

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA



**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA CARNE BOVINA QUE SE
EXPENDE EN LOS MERCADOS MUNICIPALES DE LA CABECERA
DEPARTAMENTAL DE CHIQUIMULA.**

EDILIA JULISSA GARZA BOJORQUEZ

CHIQUIMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA CARNE BOVINA QUE SE EXPENDE EN
LOS MERCADOS MUNICIPALES DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE
CHIQUMULA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

EDILIA JULISSA GARZA BOJORQUEZ

Al conferírsele el título de

ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA**



**RECTOR
Dr. CARLOS GUILLERMO ALVARADO CERZO**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Representante de Profesores:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Representante de Profesores:	M.Sc. José Leonidas Ortega Alvarado
Representante de Graduados:	Lic. Zoot. Oscar Augusto Guevara Paz
Representante de Estudiantes:	Br. Heidy Jeaneth Martínez Cuestas
Representante de Estudiantes:	Br. Otoniel Sagastume Escobar
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Coordinador de Carrera:	Lic. Zoot. Merlín Wilfrido Osorio López

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.C. Raúl Jáuregui Jiménez
Secretario:	MSc. Baudilio Cordero Monroy
Vocal:	MSc. Carlos Alfredo Suchini Ramírez

TERNA EVALUADORA

M.V. Gustavo Adolfo López Martínez
Lic. Zoot. Carlos Alfredo Suchini Ramírez
Lic. Alvaro Bernardo Patzán Mijangos

Chiquimula, Septiembre de 2015

Señores Miembros
Honorables del Consejo Universitario
Centro Universitario de Oriente
Su despacho

Respetables Señores:

En cumplimiento a lo establecido a las normas del Centro Universitario de Oriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes, el trabajo de graduación titulado **"Evaluación microbiológica de la carne bovina que se expende en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula"**.

Como requisito previo a optar al título de Zootecnista en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el presente trabajo de investigación, llene los requisitos para su aprobación.

Atentamente,



Edilia Julissa Garza Bojorquez

Chiquimula, septiembre de 2015

Señor Director
M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director.

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación, para asesorar a la estudiante **Edilia Julissa Garza Bojórquez**, en el trabajo de graduación denominado: **"EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA CARNE BOVINA QUE SE EXPENDE EN LOS MERCADOS MUNICIPALES DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIQUIMULA"** tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a revisar y orientar a la sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En ese sentido, la evaluación realizada, contribuye a demostrar el potencial peligro de consumir productos pecuarios microbiológicamente contaminados como la carne de bovino y la presencia de los agentes como fuentes de las enfermedades transmitidas por alimentos más comunes en la población de la región, pudiendo ser un punto de partida para la toma de decisiones e incluso la incorporación de normas o leyes que garanticen la inocuidad de la carne.

Por las razones anteriormente expuestas, en mi opinión la presente investigación reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Zootecnista en el grado académico de Licenciada.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



M.A. Alejandro José Linares Díaz
Asesor Principal



D-TG-Z-076/2015

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el documento de la investigación que efectuó la estudiante **EDILIA JULISSA GARZA BOJORQUEZ** titulado “**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA CARNE BOVINA QUE SE EXPENDE EN LOS MERCADOS MUNICIPALES DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIQUIMULA**”, trabajo que cuenta con la aprobación de la Comisión de Trabajos de graduación de la carrera de Zootecnia. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación, a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **Zootecnista**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a veintinueve de septiembre del dos mil quince.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Nery Waldemar Gardámez Cabrera

**DIRECTOR
CUNORI - USAC**



c.c. Archivo

NWGC/ars

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS** Por ser el centro de mi vida y siempre guiarme en mi camino llenándome de bendiciones, paz, sabiduría, amor, fé, voluntad y perseverancia
- A MI PADRE** Jovito Garza por su apoyo en el aspecto moral, espiritual y también económico, gracias por su amor incondicional, sus consejos a lo largo de mi vida, enseñarme que las metas se cumplen; y porque mis metas también son tuyas.
- A MI MADRE** Edilia Bojórquez por educarme, fomentarme valores y darme su ejemplo como mujer, por guiarme con sus sabios consejos, brindarme su amistad, su comprensión y sobre todo su amor.
- A MI NOVIO** Favio Duarte por ser una bendición en mi vida y apoyarme incondicionalmente en cumplir todas mis metas, por brindarme su comprensión, sus consejos, su amor y cariño.
- A MIS HERMANAS** Wendy Garza y Gilda Garza por sus palabras de aliento a lo largo de mi vida, por creer en mí, recordarme que soy capaz de lograr lo que me proponga y brindarme siempre su cariño.
- A MIS SOBRINAS** Michell, Yamileth y Jimena, por ser una bendición en nuestra familia y alegrar nuestras vidas con su carisma, cariño y amor.
- A MIS ABUELOS** Francisco Bojórquez (+) y Belarmina Salazar, Desidoro Garza y Agustina Pérez (+), por su apoyo e inspiración para seguir adelante y su amor incondicional.

A LAS FAMILIAS Duarte Alarcón, Zepeda Duarte y la Sra. Angélica Osorio por apoyarme en distintas fases de mi carrera.

A MIS TIOS Y TIAS Por su cariño y apoyo a lo largo de mi carrera.

A MIS PRIMOS Y PRIMAS Por apoyarme, brindarme su cariño, sus consejos y alentarme a cumplir mis metas.

A MI PRIMA Y AMIGA Neisy Alarcón por estar conmigo en todo momento, apoyarme a lo largo de mi carrera y por su enorme cariño.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS A mi amiga Josselyn Vargas y compañeros de promoción 2009 por ser un apoyo y compartir conmigo este recorrido, también a mis mejores amigas Carol Romero, Michelle Martínez y Leandra Gonzalez por su cariño y amistad y también a otras amistades por brindarme su confianza y ánimo para alcanzar cada una de mis metas.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por brindarme su infinito amor, sus bendiciones, por ser mi fortaleza, porque cuando más lo he necesitado siempre está conmigo, por toda la sabiduría e inteligencia que me ha dado.

A MIS PADRES Y FAMILIA

Porque gracias a su apoyo me demostraron que no estoy sola en cada uno de mis propósitos, y amor incondicional a lo largo de mi vida.

A MIS ASESORES

MA. Lic. Zoot. Alejandro Linares y Lic. Zoot. Luis Vásquez por su tiempo, dedicación y paciencia en la realización del presente trabajo.

AL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE LA FACULTAD DE VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE USAC GUATEMALA

Por el apoyo brindado en la fase de campo de esta investigación.

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

Por ser mí centro de estudios y brindarme la oportunidad de estudiar la carrera de Zootecnia.

A LA CARRERA DE ZOOTECNIA

Por ser parte de mi formación académica, brindarme conocimientos que me servirán siempre en el área profesional y otras áreas de mi vida.

A MIS CATEDRÁTICOS

Por su dedicación en la enseñanza de sus conocimientos técnicos y profesionales, tanto prácticos como teóricos para el buen desenvolvimiento en el ámbito profesional.

INDICE

Contenido	Página
INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. OBJETIVOS	4
4.1 General	4
4.2 Específicos	4
V. HIPÓTESIS	5
VI. MARCO TEÓRICO	6
6.1 Carne bovina	6
6.1.1 Características y particularidades	6
6.1.2 Composición nutricional	6
6.1.3 Color	7
6.1.4 Terneza	7
6.2 Importancia de la calidad de la carne	7
6.3 Contaminación de la carne	8
6.3.1 Contaminación cruzada	9
6.4 Microorganismos patógenos	10
6.4.1 <i>Escherichia coli</i>	11
6.4.2 <i>Staphylococcus aureus</i>	12
6.4.3 Coliformes totales	13
6.4.4 <i>Escherichia coli</i> O157: H7	14
6.4.5 <i>Salmonella</i> sp.	15

6.5 Enfermedades transmitidas por alimentos	16
6.6 Enfermedades transmitidas por bacterias	17
6.6.1 Enfermedades causadas por <i>E. Coli</i>	18
6.6.2 Enfermedades causadas por <i>Staphylococcus aureus</i>	18
6.6.3 Enfermedades causadas por <i>E. Coli</i> 0157:H7	19
6.6.4 Enfermedades causadas por <i>Salmonella sp</i>	20
6.7 Medios de cultivo	21
6.7.1 Agua peptonada	21
6.7.2 Caldo MKTTn	22
6.7.3 Agar XLD	22
6.7.4 Agar Rambach	23
6.7.5 Caldo m-TSB	23
6.7.6 Agar Fluorocult	23
6.7.7 Agar Cromocult	24
VII. MARCO METODOLOGICO	25
7.1 Localización	25
7.2 Población y muestra	25
7.3 Técnicas de observación	25
7.4 Técnicas de recolección	25
7.3.1 Recuento de <i>E. coli</i> y Coliformes totales	26
7.3.2 Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	27
7.3.3 Diagnóstico microbiológico de <i>Escherichia coli</i> O157:H7	27
7.3.4 Diagnóstico microbiológico del género <i>Salmonella sp</i>	27
7.6 Análisis de Datos	28
VIII. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	29

8.1 Análisis microbiológico de <i>Escherichia coli</i>	29
8.2 Análisis microbiológico de <i>Staphylococcus aureus</i>	30
8.3 Análisis microbiológico de Coliformes totales	32
8.4 Análisis microbiológico de <i>Escherichia coli</i> 0157:H7	34
8.5 Análisis microbiológico de <i>Salmonella</i> sp.	34
IX. CONCLUSIONES	36
X. RECOMENDACIONES	37
XI. BIBLIOGRAFIA	38
XI. APENDICES	42
XII. ANEXOS	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
	En texto	
1.	Resultados del análisis estadístico de la evaluación microbiológica de la carne de bovino en los mercados de la cabecera departamental de Chiquimula	29
	En apéndice	
2A.	Porcentaje de contaminación de la carne bovina que se comercializa en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula	41
	En anexos	
3A.	Parámetros microbiológicos de <i>E. coli</i> 0157:h7, <i>Salmonella sp</i> y <i>Escherichia coli</i> en carne bovina	45
4A.	Parámetro microbiológico de <i>Staphylococcus aureus</i> en carne bovina	45
5A.	Parámetro microbiológico de Coliformes totales en carne bovina	45

INDICE DE GRAFICAS

Grafica No.	Página
En apéndices	
1A. Porcentaje de contaminación de bacterias en la carne bovina expendida en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.	41
2A. Porcentaje de contaminación de <i>E. coli</i> en carne bovina por muestreo en los mercados municipales de la cabecera departamental	42
3A. Porcentaje de contaminación de <i>Staphylococcus aureus</i> en carne bovina por muestreo en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.	42
4A. Porcentaje de contaminación de Coliformes totales en carne bovina por muestreo en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.	43
5A. Porcentaje de contaminación de <i>Salmonella sp</i> en carne bovina que se comercializa en los mercados municipales de la cabecera de departamental de Chiquimula.	43

Garza Bojorquez; EJ. 2015. Evaluación microbiológica de la carne bovina que se expende en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula, Guatemala. Tesis Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC. 42 p.

