

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli* O157:H7 EN
CARNE MOLIDA DE RES ESTÁNDAR EXPENDIDA EN
CARNICERÍAS DEL MERCADO CENTRAL DEL MUNICIPIO
DE MIXCO, GUATEMALA**

CELSO HORACIO DABROY PALOMO

Médico Veterinario

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli* O157:H7 EN CARNE
MOLIDA DE RES ESTÁNDAR EXPENDIDA EN CARNICERÍAS DEL
MERCADO CENTRAL DEL MUNICIPIO DE MIXCO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

CELSO HORACIO DABROY PALOMO

Al conferírsele el título profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I:	Lic. Zoot. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M.Sc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez
VOCAL V:	Br. Juan René Cifuentes López

ASESORES

Dra. JACQUELINE ESCOBAR MUÑOZ

M.V. JULIA VIRGINIA BOLAÑOS DE CORZO

M.A. JAIME ROLANDO MÉNDEZ SOSA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli* O157:H7 EN CARNE MOLIDA DE RES ESTÁNDAR EXPENDIDA EN CARNICERÍAS DEL MERCADO CENTRAL DEL MUNICIPIO DE MIXCO, GUATEMALA

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO A:

- A DIOS: Por brindarme sabiduría, inteligencia y fuerza para alcanzar esta meta.
- A LA VIRGEN MARIA: Por su ejemplo de amor y entrega.
- A MI MADRE: Patricia Palomo Saravia. Por darme la vida y enseñarme a luchar hasta el final y motivarme a lo largo de toda mi vida. Este triunfo también es tuyo.
- A MIS HERMANOS: Gabriela y Alejandro. Por el apoyo que me han brindado hasta el día de hoy.
- A MIS SOBRINOS: Paula, Diego y Jimena. Por representar alegría en mí vida.
- A TODA MI FAMILIA: Tías, tíos y primos por su apoyo a lo largo de mi carrera

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS: Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.
- A MI MADRE: Por el apoyo incondicional y motivación a lo largo de toda mi vida.
- A MIS AMIGOS: Por el apoyo y cariño que me han brindado.
- A MIS CATEDRÁTICOS: Por haberme transmitido todos sus conocimientos y formarme como un buen profesional
- A MIS ASESORES: Por su gran apoyo, conocimientos, su tiempo, su colaboración y la paciencia para terminar con éxito esta investigación.
- A MIS PADRINOS: Por su amistad y apoyo incondicional.
- A LA USAC: Por abrirme sus puertas para mi formación profesional.
- A LA FACULTAD DE
MEDICINA
VETERINARIA Y
ZOOOTECNIA Por darme la oportunidad de formarme en la carrera de Médico Veterinario y al laboratorio de Microbiología por toda la ayuda prestada.
- AL DRIPUA
VISAR-MAGA Por el apoyo y darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. HIPÓTESIS.....	3
III.OBJETIVOS.....	4
3.1. General.....	4
3.2. Específico.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS).	5
4.1.1. Presentación de las ETA´s	5
4.2. Generalidades de <i>Escherichia coli</i>	6
4.3. <i>Escherichia coli</i> O157:H7	7
4.3.1. Historia.....	7
4.3.2. Características	7
4.3.3. Reservorios y fuentes de <i>Escherichia coli</i> O157:H7.....	9
4.3.4. Transmisión.....	10
4.3.5. Dosis infectante.....	10
4.3.6. Patogenia	10
4.3.7. Epidemiología	11
4.3.8. Situación en Guatemala.....	12
4.3.9. Brotes a nivel mundial.....	12
4.3.10. Periodo de incubación y sintomatología.....	15
4.3.11. Diagnóstico.....	15
4.3.12. Cultivo bacteriológico.....	16
4.3.13. Pruebas bioquímicas	17
4.3.13.1. Medio SIM.....	17
4.3.13.2. Caldo MRVP	17
4.3.13.3. Agar Simmons Citrato.....	18
4.3.13.4. CBRF + Sorbitol.....	19
4.3.14. Tratamiento	19

4.3.15. Prevención.....	19
V. MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1. Materiales.....	22
5.1.1. Recursos humanos.....	22
5.1.2. Recursos de laboratorio	22
5.1.3. Recursos biológicos.....	22
5.1.4. Recursos físicos	22
5.1.5. Centros de referencia	23
5.2. Metodología.....	23
5.2.1. Diseño de estudio.....	23
5.2.2. Método utilizado de laboratorio.....	23
5.2.3. Procedimiento.....	23
5.2.4. Análisis de datos.....	24
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
VII. CONCLUSIONES.....	27
VIII. RECOMENDACIONES.....	28
IX. RESUMEN.....	29
SUMMARY.....	30
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
XI. ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Control de calidad SMAC Agar.....	16
Cuadro 2	Control de calidad Fluorocult <i>E. coli</i> O157:H7.....	17
Cuadro 3	Determinación de <i>Escherichia coli</i> O157:H7 en carne molida de res	36
Cuadro 4	Resultados obtenidos de las muestras de carne..... molida de res	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Protocolo del análisis bacteriológico para.....	37
	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	
Figura 2	Agar CT-SMAC positiva a <i>Escherichia coli</i>	38
	O157:H7 (Sorbitol negativo)	
Figura 3	Agar Fluorocult positiva a <i>Escherichia coli</i>	38
	O157:H7 (MUG y Sorbitol negativo)	
Figura 4	Porcentaje de muestras positivas y negativas.....	39
	a <i>Escherichia coli</i> O157:H7 en carne molida de res	
Figura 5	Porcentaje de los resultados obtenidos de las.....	40
	muestras de carne molida de res	

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la preocupación general de los consumidores ha estimulado la demanda de alimentos más sanos y de mejor calidad. La inocuidad de los alimentos es esencial para mantener la salud y el bienestar del hombre.

Durante las últimas décadas, se han identificado varios patógenos importantes que se transmiten a través de los alimentos como *E. coli* O157:H7, así como nuevos métodos de propagación de éstos. La habilidad que tienen los microorganismos para evolucionar rápidamente y adaptarse a su medio ambiente presentan nuevos retos microbiológicos para todas las personas involucradas en la industria alimentaria.

Los brotes de enfermedades transmitidas a través de los alimentos nos recuerdan que bajo ciertas circunstancias comunes estos pueden causar enfermedades con consecuencias graves, incluso la muerte.

Existen serotipos de la bacteria *Escherichia coli* que produce potentes toxinas (verotoxina) causantes de severos daños a la mucosa intestinal. Entre ellas se encuentra *E. coli* enterohemorrágica, cuyo principal serotipo es el O157:H7 detectado por primera vez en un caso de intoxicación por hamburguesas en Estados Unidos en 1982.

Escherichia coli O157:H7 ha emergido como un patógeno transmitido por alimentos y es considerado de importancia en salud pública, ya que está implicado en brotes de colitis hemorrágica y posible aparición del síndrome urémico hemolítico. Una característica de esta es el número de células requeridas para desarrollar la enfermedad de 1 a 100 células por lo que la no detección por los métodos tradicionales microbiológicos no es certeza ni sinónimo de seguridad del alimento.

E. coli O157:H7 forma parte de la microbiota anaerobia facultativa del tracto intestinal del ganado vacuno saludable, las canales pueden contaminarse durante el proceso de faenado por materia fecal, saliendo de los rastros ya contaminadas con lo cual la bacteria queda completamente distribuida en la carne de vacuno.

Las personas al consumir carne de bovino contaminada con *E. coli* O157:H7 pueden desarrollar una serie de síntomas; como diarrea leve o se desarrolla una diarrea grave gastroentérica y dolores abdominales.

Debido a que *Escherichia coli* O157:H7 es un patógeno muy importante para la salud pública humana, es necesario realizar la determinación de la bacteria en carne molida de res, para conocer si es un vehículo transmisor de la misma.

II. HIPÓTESIS

Debido a que el presente estudio es descriptivo de corte transversal, no se formula hipótesis.

III. OBJETIVOS

3.1 General:

- Generar información sobre *Escherichia coli* O157:H7 en carne molida de res estándar expendida en el mercado Central del Municipio de Mixco, Guatemala.

