecto de retardar el desarrollo de bacterias que contaminan la canal durante el sacrificio y el faenado. Según estudios realizados sobre el efecto del ácido láctico, se encontró que carnes frescas tratadas con concentraciones 2, 5, 7.5 y 10%, de ácido láctico, y luego envasadas bajo atmósfera modificadas, mostraron una vida útil de 14 a 17 días a 6 °C, mientras que las carnes no tratadas tuvieron de 1 a 4 días menos de vida útil. (Djenane y col., 2005)

En tal contexto, el objetivo del presente trabajo fue validar la eficiencia de la aplicación de ácido láctico al 2% en la superficie de reses de bovinos, en la reducción de *E. coli ssp.*

2. ANTECEDENTES

2.1 Generalidades de la carne de res

2.1.1 Concepto

La carne es el producto preparado con carne u otros tejidos musculares de diferentes especies de animales sanos y que son utilizados como alimento. (MICI, 1998). La Carne cruda es la carne fresca, carne molida o carne separada mecánicamente. (FAO, 2004)

La carne de res es clasificada por la industria cárnica como carne roja. Posee un contenido importante de proteínas de alto valor biológico aportando todos los aminoácidos esenciales, es fuente importante de lípidos que proporcionan parte de las calorías necesarias para el funcionamiento del organismo. (Castro, 2012)

2.1.2. Aspectos nutricionales de la carne de vacuno

Es importante señalar que la carne bovina es fundamental para una dieta variada y equilibrada, ya que es importante en su aportación de proteínas de alto valor biológico, mineral, magnesio, fosforo y vitaminas, especialmente el complejo B, posee un contenido en proteínas de alto valor biológico. Las partes más magras tienen alrededor de 6 gramos de grasa por 100 gramos de alimento completo, mientras que las demás superan los 20 gramos por 100 gramos de alimento. (Yanchaliquín, 2013)

2.1.3 Clasificación de las carnes

Para estudiar la microbiología de la carne y de sus productos procesados conviene, por lo tanto, clasificar los productos cárnicos de acuerdo con su método de conservación; las divisiones fundamentales se basan en si se trata de carne cruda, curada o sometida a la acción

de calor, además, secundariamente se presta atención al envasado y a la congelación. En la Tabla 1 se presenta una forma en la que se pueden clasificar las carnes. (ICMSF, 1980 b)

Tabla 1. Clasificación de las carnes en categorías según su procesamiento.

Clases de carnes	Categoría según procesamiento
Carnes crudas refrigeradas	Carne en canal
	Carne envasada al vacío
	Cortes para venta a granel
	Carne picada
Carnes congeladas	Con alta actividad de agua Con baja actividad de agua
Carnes fundidas a temperaturas bajas	
Carnes desecadas	
Carnes crudas curadas	Carnes pasteurizadas
Carnes sin curar tratadas por el calor	Carnes sometidas a tratamiento térmico antibotulínico

Fuente: ICMSF ,1980 b

Para efectos del estudio es importante conocer que se denomina canal de res a la unidad primaria de la carne, que resulta del animal una vez insensibilizado, desangrado, desollado, eviscerado, con la cabeza cortada a nivel de la articulación occipitoatloidea, sin órganos genitales externos y las extremidades cortadas a nivel de las articulaciones carpo metacarpianas y tarso metatarsianas. La canal solo podrá incluir la cola, pilares y porción periférica del diafragma. Mientras que la media canal es la mitad del cuerpo del animal obtenida mediante un corte longitudinal por el plano sagital medio, a nivel de la columna vertebral desprovista de medula espinal. (MICI, 2017)

2.2 Ecología microbiana de la carne

Cuando la carne se obtiene de animales sanos, sacrificados en buenas condiciones higiénicas, los microorganismos contaminantes se localizan únicamente en la superficie. Es raro encontrarlos en vasos sanguíneos, vísceras y vías linfáticas. Sólo se aíslan en la profundidad de las masas musculares cuando la carne procede de animales enfermos o extenuados, cuando los manipuladores trabajan sin asepsia, cuando el sacrificio de las reses fue inadecuado y cuando el siguiente proceso de refrigeración se llevó a cabo con mucha lentitud. (Noskowa, 1972)

Con la excepción de la superficie externa y de los tractos digestivos y respiratorios, los tejidos de animales sanos contienen pocos microorganismos. Los mecanismos de defensa animal controlan con eficacia los agentes infectivos en los animales sanos vivos, sin embargo, esta defensa falla después de la muerte. Según estudios realizados, se demuestra que el número de microorganismos del interior de los tejidos aumenta durante el estrés y desciende tras el reposo. (ICMSF, 1980 a)

La contaminación de canales es altamente variable en extensión y lugar. La mayoría ocurre inmediatamente después del retiro de la piel en la superficie externa de la canal, pero la parte interna del músculo permanece esencialmente estéril. La contaminación superficial es originada por la piel del animal, ya que la canal se expone al pelo acumulado con polvo, mugre y materia fecal. Otras fuentes de contaminación lo constituyen el contenido gastrointestinal, los equipos, el personal, los utensilios y el ambiente de trabajo (agua y aire), teniendo como consecuencia la necesidad de implementar procedimientos higiénicos efectivos dentro de las plantas de beneficio durante la faena. (Montero, 2009)

La carne fresca tiene una microflora muy heterogénea. La familia enterobacteriaceae constituye un grupo grande y heterogéneo de bacterias Gram negativas. *E. coli* es el

microorganismo más prevalente de esta familia y se encuentra normalmente en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente. (Lezzi y col.,2016)

La mayor parte de las bacterias presentes en la carne de los animales recién sacrificados se encuentran en los nódulos linfáticos y son de origen intestinal, existiendo muy pocas en el interior del tejido muscular. (Yanchaliquín, 2013)

Desde el punto de vista microbiológico la propiedad más importante es que la carne presenta un gran contenido de agua, que corresponde a una actividad de agua de 0.99 aproximadamente, lo que permite el crecimiento de la mayoría de los microorganismos. El músculo contiene aproximadamente 75% de agua por lo que es un medio muy apto para el crecimiento de microorganismos, en especial aquellos a quienes favorecen las condiciones de humedad. El crecimiento de los microorganismos de la carne tiene lugar fundamental a expensas de sus componentes solubles: carbohidratos, ácido láctico y aminoácidos (ICMSF, 1980 b)

2.2.1 Efecto del crecimiento microbiano sobre las propiedades de la carne

Se sabe que la carne puede transmitir a los consumidores los microorganismos causantes de toxi-infecciones alimentarias. El primer indicio de alteración en la carne fresca es la producción de olores desagradables, que son perceptibles cuando la cantidad de microorganismos presentes en la carne alcanza una cifra en torno a 10^7 ufc/cm². (Escalante y col. 2008)

2.2.2 Factores que favorecen el crecimiento de microorganismo

Entre las condiciones o factores que favorecen la proliferación microbiana en la carne se encuentran: la actividad de agua (A_w), el potencial de óxido-reducción, el pH, las necesidades nutritivas y la temperatura. (Yanchaliquín, 2013)

Por su composición la carne constituye un medio nutritivo que ofrece a la mayoría de microorganismo excelentes condiciones de multiplicación. Los factores más importantes para el desarrollo de los microorganismos en la carne son: el pH, la temperatura ambiental, la humedad y nutrientes. (Espino, 2016)

- **pH:** El “pH final” de la carne, tienen gran influencia en su textura, su capacidad de retención de agua, su resistencia al desarrollo microbiano y el color: por la que establecer un nivel adecuado de pH (pH de 5,5), reacciones metabólicas como el glucolisis cesan; esta última, deberá ser completa y lenta para mantener un nivel óptimo de pH. (Yanchaliquín, 2013)

El pH post-mortem de la canal es un factor determinante en lo referente al crecimiento microbiológico, así como algunos cambios químicos que se pueden presentar durante el almacenamiento. Cuando el animal está vivo, el valor de pH se encuentra cerca de la neutralidad, el sacrificio de los animales provoca un fallo en su circulación que no permita que el oxígeno, ni los nutrientes, fluyan a través de la sangre dando lugar al metabolismo anaeróbico el cual se conoce como glucolisis post-mortem. (Castro, 2012)

El pH final de la canal de res, así como el tiempo que se necesita para alcanzar este valor, va a depender de la temperatura a la que se encuentra la canal durante toda la etapa post-mortem, así como la reserva de glucógeno que puede ser controlada en etapas previas al sacrificio. (Castro, 2012)

En condiciones naturales el pH de la carne puede estar entre 7.0 (que está muy cerca del óptimo de muchas bacterias patógenas y causantes de alteración) a valores de 5.0, los próximos a 5.5 son por sí mismo desfavorables al desarrollo de muchas bacterias importantes y combinados con otros factores perjudiciales, tales como temperatura baja, pueden prevenir el crecimiento casi por completo. (ICMSF, 1980 b).