Resumen

La investigación se realizó en los dos mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula; en el cual se seleccionaron 15 expendios, de los cuales 10 pertenecen al mercado central y 5 de la terminal. Se tomó una muestra de 4 onzas de carne bovina por expendio, en 3 repeticiones con intervalos de 15 días, evaluando un total de 45 muestras, transportadas al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, determinando las unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g) del recuento de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, Coliformes totales y la presencia de *Escherichia coli* 0157:H7 y *Salmonella sp.* De acuerdo al análisis, se determinó que los microorganismos *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y Coliformes totales presentan resultados mayores a los rangos establecidos como parámetros de referencia; estableciendo que de acuerdo a la prueba de χ^2 se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre ambos mercados, obteniendo mayores porcentajes de contaminación de *S. aureus* en el mercado de la terminal; también se determinó la ausencia total de *E.coli* 0157:H7 y presencia de *Salmonella sp.* similar en ambos mercados; esto puede repercutir en enfermedades transmitidas por alimentos que no solo dañan físicamente, también provocan un impacto socioeconómico negativo.

Palabras claves: calidad de carne, microorganismos patógenos, unidades formadoras de colonia, contaminación cruzada, toxinas, higiene, hábitat.

INTRODUCCIÓN

La carne bovina es un alimento fundamental en la dieta humana, por ser fuente rica en proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales. Además, presenta características sensoriales excepcionales que la convierten en uno de los alimentos de origen animal mejor valorado por el consumidor.

La salud y la vida de las personas dependen en gran parte de la calidad nutricional de los alimentos que consumen diariamente, la cual a su vez depende de la calidad higiénica y sanitaria a que estos son sometidos en toda la cadena productiva, desde el campo hasta la mesa del consumidor.

La inocuidad es la garantía de que un alimento no cause daño al consumidor cuando el mismo se ha preparado o ingerido de acuerdo con el uso al cual se destine. La inocuidad de los alimentos es reconocida universalmente como una prioridad de salud pública a fin de evitar que los consumidores sufran enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's).

En la región oriente del país de Guatemala la falta de conocimientos sobre las buenas prácticas de manufactura así como la escasa disponibilidad de información técnica complementaria repercuten negativamente en la manipulación y preparación de los alimentos, tanto a nivel familiar como comercial. Esta carencia de conocimientos técnicos básicos sobre la inocuidad por parte de quienes manipulan alimentos como la carne, se puede considerar como uno de los factores que más contribuyen a las contaminaciones.

En esta investigación se evaluó la condición microbiológica de la carne bovina que se expende en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula, en términos de presencia de bacterias causantes de las principales ETA's reportadas en la región.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las canales bovinas de animales sanos son inicialmente estériles, ya que los tejidos se encuentran libres de bacterias, hasta el momento del sacrificio. Para establecer la calidad microbiológica de los productos cárnicos se considera principalmente la calidad higiénico sanitaria, debido a que la falta de esta supone un riesgo para la salud del consumidor.

Los microorganismos indicadores de higiene son importantes en los alimentos, ya que señalan la posibilidad de contaminación y presencia de gérmenes patógenos. Los microorganismos indicadores de higiene tienen su fundamento en cada medio, que se caracteriza por poseer determinadas asociaciones microbianas, que pueden contener especies patógenas que se detectan directamente o buscando otros grupos o especies de microorganismos.

Si no se utilizan técnicas asépticas o no se toman todas las medidas de bioseguridad necesarias en la manipulación de la carne bovina, los microorganismos patógenos en este caso las bacterias pueden provocar que los consumidores finales sean expuestos potencialmente a enfermedades por medio de: las instalaciones inadecuadas de salas de matanzas y expendios de carne, transporte, distribución, conservación inadecuada de la carne, falta de higiene personal, esterilización de utensilios y equipos, calidad microbiológica del agua potable y mal manejo de desechos sólidos.

III. JUSTIFICACIÓN

Los productos cárnicos de origen vacuno pueden contaminarse en cualquiera de las etapas de procesamiento (manipulación del animal vivo, el proceso de sacrificio y preparación de las canales), ya que este tipo de ganado es un reservorio natural de microbiota intestinal y patógenos para el humano.

La carne fresca puede resultar contaminada en el ambiente de la sala de matanza al momento del sacrificio, por lo que los agentes patógenos pueden permanecer en la superficie de la carne o penetrar con algún utensilio en el tejido muscular.

El control sanitario en la preparación de alimentos es determinante para reducir los factores de riesgo que influyen en la transmisión de enfermedades por alimentos para proteger la salud del consumidor.

Las enfermedades de transmisión alimentaria constituyen uno de los principales problemas de Salud Pública. La incidencia de éstas se relaciona con deficiencias higiénico-sanitarias de los alimentos durante su procesamiento, o por el uso de materia prima contaminada.

Considerando que se desconoce la calidad microbiológica de la carne fresca de bovino que es expendida en la cabecera departamental de Chiquimula y tomando en cuenta que dentro de los derechos fundamentales de las personas está el de consumir alimentos de buena calidad, con la presente investigación se proporcionarán los elementos básicos que permitan a las autoridades sanitarias gubernamentales la toma de decisiones para garantizar el cumplimiento de este derecho.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar la condición microbiológica de la carne bovina que se expende en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.

4.2 Específicos

Determinar las unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g) del recuento de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y Coliformes totales, en los expendios de los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.

Determinar la presencia en la carne bovina de los microorganismos *Escherichia coli* 0157:H7 y *Salmonella sp.* en los expendios de los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.

V. HIPÓTESIS

Existe al menos uno de los microorganismos en niveles superiores del límite máximo permitido de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, Coliformes totales, *Salmonella sp.* y *Escherichia coli* 0157:H7 en la carne de bovino que se comercializa en los expendios de los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1 Carne bovina

6.1.1 Características y particularidades

El músculo suele constituir la mayor parte del peso de la carne de las canales (aproximadamente el 50 %). Sin embargo, para que el músculo de un animal sacrificado se transforme en carne, es preciso que éste sufra una serie de transformaciones post mortem como son la instauración del rigor mortis y la maduración. Por ello, el término "carne" no es sinónimo de músculo, aunque en su mayor parte esté constituida por este tejido.

Durante la maduración, se observa un ablandamiento progresivo de la carne se producen los "aromas deseables" para el consumo humano y un incremento en la intensidad del color rojo. Todos estos fenómenos están relacionados con una serie de cambios metabólicos que tienen lugar en el interior del musculo (Durand y Bauchart 2014).

6.1.2 Composición nutricional

La carne es un alimento fácilmente digestible y supone una excelente fuente de proteína de alta calidad. Además se trata de un alimento rico en vitamina del complejo B y constituye una fuente importante de minerales como el hierro.

La ingestión de 100 gramos de carne aportan al organismo de 210 a 250 kcal. Podemos concluir que la carne es un elemento de gran importancia como aporte energético en nuestra dieta. La composición de la carne de un ternero macho de 550 kg de peso vivo es aproximadamente la siguiente: agua: 75,50%, proteína: 18,00%, grasa: 3,00%, hidratos de carbono: 1,00%, componentes inorgánicos: 1,00%, otros: 1,50% (Durand y Bauchart 2014).

6.1.3 Color

El color rojo de la carne se debe a la presencia del pigmento mioglobina. Como la hemoglobina en la sangre, la mioglobina transporta oxígeno en el territorio muscular. Está formada por una proteína, un núcleo hemínico con un átomo de hierro.

La cantidad del pigmento influye directamente en la intensidad del color rojo. Esta cantidad varía con el animal: especie (carne roja y blanca) y edad, pero también por la raza, sexo, alimentación (particularmente el hierro), ejercicio y ambiente (altitud) (IPCVA 2014).

6.1.4 Terneza

La terneza es el criterio organoléptico más importante de los consumidores. Esta se puede definir como la facilidad de morder y masticar la carne. En la carne la terneza varía ampliamente y por dos causas principales: el tejido conectivo y las miofibrillas musculares. El colágeno depende del músculo y del animal, mientras que el estado de las miofibrillas varía también por las condiciones post mortem (IPCVA 2014).

6.2 Importancia de la calidad de la carne

Tradicionalmente se ha considerado la carne como vehículo de una proporción significativa de enfermedades humanas transmitidas por los alimentos, ha cambiado el espectro de las enfermedades humanas transmitidas por la carne que son de importancia para la salud pública, a la par de los cambios sufridos por los sistemas de producción y elaboración.

El creciente aumento de la población hace que la demanda de este producto aumente constantemente haciéndose necesario incrementar las medidas de control de calidad tomando en consideración su naturaleza y los métodos de conservación que pretenden prolongar la calidad de la misma.

Los microorganismos que alteran la carne, llegan a ella por infección del animal vivo (contaminación endógena) o por invasión post mortem (contaminación exógena). Aunque ambas son de gran importancia, la alteración de la carne a consecuencia de la contaminación exógena es la más frecuente, así, el hombre puede sufrir graves infecciones o intoxicaciones por el consumo de carne procedente de animales sanos (IPCVA 2014).

6.3 Contaminación de la carne

Todos los animales transportan grandes cantidades de microorganismos. Numerosas bacterias, además de mohos y levaduras, están presentes en el cuero, los pelos y las pezuñas de los vacunos, y son transmitidos a la canal luego del sacrificio. Los restos de estiércol en la piel suelen acceder al músculo, así como el contenido intestinal si la evisceración no se hace cuidadosamente.