3.2 Específico:

- Determinar la presencia de *Escherichia coli* O157:H7 utilizando el método ISO y FDA-BAM en carne molida de res estándar que se expende en carnicerías del mercado Central del Municipio de Mixco, Guatemala.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS)

En el siglo XXI, las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's) siguen constituyendo uno de los principales desafíos para la Salud Pública. (18)

Las ETA's se definen como un conjunto de síntomas y signos clásicos originados por el consumo de productos alimenticios e ingredientes, especias, bebidas y agua, que contienen agentes patógenos o sustancias tóxicas en cantidades tales que afectan la salud de una persona o grupo de personas en forma aguda o crónica. (18)

La organización Mundial para la Salud (OMS) define a las ETA's como las enfermedades causadas por agentes infecciosos o tóxicos que entran al cuerpo de un consumidor por medio de la comida. (20)

Según Copes, las ETA's son aquellas que se producen por la ingestión de un alimento, el cual actúa como vector de un agente etiológico, que puede producir enfermedad en un consumidor. (20)

En la actualidad se reconocen más de 250 ETA's cuya causa puede ser infecciosa o tóxica. En el primer caso los agentes etiológicos pueden ser parásitos, bacterias o virus; y en el segundo se incluyen toxinas producidas por hongos, plantas o animales, sustancias de naturaleza generalmente proteica que liberan los microorganismos durante su desarrollo, o compuestos químicos (plaguicidas, metales pesados, aditivos alimentarios, antibióticos, hormonas, y otras) que se incorporan a los alimentos en forma accidental o intencional, desde su producción hasta su consumo. (18)

4.1.1 Presentación de las ETA's

Las ETA se pueden presentar de tres diferentes maneras:

- Infecciones causadas por alimentos: Son aquellas que se producen por ingestión de alimentos que poseen microorganismos patógenos vivos. Los microorganismos penetran en el organismo, llegan al lugar donde pueden realizar la invasión, y producen la enfermedad. El número de microorganismos puede ser muy reducido y depende de las características propias de cada uno. (20)
- Intoxicaciones causadas por alimentos: Estas suceden cuando las toxinas producidas por bacterias o mohos están presentes en el alimento ingerido. La cantidad de microorganismos que se han desarrollado en el alimento es elevada, superando a 10^5 UFC/g de alimento. Estas toxinas no producen modificaciones organolépticas y/o sensoriales en el alimento. (20)
- Tox infecciones causadas por alimentos: Es producida por el consumo de alimentos que poseen microorganismos patógenos vivos. Al llegar al lugar propicio en el organismo, se observa un crecimiento y posterior producción o liberación de toxinas. El número de microorganismos también es reducido y queda sujeto a sus características intrínsecas. (20)

4.2 Generalidades de *Escherichia coli*

Las bacterias pertenecientes al género *Escherichia* están muy difundidas en la naturaleza y se encuentran, corrientemente, en el tracto intestinal normal del hombre y los animales. (12)

Forma parte de la familia Enterobacteriaceae, la cual está integrada por bacilos gram negativos no esporulados, móviles con flagelos peritricos, aerobios-anaerobios facultativos, que producen ácido y gas a partir de la glucosa y habitualmente de la lactosa. (15)

4.3 *Escherichia coli* O157:H7

4.3.1 Historia

Escherichia coli O157:H7 fue reconocida por primera vez en 1982, precisamente en un brote de colitis hemorrágica en los Estados Unidos debido a la ingesta de hamburguesas en restaurantes de una cadena de comidas rápidas. En este brote se registraron 26 casos, de los cuales 19 requirieron hospitalización; un segundo brote ocurrió tres meses después, se registraron 21 casos, de los cuales 14 requirieron hospitalización. (5)

A partir de estos acontecimientos se identificó a los bovinos como el principal vehículo de transmisión. (5)

4.3.2 Características

Su nombre se origina del antígeno somático (O) identificado como 157 y el séptimo antígeno flagelar (H). El antígeno (O) se deriva de la pared celular y el (H) del flagelo, que se encuentra solamente en especies móviles. (15)

E. coli O157:H7 pertenece al grupo de *E. coli* enterohemorrágicas debido a las propiedades de sus citotoxinas, que inhiben la síntesis proteica de las células, además de que no produce enterotoxinas termo-lábiles y termo-estables. (11,15)

Escherichia coli O157:H7 es productora de 2 enterotoxinas, llamadas también verotoxinas (V1 y V2) por su actividad sobre las células Vero, o también toxinas del tipo Shiga (SLTI y II) por su similitud con la toxina Shiga producida por el género *Shigella*. (11)

La producción de verotoxinas se debe a la presencia de plásmidos que le confieren su patogenicidad. Estos plásmidos han servido como pruebas de identificación para este microorganismo. (11)

Crece bien en un rango de temperatura de 30 a 42°C, con un crecimiento óptimo a 37°C durante 24 horas. (11)

Esta bacteria posee marcadores bioquímicos que son significativamente diferentes a otras *E. coli*, estas incluyen una reacción negativa a un 100% a la β -glucoronidasa enzima producida por otras cepas, no fermenta sorbitol en un 100%, y tiene una reacción positiva para la rafinosa y el dulcitol en 24 hrs, las cuales otras cepas no poseen o bien la reacción es débil. La gran mayoría (97%) de las cepas fueron susceptibles a agentes antimicrobianos comúnmente usados. Todas las cepas produjeron niveles fácilmente detectables de Verotoxina, sin embargo, con la extracción de polimixina, casi el 50% de las cepas mostró un aumento de hasta 10 veces en el nivel de toxinas. (17)

No se encontró ningún medidor para la hemaglutinación de eritrocitos de grupo A humano con o sin D-manosa. (17)

La mayoría (70%) de las cepas mostraron localizada y difusa adhesión a células de Henle 407 y células HEp-2, y los patrones de adhesión no eran muy diferentes de las observadas entre otras cepas de *E. coli*. Veinte tipos de fagos fueron reconocidos, con fagotipos 1 y 2 representan el 65% de las cepas de prueba. El análisis plasmídico indicó tres perfiles de plásmidos básicos: el perfil que se caracterizó por 68,7 y 4,2 megadalton (MDA) plásmidos (62% de las cepas), el perfil de II se caracterizó por 66,2 y 1,8 MDa plásmidos (20% de las cepas), y perfil III se caracteriza por un plásmido de 62,5-MDa (18% de las cepas). Una pequeña cantidad (19%) de las cepas portaban al menos un plásmido adicional sobre la base complementa, y que esto podría considerarse que constituyen una categoría miscelánea. (17)

Ninguna de las características anteriormente descritas de *E. coli* O157: H7 podría estar directamente correlacionados entre sí, con la naturaleza de la infección, o con la distribución geográfica de las cepas. (17)

4.3.3 Reservorios y fuentes de *Escherichia coli* O157:H7

Se puede encontrar en bovinos, cabras, borregos y con menos frecuencia en cerdos y pollos; su principal reservorio es el intestino de ganado bovino. (7)

Se ha demostrado que el 75% del ganado lechero y el 63% de ganado vacuno de engorde son positivos para *E. coli* O157:H7. (15)

En los bovinos la asociación de la bacteria con carne semi cocida y leche cruda ha hecho que se investigue, definiendo lo siguiente:

- Los animales jóvenes tienden a ser portadores de la bacteria con mayor frecuencia que los animales adultos.
- La prevalencia en excreciones fecales varía substancialmente entre hatos que presentaron positividad.
- El reporte de incidencia entre el ganado, varía ampliamente, en parte por las diferencias en la sensibilidad de los procedimientos utilizados para la detección.
- Al ser el ganado un portador de la bacteria, en el momento del sacrificio las bacterias permanecen viables hasta que la carne es expendida.
- Entre los alimentos implicados de este grupo están: carne bovina semi cocida, salami curado, embutidos de res y carne molida. (5)

El primer aislamiento descrito en este reservorio fue en Argentina, en 1977 en un ternero de menos de tres semanas de edad con colibacilosis. (10)