El peligro de una alteración de origen bacteriológico es mayor cuando el pH ha alcanzado un valor de 6.2 a 6.5. (Espino, 2016)

- **Temperatura:** La temperatura es quizás el factor ambiental principal que influye en el crecimiento de las bacterias sobre la carne. Las especies psicrótrofas, como *Pseudomonas* spp y enterobacterias, son las que prevalecen en carne envasada a temperaturas de refrigeración (0-4 °C). El almacenamiento de la carne a bajas temperaturas retrasa el crecimiento bacteriano extendiendo así su vida útil. (Florencia, 2013)

La temperatura del músculo inmediatamente después del sacrificio es relativamente alta (aprox. 37°C), temperatura ideal para el desarrollo de las bacterias mesófilos. Generalmente las canales son refrigeradas y en los procesos posteriores de corte, almacenamiento y comercialización se continúa con la cadena de frío, pero puede ser común encontrar microorganismos contaminantes. (Yanchaliquín, 2013)

- **Actividad de agua y humedad:** La actividad de agua (aw) es otro factor importante que condiciona el crecimiento. La carne fresca tiene un aw de 0.99 y por lo tanto muy susceptible a la acción de las bacterias. La humedad es otro factor

condicionante ya que el desarrollo bacteriano es diez veces mayor cuando la carne esta húmeda que la almacenada en seco a temperatura de 2-3°C. (Flores, 2013)

- **Potencial de óxido-reducción:** Inmediatamente después del sacrificio el musculo esquelético presente reservas de oxígeno que hacen que el potencial de óxido reducción sea positivo favoreciendo el crecimiento de los microorganismos aerobios como *pseudomonas* y *micrococcus*. Con el transcurrir del tiempo esta reserva se agota, el potencial de óxido reducción disminuye y se hace negativo haciendo que el ambiente se vuelva óptimo para el crecimiento microbiano anaeróbico de putrefacción (*clostridium*) y los microorganismos anaerobios facultativos que tiene la capacidad de multiplicarse en usencia y presencia de oxígeno (*Streptococcus*, *lactobacillis*, *estafilococcus* y *coliformes*) (castro, 2012)

2.3| Condiciones que favorecen la contaminación de la carne

Los productos cárnicos, considerados como la principal fuente de proteína para los humanos, son también el vehículo más frecuente en la producción de intoxicación alimentaria, como consecuencia de un inadecuado sistema de calidad higiénico sanitario en los procesos de sacrificio y faenado animal. El ganado sano alberga diversos patógenos tales como *Escherichia coli*, *Salmonella Spp.* y *Listeria Spp.*, entre otros, los cuales se encuentran habitualmente como flora normal en tracto gastrointestinal, piel y pezuñas. Los tejidos internos de la carne en canal se consideran estériles, característica que se ve alterada si no se aplican las adecuadas prácticas de manufactura durante los procesos de sacrificio y faenado de la canal, lo que conlleva a contaminación con suciedad, materia fecal y polvo, entre otros, situación que es directamente proporcional al uso de las normas higiénico sanitarias en la planta de procesamiento. (Pérez, 2016)

La contaminación de la carne durante el despiece, deshuesado, y envasado depende de las condiciones locales; durante estas operaciones la carne se manipula mucho, exponiéndose al aire, nuevas superficies lo que hace a la carne más sensible a la contaminación. Factores tales como temperatura de sala de deshuesar, tiempo que la carne permanece en ella y limpieza de las mesas de despiece, cintas transportadoras, sierras, cuchillos y otro equipo, todos afectan a la flora microbiana. (ICMSF, 1980 b)

En el proceso de sacrificio del ganado bovino, las etapas de sangría, desuelle, eviscerado y deshuese de las canales, ayudan a que ocurra contaminación por medio del contacto de las canales con materia fecal, tierra, pelos, piel, etc.; la intensidad con que se origina este tipo de contaminación va a depender de las prácticas de manipulación que se cumplan en cada planta de sacrificio. (Pérez, 2016)

La contaminación microbiana de la carne puede ocurrir en el propio matadero por contacto con la piel, pelos, patas, contenido gastrointestinal, urinario utensilios, manos y ropa de los operarios, agua utilizada para el lavado de las canales y aire de los locales de faenamiento y almacenamiento. (Espino, 2016)

Los microorganismos pueden contaminar la carne desde distintos orígenes: durante todo proceso de elaboración, al entrar en contacto con utensilios o material de equipo, sucios; a través de las manos y la vestimenta de manipuladores higiénicamente sucios; por gotas de agua y polvo, procedente de un ambiente contaminado. Por las partículas desprendidas de cueros, pieles, y pezuñas y en el eviscerado la rotura de intestino contamina la canal al ensuciar la carne por las heces. (Noskova, 1972)

Aunque los alimentos cárnicos pueden contaminarse con una amplia gama de microorganismos, su deterioro se debe a la selección de especies dominantes durante el almacenamiento y el desarrollo de una asociación microbiana. El almacenamiento en frío y la

composición gaseosa que rodea el tejido, como factores tecnológicos y el pH y la A_w como factores del producto, determinan la composición de la flora dominante. La contaminación de canales de bovino y porcino después del sacrificio y enfriamiento, es variable y puede estar constituida por 10^1 - 10^5 microorganismos mesófilos aeróbicos por centímetro cuadrado, dependiendo de la canal, sitio de la canal y lugar de donde provenga. (Lasta y col, 1992; Masana y Rodríguez, 2006).

La presencia de organismos patógenos en canales y carnes es una amenaza para la industria y la salud pública; esto a su vez ha generado el desarrollo de tecnologías y sistemas para minimizar o mitigar el impacto de estos patógenos en la cadena agroalimentaria (Desmarchelier y col., 2007; Algino y col., 2007).

Los criterios que reflejan la calidad de las carnes crudas son difíciles de definir debido a la gran heterogeneidad de la contaminación. A veces se encuentran diferencias de hasta 100 veces en recuentos individuales de sitios distintos de las mismas canales; diferencias similares se dan en los mismos lugares de canales distintas. Aunque no disponen de pruebas experimentales es posible que tales diferencias se reflejan en el estado de los cortes o de la carne picada preparados de canales o de piezas distintas. (ICMSF, 1980 b)

Las fuentes mayoritarias de microorganismos de deterioro y patógenos de la canal y subproductos las representan el intestino del animal y la superficie externa como la piel, la cual se encuentra en contacto directo con el ambiente. Esta contaminación, ya sea de las instalaciones de procesamiento o del producto, se podrían presentar por técnicas deficientes en algunas de las operaciones como ligado de recto y esófago o extracción de vísceras y descuerado, las cuales representan etapas críticas y de mayor cuidado en el sacrificio del ganado bovino. (Castro, 2012)

Existen muchas fuentes de contaminación microbiana de la carne, de estos está el aire, el agua, las heces, cuchillos (utilizados durante el desangrado y corte), cueros, el tracto gastrointestinal (a través de la liberación accidental de su contenido durante la evisceración), los ganglios linfáticos (si es inspeccionado por incisión o laminado), el contacto con otras canales, el operario, el entorno de procesamiento (por ejemplo, equipos, agua o aire). (Guevara, 2014)

Entre las formas de contaminación de la canal durante las operaciones de faena se encuentran:

✓ *Contaminación de la superficie del canal.*

En los mataderos, las manipulaciones incorrectas realizadas a lo largo de los procesos y especialmente en el faenado, influyen en la contaminación final de la superficie de las canales. (Espino, 2016). La superficie de la canal es contaminada principalmente por la piel; las primeras incisiones en la piel para comenzar el desuello son realizadas con un cuchillo, que contaminan la superficie de la canal. Otra contaminación en esta fase del trabajo es proveniente del contacto de la superficie de la canal con la piel ya separada o con la mano del operario.