Por otra parte, las bacterias también pueden proceder de los pisos, paredes, mesas, cuchillos y manos de los operadores en la planta de faena. La contaminación también puede ocurrir en el proceso de insensibilización, los microorganismos son distribuidos vía sistema circulatorio a los músculos. En la medida que la canal sufre los diferentes cortes que son requeridos para la comercialización de las carnes, la superficie de contacto con el ambiente es mayor y las posibilidades de contaminación también lo son.

Las condiciones medioambientales, de manejo (equipos, utensilios, operarios, entre muchos otros), y las características de la carne; determinan finalmente la cantidad y calidad de microorganismos presentes (UNSA 2007).

Existe un número extremadamente alto de microorganismos presentes en el tracto gastrointestinal de los animales, y es de esperarse que algunos de ellos puedan encontrar el camino a la superficie de las canales durante el proceso de evisceración; adicionalmente, algunos animales aparentemente sanos pueden albergar microorganismos en hígado, riñones, nódulos linfáticos y bazo, los cuales pueden llegar

al músculo esquelético vía sistema circulatorio, generalmente se encuentran en el músculo en muy bajas cantidades.

Un atributo de los alimentos en mal estado es que generalmente la contaminación no cambia su aspecto, pasando inadvertidos ya que no puede distinguirse a simple vista. La estabilidad de la carne es muy escasa cuando se mantiene en ambiente normal ya que los microorganismos responsables de la descomposición bacteriana atacan las albúminas y como solubles necesarios para el normal metabolismo de los mismos (Carillo y Audisio 2007).

6.3.1 Contaminación cruzada

La contaminación cruzada se produce cuando microorganismos patógenos (dañinos), generalmente bacterias, son transferidos por medio de alimentos crudos, manos, equipo, utensilios a los alimentos sanos.

De acuerdo como sucede la contaminación cruzada se puede producir de dos formas:

- Contaminación Cruzada Directa
- Contaminación Cruzada Indirecta (Montealegre 2013).

a) Contaminación cruzada directa

Ocurre cuando un alimento contaminado entra en contacto directo con uno que no lo está. Por lo general se produce:

- Cuando se mezclan alimentos cocidos con crudos en platos que no requieren posterior cocción como en ensaladas, platos fríos, tortas con crema, postres, etc.
- Cuando hay una mala ubicación de los alimentos en la heladera; los alimentos listos para comer toman contacto con los alimentos crudos y se contaminan (Montealegre 2013).

b) Contaminación cruzada indirecta

Es la producida por la transferencia de contaminantes de un alimento a otro a través de las manos, utensilios, equipos, mesadas, tablas de cortar, etc. Por ejemplo, si con un cuchillo se corta carne cruda y con ese mismo cuchillo mal higienizado, se troza un pollo cocido, los microorganismos que estaban en la carne cruda, pasarán a la carne cocida y la contaminarán. Generalmente ocurre por el uso de utensilios sucios como también por una mala higiene personal de quien manipula o vende los alimentos (Montealegre 2013).

6.4 Microorganismos patógenos

La presencia de patógenos en la carne cruda es un problema imposible de solucionar. Ninguno de los procedimientos disponibles actualmente puede proporcionar una carne roja, cruda, libre de patógenos.

Las bacterias producen enfermedades gastroentéricas por dos mecanismos patogénicos distintos: elaboración de enterotoxinas en la luz intestinal (mecanismo enterotoxigénico) o penetración a través de la capa epitelial de la pared intestinal (mecanismo invasivo). En algunas infecciones, las bacterias actúan por ambos mecanismos y en otras solamente por uno de ellos.

Las bacterias son diminutos organismos microscópicos, vegetales y unicelulares que defieren de las plantas superiores por su carencia de clorofila y que se reproducen por fisión binaria. Se encuentran en gran abundancia en el suelo, aire, el agua y la leche, en la superficie de las frutas y los vegetales y en diversas partes del cuerpo, tales como el conducto alimentario, la carne, la piel, etc. (Carillo y Audisio 2007).

Las bacterias son microorganismos procariotas que presentan un tamaño de unos pocos micrómetros (por lo general entre 0,5 y 5 μm de longitud) y diversas formas incluyendo filamentos, esferas (cocos), barras (bacilos), sacacorchos (vibrios) y hélices

(espirilos). Las bacterias son células procariotas, por lo que a diferencia de las células eucariotas (de animales, plantas, hongos, etc.), no tienen el núcleo definido ni presentan, en general, orgánulos membranosos internos. Generalmente poseen una pared celular y ésta se compone de péptidoglucano (Carillo y Audisio 2007).

Muchas bacterias disponen de flagelos o de otros sistemas de desplazamiento y son móviles. Del estudio de las bacterias se encarga la bacteriología, una rama de la microbiología. La presencia frecuente de pared de péptidoglucano junto con su composición en lípidos de membrana son la principal diferencia que presentan frente a las arqueas, el otro importante grupo de microorganismos procariotas.

Se ha clasificado a las bacterias de la siguiente manera:

- 1- *Autotróficas* que viven sobre materia inorgánica.
- 2- *Heterotróficas* que viven sobre materia orgánica
- 3- *Parásitas*, aquellas que requieren materia orgánica viva para su desarrollo. Entre éstas quedan incluidas las patógenas, las cuales tienen una acción dañina sobre el animal o el vegetal (huésped) en el que viven.
- 4- *Saprófitas*, las que viven sobre materia orgánica muerta (Carillo y Audisio 2007).

6.4.1 *Escherichia coli*

E. coli es un bacilo grueso (1,5 x 4 micras) gran negativo. La mayoría de las cepas son móviles por poseer los flagelos peritricos típicos de las enterobacterias. Algunas forman una cápsula de polisacáridos. La estructura celular de muchas se caracteriza por la posesión de fimbrias, así como de plásmidos en el citoplasma, los cuales son responsables de muchas actividades biológicas (adhesión, fermentación de azúcares, producción de colicina, hemolisina y enterotoxina y resistencia a los antibióticos, metales pesados y luz ultravioleta).

Las cepas de esta bacteria son:

- a) *E. coli* enterotoxigénica
- b) *E. coli* enteropatógena
- c) *E. coli* enteroinvasiva
- d) *E. coli* enterohemorrágica
- e) *E. coli* enteroadherente o enteroagregativa (Sandoval 2005).

6.4.2 *Staphylococcus aureus*

Los integrantes del género *Staphylococcus*, son cocos gram positivos, de 0.5 1.5 μm de diámetro, catalasa positiva, que se encuentran microscópicamente aislados, en pares, tétradas o formando racimos irregulares (término derivado del griego staphylé: racimo de uvas. Son inmóviles, facultativamente anaerobios, no formadores de esporas, generalmente no capsulados o con limitada formación de cápsula.

El género *Staphylococcus aureus*, especie coagulasa positiva, es un reconocido patógeno humano, siendo agente etiológico de un amplio espectro de infecciones de origen comunitario y nosocomial (Eroski consumer 2012).

Esta bacteria se encuentra en la piel de los animales, pero también de las personas, así como en su garganta y fosas nasales, hasta el punto que la casi totalidad de la población humana podrá ser portadora del microorganismo a lo largo de su vida. Por ello, la probabilidad de contaminar los alimentos es muy alta, no solo por los manipuladores, también por los clientes al tocar u oler los alimentos. Casi todas las cepas producen un grupo de enzimas y citotoxinas que incluyen 4 hemolisinas (alfa, beta, gamma y delta) nucleasas, proteasas, lipasas, hialuronidasas y colagenasa. La principal función de estas proteínas sería convertir tejidos del huésped en nutrientes requeridos para el desarrollo bacteriano (Food Info 2012).

Las enterotoxinas son potentes agentes eméticos en tanto los otros integrantes no lo son y por esta razón están históricamente relacionadas con un cuadro bien definido que es la intoxicación alimentaria por *Staphylococcus aureus*.

El *Staphylococcus aureus* es una bacteria capaz de producir una toxina estable al calor que causa enfermedad en los humanos. La intoxicación se produce por ingestión de enterotoxinas producidas en el alimento por *S. aureus*, usualmente a causa de que el alimento se dejó a temperatura ambiente por períodos considerables (Eroski consumer 2012).

6.4.3 Coliformes totales

La denominación genérica Coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y de los alimentos.

Son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común *Escherichia coli* y se transmiten por medio de los excrementos. Hay diversos tipos de *Escherichia*, algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden incluso ocasionar la muerte. La denominación genérica Coliformes designa a un grupo de especies bacterianas, que tiene ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos (Montealegre 2013).

Los Coliformes se introducen en gran número al medio ambiente, por las heces de los humanos y los animales, por tal motivo suele deducirse que la mayoría de los Coliformes que se encuentran en el ambiente son de origen fecal. Sin embargo, existen muchos Coliformes de vida libre tradicional; mientras más Coliformes se aíslan de estos alimentos, mayor es la gravedad de la descarga de heces. El grupo de Coliformes fecales incluye a los Coliformes capaces de crecer a temperatura elevada 44.5 o 45°C.

Coliforme significa con forma de coli, refiriéndose a la bacteria principal del grupo, la *Escherichia coli*.

El grupo Coliformes agrupa a todas las bacterias entéricas que se caracterizan por tener las siguientes propiedades bioquímicas:

1. Ser aerobias o anaerobias facultativas.
2. Ser bacilos gram positivos.
3. Ser oxidasa negativa.
4. No ser esporógenas.
5. Fermentar la lactosa a 35° C. en 48 hrs. Produciendo ácido láctico y gas.

Bacterias que forman el grupo:

1. *Escherichia*
2. *Klebsiella*
3. *Enterobacter*
4. *Citrobacter*

Los Coliformes totales son los que comprenden la totalidad del grupo y los Coliformes fecales, son aquellos de origen intestinal. Las cepas de Coliformes totales y Coliformes fecales se encuentran en el suelo, alimentos, agua, polvo y principalmente en el tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. Estos organismos se transmiten por contacto con el agua y alimentos contaminados y falta de higiene (Montealegre 2013).