El tiempo promedio en el cual este patógeno se mantiene en el sistema gastrointestinal de los rumiantes es de 30 días, aunque en algunos animales la bacteria puede estar presente hasta un año o más. Los factores que contribuyen a la presencia de la bacteria en rumiantes se desconocen, pero se discute la habilidad de la misma al colonizar un sitio en particular en el sistema gastrointestinal donde principalmente se aloja el patógeno en rumiantes adultos.(7)

Las ovejas fueron identificados como reservorios en un estudio que duró 6 meses realizado por Kudva et al, 1996, en la Universidad de Idaho, en este estudio se analizaron muestras fecales de ovejas, de las cuales el 31% de muestras salieron positivas. (9)

4.3.4 Transmisión

Investigaciones de brotes han demostrado que *E. coli* O157:H7 puede ser transmitido por alimentos, agua o transmisión de persona a persona, por la vía fecal-oral. Productos de origen bovino, tales como carne no cocida adecuadamente o leche cruda han sido asociados a este patógeno. La contaminación con dicho patógeno en alimentos no asociados a este puede producir contaminación cruzada con productos o superficies que contenían la bacteria. También se ha documentado la infección vehiculada por carne de pavo, salami, leche, yogurt, mayonesa, ensaladas, vegetales crudos y agua. (15)

4.3.5 Dosis Infectante

La dosis infectiva relacionada con *E. coli* O157:H7 puede ser desde 1 hasta 100 UFC (Unidades Formadoras de Colonias). (14).

4.3.6 Patogenia

Los factores implicados en la patogénesis de *Escherichia coli* O157:H7 son:

- Adherencia a los enterocitos del colon mediante una fimbria específica, codificada por un plásmido de virulencia. (15)
- Adherencia íntima, con alteración del citoesqueleto de la célula hospedero, que está mediada por la proteína de membrana externa intimina, codificada por genes cromosomales y el intercambio de señales implicadas en este fenómeno. (15)

- Producción de citotoxinas, las cuales a nivel local producen inhibición de la síntesis proteica y daño celular directo, lo que da como resultado necrosis hemorrágica de las vellosidades intestinales, con escasa infiltración de polimorfonucleares y que explica la diarrea con sangre. Estas toxinas se traslocan a nivel de la mucosa hacia el torrente sanguíneo, y puede unirse a receptores GB3 presentes en la membrana de glóbulos rojos, a nivel del endotelio renal, plaquetas y sistema nervioso central (SNC), produciendo daño sistémico que se traduce clínicamente en el Síndrome Hemolítico Urémico (SHU), que se caracteriza por anemia hemolítica microangiopática, fallo renal agudo y trombocitopenia. (15)
- Otros factores de virulencia: toxina EAST 1 (toxina termoestable de cepas enteroagregativa), enterohemolisina, mecanismo de transporte de hierro, LPS (lipopolisacárido). (15)

4.3.7 Epidemiología

La notificación de las infecciones por *E. coli* O157:H7 experimentaron un aumento exponencial a partir de su primera descripción en 1982. Este comportamiento emergente del patógeno refleja, tanto un aumento real en el número de infecciones, como también una mejora en los sistemas de vigilancia de las enfermedades asociadas y de los métodos de detección. Su emergencia generó una gran preocupación a nivel mundial por el número de personas afectadas y por los distintos vehículos de transmisión identificados, lo que llevó a la OMS a promover estrategias de prevención y control. (18)

Una pequeña proporción del ganado bovino en un hato puede ser responsable de la liberación de más del 95% de las bacterias. A estos animales, que se denominan súper-propagadores, están colonizados en el recto terminal, y pueden permanecer infectados durante más tiempo que otros bovinos. (5)

4.3.8 Situación en Guatemala

En Guatemala no existen datos publicados acerca de la incidencia de *Escherichia coli* O157:H7 en alimentos, solamente existe un estudio que indica la prevalencia de esta bacteria, a partir de muestras de heces, realizado en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), las cuales fueron cultivadas 2,210 muestras de heces y se obtuvo un total de 257 coprocultivos positivos. (15)

Olivet en su investigación realizada en el 2008 no obtuvo la presencia de *Escherichia coli* O157:H7 en leche de origen artesanal (no pasteurizada). (15)

4.3.9 Brotes a nivel mundial

A nivel mundial, el serotipo O157:H7 ha causado más de 60 brotes de tox infecciones alimentarias en los Estados Unidos. El consumo de hamburguesas y derivados cárnicos poco cocinados y contaminados explica la mayoría de éstos, aunque también se han descrito brotes producidos por el consumo de leche no pasteurizada en este país y en Canadá. La higiene deficiente, junto con la diseminación secundaria por contacto interpersonal, constituye otra vía de transmisión. En los últimos años, sin embargo, ha habido varios brotes producidos por el serotipo O157:H7 en los que se ha implicado a ciertos vehículos de infección poco frecuentes, entre los que se incluyen los alimentos ácidos, frutas, vegetales, yogur y agua. (22)

En 1993, coincidiendo con una serie de brotes en restaurantes que se relacionaron con otro alimento ácido, fue cuando se logró demostrar la capacidad del serotipo O157:H7 de tolerar la acidez. Aunque no se pudo identificar de forma concluyente la fuente inicial, los estudios epidemiológicos y otros datos apuntaban a la mayonesa o a salsas similares. Tras este brote, varios estudios confirmaron que, aunque algunos aislamientos del serotipo O157:H7 no se multiplican en estas condiciones, sí que podían, sin embargo, mantenerse en la mayonesa comercial hasta 55 días a 5 °C. De nuevo no se pudo probar con certeza la fuente de

contaminación por el serotipo O157:H7, si bien se sospechó que la manipulación de la mayonesa o la contaminación de la misma con caldos de carne o productos cárnicos podrá haber sido su origen. (22)

Algunos incidentes recientes demuestran que tanto el agua de consumo como la de uso recreativo pueden servir como vehículo para la transmisión de las infecciones por *E. coli* O157:H7. En Missouri, en 1989, ocurrió el primer y más importante brote hídrico asociado con este microorganismo. Aunque de nuevo no se identificó la fuente, se sospechó que el reflujo derivado de la rotura de una tubería podría haber contaminado el suministro de agua potable. Como la mayoría de *E. coli*, los aislamientos de este serotipo son sensibles a los efectos del cloro. Los ajustes de la cloración en el suministro de agua durante las reparaciones son, por tanto, decisivos en la prevención de brotes de origen hídrico. (22)

En Colombia, se han realizado estudios en donde se utilizaron los recuentos de coliformes como indicadores de calidad de leche cruda, encontrando que la presencia de coliformes sirve como evaluador del grado de limpieza de las manos de operarios, limpieza y desinfección de la piel de los pezones y pezoneras. Se afirma que en las leches crudas no se pueden encontrar más de 1000 coliformes/ml, la legislación americana reconoce como norma 750 UFC/ml y se establece que la leche considerada como ideal debe contener menos de 50 UFC/ml; los valores encontrados en este estudio; están muy por encima de los anteriores reportes. (15)

Para disminuir estos valores se deben fomentar las buenas prácticas ganaderas, como la implementación del presellado con productos recomendados para este fin, tiempo adecuado del presellado, secado de los pezones con papel desechable, uso de guantes de látex recomendados para el ordeño; prácticas higiénicas que garantizan pezones limpios, secos y sanos, que es la primera norma para obtener leche de excelente calidad bacteriológica. (15)

Reino Unido (Escocia) Nov/1996 comenzó el mayor brote por esta bacteria, la fuente del brote fueron fiambres y bistec contaminados de una carnicería de la localidad de Wishaw, Lanarkshire, 256 afectados y 16 fallecidos. (15,18)

Japón Mayo/1996, brote masivo con más de 10,000 afectados. (15,18)

En Canadá, la incidencia de las infecciones por *E. coli* O157:H7 es de 5.3 casos/100,000 habitantes, siendo la exposición a carne molida mal cocida, contacto directo con el ganado. (18)

En septiembre de 2006 se registró en Estados Unidos de América un brote de *E. coli* O157:H7 por espinacas frescas envasadas que ocasionó 205 casos de enfermedad, de los cuales 104 fueron hospitalizados, 31 sufrieron insuficiencia renal y 3 fallecieron. (16)

En el 2007 se registró un brote de *E. coli* O157:H7 en Japón en un colegio con un total de 467 casos. (6)