✓ *Contaminación canal a canal.*

Mc Evoy *et al*, en el 2003 realizaron un estudio con 250 canales bovinas antes de la entrada a los cuartos fríos, donde se comprobó que existe contaminación cruzada durante la refrigeración. Se muestrearon dos canales antes de entrar a los cuartos fríos donde una canal resulto positiva y la otra negativa para *E. coli* O157:H7, después de la refrigeración ambas canales resultaron positivas para la bacteria. Estas canales no estuvieron juntas durante la línea de sacrificio, pero estuvieron lado a lado durante la refrigeración, lo cual afirma que existe contaminación entre canales. (Montero, 2009)

2.4 Criterios microbiológicos en canales de bovinos

Un criterio microbiológico es definido por el *Codex alimentarius* como “un parámetro de gestión de riesgos que indica la aceptabilidad del alimento o el funcionamiento ya sea del proceso o del sistema de control de inocuidad de los alimentos, después de conocer los resultados del muestreo y análisis para la detección de microorganismos, sus toxinas / metabolitos o marcadores asociados con su patogenicidad, u otras características en un punto específico de la cadena alimentaria”. (Codex, 1997).

La Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (ICMSF, por sus siglas en inglés), aunque respalda las definiciones del Codex, considera que un criterio microbiológico consiste en:

- Establecer el alimento al que se aplicará el criterio
- Establecer el (los) contaminante(s) que preocupa(n), es decir, la especie o grupos de microorganismos y/o sus toxinas
- El(los) método(s) analítico(s) que va(n) a utilizarse para su detección y/o recuento
- La muestra que va a tomarse del lote del alimento o del punto de interés, por ejemplo, un determinado punto en la línea de fabricación
- El(los) límite(s) microbiológico(s) apropiado(s) para el producto; esto es, los valores de *n*, *c*, *m* y *M*. (ICMSF, 2013)

Sin embargo, el Reglamento Técnico Centroamericano sobre criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos, establece que, un *Criterio microbiológico de inocuidad* define la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basado en la ausencia o presencia, o en la cantidad de microorganismos, por unidad o unidades de masa, volumen, superficie o lote y es aplicable a productos comercializados. (COMIECO-LXXXIII, 2018).

En dicho Reglamento (RTCA 67.04.50:17) los criterios microbiológicos se establecen por grupos de alimentos, y en el caso de canales de bovino, estos estarían en la Categoría 8.1 como se observan en las Tablas N° 2 y 3, siendo que los criterios establecidos en la tabla N° 2 se utilizan para el trámite de Registro Sanitario y los indicados en la Tabla N° 3 son los criterios para la vigilancia o monitoreo de los productos.

Tabla 2. Criterios microbiológicos para trámite de Registro Sanitario para el Grupo de alimentos 8: Carnes y productos cárnicos.

Parámetro	Categoría	Tipo de Alimentos	Límite Permitido
<i>Escherichia coli</i> O157:H7 (carne molida, picada y tortas para hamburguesas, embutidos crudos o formado, carnes marinadas)	10		Ausencia / 25 g
<i>Escherichia coli</i> (excepto carne molida, picada y tortas para hamburguesas, embutidos crudos o formados, carnes marinadas, rebozadas, tenderizadas y empanizadas)	7	A	10 UFC / g
<i>Salmonella</i> spp.			Ausencia / 25 g

Fuente: COMIECO-LXXXIII, 2018

Además de los criterios microbiológicos establecidos para la Región Centroamericana, existen otros criterios establecidos por diferentes organismos o entidades en función del país o región.

Tabla 3. Criterios microbiológicos para Vigilancia de inocuidad para el Grupo de alimentos 8: Carnes y productos cárnicos.

8.1 Subgrupo de alimento: productos cárnicos crudos empacados, refrigerados o congelados en cortes, piezas, picados, molidos, embutidos crudos o formados, incluyendo empanizados y rebozados, marinados, tenderizados. No incluye materias primas, ni productos de aves de corral y caza.

Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de Alimento	Clase	n ¹	c ²	m ³	M ⁴
<i>Escherichia coli</i> O157:H7 (carne molida, picada y tortas para hamburguesas, embutidos crudos o formados, carnes marinadas rebizadas, tenderizadas y empanizadas).		2		0	Ausencia / 25 g	---
<i>Escherichia coli</i> (excepto carne molida, picada y tortas para hamburguesas, embutidos crudos o formados, carnes marinadas, rebozadas, tenderizadas y empanizadas)	A		5		10 UFC / g	10 ² UFC / g
<i>Salmonella</i> spp.		2		0	Ausencia / 25 g	---

1/ n = número de unidades de muestra requeridas para realizar el análisis, que se eligen separada e independientemente, de acuerdo con normas nacionales o internacionales referidas a alimentos y bebidas apropiadas para fines microbiológicos.

2/ c = número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre **m** y **M** para que el alimento sea aceptable

3/ m = criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud

4/ M = criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud.

Fuente: COMIECO-LXXXIII, 2018

La Comisión Europea (C.O.C.E, 2001, Decisión 471/2001/CE), el Servicio de Inspección y Protección de Alimentos (FSIS/USA), del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) de Argentina, en sus normas para el muestreo microbiológico de bacterias aerobias mesófilas totales en canales

bovinas, para muestras tomadas por el método destructivo, establecen tres categorías; para la verificación del control del proceso, consideran como:

- ✓ Valores Aceptables $< a 3,5 \text{ Log UFC/cm}^2$.
- ✓ Valores Dudosos $> a 3,5 \text{ Log UFC/cm}^2$, pero $< a 5,0 \text{ Log UFC/cm}^2$.
- ✓ Valores Inaceptables $> a 5,0 \text{ Log UFC/cm}^2$. (FSIS/USA, 2001).

El Servicio Agrario Ganadero (SAG, 2010) de Chile, para el mismo fin, considera los mismos valores, para muestras tomadas por ambos métodos: el método destructivo y por el método no destructivo (esponja).

- ✓ Valores Aceptables $< a 2,8 \text{ Log UFC/cm}^2$.
- ✓ Valores Dudosos $> a 2,8 \text{ Log UFC/cm}^2$, pero $< a 4,3 \text{ Log UFC/cm}^2$.
- ✓ Valores Inaceptables $> a 4,3 \text{ Log UFC/cm}^2$. (SAG, 2010).