6.4.4 *Escherichia coli* O157: H7

Escherichia coli O157:H7 constituye un claro ejemplo de patógenos emergentes, que producen efectos crónicos en humanos. Este microorganismo es de los de mayor interés para la Organización Mundial de la Salud por su gran capacidad de supervivencia bajo condiciones adversas, razón por lo que ha establecido un programa continuo de vigilancia sanitaria, para controlar aquellos alimentos que representan

riesgos para la salud. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos ha declarado a este patógeno desde 1994 como un adulterante en carne cruda de res y además han tomado medidas regulatorias para proteger la salud pública (Sandoval 2005).

El organismo puede hallarse en un pequeño número de criaderos de vacuno y puede vivir en los intestinos del ganado saludable. La carne puede contaminarse durante el sacrificio de los animales y el microorganismo puede mezclarse completamente con la carne de vacuno cuando se pica. Las bacterias presentes en las ubres de las vacas o en el equipo utilizado para extraer la leche pueden introducirse en la leche cruda.

El consumir carne, especialmente de vacuno picada (hamburguesas, albóndigas, chorizos, salami o salame), que no ha sido cocinada suficientemente para matar *la E. coli* O157:H7 puede ocasionar la infección. Se requiere una temperatura de más de 72 °C en el interior del alimento para matar la bacteria. La carne contaminada se asemeja a la normal y huele como la carne normal. La ingestión de tan solo 100-200 organismos es suficiente para desencadenar la enfermedad (Sandoval 2005).

6.4.5 *Salmonella* sp.

Las bacterias "*Salmonella*" son la causa de enfermedades transmitidas por alimentos frecuentemente reportadas. Un enfoque completo sobre la inocuidad alimentaria, desde la granja hasta la mesa, es necesario para reducir la salmonelosis. Los granjeros, la industria, los inspectores de alimentos, los vendedores de alimentos, los trabajadores en el servicio de alimentos y los consumidores son cada uno un eslabón importante en la cadena de la inocuidad de alimentos (USDA s.f).

Salmonella es un bacilo en forma de bastoncillo, negativa a la tinción de Gram, que puede causar enfermedades diarreicas en los humanos. Son criaturas vivientes microscópicas que pasan de las heces de las personas o animales a otras personas u otros animales.

Dos serotipos de salmonellas, *Salmonella enteritidis* y *Salmonella typhimurium*, son los más comunes en los Estados Unidos y son los responsables de la mitad de todas las infecciones en humanos. Los tipos que no causan síntomas en animales pueden enfermar a las personas y viceversa. Si está presente en el alimento, usualmente no afecta el sabor, olor o apariencia de los alimentos. La bacteria vive en el tracto intestinal de los animales y humanos infectados.

Cualquier alimento crudo de origen animal, como las carnes, las aves, la leche y los productos lácteos, los huevos y los pescados, así también como algunas frutas y vegetales pueden contener la bacteria *Salmonella*. La bacteria puede sobrevivir causando enfermedades si las carnes, las aves y los productos de huevo no son cocidos hasta una temperatura interna mínima adecuada, medido con un termómetro para alimentos, y si las frutas y vegetales no son lavados adecuadamente. La bacteria también puede contaminar otros alimentos que estén en contacto con las carnes y las aves crudas (USDA s.f).

6.5 Enfermedades transmitidas por alimentos

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) constituyen un importante problema de salud a nivel mundial. Estas enfermedades se producen por el consumo de agua o alimentos contaminados con microorganismos, parásitos o bien las sustancias tóxicas que ellos producen.

Son causadas por la ingestión de cualquier alimento contaminado por:

1. Microorganismos patógenos
2. Toxinas
3. Venenos naturales
4. Sustancias químicas dañinas

Las intoxicaciones alimenticias son enfermedades provocadas por alimentos contaminados o por la ingestión de toxinas formadas en tejidos de plantas o animales o

de productos metabólicos de microorganismos en los alimentos o por sustancias químicas que se incorporan a los mismos en forma accidental, incidental o intencional en cualquier momento, desde su producción hasta el consumo. Las intoxicaciones son causadas por toxinas que pueden ser producidas por microorganismos, plantas, animales, plaguicidas u otros productos químicos.

Factores que contribuyen a las ETA

- Mala higiene personal
- Contaminación cruzada
- Preparar los alimentos un día o más antes del consumo.
- Equipo y utensilios sucios
- Inadecuadas temperaturas de conservación de alimentos
- Operarios infectados
- Presencia de plagas
- Productos químicos cerca de los alimentos
- Inadecuadas temperaturas de cocción y recalentamiento (ANMAT s.f).

6.6 Enfermedades transmitidas por bacterias

La carne contaminada puede ocasionar trastornos o perturbar la salud del que la ingiere; en este concepto se encuentra también la carne no apta para consumo humano, y que pueden ser origen de un decomiso total o parcial por parte de las autoridades sanitarias.

Las alteraciones de la carne se pueden clasificar en dos grupos:

a) Alteraciones que tienen origen antes de la obtención de la carne:

1. las carnes zoonóticas o antropozoonóticas,
2. las carnes parazoonóticas o toxinfeciosas,
3. las carnes tóxicas
4. las carnes peligrosas; las carnes repugnantes.
5. la carne indigesta y poco nutritiva.

b) Alteraciones que sobrevienen después de su obtención:

1. las carnes sucias,
2. las carnes parasitadas,
3. las carnes enmohecidas,
4. las carnes fosforescentes,
5. las carnes coloreadas o pintas, y
6. las carnes putrefactas (Ordaz 1994).

6.6.1 Enfermedades causadas por *E. Coli*

El hábitat natural de este microorganismo es el intestino de los animales vertebrados. Los criterios microbiológicos que incluyen *E. coli* son de utilidad en casos en que se desea determinar contaminación fecal. La contaminación de un alimento con *E. coli* implica el riesgo de que puedan encontrarse en el mismo patógenos entéricos que constituyan un riesgo para la salud. Sin embargo, la ausencia de *E. coli* no asegura la ausencia de patógenos entéricos (ANMAT s.f).

Escherichia coli es una causa emergente de enfermedad transmitida por los alimentos. La infección conduce a menudo a la diarreas, vómitos y cólicos, en algunos casos severo. La mayor parte de la enfermedad ha estado asociada por consumir carne de vacuno molida contaminada e insuficientemente cocinada. El contacto de una persona a otra, después de beber leche cruda, después de nadar o beber agua contaminada (OIE 2004).

6.6.2 Enfermedades causadas por *Staphylococcus aureus*

S. aureus, tiene una amplia gama de determinantes de virulencia, que abarca componentes de pared celular y una gran variedad de exoproteínas que contribuyen en su habilidad para colonizar y causar enfermedad en mamíferos.

El envenenamiento alimentario causado por *Staphylococcus* es el nombre dado a la condición causada por las enterotoxinas producidas por algunas cepas de *S. aureus*. La aparición de los síntomas de esta intoxicación es usualmente rápida y en la mayoría de los casos severa, dependiendo de la susceptibilidad individual a la toxina, de la cantidad de alimentos contaminados ingeridos, de la cantidad de toxinas presentes en los alimentos consumidos y de la salud general del hospedero. Los síntomas más comunes son náuseas, vómito, arcadas, calambres abdominales y postración. En algunos individuos no siempre se presentarán todos los síntomas asociados con la enfermedad.

En los casos más severos, puede ocurrir dolor de cabeza, calambres musculares, cambios pasajeros en la presión arterial y en el pulso. La recuperación tarda dos días aproximadamente, sin embargo no es inusual que la recuperación completa se tarde tres días y a veces aún más en los casos severos. Dosis infecciosa – Una dosis de toxina de menos de 1.0 microgramo por alimento contaminado producirá los síntomas de intoxicación alimentaria causada por *Staphylococcus*. Este nivel de toxina se alcanza cuando la población de *S. aureus* excede los 100.000 organismos por gramo (Baeza, Rossler, Mielnicki, Zamora y Chirife 2010).

6.6.3 Enfermedades causadas por *E. Coli* 0157:H7

En la mayoría de los casos, la transmisión se efectúa por ingestión de alimentos descompuestos, crudos o contaminados, especialmente:

- Carne vacuna cruda o insuficientemente cocida, en el caso de una carne contaminada por contacto con materias fecales.
- Frutas y verduras frescas en caso que sean lavadas con agua contaminada.
- Zumos de fruta no pasteurizados.
- Leche cruda.

Los consumidores pueden prevenir la infección con la *E. coli* O157:H7 cocinando bien la carne de vacuno picada, evitando la leche no pasteurizada y lavándose bien las

manos. Debido a que el organismo vive en los intestinos de ganado vacuno saludable, se están investigando medidas preventivas en los criaderos de vacuno y durante la elaboración de la carne (OIE 2004).

Escherichia coli es una bacteria que habita normalmente en el intestino de los animales de sangre caliente, incluyendo al humano. Por ser un habitante regular y normal del intestino se usa desde hace un siglo como "el mejor" indicador de contaminación de los alimentos con materia fecal.

El serotipo O157:H7 pertenece a las *E. coli* enterohemorrágicas y enterotóxicas productoras de toxinas parecidas a *Shigella*. La presentación clínica de la enfermedad en las personas puede ser leve o severa y se caracteriza por diarrea acuosa usualmente con sangre, dolores abdominales severos, náuseas, vómitos, y ocasionalmente fiebre. La colitis hemorrágica puede derivar en una falla aguda del riñón o en Síndrome Urémico Hemolítico (SUH) en el 5 % de los infectados, el cual puede derivar en la muerte (Favila 2011).

6.6.4 Enfermedades causadas por *Salmonella sp*

El periodo de incubación después de ingerir el alimento en el que se multiplicó la especie de *Salmonella* productora de la gastroenteritis es breve, por lo regular de ocho a 24 horas, dado que la dosis infectante de bacterias es de varios miles de millones.

El periodo de incubación en las fiebres paratifoideas es de uno a 10 días y el de la fiebre tifoidea de 10 a 14 días.

Los síntomas de gastroenteritis incluyen cefalea intensa, náuseas, vómitos, diarrea y cólicos abdominales. La fiebre puede alcanzar incluso 41°C. Los síntomas poco a poco disminuyen y el paciente se restablece en término de una semana (Favila 2011).