En el 2008 un brote con 341 casos, 26 con SHU y 1 muerto en Finlandia relacionado con agua potable contaminada. (6)

En el 2009 en Canadá un brote de 235 casos asociado con cebolla servida en un restaurante. (6)

En el 2011 apareció un brote en Alemania de *E. coli*, que podría estar en pepinos, tomates y lechuga provenientes de España, 22 muertes y más de 3,000 personas enfermas, se trata de *E. coli* O157:H7, la variante enterohemorrágica con síndrome hemolítico-urémico, colitis hemorrágica pero afirman que se trata de otra cepa, la *E. coli* O104:H4, una extraña variante de la O157:H7. (17)

No obstante se obtuvieron datos que muestran que los brotes son de germinados de soja cultivado en una granja de la baja Sajonia. (17)

4.3.10 Periodo de incubación y sintomatología

Escherichia coli O157:H7 puede producir un amplio espectro de enfermedades que van desde una fase asintomática y una diarrea sin complicaciones, hasta colitis hemorrágica, púrpura trombótica trombocitopénica (PTT), síndrome urémico hemolítico y la muerte. (14)

La sintomatología de la enfermedad producida por esta bacteria se inicia generalmente de 1 a 2 días después de haber ingerido el alimento contaminado; aunque, existen reportes sobre periodos de 3 a 5 días. Los síntomas se inician con diarrea sin sangre, seguida por contracciones abdominales con dolor y niveles cortos de fiebre, la diarrea inicial incrementa su intensidad durante las próximas 24 a 48 horas, para iniciar una fase de 4 a 10 días, con abundante sangre, acompañada por fuertes dolores abdominales y deshidratación moderada. La enfermedad es normalmente autolimitante. (14)

4.3.11 Diagnóstico

Conforme se avanza en la investigación de esta enterobacteria, se han descubierto varias técnicas útiles para la rápida detección de la misma, entre las cuales se encuentran los ensayos fluorométricos, utilizando 4-metillumbelliferyl-beta-D-glucoronido (MUG) como indicador, debido a la no hidrolización del MUG por *E. coli* O157:H7, incapacidad de fermentar el sorbitol, utilización de un medio compuesto por triptona, sorbitol, cloruro de sodio, sales biliares, MUG y púrpura de bromocresol, identificación de verotoxina positiva para *E. coli* O157:H7, filtración en membrana hidrofóbica cuadrículada combinada con un procedimiento inmunoblot, utilización de membranas hidrofóbicas cuadrículadas combinado con anticuerpos monoclonales de *E. coli* O157:H7, ensayo rápido de aglutinación con látex, ELISA para detección del antígeno O157 de *E. coli*, detección de un anticuerpo monoclonal (Mab) 4E8C12 específico para *E. coli* enterohemorrágica del serotipo O157:H7, pruebas con oligonucleótidos sintéticos para genes

estructurales de VT1 y VT2, pruebas de DNA para detectar SLT de *E. coli* O157:H7, procedimiento de la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), uso de polinucleótidos no radioactivos marcados y pruebas con DNA oligonucleótido para detectar VTEC. (4)

Muchas de estas pruebas no se utilizan como un procedimiento de elección inmediato para la detección de *E. coli* O157:H7 en alimentos, pero si han servido como base para el desarrollo de pruebas que si son utilizadas actualmente para la evaluación microbiológica de muestras alimenticias. (4)

4.3.12 Cultivo bacteriológico

Existen medios de cultivo como el Sorbitol-MacConkey Agar (SMAC Agar) su fundamento es que el Sorbitol, junto con el rojo neutro del indicador de pH, se utiliza para detectar colonias de sorbitol-positivo y convirtiéndolos en color rojo. Cepas de sorbitol negativos, por otro lado, forman colonias incoloras. (13)

Cuadro 1 Control de calidad SMAC Agar

CEPAS	INOCULO (UFC/ML)	TASA DE RECUPERACIÓN %	COLOR DE LA COLONIA	SORBITOL
<i>E. coli</i> O157:H7 AATCC 35150	10 ³ -10 ⁵	≥ 70	Incoloro	-
<i>E. coli</i> ATCC 11775	10 ³ -10 ⁵	≥ 70	Rojo	+

El Fluorocult *E. coli* O157:H7 agar se fundamenta que el Desoxicolato de sodio inhibe el crecimiento de la microbiota Gram-positiva que lo acompaña durante la mayor parte. Sorbitol sirve, junto con el indicador de pH Bromotimol azul, para determinar la degradación del sorbitol que, en el caso de microorganismos de sorbitol-positivo, las colonias se observaran de color amarillo. Cepas de sorbitol negativos, por otro lado, no conducen a ningún cambio en el color del medio de cultivo y así proliferan como colonias verdosas. (13)

Cuadro 2 Control de calidad Fluorocult *E. coli* O157:H7

CEPA	CRECIMIENTO	COLOR DE LA COLONIA	MUG	SORBITOL
<i>E. coli</i> O157:H7	Bueno/ muy bueno	Incoloro	-	-
<i>E. coli</i> ATCC	Regular / bueno	Amarillo	+	+

4.3.13 Pruebas bioquímicas

4.3.13.1 Medio SIM

Fundamento: Medio de cultivo en el cual la tripteína y la peptona aportan nutrientes para el desarrollo microbiano. El triptófano es un aminoácido constituyente de muchas peptonas y particularmente de la tripteína y puede ser metabolizado por algunas bacterias para formar indol. En el proceso interviene un conjunto de enzimas llamadas triptofanasa. El indol producido se combina con el aldehído del reactivo de Ehrlich o de Kovac's, para originar un compuesto de color rojo.

A partir del tiosulfato de sodio los microorganismos pueden generar ácido sulfhídrico que reacciona con el hierro presente formándose un compuesto de color negro.

El agar es el agente solidificante y a esta concentración le otorga al medio la propiedad de ser semisólido, condición necesaria para detectar movilidad, que se evidencia por el enturbiamiento del medio o por crecimiento que difunde más allá de la línea de siembra del microorganismo en estudio.(2)

4.3.13.2 Caldo MRVP

Fundamento: En el medio de cultivo, la pluripeptona aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo bacteriano y la glucosa es el hidrato de carbono fermentable.

La glucosa puede ser metabolizada por los microorganismos, a través de distintas vías metabólicas. Según la vía utilizada, se originarán productos finales ácidos (ácido láctico, ácido acético, ácido fórmico), o productos finales neutros (acetil metil carbinol).

Esta diferencia en el metabolismo bacteriano, podría ser reconocida por la adición de un indicador como rojo de metilo, para revelar la presencia de productos ácidos, y por la adición de alfa naftol e hidróxido de potasio para evidenciar la presencia de productos finales neutros.

Voges y Proskauer: Una coloración rojiza se debe a la oxidación del acetilmetil carbinol a diacetilo el cual reacciona con la peptona del medio para dar un color rojo. (1)

4.3.13.3 Agar Simmons Citrato

Fundamento: En el medio de cultivo, el fosfato monoamónico es la única fuente de nitrógeno y el citrato de sodio es la única fuente de carbono. Ambos componentes son necesarios para el desarrollo bacteriano. Las sales de fosfato forman un sistema buffer, el magnesio es cofactor enzimático. El cloruro de sodio mantiene el balance osmótico, el azul de bromotimol es el indicador de pH, que vira al color azul en medio alcalino y el agar es el agente solidificante.

El medio de cultivo es diferencial en base a que los microorganismos capaces de utilizar citrato como única fuente de carbono usan sales de amonio como única fuente de nitrógeno, con la consiguiente producción de alcalinidad.