Las muestras para análisis pueden realizarse por dos métodos: destructivo y no destructivo o hisopado de superficies. El primero consiste en el corte de 25 gramos de la muestra, colocándola en bolsas Stomacher esterilizadas, el corte se realiza con bisturí esterilizados y prácticas de higiene adecuadas. El transporte de la muestra al laboratorio debe realizarse en las mejores condiciones (en frío) para ser inoculada y realizar la siembra. Se utiliza método destructivo para cortes de carne o carne molida (25 g de carne = unidad de muestra). (MINSAL, 2019)

El método no destructivo también conocido con el nombre de hisopado de superficie, puede realizarse con torundas o hisopos de algodón o con esponjas. Para ello se utiliza una plantilla de metal estéril (10cm X 10cm) sobre la superficie a muestrear, se humedece el hisopo con solución diluyente y se frota 4 veces en la superficie delimitada por la plantilla. Realizada la toma de la muestra colocar el hisopo en el tubo con la solución diluyente y llevar

al laboratorio para realizar la siembra. Este método solo se utiliza para canal que es el método esponja (o hisopado con esponja) (MINSA, 2019)

El control de la calidad microbiológica del procesado de la carne conlleva el desarrollo y uso de métodos diseñados para monitorear y mantener baja la carga microbiana, reduciendo la contaminación e impidiendo su multiplicación. (Espino, 2016)

2.5 Microorganismos presentes en canales de bovino

La microbiota contaminante de la carne está integrada principalmente por bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Brochotrix*, *Proteus*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Listeria* y *Streptomyces*. La microbiota resultante (final), sin embargo, dependerá de la microbiota inicialmente presente en el producto, de los factores de procesamiento, de las condiciones de almacenamiento y de la competencia que se produzca entre los microorganismos presentes que, en buena medida a su vez, determinaran la vida útil del producto (Rodríguez y col., 2000).

✓ *Salmonella sp.*

Es un género de bacteria que pertenece a familia *Enterobacteriaceae*, formado por bacilos Gram. Negativos, anaerobios facultativos, con flagelos peritricos que rodean al microorganismo y no desarrolla capsula ni esporas. Se encuentran fundamentalmente asociados a la flora intestinal alimentos y / o agua contaminados con material fecal. (Guillen, 2015)

✓ *Escherichia coli*

Agente causal de enfermedad alimentaria, que puede ser solo infección, pero también, el microorganismo puede producir una toxina una vez ha invadido el intestino del huésped. El tipo de *E. coli* presente en productos cárnicos ha sido designada como 0157:H7. (Guillen, 2015)

Entre los factores implicados en esta infección se encuentra la deficiente cocción de los alimentos, la falta de normas de higiene por parte de los manipuladores y del mismo consumidor, la falta de eliminación de aguas residuales de manera adecuada, la demora en la refrigeración de los alimentos, una vez han sido preparados y por contaminaciones cruzadas. Los principales productos de origen cárnico implicados son la carne de hamburguesas y productos a base de salmón. (Guillen, 2015)

E. coli es el microorganismo más prevalente de esta familia y se encuentra normalmente en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente. La mayoría de las cepas son patógenas. Sin embargo, algunas de ellas, como *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), pueden causar graves enfermedades al estar presente en los alimentos. La bacteria se transmite al hombre principalmente por el consumo de alimentos contaminados, como son los productos con carne picada cruda o poco cocida, leche cruda, hortalizas y semillas germinadas crudas contaminadas.

Los estudios sobre microbiología de la carne no pretenden que los microorganismos sean totalmente eliminados, la estrategia consiste en la prevención de la multiplicación de la mayoría de los microorganismos contaminantes; esto puede conseguirse a través del calor, refrigeración y congelación, químicos y antibióticos, deshidratación y fermentación. (Guillen, 2015)

2.7 Normativas sanitarias aplicadas en las plantas de sacrificio de carne bovinas

En Panamá, la aplicación obligatoria de los Procedimientos Estandarizados de las Operaciones de Limpieza y Desinfección, las Buenas Prácticas de Manufactura y el Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos, en las plantas y establecimiento que sacrifican animales de abasto, procesen, transformen, distribuyan y expendan productos cárnicos, lácteos, pesqueros, huevos y productos diversos para consumo humano, está

reglamentado en el Artículo 2 del Decreto Ejecutivo 352 del Ministerio de Salud. (MINSA, 2001)

Internacionalmente se reconoce que el Sistema de Análisis de Peligros y de Control de Puntos Críticos, conocido como Sistema HACCP, junto con las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), permite a las empresas alimentarias el control de los peligros alimentarios a lo largo de toda la cadena alimentaria. Cabe señalar que las BPM incluyen a los Procedimientos Operacionales Estándares de Saneamiento (POES).

En la industria alimentaria todos los empleados, deben velar por un manejo adecuado de los productos alimenticios y mantener un buen aseo personal, de forma tal que se garantice la producción de alimentos inocuos. Para garantizar esto se debe llevar los siguientes parámetros: Capacitación, Prácticas higiénicas, Control de Salud. (Villamill, 2007 y col.)

2.7 Sistemas de conservación de la carne de bovino

Para prolongar la vida útil de la carne y el almacenamiento de todos los productos cárnicos frescos y de la mayoría de los procesados, es imprescindible conservarlos adecuadamente. (Escalante, 2008). La carne es un producto muy alterable, es decir, los microorganismos deteriorantes crecen fácilmente en ella; de aquí que el comercio de la carne, incluso a nivel de venta local o granel, dependa en cierto grado de los métodos de conservación que controlan la flora alterante; cuanto mayor sea su procesado y más distante el mercado más necesario es la conservación. (ICMSF, b)

Los sistemas de conservación más importantes son la refrigeración, el tratamiento térmico, el curado, y el secado. (ICMSF, b)

2.7.1 Refrigeración y Congelación.

Después del sacrificio es conveniente colocar las canales, tan pronto como sea posible, en cámaras de refrigeración a temperaturas menores de 10°C, preferiblemente cerca de 0°C. Sin embargo, el enfriamiento por debajo de los 10°C dentro de unas 10 horas post mortem puede originar endurecimiento, que se evita con estimulación eléctrica. (ICMSF, 1980 a)

La carne como producto con alto contenido de humedad es propio a deteriorarse en poco tiempo, por ello que es necesario un sistema de conservación para prolongar su vida útil. Noskowa (1972) afirma "para prolongar el tiempo de conservación de la carne refrigerada, la técnica del frío se complementa con procedimientos que dificulten el crecimiento de los agentes que causan alteración en las condiciones habituales de refrigeración. Los procedimientos más usados son: disminución de la humedad relativa, desecación de la superficie de las piezas, envasado al vacío, conservación en atmosfera de hidrógeno y empleo de radiaciones ionizantes". Los sistemas de conservación ayudan a mantener la calidad y la inocuidad del producto hasta llegar al consumidor.

La carne refrigerada antes de su conservación en frigorífico contiene microorganismo que crecen a bajas temperaturas (psicrófilos); mientras que otros no crecen en estas ciertas condiciones, o lo hacen lentamente (mesófilos). Los psicrófilos pueden causar alteraciones en carnes refrigeradas y en congeladas cuando el periodo de almacenamiento es prolongado y las temperaturas son superiores a -10°C. Entre los mesófilos, es decir los que no crecen a bajas temperatura, los hay patógenos y productores de toxinas. (Noskowa, 1972)

El efecto de la refrigeración en la flora microbiana depende de varios factores; la refrigeración rápida a temperaturas bajas con aire a gran velocidad y baja humedad puede reducir la carga microbiana. En condiciones menos rigurosas puede tener lugar el crecimiento

de los microorganismos psicotrofos alterándose así la proporción de psicotrofos/ mesófilos. (ICMSF, 1980)

El almacenamiento a temperaturas bajas (refrigeración y congelación) por si solo permite mantener la carne cierto tiempo sin que sus propiedades cambien apreciablemente. (ICMSF,b). Para prolongar al máximo la vida en almacenamiento refrigerado, con una calidad aceptable en la carne, deberán optimizarse todas las variables que influyen la conservación en refrigeración; adicionalmente deberá complementarse con otras técnicas de conservación, lográndose de esta manera aumentar la vida útil y garantizar la calidad sanitaria de la carne fresca. (Escalante, 2008)