La mortalidad es menos de 1 por 100. Los lactantes y los ancianos son más susceptibles, y la mayor parte de las muertes causadas por esta enfermedad ocurren en dichos grupos de edad.

Se han aislado muchas especies de Salmonellas de pacientes de gastroenteritis de origen alimentario, *S. typhimurium* y *S. enteritidis* encabezan la lista. Los alimentos que transmiten dichos microorganismos incluyen carnes de cuadrúpedos y de peces, leche y huevos, o productos de huevos (huevo en polvo). Los productos de carne parcialmente cocidos, p. ej. Las salchichas, con frecuencia sirven como transmisores de microorganismos. Pocas veces hay transmisión por verduras, cereales y frutas (Favila 2011).

La salmonelosis es una de las ETA's más comunes en el mundo, puede contraerla cualquier persona pero es más común que la padezcan lactantes y niños. Generalmente se asocia al consumo de huevo, carne y embutidos, y es más común entre mayo y septiembre. Los principales reservorios de las *salmonella* no tifoideas son los animales, por lo que la detección de casos en humanos implica la presencia endógena de *salmonella sp* en la carne.

Por otra parte, el principal reservorio de la tifoidea es el hombre, cuando se presenta un brote de tifoidea vinculado a un alimento se asume que la contaminación ocurrió de manera exógena cuando el alimento entro en contacto con heces humanas o bien, aguas residuales (Favila 2011).

6.7 Medios de cultivo

6.7.1 Agua peptonada

Medio de enriquecimiento no selectivo, recomendado para ser utilizado en lugar de solución fisiológica para recuperar células de enterobacterias dañadas por procesos fisicoquímicos, a los que ha sido sometido el alimento (Laboratorios Britania 2013).

6.7.2 Caldo MKTTn

Muller-Kauffmann caldo base con brillante verde y novobiocina (MKTTn) es recomendado por la norma ISO 6579 para ser utilizado como un caldo de enriquecimiento selectivo para la detección de *Salmonella spp* en todo tipo de alimentos, incluyendo la carne, leche y los productos lácteos, los moluscos y otros productos.

Proporcionan nitrógeno, vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales para el crecimiento de aminoácidos. El carbonato de calcio es un neutralizador que absorbe metabolitos tóxicos. Las sales biliares, verde brillante y Novobiocina inhiben organismos distintos de *Salmonella*. La selectividad también se obtiene por tanto de tiosulfato de sodio y tetrionato, la supresión de Coliformes. Tetrionato se forma en el medio con la adición de la solución de yodo y yoduro de potasio. Los organismos que contienen la enzima tetrionato prosperarán en este medio (Laboratorios Conda 2010).

6.7.3 Agar XLD

El agar XLD (Xilosa, Lisina, Desoxicolato) es un medio selectivo diferencial, utilizado para el aislamiento y diferenciación de patógenos entéricos Gram negativos.

La lisina se incluye para aumentar la diferenciación de los microorganismos pertenecientes al género *Salmonella*, ya que sin la lisina estos microorganismos rápidamente fermentan la xilosa produciendo la acidificación del medio y no se pueden diferenciar de otras especies no patógenas. Como la cantidad de este carbohidrato es limitada, una vez que estos microorganismos lo consumen, comienzan a utilizar la lisina lo cual produce la alcalinización del medio; este hecho se evidencia porque el rojo fenol nuevamente vira a un color rojo (Bio-bacter 2012).

6.7.4 Agar Rambach

Los substratos de sustancias alimentarias contenidos en agar Rambach permiten un buen crecimiento de enterobacterias. El desoxicolato sódico produce una inhibición de la flora acompañante gram-positiva. El agar Rambach permite diferenciar las Salmonellas claramente de otras bacterias. Esto es posible por la adición de propilenglicol al medio de cultivo. Las salmonellas forman ácido a partir del propilenglicol y en combinación con el indicador de pH producen colonias rojas características (Merck 2012).

6.7.5 Caldo m-TSB

Trypticasein caldo de soja modificada con Novobicina (mTSB) es recomendado por la norma ISO 16654 para el enriquecimiento de E. coli 0157: H7. Peptona de caseína y peptona de soja proporcionan nitrógeno, vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales para el crecimiento de aminoácidos. El cloruro de sodio suministra electrolitos esenciales para el transporte y el equilibrio osmótico.

La glucosa es el carbohidrato que proporciona carbono y energía fermentable. Las sales biliares y novobiocina son inhibidores de Organismos Gram-positivos (Laboratorios Conda 2010).

6.7.6 Agar Fluorocult

El desoxicolato sódico inhibe en gran medida la flora Gram positiva. La sorbita junto con el indicador sirven para demostrar la fermentación del azúcar. Las colonias sorbita positivas son amarillas, y las negativas resultan de color verdoso, sin cambio en el color del medio de cultivo. El tiosulfato y el hierro III evidencian las colonias de gérmenes productores de sulfuro de hidrógeno, las colonias tienen precipitado negro-parduzco de sulfuro de hierro (Merck 2012).

6.7.7 Agar Cromocult

Es un agar selectivo para la identificación simultánea de Coliformes totales y E. coli en muestras de agua y alimentos. Gracias a la acción conjunta de peptonas selectas, piruvato y tampón de fosfatos se garantiza un rápido crecimiento también de Coliformes con daños sub letales. El contenido en lauril sulfato inhibe ampliamente el crecimiento de bacterias gram-positivas, sin tener influencias negativas sobre el crecimiento de Coliformes (Laboratorios Conda 2010).

VII. MARCO METODOLOGICO

7.1 Localización

El estudio se realizó en la cabecera departamental de Chiquimula se encuentra a una distancia de 170 km aproximadamente, de la ciudad capital. El municipio de Chiquimula tiene una extensión territorial de 353 Km cuadrados, a una latitud de 14°52'64 Norte y 89°43'46" Oeste (Mancomunidad Trinacional Fronteriza y Mancomunidad Nor- Oriente 2013).

7.2 Población y muestra

La población evaluada fueron 15 expendios que comercializan carne fresca de bovino en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula de las cuales 10 pertenecen al mercado central y 5 al mercado terminal. Se tomó una muestra por cada expendio de 4 onzas de carne bovina en cortes de consumo popular realizando 3 repeticiones; tomando las muestras en intervalo de 15 días se obtuvo un total de 45 muestras evaluadas por cada bacteria.

7.3 Técnicas de observación

Las muestras evaluadas de carne fresca bovina fueron sometidas a diferentes pruebas de laboratorio para determinar en unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g) el recuento de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, Coliformes totales y la presencia de *Salmonella sp.* y *Escherichia coli* 0157:H7.

7.4 Técnicas de recolección

Las muestras se tomaron de 15 expendios de los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula, los días lunes de 6:30 a 8:30 cada 15 días comprando 4 onzas de carne de consumo popular por expendio.

Las muestras se colocaron en bolsas herméticas identificadas numéricamente y se trasladaron con gel refrigerante en hieleras hacia el Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

7.3.1 Recuento de *E. coli* y Coliformes totales

Se realizó bajo el siguiente protocolo:

- Se pesaron 10 g de la muestra en una bolsa plástica estéril.
- Se agregó 90 ml de agua peptonada estéril (dilución 1:10), se homogenizó.
- Se preparó diluciones decimales consecutivas por lo menos hasta 1:100,000.
- Se colocaron sobre la superficie de placas de agar Cromocult, 1 ml de cada una de las diluciones seleccionadas. Se trabajaron en duplicado.
- Se incubó a 37 grados centígrados por 24 horas.

Interpretación de resultados:

- a) Se observó en las placas inoculadas con la muestra, se realizó el conteo de las colonias que crecen en la superficie, tomando en consideración aquellas que contienen de 30 a 300 colonias.
- b) La selección de las colonias se realizó en base a la coloración que presentaron: colonias moradas corresponden a *E. coli*, colonias rojas + corresponden a Coliformes. Para el recuento de Coliformes totales se contaron ambos tipos de colonias.
- c) De las lecturas de las placas que contienen el rango mencionado anteriormente, se realizó un promedio. A cada recuento por dilución se agregó el número de 0 correspondientes.
- d) Los resultados fueron expresados en UFC/g (Unidades formadoras de colonias por gramo). Norma UNE-EN ISO

7.3.2 Recuento de *Staphylococcus aureus*

Se realizó bajo el siguiente protocolo:

- Se pesaron 10 gr de la muestra y colocarla en 90 ml de agua peptonada al 0.1%. Se mezcló y homogenizo durante 3 minutos.
- Se hizo la siembra por agotamiento en placas de agar Baird Parker. Incubar a 37°C, durante 48 horas.
- Se determinó la lectura de las colonias características de color negro con halo opaco alrededor.
- Se obtuvo la prueba de coagulasa sembrando en plasma citratado de conejo, incubando 24 horas a 37°C (NORMA UNE-EN ISO 6888-1:1999).

7.3.3 Diagnóstico microbiológico de *Escherichia coli* O157:H7

Se realizó bajo el siguiente protocolo:

- Se peso 25 gr. de la muestra a 225 ml. de caldo m-TSB, se homogenizo durante 3 minutos. Se incubo durante 8 horas a 37°C.
- Se hizo la siembra por agotamiento, en los medios de cultivo: agar CT-SMAC y Agar Fluorocult *E. coli* O157. Incubando durante 24 horas a 37°C.
- Se realizó el estudio macroscópico de las colonias.
- Se elaboró la siembra en los medios para bioquímicas: IMVIC.
- Se incubo durante 24 horas a 37°C. Se interpretaron resultados (Norma UNE-EN ISO 16654-2002).

7.3.4 Diagnóstico microbiológico del género *Salmonella* sp.

Se realizó bajo el siguiente protocolo:

DIA 1

- Se pesó 25 gr./ml. de la muestra y se homogenizo en 225 ml de agua peptonada.

- Se incubo durante 16 a 20 horas a 35-37°C.

DIA 2

- Se agregó 1 ml de la suspensión anterior a 10 ml de caldo MKTTn
- Fue incubado por 24 horas a 37°C.

DIA 3

- Se hizo la siembra en agar XLD
- Se incubo 24 horas a 37°C.
- Se elaboró la siembra en agar Rambach 24 horas a 37°C

DIA 4

- Se obtuvo la interpretación de los resultados (ISO STANDARD 6579 para la detección de *Salmonella sp.*).