El metabolismo del citrato se realiza, en aquellas bacterias poseedoras de citrato permeasa, a través del ciclo del ácido tricarboxílico. El desdoblamiento del citrato genera progresivamente, oxalacetato y piruvato. Este último, en presencia de un medio alcalino, da origen a ácidos orgánicos que al ser utilizados como fuente de carbono, producen carbonatos y bicarbonatos alcalinos. El medio entonces vira al azul y esto es indicativo de la producción de citrato permeasa. (3)

4.3.13.4 CBRF + Sorbitol

Fundamento: Se utiliza para la determinación de la fermentación de sorbitol en la diferenciación de microorganismos. La capacidad de un organismo para fermentar un hidrato de carbono específico en el medio basal, se traduce en la producción de ácido y gas, que ayuda en la diferenciación entre los géneros y especies de bacterias. Rojo fenol es el indicador de pH, que se vuelve amarillo a pH ácido. El cloruro sódico mantiene el equilibrio osmótico. (19)

4.3.14 Tratamiento

La mayoría de las personas se recuperan sin antibióticos u otro tratamiento específico en el lapso de 5 a 10 días. No existen evidencias de que los antibióticos mejoren el curso de la enfermedad y se piensa que el tratamiento con algunos de ellos puede precipitar las complicaciones renales. (18)

El tratamiento de la colitis hemorrágica es de sostén, y puede incluir líquidos y una dieta blanda, los antidiarreicos también deben evitarse. (18)

El uso de antibióticos para el tratamiento de infección por *Escherichia coli* O157:H7 puede ser nocivo, porque el rompimiento de las bacterias por algunos antibióticos puede incrementar la liberación de toxinas, al menos in vitro; y porque puede matar la microbiota nativa incrementándose la absorción sistémica de las toxinas. (14)

4.3.15 Prevención

Al igual que para otros agentes, tener animales y productos crudos libres de *Escherichia coli* O157:H7 es prácticamente imposible. A pesar de ello, los riesgos pueden ser disminuidos aplicando buenas prácticas de manufactura y de higiene de los alimentos descritas en las cinco claves para la inocuidad de los alimentos que son: mantener la limpieza, separar alimentos crudos y cocinados, cocine completamente, mantenga los alimentos a temperaturas seguras y use agua y

materias primas seguras y las de del sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP). Un ejemplo de plan HACCP, después de desollar lavado / rociador bactericida, evisceración, bactericida enjuague final, refrigeración y mantenimiento de equipos de refrigeración como posibles puntos de control críticos. (8, 18)

Las estrategias que reducen el contagio entre animales vivos ofrecen, métodos para reducir las poblaciones de agentes patógenos en animales destinados a la alimentación antes de que ingresen a la cadena alimentaria. Por ejemplo se ha demostrado que cambiar drásticamente la alimentación del ganado de una ración alta en granos a una dieta basada en heno de alta calidad reduce la *E. coli* genérica y las poblaciones de *E. coli* O157:H7. Sin embargo, es posible que no sea práctico cambiar la dieta del ganado de corrales de engorde basada en granos a una basada en heno antes del faenado. Se ha demostrado la efectividad de la ingesta de probióticos lactobacilos acidófilos y se ha adoptado para el control de la *E. coli* O157:H7 previo al faenado. (8)

Las principales medidas para controlar la transmisión de *E. coli* O157:H7 y prevenir la infección son:

- Asegurar prácticas de higiene y refrigeración durante el faenamiento del ganado.
- Aplicar controles en los puntos críticos de la elaboración de alimentos.
- Asegurar una correcta y homogénea cocción de la carne. La bacteria se destruye a los 70°C.
- Tener especial cuidado con la cocción de la carne picada, ya que generalmente se cocina bien la parte superficial, pero no en el interior, permaneciendo la bacteria viable.
- Utilizar distintos utensilios de cocina para trozar la carne cruda y para cortarla antes de ser ingerida.
- Evitar el contacto de las carnes crudas con otros alimentos (contaminación cruzada).

- Controlar el uso de leche y derivados lácteos correctamente pasteurizados y conservar la cadena de frío.
- Consumir jugos de frutas pasteurizados.
- Lavar cuidadosamente las frutas y verduras.
- Asegurar la correcta higiene de las manos y utensilios de cocina. Deben lavarse siempre con agua y jabón antes y durante la preparación de los alimentos y después de manipular carne cruda.
- Lavar las manos con agua y jabón luego de ir al baño.
- Lavar las manos con agua y jabón luego del contacto con animales en granjas.
- Lavar las manos con agua y jabón luego del contacto con mascotas.
- Evitar el consumo de alimentos en lugares con animales que pueden ser portadores.
- Evitar hacinamiento en instituciones cerradas.
- Evitar la concurrencia de personas con diagnóstico bacteriológico positivo de *E. coli* O157:H7 a instituciones cerradas, al menos hasta no tener 2 coprocultivos negativos en un lapso de 72 h.
- Evitar el uso de antimicrobianos y antidiarreicos, considerados factores de riesgo en la evolución de diarrea a SUH.
- Educar a médicos, microbiólogos, personal de plantas elaboradoras de alimentos y restaurantes, sobre los riesgos que implica la infección por *E. coli* O157:H7.
- Consumir agua potable, ante cualquier duda hervirla. (18)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Recursos humanos:

- Estudiante investigador
- Asesores
- Personal de laboratorio

5.1.2 Recursos de laboratorio:

- Incubadora a 37°C
- Refrigeradora
- Hielera de campo
- Medios de cultivo Fluorocult, SMAC, SIM, MRVP, Agar Simmons Citrato, CBRF + Sorbitol
- Campana Flujo laminar
- Incinerador
- Bolsas estériles de laboratorio
- Caldo TSB
- Balanza

5.1.3 Recursos biológicos:

- 25 muestras de carne molida de res. 120 gr/muestra.

5.1.4 Recursos físicos:

- Equipo de oficina (computadora, papel bond, impresora, memoria usb, etc.)
- Cámara fotográfica

- Libreta de apuntes
- Vehículo
- Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

5.1.5 Centros de referencia:

- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Internet

5.2 Metodología

5.2.1 Diseño de estudio:

Descriptivo de corte transversal donde se realizó un muestreo por conveniencia en 25 carnicerías al azar del mercado central del Municipio de Mixco.

5.2.2 Método utilizado de laboratorio

Método ISO y FDA-BAM estándar para las pruebas de *Escherichia coli* O157:H7 en alimentos.

5.2.3 Procedimiento

Se pesaron 25 gramos de muestra de carne molida de res + 225 ml de caldo TSB, la cual se incubó a una temperatura de 37°C por 24 horas.

Después se sembró por agotamiento en Agar CT-SMAC y en Agar Fluorocult ambos se incubaron a una temperatura de 37°C por 24 horas.

Para confirmar se hicieron pruebas bioquímicas utilizando medios de cultivo, las que se utilizaron fueron: Medio SIM, Caldo MRVP, Agar Simmons Citrato y CBRF + Sorbitol.

5.2.4 Análisis de datos

Los resultados se analizaron por medio de estadística descriptiva en donde se obtuvo el porcentaje de muestras positivas y negativas los cuales van en su respectiva ficha de resultados y también se realizaron gráficas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos realizados a la carne molida de res se presentan a continuación.

Las 25 muestras de carne molida se sembraron en el medio de cultivo SMAC agar, de las cuales una sola resultó positiva (4%) a *Escherichia coli* O157:H7 con características Sorbitol negativo (figura 2). Mientras que en 7 de las muestras (28%) se identificó *Escherichia coli* con características Sorbitol positivo y en 17 de las muestras otras bacterias concomitantes (68%); así también se utilizó el medio de cultivo Fluorocult *E. coli* O157:H7 Agar, mostrando los mismos resultados, siendo 7 muestras positivas a *E. coli*, las cuales presentaron características MUG y Sorbitol positivo, y únicamente la misma muestra resultó positiva a *Escherichia coli* O157:H7 (Figura 3) con características de MUG y Sorbitol negativo (Cuadros 3 y 4).

Al comparar este estudio con el realizado por Marzocca, *et al* (2006) en cual de 37 muestras de carne picada fresca se obtuvo 1 muestra positiva a *Escherichia coli* O157:H7 (2.7%), por lo que coincide con los resultados obtenidos con este estudio.

En las pruebas bioquímicas para confirmación de *Escherichia coli* O157:H7 los resultados obtenidos fueron que en el medio SIM se observó la movilidad, por crecimiento más allá de la línea de siembra. Indol: Desarrolló un anillo color rojo intenso en el caldo, segundos después de añadir el reactivo Kovac's indicó la presencia de indol y un resultado positivo a la prueba.