2.7.2 Envasado al vacío

Este sistema es el más importante de envasado y mantenimiento de la calidad natural de los productos cárnicos. El vacío consiste en la eliminación del aire del envase, inhibiendo consecuentemente el crecimiento de algunos microorganismos alterantes y extendiendo la vida útil del producto. (Escalante y col, 2008)

El envasado al vacío es uno de los métodos más comunes en modificar el ambiente interno del envase y es muy utilizado por la industria cárnica. La extensión de la vida útil de la carne envasada al vacío radica en los cambios que se producen en las concentraciones de O₂ y CO₂ dentro del envase generándose de esta manera una selección microbiana. Se inhibe el crecimiento de microorganismos aerobios (principalmente *Pseudomonas*), favoreciendo el desarrollo principalmente de *Lactobacillus*, aunque *Brochothrix thermosphacta*, puede también desarrollar si inicialmente estaba presente. (Florencia, 2013)

2.8 Sistemas de desinfección aplicado a canales

Los sistemas de desinfección pueden ser aplicadas en toda la cadena: antes del sacrificio, durante el sacrificio, en refrigeración, empaque y en expendios. La mayoría de los estudios se enfocan en los sistemas de desinfección aplicados a la canal durante el sacrificio, ya que acá ocurre la mayor contaminación con heces, durante el proceso de retirado de piel y evisceración (Montero, 2009)

Cuando se quiere implementar un sistema de desinfección de canales, hay factores aparte de la eficacia microbiología que hay que tener en cuenta, como por ejemplo si influye en el proceso o en el producto, la seguridad del operario, calidad del producto y costos. Los sistemas de intervención no deben tener efectos adversos tóxicos o en la salud de los trabajadores durante la aplicación o en los consumidores como resultado de su uso. (Montero, 2009)

2.8.1 Objetivos del uso de sistemas de desinfección

Entre los beneficios potenciales del uso de sistemas de desinfección esta estandarizar un producto microbiológicamente, reduce costos al prevenir pérdidas de la carne por alteración microbiológica lo que permite expandir mercados creando confianza entre los consumidores. Con la implementación de sistemas de desinfección de canales se mejora la condición microbiológica de las canales. (Montero, 2009)

Como se indicó con anterioridad, la implementación del sistema HACCP permite controlar la contaminación de los alimentos por medio de la identificación de puntos críticos de control que son etapas del proceso en el cual se aplica un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o reducirlo a un nivel aceptable. La desinfección de canales es una barrera química empleada como medida preventiva que permite controlar el desarrollo de microorganismos patógenos y alterantes.

2.8.2 Formas de aplicación de los desinfectantes

La desinfección de una canal es difícil debido a su estructura y forma. La mayoría de los métodos requieren de contacto físico con la superficie y por la forma irregular de la canal existe la posibilidad de que una parte quede sobre expuesta mientras que otra parte no tenga contacto con el desinfectante. Por ejemplo, los tratamientos que requieren de rayos de energía, como la luz ultravioleta, puede que no tengan acceso a áreas donde el rayo es bloqueado por una protuberancia que hace sombra en un área de la canal. Al aplicar métodos de desinfección se deben tener un buen diseño para evitar toda esta clase de inconvenientes. (Montero, 2009)

La desinfección puede llevarse a cabo de varias maneras, las cuales presentan ventajas y desventajas en su aplicación y por tanto en la eficiencia de los resultados que se desean.

✓ Aplicación por aspersión

La eficacia de la aspersión manual estará relacionada con la motivación que tenga el operario. Para optimizar el funcionamiento de la aspersión se debe tener en cuenta la boquilla adecuada (flujo, patrón de aspersión, tamaño de la partícula y velocidad), mantenimiento preventivo, evaluar la posición y el cubrimiento de la boquilla.

✓ Aplicación por lavado

Los sistemas de lavado pueden ser más efectivos que los de aspersión, ya que la canal para una cascada de solución desinfectante, y esta es cubierta en su totalidad.

✓ Aplicación por inmersión

Esta opción es aceptada para objetos pequeños como por ejemplo cortes de carne y canales de aves. Es usada frecuentemente en los empaques de carne antes de su uso.

2.8.3 Ácidos orgánicos como desinfectantes en canales bovinas

La utilización de ácidos orgánicos en el lavado final de la media res y antes del enfriamiento es el método más utilizado y el aprobado por los organismos de control en Estados Unidos (EFSA, 2011).

El modo de acción de los ácidos orgánicos al inhibir el crecimiento de microorganismos puede estar relacionado a los cambios en el equilibrio ácido-base, a la donación de protones, y a la interferencia en la producción de energía de la célula. Algunos ácidos actúan destruyendo la pared celular, aunque los ácidos orgánicos han demostrado un buen desempeño reduciendo el crecimiento de bacterias, es importante mencionar que en los alimentos no solo el pH del medio es importante, sino también otros aspectos como el tipo de ácido y la temperatura. (Yanchaliquín, 2013).

La eficacia de los ácidos orgánicos como agentes antimicrobianos se mejora, generalmente, por los aniones que interfieren con la disociación de la molécula de ácido. Determinados cationes pueden también aumentar de una manera significativa la eficacia de los ácidos orgánicos aumentando la solubilidad del ácido en la membrana de la célula microbiana. (ICMSF, 1980 a)

La industria cárnica permite el uso de métodos físicos y químicos, así como la combinación de ambos para el proceso de desinfección de canales de res. El objetivo de los métodos físicos es la eliminación mecánica de la suciedad presente en la superficie externa del animal o la canal, así como la disminución de la población microbiana. Los métodos químicos consisten en utilizar compuestos químicos (agentes tensoactivos, derivados del cloro o yodo, fenoles, alcoholes, óxidos y ácidos) con la capacidad de eliminar los microorganismos patógenos al entrar en contacto con ellos. Los ácidos orgánicos son los más utilizados en la

industria cárnica y pueden ser aplicados en combinación con algún tratamiento térmico.

(Castro, 2012)

La actividad antimicrobiana de un ácido orgánico se debe a las moléculas no disociadas de este compuesto. Únicamente los ácidos orgánicos lipófilos muestran actividad antimicrobiana, estos compuestos inhiben el crecimiento de los microorganismos. (ICMSF, 1980 a)

El efecto de los ácidos orgánicos depende de dos factores: el efecto del pH y el grado de disociación. En adición se conoce que el efecto bactericida del ácido láctico varía del grado de concentración, la temperatura de la solución, el tiempo de contacto y el método utilizado.

(Yanchaliquín, 2013).

Para que la utilización de un ácido orgánico como conservador sea permitido, es preciso que se demuestre previamente un efecto beneficioso directo o indirecto para el consumidor. Es decir, debe mantener su valor nutritivo, incrementar su suministro, mejorar su conservación doméstica y disminuir sustancialmente su costo o resultar más conveniente para el consumidor. Las concentraciones permitidas se basan en consideraciones sobre su toxicidad y se establecen al más bajo nivel que permita alcanzar el beneficio perseguido.