7.6 Análisis de Datos

Los resultados cuantitativos obtenidos del análisis microbiológico expresados unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g) del recuento de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y Coliformes totales y los resultados cualitativos de *Salmonella sp.* y *Escherichia coli* 0157:H7 fueron sometidos a respectivamente utilizando el paquete estadístico SAS (Sistema de Análisis Estadístico) y prueba de χ^2 con un nivel de confianza del 95%.

VIII. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dada la naturaleza del estudio se evaluó la condición microbiológica de la carne bovina que se expende en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula, los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Cuadro 1. Resultados del análisis estadístico de la evaluación microbiológica de la carne de bovino en los mercados de la cabecera departamental de Chiquimula.

Bacteria	Mercado Central		Mercado Terminal		Pr χ^2
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	
<i>Escherichia coli</i>	8664.33	27454.50	10506.67	24306.86	0.62(NS)
<i>Staphylococcus aureus</i>	448.33	752.88	892.67	1147.98	0.02 (*)
Coliformes totales	59118.67	104882.90	302686.70	759118.70	0.41(NS)

(*)= Significativo, NS= no significativo

Fuente: Elaboración propia

8.1 Análisis microbiológico de *Escherichia coli*

La bacteria *Escherichia coli* se encontró el 88.89% contaminado del total de las muestras por encima de los valores máximos permitidos, de las cuales el 57.78% pertenece al mercado central y el 31.11% al mercado terminal. El resto de muestras (11.11%) expresa valores dentro de los rangos permitidos con recuentos menores de 100 UFC/g.

En el cuadro 1 se presenta los resultados de la media de las muestras totales del recuento de *Escherichia coli* de 9,278.44 UFC/g las medias del mercado central y terminal siendo 8,664.33 UFC/g y 10,506.67 UFC/g respectivamente. Se determinó que

no existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre ambos mercados de acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de χ^2 (0.6273) con el 95% de nivel de confianza.

Sin embargo, en el cuadro 2A se observa el 86.67% de las muestras del mercado central están contaminadas y el 93.33% en el mercado terminal, tomando en cuenta que la bacteria *E. coli* es un indicador de contaminación de origen fecal.

El recuento de unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g) de *Escherichia coli* en carne bovina debe encontrarse entre 0 (m) y 100 (M) UFC/g en base a los parámetros establecidos por el Sistema Oficial de Inspección de Carnes (SOIC) del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- en el cuadro 3A.

Se pueden adquirir infecciones por *E. coli* al consumir alimentos que contienen la bacteria. Los síntomas pueden incluir:

- Náuseas o vómitos
- Fuertes cólicos abdominales
- Diarrea líquida o con mucha sangre
- Cansancio
- Fiebre (Sandoval 2005).

8.2 Análisis microbiológico de *Staphylococcus aureus*

En el análisis microbiológico de *Staphylococcus aureus* se encontró el 55.56% de las 45 muestras están contaminadas de las cuales 35.56% son del mercado central y el 20% del mercado terminal y el resto de las muestras totales (44.44%) se encuentra entre los parámetros inferiores.

Basado en el análisis estadístico en el cuadro 1 se muestra la media del total de las muestras en el recuento de *Staphylococcus aureus* de 596.44 UFC/g, siendo este dato

muy elevado en comparación con los parámetros establecidos debido que los datos oscilan de 0 a 4,000 UFC/g.

Se establece una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre ambos mercados de acuerdo a los resultados de la prueba de χ^2 (0.0280) con un nivel de confianza del 95%, que indican que existe mayor contaminación en el mercado terminal con una media de 892.67 UFC/g y el mercado central 448.33 UFC/g (cuadro 1).

El 60% de las muestras del mercado terminal están contaminadas con *Staphylococcus aureus* y el 53.33% de las muestras en el mercado central (cuadro 2A).

Los resultados del recuento de *Staphylococcus aureus* fueron comparados con los criterios microbiológicos establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano - RTCA- 67.05.50:08 con número de resolución COMEICO 243-2009, el cual establece en un rango de 10 (m) a 100 (M) UFC/g (cuadro 4A) (MSPAS 2009).

De acuerdo a las observaciones realizadas durante la fase experimental de esta investigación, se pueden mencionar algunos factores existentes en ambos mercados los cuales afectan más al mercado terminal, el cual contiene mayor porcentaje de contaminación de *Staphylococcus aureus*, dichos factores son los siguientes:

1. En el personal: la falta de equipo adecuado (calzado, bata, mascarilla, redesilla o gorro, guantes, etc.) portan vestuario inadecuado y accesorios (aretes, anillos, relojes, collares). Según la literatura *Staphylococcus aureus* está presente en las fosas nasales, garganta, cabello y piel en más del 50% de individuos saludables.
2. Presencia insectos y animales caninos, tomando en cuenta que estos tienen contacto con superficies o el área de procesamiento de la carne bovina.
3. Localización de expendios del mercado terminal se encuentran cercanos a expendios de verduras y frutas, también se encuentran próximos a la terminal de

buses, factor que afecta debido a la cantidad de humo y polvo que genera el transporte, lo cual contamina el aire y las superficies de los expendios.

4. Las canales en gancho y las carnes en la superficies de despacho que se exhiben en el expendio están expuestas a la contaminación de *Staphylococcus aureus*, también existen expendios en donde se comercializa carne de otras especies y subproductos, lo que incide en la posibilidad de una contaminación cruzada.

La ingesta de enterotoxinas producidas en los alimentos por alguna cepa de *Staphylococcus aureus* produce intoxicaciones, usualmente ocurre porque los alimentos no se han mantenido ni lo suficientemente calientes 60°C o más ni lo suficientemente fríos 7.2°C, o menos (Food Info 2012).

La intoxicación alimentaria causada por *Staphylococcus aureus* se debe a la ingestión de alimentos contaminados que contienen las enterotoxinas producidas por algunas cepas de la bacteria. La aparición de los síntomas de esta intoxicación es usualmente rápida y en la mayoría de los casos severa, dependiendo de la susceptibilidad individual a la toxina, de la cantidad de alimentos contaminados ingeridos, de la cantidad de toxinas presentes en los alimentos consumidos y de la salud general del huésped. Los síntomas más comunes son náuseas, vómitos, arcadas, calambres abdominales y postración (Baeza, Rossler, Mielnicki, Zamora, y Chirife 2010).

8.3 Análisis microbiológico de Coliformes totales

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 1 a media del recuento de Coliformes totales es de 140,308 UFC/g debido que los datos varían de 300 a 30×10^5 UFC/g lo cual excede los parámetros superiores permitidos.

En el mercado central se encontró un porcentaje de muestras contaminadas de 93.33% y en el mercado terminal de 100% que exceden los límites superiores

permitidos. En base al análisis estadístico las medias de ambos mercados son de 59118.67 UFC/g y 302686.67 UFC/g respectivamente; de acuerdo al análisis de la prueba de χ^2 con un nivel de confianza del 95% no existe diferencia significativa (0.41) entre los mercados.

Esto indica que la mayoría de las muestras fueron contaminadas con Coliformes totales durante el proceso de manipulación desde la etapa en la que los animales ingresan a la sala de matanza, hasta la comercialización en los expendios de los mercados municipales de la cabecera, observándose en esta investigación que los requisitos mínimos de higiene no se cumplen a nivel de expendio. Existe una falta de conocimiento sobre buenas prácticas de manipulación (BPM) por parte de los productores, distribuidores y comercializadores; tomando en cuenta que la sala de matanza no cumple con los requisitos mínimos sanitarios.

Los parámetros permitidos para el recuento de Coliformes totales según la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) deben encontrarse entre 100 (m) y 500 (M) UFC/g (Cuadro 5A).

La denominación genérica Coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tiene ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos. Las cepas de Coliformes totales y Coliformes fecales se encuentran en el suelo, alimentos, agua, polvo y principalmente en el tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente.

Los alimentos de los que se sospecha que transmiten la enfermedad son los que han sido preparados y manipulados sin normas adecuadas de higiene sin precautelar condiciones de inocuidad alimentaria. Los Coliformes totales se usan para evaluar la calidad de los alimentos para comprender las infecciones debemos conocer primero cómo actúan recíprocamente los microorganismos y el huésped humano (Montealegre 2013).

8.4 Análisis microbiológico de *Escherichia coli* 0157:H7

En el cuadro 2A se presentan los resultados del análisis de presencia de *E. coli* 0157:h7 y se observa que no se encontró presencia del microorganismo en alguna de las muestras del mercado central y terminal considerándose una carne no contaminada que no representa riesgo para la salud.

Según los parámetros microbiológicos del Sistema Oficial de Inspección de Carnes - SOIC- del MAGA establece que la carne bovina debe presentar ausencia de *Escherichia coli* 0157:H7 (cuadro 3A).

En caso de presencia de *E. coli* 0157 H7 puede provocar un cuadro clínico en las personas que puede ser leve o severa y se caracteriza por diarrea acuosa usualmente con sangre, dolores abdominales severos, nauseas, vómitos y ocasionalmente fiebre. También puede provocar colitis hemorrágica de la cual se deriva una falla aguda del riñón o el Síndrome Urémico Hemolítico (SUH) en el 5% de los infectados, el cual puede derivar en la muerte (Favila 2011).

8.5 Análisis microbiológico de *Salmonella* sp.

Según los parámetros microbiológicos del MAGA establecen que la carne bovina debe presentar ausencia de *Salmonella* sp. (cuadro 3A).

En el cuadro 2A se observa el 26.67% del total de las muestras con presencia de *Salmonella* sp. del cual el 17.78% pertenecen al mercado central y 8.89% al mercado terminal. El resto (73.33%) de muestras fueron negativas a la presencia de *Salmonella* sp.

En el mercado central y en el mercado terminal se encontró una contaminación del 26.67% de las muestras en cada mercado con presencia de *Salmonella* sp por lo que no existen diferencia entre los expendios (cuadro 2A).

En la mayoría de expendios, una de las posibles causas de contaminación de *Salmonella* en la carne bovina puede ser la contaminación cruzada a través de superficies que fueron utilizadas para la manipulación de otras carnes contaminadas, como de ave, puesto que el microorganismo no es común ni propio de las carnes bovinas contaminadas.