En el caldo MRVP la prueba de rojo metilo es positiva ya que dio un color rojo, lo que indicó que la producción de ácido es suficiente para producir el viraje del indicador y la bacteria fermentó la glucosa por la vía de ácido mixto. La prueba de VP no desarrolló un color rojo-fucsia lo que indicó que no hay presencia de diacetilo por lo que el resultado es negativo.

En Agar Simmons Citrato el medio mantuvo la coloración verde lo que indicó que esta bacteria no utiliza citrato como fuente de carbono y energía lo que nos da una reacción negativa.

El CBRF+Sorbitol dio como resultado negativo, por lo que se vio una coloración roja, lo que indica que no hay fermentación, sin producción de ácido y eso indica que la bacteria no utiliza sorbitol.

De las 25 muestras analizadas, en una sola muestra se determinó la presencia de *Escherichia coli* O157:H7, lo que indica un 4% de la muestra (Figura 4 y 5).

En éste análisis se utilizó el método ISO FDA-BAM, metodología que es rápida de realizar por su alta selectividad, por lo que es recomendable para su uso en siguientes estudios de investigación.

VII. CONCLUSIONES

- Se analizaron 25 muestras de carne molida de res, de las cuales una sola fue positiva (4%) a la presencia de *Escherichia coli* O157:H7.
- De las 25 muestras analizadas 7 de las mismas, estaban contaminadas con *Escherichia coli*, representando el 68% del total de muestras.
- De las 25 muestras de carne molida de res analizadas 17 de ellas se confirmó también la presencia de otras bacterias concomitantes siendo el 28% del total de muestras.
- La presencia de *Escherichia coli* O157:H7 en un 4% de las muestras analizadas en carne molida de res nos indica que puede llegar a causar un brote y afectar la salud pública humana.

VIII. RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia realizar más estudios que refuercen la investigación de *Escherichia coli* O157:H7 en otros productos cárnicos.
- Que estudios posteriores amplíen el diseño de estudio y el número de muestras a analizar.
- Las carnicerías deben implementar y aplicar en todo momento buenas prácticas de higiene, para lo cual las autoridades competentes deberían dar capacitaciones con cierta regularidad a las personas que expenden carne.
- Que las autoridades competentes de salud pública y mataderos velen por la inocuidad de los productos cárnicos.
- Que los consumidores de carne molida de res deben hacer una correcta y homogénea cocción de la carne.
- Mejorar las condiciones sanitarias de todos los mataderos del país, ya que la contaminación de la carne en canal es el resultado directo de la contaminación por bacterias que se encuentran presentes en el ganado bovino y su posterior presencia en la carne, volviéndose alimento de riesgo para el consumidor final.

IX. RESUMEN

Debido a que *E. coli* O157:H7 es un patógeno muy importante para la salud pública humana, es necesario realizar la determinación de la bacteria en carne molida de res, para conocer si es un vehículo transmisor de la misma.

El objetivo es generar información sobre la importancia en Salud Pública de *Escherichia coli* O157:H7, la cual se va a determinar por medio de aislamiento bacteriológico en carne molida de res expandida en el mercado Central de Municipio de Mixco.

El diseño de estudio es descriptivo de corte transversal donde se realizó un muestreo por conveniencia en 25 carnicerías al azar del mercado central del municipio de Mixco.

La metodología utilizada fue el Método ISO y FDA-BAM estándar para las pruebas de *Escherichia coli* O157:H7 en alimentos. Se pesaron 25 gramos de muestra de carne molida + 225 ml de caldo TSB que se incubó a 37 °C por 24 horas. Luego se sembró por agotamiento en agar CT-SMAC y en Agar Fluorocult ambos se incubaron a 37°C por 24 horas. Se confirmó con pruebas bioquímicas: Medio SIM, Caldo MRVP, AGAR Simmons Citrato y CBRF + Sorbitol.

Los resultados se analizaron por medio de estadística descriptiva en donde se obtuvo el porcentaje de muestras positivas y negativas.

De las 25 muestras analizadas, en una sola muestra se determinó la presencia de *Escherichia coli* O157:H7, lo que indica un 4% de la muestra, confirmada con las pruebas bioquímicas.

De la totalidad de muestras analizadas 68% está contaminada con bacterias concomitantes y un 28% contaminadas con *Escherichia coli*.

SUMMARY

E. coli O157:57 is a very important pathogen in human public health, is necessary to make the determination of this bacteria in ground beef, in order to know the vehicle of transmission.

The main idea is to generate information about the importance of the *Escherichia coli* O157:H7 in Human public Health, determined through bacteriological isolation in ground beef expended in the Central Market in the Township of Mixco, Guatemala.

The study design was descriptive of the transversal cut where the sample for convenience of 25 random Butchers of the Central Market in Township of Mixco, Guatemala.

The methodology used was ISO Method and FDA-BAM for the standard tests of *Escherichia coli* O157:57 in foods. The 25 gram of ground beef broth + 225 ml TSB which was incubated at 37°C for 24 hours were weighted. After exhaustion seeded agar CT-SMAC and Fluorocult Agar incubated at 37°C both for 24 hours. Was confirmed with biochemical tests: Middle SIM, Broth MRVP, Simmons Citrate Agar and CBRF + Sorbitol.

The results were analyzed using descriptive statistics were the percentage of positive and negative samples was found.

Of the 25 samples analyzed, only one sample had presence of *Escherichia coli* O157: H7, indicating a 4% of the total samples, confirmed by biochemical tests.

The 65% of the total analyzed samples were contaminated with concomitants bacteria and a 28% were contaminated with *Escherichia coli* O157:H7

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Britania. 2010. MR-VP Medio (en línea). Consultado 9 sep. 2013. Disponible en http://britannialab.com/productos/339_hoja_tecnica_es.pdf
2. Britania. 2010. SIM Medio (en línea). Consultado 9 sep. 2013. Disponible en http://britannialab.com/productos/327_hoja_tecnica_es.pdf
3. Britania. 2010. Simmons Citrato Agar (en línea). Consultado 9 sep. 2013. Disponible en http://britannialab.com/productos/328_hoja_tecnica_es.pdf
4. Castañeda Rosales, NB. 2000. Identificación de *Escherichia coli* O157:H7 en verduras y frutas congeladas para exportación. Tesis Química Bióloga. Guatemala, GT. USAC. 63 p.
5. Figueroa Noriega, CB. 2000. Frecuencia de *Escherichia coli* O157:H7 en carne que se expende en ventas callejeras aledañas al mercado de la Terminal, ubicado en la zona 4 de la Ciudad Capital de Guatemala. Tesis Químico Biólogo. Guatemala, GT. USAC. 45 p.
6. Gideon. 2011. *E. coli*: Travel-related, Cross-border and Extensive Outbreaks (en línea). Consultado 10 sep. 2013. Disponible en <http://www.gideononline.com/tag/outbreaks/>
7. Guadalupe Rodríguez, A. 2002. Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli* (en línea). Consultado 29 sep. 2012. Disponible en http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&id=S0036-36342002000500011
8. IFT. 1997. Foodborne Disease Significance of *Escherichia coli* O157:H7 and Other Enterohemorrhagic E. coli (en línea). Consultado 10 sep. 2013.



Disponible en <http://www.ift.org/Knowledge-Center/Read-IFT-Publications/Science-Reports/Scientific-Status-Summarries/Foodborne-Disease-Significance-of-Escherichia-coli.aspx>

9. Kudva, IT; et al. 1996. Characterization of *Escherichia coli* O157:H7 and other Shiga Toxin-Producing *E. coli* Serotypes Isolated from Sheep (en línea). *Journal of Clinical Microbiology*. 35(4):892-899. Consultado 6 de oct. 2012. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC229697/pdf/350892.pdf>
10. Marzocca, MA; Marucci, PL; Sica, MG; Álvarez, EE. 2006. Detección de *Escherichia coli* O157:H7 en carne picada fresca y hamburguesas congeladas (en línea). Consultado el 22 de sep. de 2012. Disponible en <http://www.scielo.org.ar/pdf/ram/v38n1/v38n1a11.pdf>
11. Matheu Álvarez, JR. 1999. Prevalencia de *Escherichia coli* O157:H7 en el Hospital General de Enfermedad común del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS). Tesis Químico Biólogo. Guatemala, GT. USAC. 44 p.
12. Mazariegos Girón, AL. 2004. Determinación de la carga bacteriana más frecuente en pollo fresco, distribuido en el mercado "Ciudad Real", situado en la Zona 12 de la Ciudad de Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, GT, USAC, FMVZ. 45 p.
13. Merck. Microbiology Manual. 12 ed. s.n.t.