(ICMSF, 1980b)

Entre los ácidos orgánicos empleados en la desinfección de alimentos se encuentran el ácido paracético, el ácido peroxiacético y el ácido láctico, este último ha demostrado ser efectivo en la desinfección de canales refrigeradas y calientes. (Montero, 2009)

- **Ácido Paracético**

En la industria cárnica cada vez se utilizan más las formulaciones comerciales que contienen una mezcla de peróxido de hidrogeno, ácido paracético y ácido acético. Estos compuestos poseen un alto espectro de actividad microbiana rapidez de acción. (Castro, 2012)

Una de las grandes ventajas para la industria cárnica que presenta este ácido es que su actividad no disminuye en presencia de compuestos orgánicos; sin embargo, el pH y la temperatura sí podrían afectar de manera considerable. Este ácido presenta la capacidad de inactivar rápidamente las bacterias Gram-positivas y Gram-negativas, mohos, levaduras y virus con una baja toxicidad; sin embargo, la concentración requerida va a depender de la matriz sobre la cual se trabaja. (Castro, 2012)

Varias investigaciones han demostrado la efectividad del ácido paracético como desinfectante de productos cárnicos. En un estudio realizado se evaluó la eficacia de una formulación de ácido paracético en la desinfección de canales de res, mostró una reducción del 99.9 % de una alta dosis del inculo de *E. Coli* O157:H7. Según otros estudios realizados, con el uso de este desinfectante se han obtenido reducciones de Enterobacterias, bacterias aerobias y hasta 2,5 ciclos logarítmicos en los recuentos de *E. Coli* O157:H7, disminuyendo el porcentaje de muestras positivas de este microorganismo de un 34 a 7 % en comparación con muestras sin desinfectar. (Castro, 2012)

- **Ácido peroxiacético**

En el proceso de desinfección se utiliza como agente desinfectante el ácido peroxiacético que actúa como un oxidante; se usa principalmente en la aspersion de canales en plantas de beneficio y a diferencia con otros químicos, se puede aplicar durante la refrigeración, sin dejar niveles residuales inaceptables en las canales. En un estudio realizado

en el 2013 se comprobó la efectividad del ácido peroxiacético en canales bovinas, bajo condiciones de laboratorio teniendo como resultado reducciones de 1,0 a 1,4 logs en *E. coli* O157:H7. (Pérez, 2016)

Se ha demostrado que concentraciones tres veces más altas a las permitidas tienen efectos mínimos en canales bovinas refrigeradas, reportando reducciones menores a 0,2 log para *E. coli* O157:H7 y *Salmonella typhimurium*. Sin embargo, se comprobó que en canales bovinas sin refrigeración fue más efectivo con reducciones de 0,7 log. (Pérez, 2016)

- **Ácido láctico**

El ácido láctico se utiliza como conservante en la producción de embutidos y es bactericida en la desinfección de canales reduciendo de manera importante la población de Enterobacterias y demás flora de deterioro. El ácido paracético y el ácido láctico son utilizados como desinfectante por lo tanto ambos tienen como ventaja el efecto antimicrobiano, el cual alarga el tiempo de conservación del producto además de no generar decoloración excesiva, olores ni sabores extraños, si se utilizan a las concentraciones recomendadas en productos cárnicos de 150 a 200 ppm para el ácido paracético y 2.5 % en ácido láctico. (Castros, 2012)

El ácido láctico tiene una baja toxicidad para el ser humano posee la caracterización de GRAS (generally recognized as safe). (Yanchaliquín, 2013) afirma que el efecto de los ácidos orgánicos depende de dos factores el efecto del pH y el grado de disociación. En adición se conoce que el efecto bactericida del ácido láctico varía del grado de concentración, la temperatura de la solución, el tiempo de contacto y el método utilizado.

En cuanto a su eficacia, estudios con fuerte evidencia, demuestran que el ácido láctico reduce el recuento de Enterobacterias de origen natural en carne y canales en un grado variable. Las reducciones son en general significativamente mayores. (Yanchaliquín, 2013).

El ácido láctico ha demostrado ser efectivo en la desinfección de canales refrigeradas y calientes. Se han realizado estudios a concentraciones de 2 a 4% y con temperaturas de 32 a 55°C, donde se reportan diferentes reducciones, se concluye que está relacionado a la inoculación usada en estos estudios. (Montero, 2009)

El ácido cítrico y láctico, tienen por lo general, solamente una actividad antimicrobiana moderada y excepto a bajos valores de pH, no resulta eficaces como inhibidores. Sin embargo, una concentración de ácido cítrico no disociado de 0.001% inhibe el crecimiento de *Staphylococcus* en condiciones anaerobias. Tanto el ácido cítrico como el láctico parecen inhibir específicamente la formación de aflatoxinas y Sterigmatocystina. (ICMSF. b)

En estudios realizados sobre aplicación de spray de soluciones de ácido láctico al 2 % en carcasas de ovejas se observó una reducción muy significativa en el número de Coliformes y *E. coli* y se concluyó que su aplicación inmediatamente después de la faena incrementa la vida útil, reduce los microorganismos patógenos y contribuye a una mejora en la salud pública. (Florencia, 2013)

La comisión europea ha autorizado la utilización de ácido láctico para reducir la contaminación microbiana superficial en las canales de vacuno. La Autoridad Europea de Seguridad de los Alimentos (EFSA, siglas en ingles), dictaminó en julio del 2011 que dicho tratamiento cumplía con las especificaciones comunitarias para los aditivos alimentarios. según la comisión, la posibilidad de utilizar el ácido láctico no debe en modo alguno considerarse como una sustitución de las prácticas higiénicas y deberían integrarse en los sistemas actualmente en vigor de análisis de riesgos y puntos críticos de control, con el fin de reducir la presencia de patógenos tales como Salmonella y *E. coli*. (Yanchaliquín, 2013).

En el año 2013, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) convalidó en el Reglamento (UE) 101/2013 el uso de ácido láctico para la descontaminación de superficies de

reses y carne bovinas. En Argentina, el SENASA, en base a dicho reglamento y luego de realizar la consulta abierta sobre el tema, decidió aceptar el empleo de ácidos orgánicos en los frigoríficos, modificando el Decreto 4.238/68. Debido a la variabilidad entre los distintos estudios realizados, el comité de la recomendó que los operadores de empresas alimentarias validen la eficacia antimicrobiana del ácido láctico bajo sus condiciones específicas de proceso. (Lezzi y col.,2016)

2.8.4 Validación y verificación de sistemas de desinfección en plantas de sacrificio

En caso de que la desinfección de canales sea usada como un punto crítico de control dentro de un sistema HACCP debe ser validado para su control. Hay dos formas de validar la eficacia de los tratamientos, una de ellas es la toma de muestra de contaminación natural (contaminación microbiana total, en la cual se encuentre *E. coli* o *Salmonella*) o inocular específicamente una parte de la canal con una cantidad de bacteria conocida (usualmente se usan cepas de *E. coli*). (Montero, 2009)

Las muestras pueden analizarse por diferentes métodos: destructivo o por superficie (también denominado método esponja) los cuales se explicaron en el punto 2.4 Criterios microbiológicos en canales de bovinos.

El Ministerio de Salud de Panamá, a través del Departamento de Protección de Alimentos (DEPA), desarrolló un Manual de toma y envío de muestras en carnes y productos cárnicos y estableció entre los objetivos de dicho manual, el servir de apoyo a la vigilancia y control de los programas de monitoreo y control de residuos químicos, microbiológicos y otros contaminantes.

En el caso del análisis de *Escherichia coli*, la evaluación de los niveles de contaminación se estableció en aceptables, inaceptables, marginales mínimos (m) e inaceptables o marginal máximo (M), como se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Criterios de evaluación de los resultados para E. coli.

Especie	Límite mínimo marginal m	Límite máximo marginal M	Número de muestras n	Máximo de muestras permitidas en rango marginal c
Bovina	Negativo ($< 0.08 \text{ UFC} / \text{cm}^2$)	100 UFC / cm^2	13	3
Porcina	10 UFC / cm^2	10 000 UFC / cm^2	13	3
Pollos	100 UFC / ml	1 000 UFC / ml	13	3

3. Materiales y Métodos.

El estudio se realizó en una planta de sacrificio de bovinos que a su vez comercializa cortes especiales de carnes envasados al vacío, ubicada en la provincia de Veraguas. Durante el estudio se analizaron siete (7) medias canales de res (2 por día), utilizando como diseño de experimento un grupo control y un grupo experimental.

El grupo control (G-1) estuvo formado por siete (7) medias canales, lavadas con agua potable luego del sacrificio y muestreadas antes de ingresar al cuarto frío, pero sin la aplicación de ácido láctico. El grupo experimental (G-2) estuvo formado por siete (7) medias canales lavadas después del sacrificio, asperjadas (rociadas) con ácido láctico al 2 % a temperatura ambiente (37°C), para luego ser almacenadas en cuartos fríos (34 a 40 °F/24 horas). Transcurrido el tiempo de espera se recolectaron, muestras (hisopos 3M Quick Swab) en el pecho del medio canal.