La *Salmonella* es un grupo de bacterias que causan diarreas en humanos. Estas bacterias normalmente se encuentran en el tracto intestinal del hombre y de los animales, son resistentes a la congelación y a la deshidratación pero no sobreviven en medios ácidos y son poco resistentes al calor. La gastroenteritis causada por *Salmonella* se denomina salmonelosis (USDA s.f).

De acuerdo al análisis de 5 bacterias realizado en esta investigación sobre la carne bovina que se comercializa en los expendios de los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula, los resultados reflejan que las condiciones en las que se realiza el proceso no son las correctas o son inadecuadas en la manipulación de carne, lo que incide en el riesgo de sufrir enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) en la población consumidora de esta carne.

Durante la investigación se observaron varios factores importantes que inciden en la contaminación de la carne, como los siguientes: instalaciones inadecuadas de salas de matanzas y expendios de carne, mal manejo en el transporte y distribución, conservación inadecuada de la carne, falta de higiene personal, esterilización de utensilios y equipos, calidad microbiológica del agua potable y mal manejo de desechos sólidos.

IX. CONCLUSIONES

- ❖ Los porcentajes de contaminación de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y Coliformes totales se encuentran en niveles superiores del límite máximo permitido en la carne bovina, lo que repercute en que la población destinada al consumo de esta carne en la cabecera departamental este potencialmente expuesta a padecer enfermedades de grado leve o severo.
- ❖ De acuerdo al análisis estadístico de *S. aureus* realizado se estableció una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre ambos mercados con base a los resultados de la prueba de χ^2 con un nivel de confianza del 95%, lo que indica el porcentaje más alto de contaminación en el mercado terminal.
- ❖ El total de muestras de carne bovina que se expende en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula presentaron ausencia total de la bacteria *Escherichia coli* 0157:H7.
- ❖ De acuerdo análisis microbiológico de *Salmonella* sp se determinó la presencia en porcentajes de contaminación similares en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.

X. RECOMENDACIONES

- ❖ Capacitar a los productores, procesadores y distribuidores de carne bovina, para que ellos puedan implementar alternativas de soluciones prácticas, que permitan utilizar métodos de fácil interpretación y aplicación, ya sea para prevenir o para corregir las principales causas que dan origen a la presencia de enfermedades transmitidas por los alimentos.
- ❖ Elaborar un análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP) que de seguimiento a las rutas que ha transcurrido la carne bovina desde su origen y responda sobre las posibles causas de contaminación, durante las fases de manipulación, procesamiento, transporte, distribución, almacenamiento y exposición de la carne hasta su comercialización.
- ❖ El cumplimiento de las normas establecidas en el reglamento para la inocuidad de los alimentos, acuerdo gubernativo 969-99 del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social –MSPAS-. En el Capítulo I, Artículos 14 y 18 en los cuales se establece la responsabilidad de cada dependencia competente de extender los permisos de operación a las plantas de procesamiento de alimentos, de la vigilancia de las mismas y de la extensión de los registros sanitarios para alimentos procesados y no procesados.
- ❖ Realizar investigaciones sobre el análisis microbiológico de carnes de origen porcino y avícola y la cantidad de expendios registrados que las comercializan en la cabecera departamental de Chiquimula.

XI. BIBLIOGRAFIA

- ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos Alimentos y Tecnología Médica, AR). 2003. Guía de interpretación de resultados microbiológicos de alimentos (en línea). Argentina. 21 p. Consultado 05 jul. 2015. Disponible en http://www.anmat.gov.ar/alimentos/Guia_de_interpretacion_resultados_microbiologicos.pdf.

- _____. s.f. Enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA) (en línea). Argentina. Consultado 04 may. 2014. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/Cuida_Tus_Alimentos/conocer_y_prevenir/eta.htm

- Baeza, R; Rossler, CE; Mielnicki, DM; Zamora, MC y Chirife, J. 2010. Predicción del crecimiento de *Staphylococcus aureus* en un alimento cárnico dejado a temperatura ambiente por varias horas: aplicación a varias ciudades argentinas de climas cálidos (en línea). Argentina. Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias. 9 p. Consultado 21 abr. 2015. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/investigación/predicción-crecimiento-de-staphylococcus-aureus.pdf>

- Bio- bacter, CO. 2012. Agar XLD (en línea). Bogota, CO. 2 p. Consultado 5 may. 2014. Disponible en :www.bio-bacter.com/INSERTOS/AGAR%20XLD.pdf

- Carrillo, L; Audisio, C. 2007. Manual de microbiología de los alimentos (en línea). Argentina, UNSA. p. 102 - 116. Consultado 17 may. 2014. Disponible en <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/10%20carnes%20rojas.pdf>

- Durand, D; Bauchart, D. 2014. Carne bovina sus propiedades saludables (en línea). Revista Conciencia Rural (en línea). Consultado 7 may. 2014. Disponible en http://www.concienciarural.com.ar/ganaderia/carne-bovina-sus-propiedades-saludables_a2244

- Eroski Consumer, ES. 2012. Seguridad alimentaria (en línea). España. Consultado 14 may. 2014. Disponible en <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2003/11/22/9514.php>
- Favila Humara, LC. 2011. Principales contaminantes de la carne del rastro a su consumo (en línea). México, CENID. 6 p. Consultado 17 may. 2014. Disponible en <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r97914.PDF>
- Food Info. 2012. *Staphylococcus aureus* (en línea). Holanda, Universidad de Wageningen. Consultado 14 jul. 2015. Disponible en: <http://www.food-info.net/es/bact/staur.htm>
- IPCVA (Instituto de Promoción de la Carne Vacuna, AR). 2014. Calidad organoléptica de la carne vacuna (en línea). Argentina. Consultado 12 may. 2014. Disponible en <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=100>
- Laboratorios Britania, AR. 2013. Agua peptonada (en línea). Argentina. Consultado 3 may. 2014. Disponible en <http://www.britanialab.com.ar/esp/productos/b02/aguapep.htm>
- Laboratorios Conda, ES. 2010. Trypticasein soy broth modified with novobiocine (mTSB) ISO 16654 (en línea). España. 2 p. Consultado 12 may. 2014. Disponible en <http://www.condalab.com/pdf/1292.pdf>
- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2013. Manual de procedimientos para muestreo microbiológico en establecimientos certificados (en línea). Guatemala. 71 p. Consultado 16 jun. 2015. Disponible en: <http://visar.maga.gob.gt/visar/ia/mlpr/MAPSOIC04.pdf>

- Mancomunidad Trinacional Fronteriza; Mancomunidad Nororiente, GT. 2013. Plan de ordenamiento y desarrollo territorial municipal: municipio de Chiquimula (en línea). Guatemala. 219 p. Consultado 10 may. 2014. Disponible en https://www.google.com.gt/?gws_rd=ssl#q=Plan+de+ordenamiento+y+desarrollo+territorial+municipal:+municipio+de+Chiquimula&start=0
- Merck, J. 2012. Agar rambach (en línea). Darmstadt, DE, Merck. 3 p. Consultado 15 may. 2014. Disponible en http://www.mibius.de/out/oxbaseshop/html/0/images/wysiwigpro/Rambach_107500_engl.pdf
- Montealegre Alvarez, AC. 2013. Evaluación microbiológica de los alimentos de origen animal que se expenden en la vía pública del municipio de Jocotenango, Sacatepequez (en línea). Tesis MV. Guatemala, USAC. 82 p. Consultado 13 may. 2014. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1373.pdf
- MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, GT). 2009. Reglamento técnico centroamericano RTCA 67.04.50:08 (en línea). Guatemala. 410 p. Consultado 17 may. 2015. Disponible en: <http://portal.mspas.gob.gt/files/Descargas/Servicios/NuevoRenovacion%20RegistroSanitario/2014/RTCA%20Criterios%20Microbiol%C3%B3gicos.PDF>.
- OIE (Organización Mundial de Salud Animal, FR). 2004. Manual de la OIE sobre animales terrestres. Francia. p. 1210 - 1221. Consultado 12 may. 2014. Disponible en: http://web.oie.int/esp/normes/mmanual/pdf_es/2.10.13_Escherichichia_coli_verocitotoxigenica_ruth.pdf.
- Ordaz, FJ. 1994. Aplicación del análisis de riesgos identificación control de puntos críticos en el proceso de obtencion, distribución venta de carne de res y cerdo (en línea). Mexico, Secretaria de Salud. 69 p. Consultado 17 may. 2014. Disponible en www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/DOCSAL4689.doc

- Sandoval Escribá, CA. 2005. Determinacion de la resistencia a los antibioticos de las cepas (*Escherichia coli*) aisladas de carne molida de res, procedentes de mercados municipales de la ciudad capital de Guatemala, mediante la prueba de difusion en disco (en línea). Tesis MV. Guatemala, USAC. 71 p. Consultado 12 may. 2014. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_0847.pdf

- UNSA (Universidad Nacional de Salta, AR). 2007. Manual de microbiología de alimentos (en línea). Argentina. p 102-116. Consultado 20 jun. 2015. Disponible en: <http://www.unsa.edu.ar/biblio/repositorio/malim2007/10%20carnes%20rojas.pdf>

- USDA (United States Department of Agriculture, US). s.f. *Salmonella* preguntas y respuestas (en línea). Estados Unidos. 4 p. Consultado 3 may. 2015. Disponible en: http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/fe5220a445684c33b1475998750c381/Spanish_Salmonella_Preguntas_y_Repuestas.pdf?MOD=AJPERES



XI. APENDICES

Cuadro 2A. Porcentaje de contaminación de la carne bovina que se comercializa en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.