14. Nochebuena, PX; Quiñonez, EI; Vázquez C. 2004. Enfermedad de las Hamburguesas *Escherichia coli* O157:H7 (en línea). Consultado 6 oct. 2012. Disponible en http://www.oei.es/divulgacioncientifica/reportajes_531.htm
15. Olivet España, JR. 2008. Determinación de *Escherichia coli* y *Escherichia coli* O157:H7 en leches obtenidas artesanalmente y distribuidas en 15 lecherías de la cabecera departamental de Chiquimula. Tesis Química Bióloga. Guatemala, GT, USAC. 44 p.
16. OMS. 2007. Brote de *Escherichia coli* O157:H7 en espinacas (en línea). Consultado 10 sep. 2013. Disponible en http://www.who.int/foodsafety/fsmanagement/No_01_spinach_Feb06_sp.pdf
17. Ratman, S; et al. 1988. Characterization of *Escherichia coli* Serotype O157:H7 (en línea). *Journal of Clinical Microbiology*. 26(10):2006-2012. Consultado 6 oct. 2012. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC266806/pdf/jcm00082-0110.pdf>
18. Rivas, M; Leotta, G; Chinen, I. 2008. Manual de Procedimientos: Diagnostico y caracterización de *Escherichia Coli* O157:H7 productor de toxina Shiga a partir de alimentos (en línea). Consultado 29 sep. de 2012. Disponible en <http://fos.panalimentos.org/LinkClick.aspx?fileticket=TwcRc9zNKIk%3D&tabid=783&mid=1713&language=en-US>
19. Sigma Aldrich. Phenol Red Sorbitol Broth (en línea). Consultado 9 sep. 2013. Disponible en <http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigma-aldrich/docs/Sigma/Datasheet/4/p0602dat.pdf>



20. Stanchi, NO; et al. 2007. Microbiología Veterinaria. Buenos Aires, AR, Editorial Inter-Medica. 572 p.

21. Stanziola, L. 2011. Boletín Especial sobre Alerta de *E. coli* enterohemorrágica (en línea). Consultado el 8 sep. de 2013. Disponible en <http://200.46.196.147/DN/Descargas/ecoli2.pdf>

22. Usera, M. *Escherichia coli* O157 productor de verotoxina: Un resumen práctico (en línea). Consultado 29 de sep. 2012. Disponible en <http://www.seimc.org/control/revisiones/bacteriologia/o157.pdf>



XI. ANEXOS

Cuadro 3

Determinación de *Escherichia coli* O157:H7 en carne molida de res

MUESTRAS	RESULTADO	PORCENTAJE
1	Positivo	4%
24	Negativo	96%
TOTAL MUESTRAS: 25		

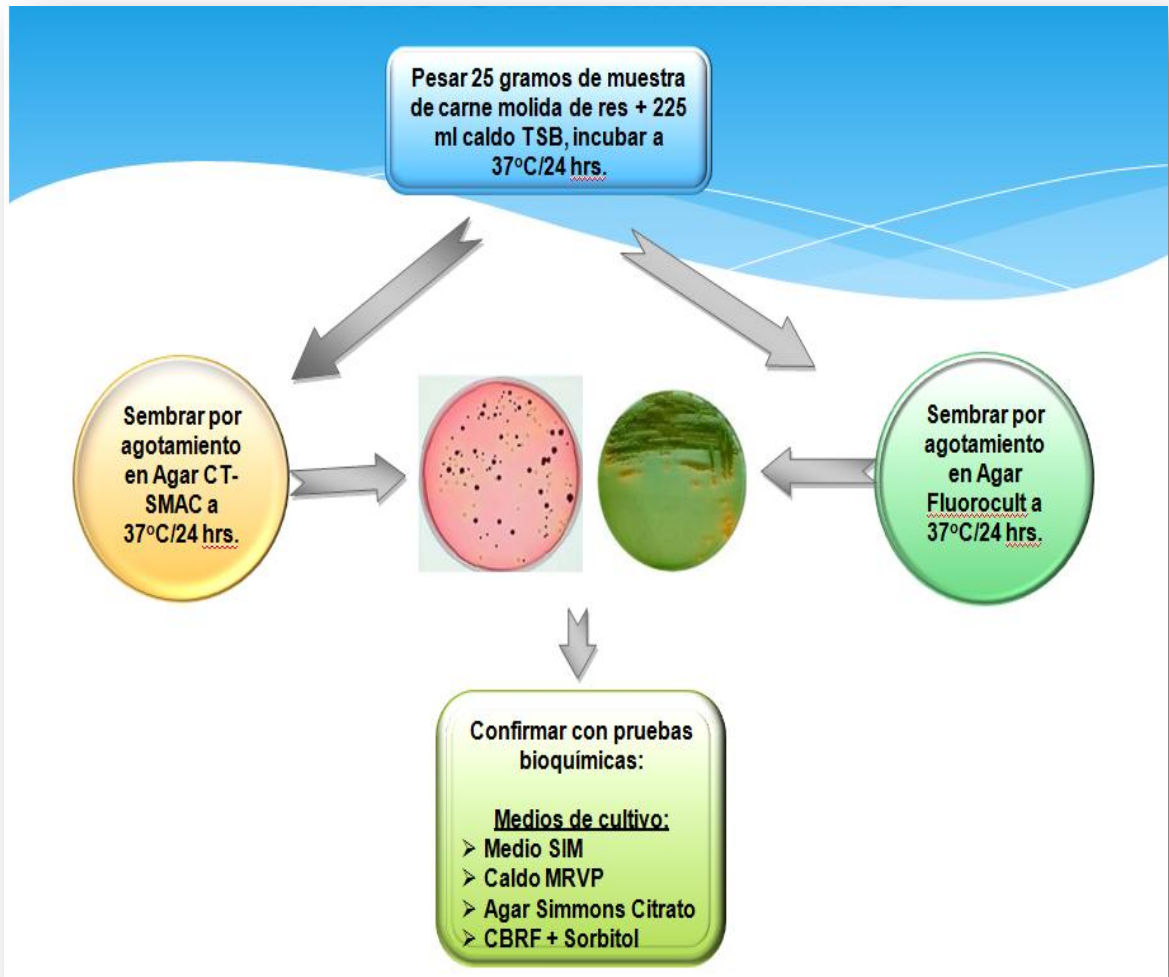
Cuadro 4

Resultados obtenidos de las muestras de carne molida de res

MUESTRAS	RESULTADO	PORCENTAJE
1	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	4%
17	Bacterias concomitantes	68%
7	<i>Escherichia coli</i>	28%
TOTAL MUESTRAS: 25		

Figura 1
Protocolo del análisis bacteriológico para
***Escherichia coli* O157:H7**

Método ISO y FDA-BAM estándar para las pruebas de *Escherichia coli* O157:H7 en alimentos



Fotografías de cultivos bacteriológicos

Figura 2. Agar CT-SMAC positiva a *Escherichia coli* O157:H7 (Sorbitol negativo)

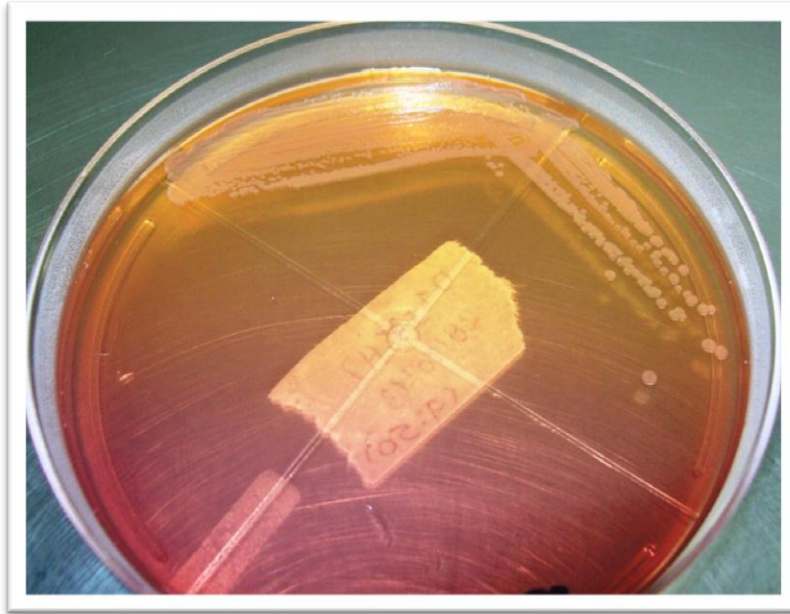


Figura 3. Agar Fluorocult positiva a *Escherichia coli* O157:H7 (MUG y Sorbitol negativo)