Las muestras recolectadas del Grupo control (G-1) y del Grupo experimental (G-2), fueron tomadas mediante el método de hisopado empleando hisopos 3M Quick Swab y transportadas según los requerimientos para traslado al laboratorio y posteriormente analizados para determinar la presencia de *E. coli*. Se utilizó el método descrito en la AOAC 998.08 (carnes, aves y mariscos) para Coliformes y *E. coli*, que indica incubar por 24 + - 2 horas a 35°C.

Para el método de hisopado, se utilizó hisopos 3M Quick Swab con caldo Lethen (1 ml). El procedimiento que se realizó fue el siguiente:

- ✓ Se rotuló el tubo con el número de la muestra, para después pasar el hisopo en la superficie de la canal en un espacio de 100 cm² realizándose en forma de zig zag.

- ✓ Tomada la muestra, se realizó un doblar al bulbo del hisopo y se agitó suficientemente para que el medio de cultivo (caldo Letheen) llegara a la muestra y permitiera el crecimiento de la bacteria.
- ✓ Se trasladó la muestra al laboratorio para realizar la siembra en placas Petrifilm de *E. coli*/Coliformes.
- ✓ Para la siembra se colocó un (1) ml en cada placa y se colocó en una incubadora a 35°C por 24h.

Lugar de la toma de muestra

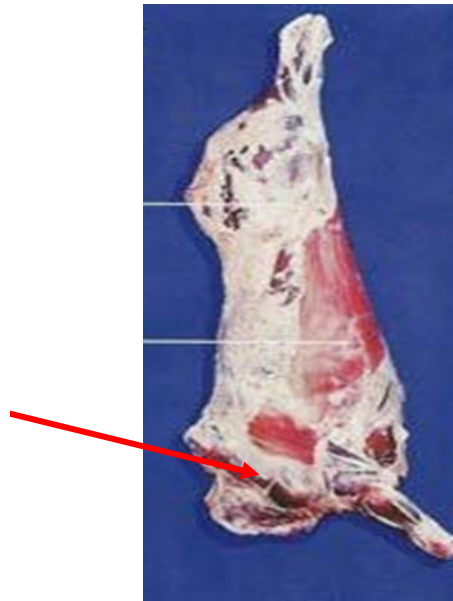


Figura 1. Punto de muestreo de la canal

4. Resultados y Discusión.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla N° 4 donde se aprecia la presencia de *E. Coli*/Coliformes en las muestras tomadas del tratamiento A y el tratamiento B.

Tabla 5. Datos del muestreo de las medias canales

NUMERO DE MUESTRA	TRATAMIENTO A ¹		TRATAMIENTO B ²	
	<i>E. coli</i>	Coliformes Totales	<i>E. coli</i>	Coliformes Totales
	UFC / cm ²	UFC / cm ²	UFC / cm ²	UFC / cm ²
M1	0.01	0.03	0.64	1.80
M2	0	0.03	0	0.34
M3	0.04	0.35	0.05	1.10
M4	0	0.29	0.10	0.88
M5	0	0.02	0.01	0.02
M6	0	0.05	0	0
M7	0	0.04	0	0

1/ Tratamiento A: Luego del lavado de la canal y antes de la aplicación del Ácido Láctico (2%)

2/ Tratamiento B: 24 Horas después de la aplicación del Ácido Láctico (2%)

En ambos casos (tratamientos) se observó crecimiento de *E. Coli*. En el caso del Tratamiento A (lavado sin aplicación de ácido láctico) el crecimiento se puede considerar negativo por encontrarse dentro del límite mínimo marginal ($m < 0.08$ UFC/cm²), y en el Tratamiento B (aplicación de ácido láctico 2%), sólo dos (2) muestras se encontraron entre el límite mínimo marginal (0.08 UF/cm²) y el límite máximo marginal (100 UFC/cm²), lo que es aceptable, de acuerdo a los niveles establecidos por el MINSA.

Los resultados obtenidos no fueron los esperados, ya que los recuentos del tratamiento B debieron ser menores.

La presencia de E. Coli/Coliformes después de la aplicación del ácido láctico (2%), se pudo deber a diversos factores que influyen durante del proceso de faenado y almacenamiento de las canales de reses.

La temperatura de almacenamiento en los frigoríficos es un factor que se hace difícil de controlar esto puede deberse a la cantidad de canales que se almacenan, velocidad del aire y el tiempo de almacenamiento de las canales en los cuartos fríos, permitiendo el aumento de la temperatura lo que a su vez contribuye al crecimiento del microorganismo. El rango de temperatura en cuartos fríos utilizado en la empresa en que se realizó el estudio es de 2 a 4 °C, almacenando las canales en un periodo de 24 a 48 h.

Otros factores que pudieron influir en los resultados observados fue la aplicación deficiente o poco uniforme de la solución de ácido láctico en las canales. Se logró observar que los operarios al aplicar el ácido láctico en la superficie de la canal lo hacían de manera rápida y descuidada, dejando áreas de la canal sin aplicar la solución del ácido láctico. Por otra parte, hay que tomar en cuenta que el estudio se realizó en base a las prácticas de faenado que se realizan diariamente en mencionada empresa.

- La preparación del ácido fue realizada por personal capacitado de la empresa.
- La aplicación del ácido y transporte de las canales fue realizada por los operarios.

El transporte o traslado de las canales se realiza por rieles de un área hacia los cuartos fríos, sin embargo, el manejo de las canales no impide que estas choquen entre ellas, que entren en contacto con las paredes del cuarto frío y el contacto físico con el operario. Durante

el almacenamiento están propuestas a ser trasladadas de un cuarto a otro permitiendo que el operario pueda tener más contacto físico con las canales, lo que pudo originar contaminación cruzada que influyó en el recuento.

Al analizar los resultados obtenidos en las reses control (sin tratamiento de ácido láctico), se determinó que luego del lavado con agua, los recuentos de *Escherichia coli* fueron mucho menores a los resultados esperados. El crecimiento fue bajo. Después de la aplicación del ácido láctico (tratamiento 2) los recuentos de *E. Coli* aumentaron, resultando recuentos mucho mayores a 10 UFC/cm².

El Ministerio de Salud de Panamá, a través del Departamento de Protección de Alimentos (DEPA), establece en la Tabla 4. los Criterios de evaluación de los resultados para *E. coli*. Los cuales se utilizaron para comparar los resultados del estudio.

Se realizó un análisis para ver el comportamiento de los resultados en el crecimiento de la *Escherichia coli*, para ello se utilizó el método de Análisis de dispersión de datos a través de cajas y bigotes, utilizando el programa statgraphics plus 5.1 gráficamente se demuestra en la figura 2 y 3.

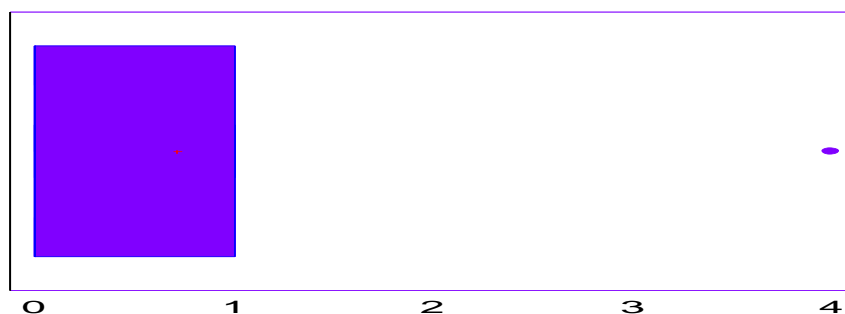


Figura 2. Análisis del comportamiento en el crecimiento de *Escherichia Coli* en el tratamiento A.