Bacteria	Mercado central	Mercado terminal
	(n=10) %	(n=5) %
<i>Escherichia coli</i>	86.67	93.33
<i>Staphylococcus aureus</i>	53.33	60.00
Coliformes totales	93.33	100
<i>Escherichia coli</i> 0157:H7	0	0
<i>Salmonella</i>	26.67	26.67

Fuente: (Elaboración propia)

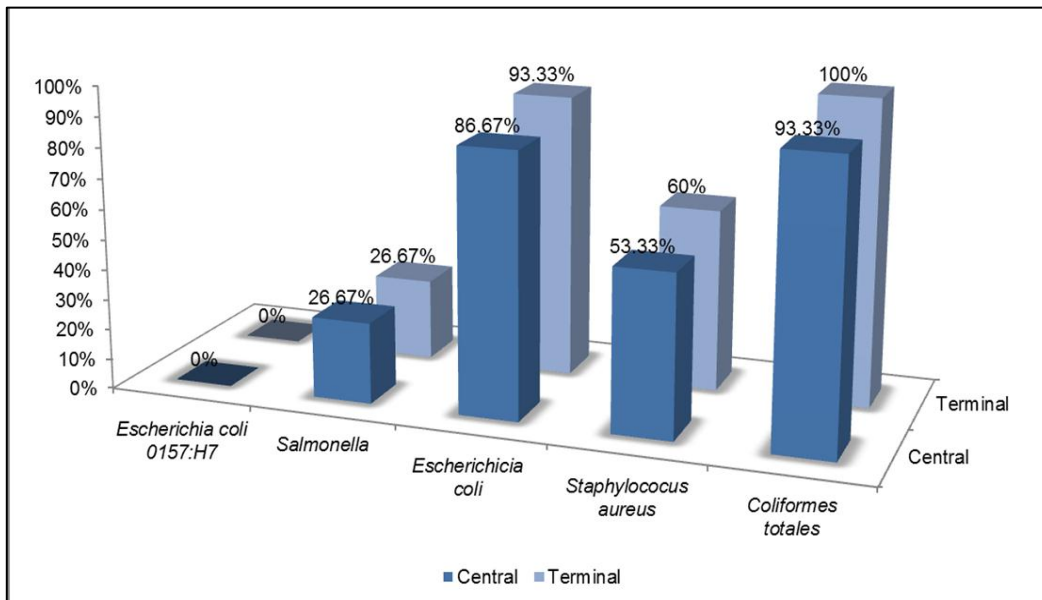
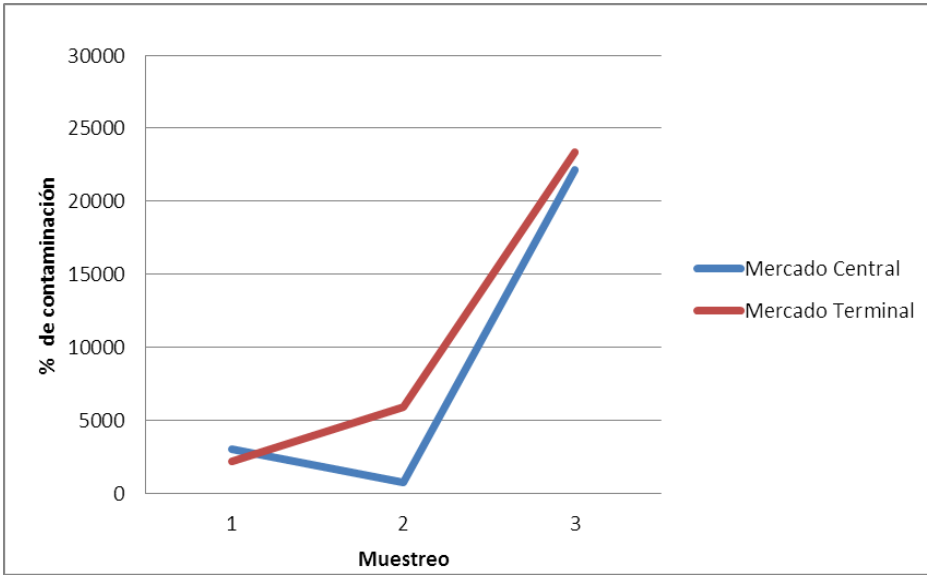
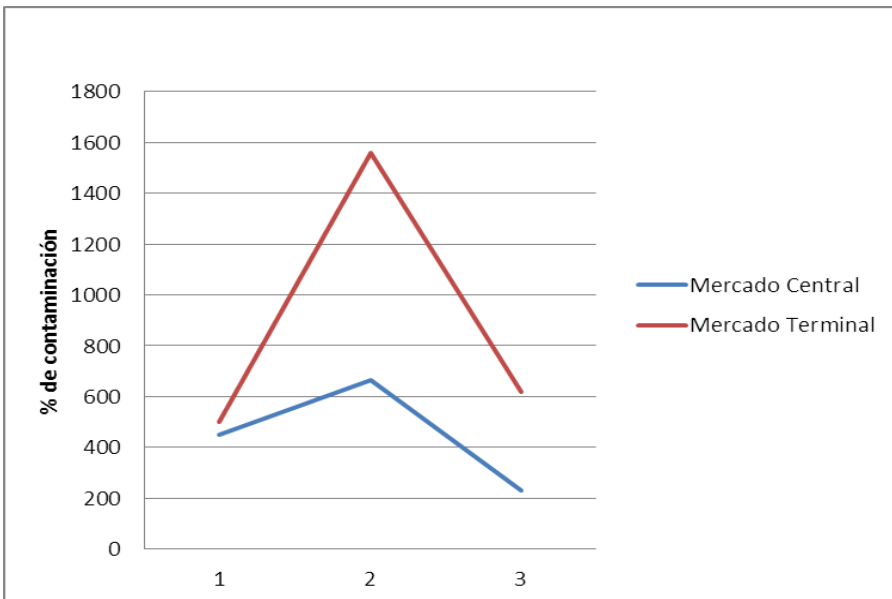


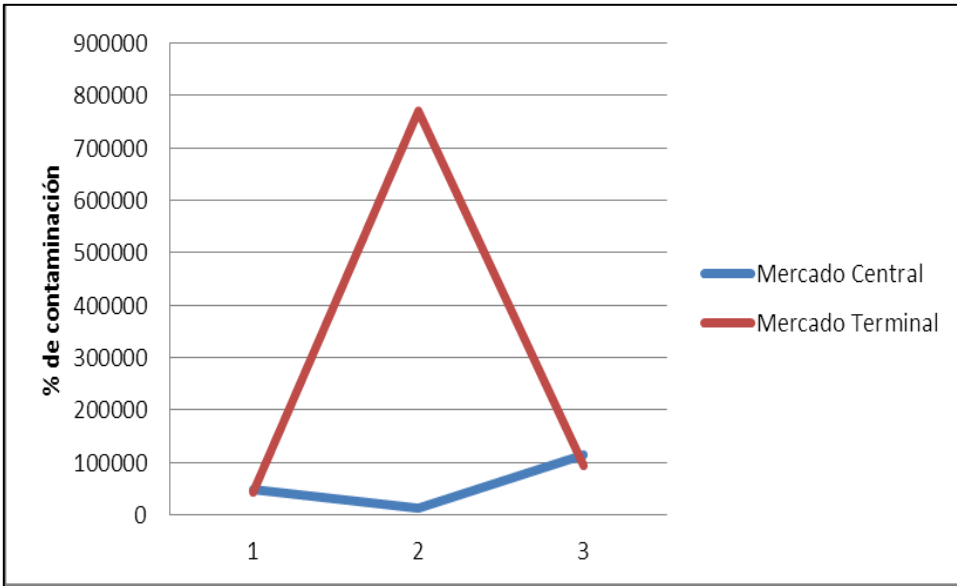
Figura 1A. Porcentaje de contaminación de bacterias la carne bovina expendida en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.



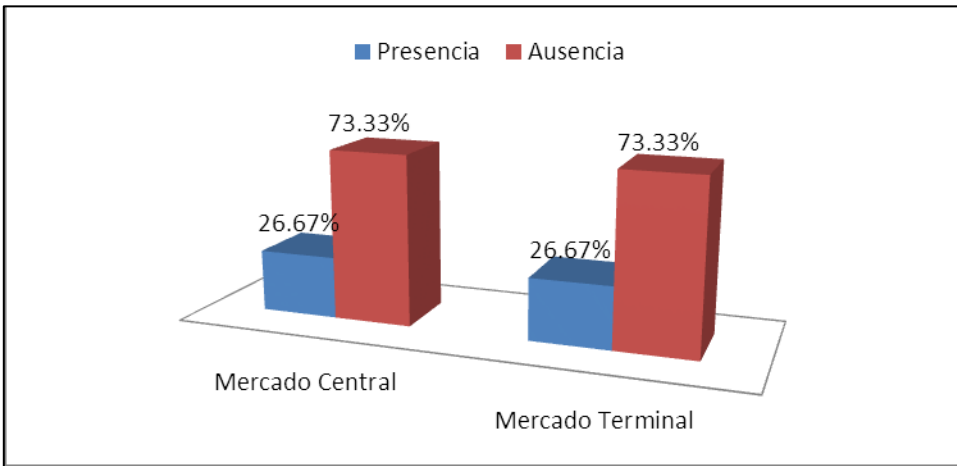
Grafica 2A. Porcentaje de contaminación de *E. coli* en carne bovina por muestreo en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.



Grafica 3A. Porcentaje de contaminación de *Staphylococcus aureus* en carne bovina por muestreo en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.



Grafica 4A. Porcentaje de contaminación de Coliformes totales en carne bovina por muestreo en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.



Grafica 5A. Porcentaje de contaminación de Salmonella sp en carne bovina que se comercializa en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula.

XII. ANEXOS

Cuadro 3A. Parámetros microbiológicos de *E. coli* 0157:h7, *Salmonella* sp. y *Escherichia coli* en carne bovina.

Bacteria	Límites	
	m.	M
<i>Escherichia coli</i> 0157:H7	Ausencia	-----
<i>Salmonella</i> sp.	Ausencia	-----
<i>Escherichia coli</i>	0 UFC/g	10 ² UFC/g

Fuente: (MAGA 2013).

Cuadro 4A. Parámetro microbiológico de *Staphylococcus aureus* en carne bovina.

Bacteria	Límites	
	m.	M
<i>Staphylococcus aureus</i>	10 UFC/g	100 UFC/g

Fuente: Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.05.50:08

Cuadro 5A. Parámetro microbiológico de Coliformes totales en carne bovina.

Bacteria	Límites	
	m.	M
Coliformes totales	100 UFC/g	500 UFC/g

Fuente: Guía de Interpretación de Resultados Microbiológicos de Alimentos (2003)