Figura 4
Porcentaje de muestras positivas y negativas a *Escherichia coli* O157:H7 en carne molida de res

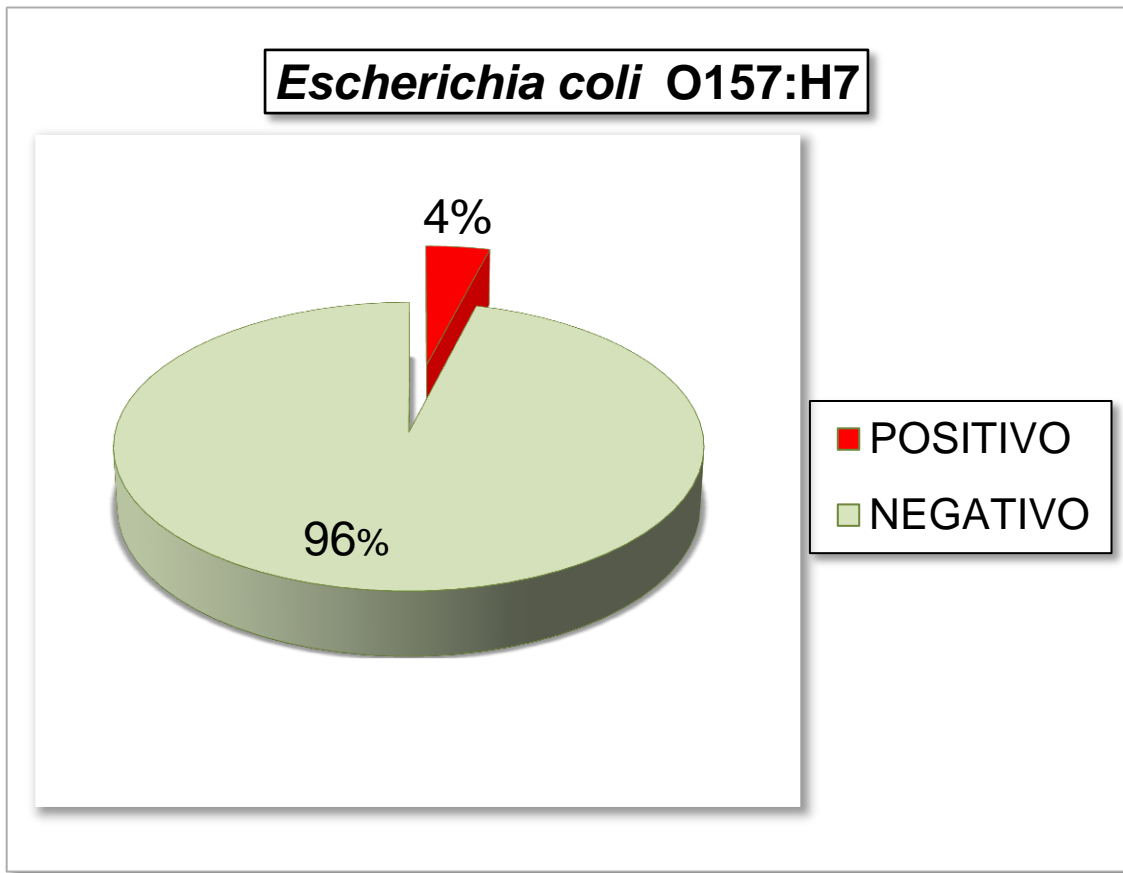
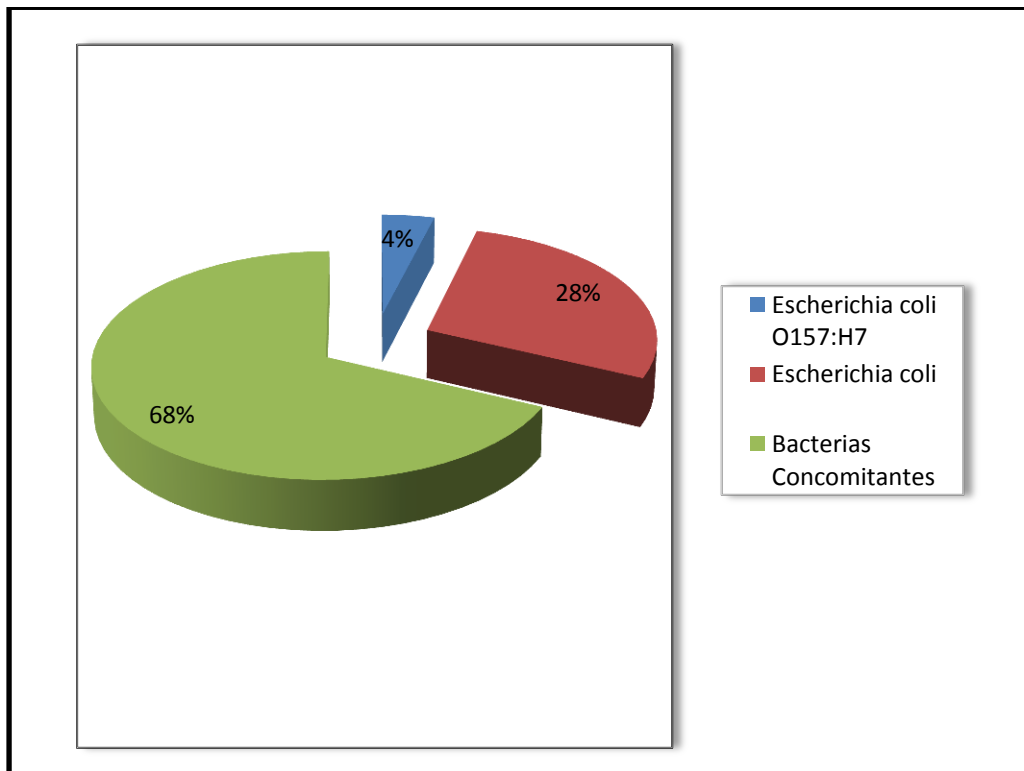
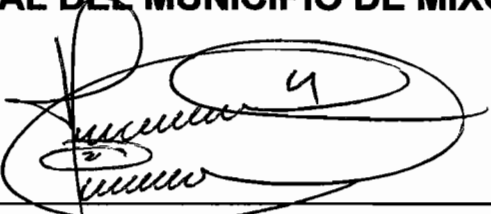


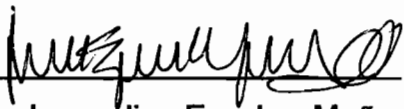
Figura 5
Porcentaje de muestras de los resultados obtenidos de las
muestras de carne molida de res

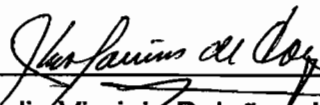


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA


DETERMINACIÓN DE *Escherichia coli* O157:H7 EN CARNE
MOLIDA DE RES ESTÁNDAR EXPENDIDA EN CARNICERÍAS DEL
MERCADO CENTRAL DEL MUNICIPIO DE MIXCO, GUATEMALA

f. 
Celso Horacio Dabroy Palomo

f. 
Dra. Jacqueline Escobar Muñoz
ASESORA PRINCIPAL

f. 
M.V. Julia Virginia Bolaños de Corzo
ASESORA

f. 
M.A. Jaime Rolando Méndez Sosa
ASESOR

f. 
M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f. 
M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
DECANO