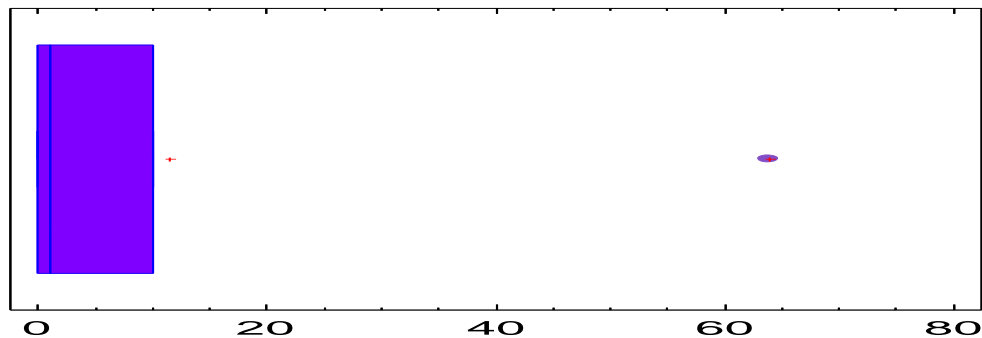


Figura 3. Análisis del comportamiento en el crecimiento de *Escherichia Coli* en el tratamiento B.

Con los datos analizados en el programa statgraphics plus 5.1, se observó el comportamiento del crecimiento de *escherichia coli* en canales bovinas. según la figura 2. la mayoría de canales esta entre 0 a 1 UFC/cm², sin embargo, se puede apreciar una canal atípica es decir con 4 UFCcm² lo que indica una mala manipulación, mala aplicación del ácido láctico o mala siembra del análisis microbiológico. De igual manera sucede con el comportamiento del grafico de la figura N°3, donde se aprecia una canal atípica (64UFC/cm²).

IV. Conclusión

- En el estudio se logró validar la eficiencia del Ácido láctico al 2% como desinfectante de las canales de res. Cabe mencionar que existieron diversos factores que influyeron de gran manera en el crecimiento de la bacteria después de aplicar el ácido láctico, lo que llevo al crecimiento de la bacteria.
- Las causas que pudieron ocasionar el crecimiento de *E. coli* en las canales tratadas con ácido láctico fueron:
 - la aplicación inadecua del ácido láctico
 - contaminación entre canales
 - manejo inapropiado de la canal por los operarios

Recomendaciones

1. Vigilar la preparación de la solución de Ácido láctico (2%) por los operarios
2. Supervisar la aplicación del ácido láctico por los operarios
3. Reforzar la capacitación de los operarios sobre el manejo higiénico de las canales y las Buenas Prácticas de Manufactura.

Referencias bibliográficas

- Castro G. A. (2012). *Evaluación de diferentes parámetros de calidad de la canal de res durante su almacenamiento en condiciones de refrigeración y eficacia de la desinfección con ácido láctico o ácido peracético de la canal de res y carne de cachete de res*. Tesis de grado Ingeniería de Alimentos. Universidad de Costa Rica
- Codex, 1997. Principios y Directrices para el establecimiento y la aplicación de criterios microbiológicos relativos a los alimentos. CAC/GL 21-1997. Revisión 2013.
- COMIECO-LXXXIII, 2018. Consejo de Ministros de Integración Económica. Resolución N°402-2018. Anexo. RTCA 67.04.50:17 Reglamento Técnico Centroamericano. Alimentos. Criterios microbiológicos para la Inocuidad de los alimentos.
- Djenane, D.; Montañes, L. y Roncales P, (2005). *Nuevas perspectivas para la conservación natural de la carne*. EUROCARNE, no.133
- Escalante, A., Urrutia, R., Arriola, P., Mendez, F. y Watanabe, G. (2008). Sistemas combinados de conservación para prolongar la vida útil de la carne y los productos cárnicos. *NACAMEH*, 2(2), 124-159.
- Espino R.L (2006) *Recuento de bacterias aerobias mesofilas totales en canales bovinas mediante el método de hisopado en un camal de Lima Metropolitana*. Tesis de grado. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- FAO. (2007). *Buenas prácticas para la industria de la carne*
- Florencia M.S (2013) *Ácidos orgánicos como método de intervención. Efecto sobre agentes patógenos y alteradores relevantes en la industria frigorífica. Empleo en carne equina*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata
- Guevara J.A (2014) *Técnicas de descontaminación para carnes andinas y amazónicas*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México

- Guillén O.J (2015) *determinación de la calidad microbiológica de la carne de res en el rastro y carnicerías del municipio de ipala, departamento de Chiquimula*. Tesis de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos. Guatemala
- ICMSF, 1980 a. International Commission of Microbiological Specifications for Foods. *Ecología microbiana de los alimentos, volumen 1: factores que afectan a la supervivencia de los microorganismos en los alimentos*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- ICMSF, 1980 b. International Commission of Microbiological Specifications for Foods. *Ecología microbiana de los alimentos, volumen 2: productos alimenticios*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- ICMSF, 2013. International Commission of Microbiological Specifications for Foods. *Microorganismos de los alimentos Vol. 7: análisis microbiológicos en la gestión de la seguridad alimentaria*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- Lezzi, S., Sallovitz, M. y Purslow, P. (2016). Eficacia de la aspersion de ácido láctico (4%) en el descenso de Enterobacterias totales y Escherichia coli en reses bovinas. *Revista veterinaria*, 27(1), 1669-6840.
- MINSA, 2019. Manual para toma y envío de muestras en carnes y productos cárnico. Departamento de Protección de Alimentos. Ministerio de Salud. República de Panamá.
- MINSA, 2001. Decreto 352 *Que reglamenta la aplicación obligatoria de los Procedimientos Estandarizados de las Operaciones de Limpieza y Desinfección, las Buenas Prácticas de Manufactura y el Sistema de Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos, en las plantas y establecimiento que sacrifican animales de abasto, procesen, transformen, distribuyan y expendan productos cárnicos, lácteos, pesqueros, huevos y productos diversos para consumo humano*. Gaceta Oficial N° República de Panamá.
- Montero V. V (2009). *análisis comparativo entre ácido láctico, ácido peroxiacético e hipoclorito de sodio en la desinfección de canales bovinas en el frigorífico san Martín en Bogotá*. Tesis de grado. Programa de Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia.

- Noskowa, G.L. (1972) *Microbiología de las carnes conservadas por el frío*. Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Pellicer, K.; Del Hoyo, G.; Brocardo, S.; Aliverti, V.; Aliverti, F. y Copes, J. (2009). Efecto del ácido clorhídrico y ácido láctico sobre el desarrollo de treinta cepas de *Listeria ssp.* Aisladas de alimento. *Facultad de Ciencias Veterinarias*, 50(1), 19-22.
- Pérez, Z, A. (2016) *Validación de limpieza y desinfección de manos, guantes acerados de la sala de deshuese y el punto crítico de control desinfección de canales de la empresa frigosinú s.a.* Trabajo de grado. Programa de Ingeniería de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad de Córdoba.
- Villarreyna.J. L; Kennedy.H.A. (2015). *Evaluación de los prerrequisitos (BPM y POES) del sistema HACCP del matadero nica beef packers S.A, Municipio de condega, departamento de Estelí.* Trabajo Monográfico. Facultad de Ingeniería.
- Villamill, D.; Gallego M., M.I.; Torres, O.A.; Ramírez. (2007). *Listeria Monocytogenes en canales de bovinos cebú en una planta de sacrificio de la sabana de Bogotá (Colombia).* *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica* 10 (1): 93-101
- Yanchaliquín, A. G. (2013). *Utilización de ácido láctico como desinfectante en canales bovinos.* Tesis de grado. Ingeniería de industrias pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad Ciencias Agropecuarias. Ecuador.