



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
CÁTEDRA COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN



**DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD
ANTIMICROBIANA EN CEPAS DE *Escherichia coli* AISLADAS EN
MUESTRAS DE CARNE MOLIDA EXPENDIDAS EN EL MUNICIPIO
CAMPO ELÍAS DEL ESTADO MÉRIDA-VENEZUELA 2014**

www.bdigital.ula.ve

Autora:

Oriana V. Escalona Loyo

Tutor:

Dr. Félix Andueza

Mérida – Venezuela
2014



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOANÁLISIS
ESCUELA DE BIOANÁLISIS
CÁTEDRA COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN



**DETERMINACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD
ANTIMICROBIANA EN CEPAS DE *Escherichia coli* AISLADAS EN
MUESTRAS DE CARNE MOLIDA EXPENDIDAS EN EL MUNICIPIO
CAMPO ELÍAS DEL ESTADO MÉRIDA-VENEZUELA 2014**

Trabajo de grado para optar al título de Licenciada de Bioanálisis.

Autora:

Oriana V. Escalona Loyo

Tutor:

Dr. Félix Andueza

Mérida – Venezuela
2014

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso por permitir concluir mi carrera exitosamente y haberme guiado e iluminado en cada momento.

Gracias, Señor, por la paz, la alegría y por la unión que mis hermanos, me han brindado, por esos ojos que con ternura y comprensión me miraron, por esa mano oportuna que me levantó. Gracias, Señor, por esos labios cuyas palabras y sonrisas me alentaron, por esos oídos que me escucharon, por ese corazón de amistad, cariño y amor que me brindaron. Gracias, Señor, por el éxito que me estimuló, por la salud que me sostuvo, por la comodidad y diversión que me descansaron.

Gracias señor...

A Mis **padres** por brindarme su apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera. En especial mi madre **Dilcia** quien es mi norte.

Al **resto de mi familia** por acompañarme con sus oraciones y bendiciones. A la Sra. **María Elena** quien dedico momentos con muchos consejos; a mi hermana **Erika** que fue mi guía en gran parte de esta investigación y a mi gran **Amor**.

A quienes me brindaron sus casas en especial a **Zoraya**, en todo estos años, a mis amigas con quienes tuve momentos muy gratos.

A la **Ilustre Universidad de Los Andes (ULA)**, por permitir formar parte de esta casa de estudios logrando con mucho esfuerzo y sacrificio la culminación de esta meta planteada.

A los profesores en especial a **Judith Araque y Félix Andueza**. Quienes me brindaron la oportunidad de ejercer esta investigación impartiendo sus conocimientos.

A todos los **docentes** por compartir sus conocimientos, habilidades y ayudarnos en nuestra formación profesional.

Al **personal de laboratorio**, por brindarnos su colaboración durante el desarrollo de nuestra formación académica.

DEDICATORIA

A lo largo de mi existencia he logrado metas, que han llenado de satisfacción mi vida, donde fueron artífices mis familiares los cuales me han dedicado tiempo y amor para llegar a esta etapa culminante de gran importancia para mí, por tal motivo con humildad y respecto deseo dedicarle este triunfo especialmente:

A Dios padre bueno y bondadoso por su amor y fidelidad, por sostenerme en todo, por darme su hijo Jesús para que caminara y viviera por Él.

A la Santísima Virgen María por ser mi intercesora en mis plegaria a Dios padre.

A mi Bella y Adorada Madre **Dilcia Loyo**, quien con su apoyo y comprensión me oriento en el camino para culminar este excelente LOGRO.

A mi Padre **Antonio Escalona** por su apoyo.

A la memoria de mi mama **Antonia, Juana Isabel Peraza de Escalona**, quien desde el cielo, escuchaba mis oraciones y me dio el valor, la sabiduría y el entendimiento necesario para hacer de esta meta el Horizonte a seguir.

Al AMOR de mi vida, con quien aprendí que en un beso, sabrás todo lo que he callado.

A mis hermanos **Oscar Manuel, Erika Gabriela, y Suleima Escalona** quienes me brindaron apoyo en momentos difíciles para así poder lograr este triunfo.

A mis Tíos (as) Maternos en especial a **Luis Loyo y Alecia Loyo** por dedicar un momento e impartir buenos consejos para mí. Los quiero mucho.

A la **Sra. Noemí Borges y María Elena Márquez Escalona**. A quienes Adoro con todo mi corazón Gracias.

A Mis primas y en especial a **Emilia Camacho**.

A mis bellos y hermosos Sobrinos (as), para así darles el mejor ejemplo.

A mis Amigas **Beatriz, María, Paola y Alexania**, en especial a **Ana Yuly Dávila**, con quien aprendí que la amistad es un valor verdadero, la comprensión y ayuda mutua; para todas muchas gracias.

Oriana V. Escalona Loyo

RESUMEN DEL TRABAJO DE GRADO

“Determinación de la susceptibilidad antimicrobiana en cepas de *Escherichia coli* aisladas en muestras de carne molida expendidas en el Municipio Campo Elías del Estado Mérida-Venezuela 2014”

Una de las causas que puede ocasionar en la población enfermedades gastrointestinales, es la ingestión de alimentos contaminados con microorganismos. Los productos cárnicos, en especial las carnes molidas, son susceptibles al ataque microbiano y son consideradas un excelente vehículo en la transmisión de microorganismos patógenos. Para garantizar la calidad e inocuidad de dichos alimentos es necesario realizar estudios microbiológicos en muestras de los productos, de manera de detectar la presencia de los organismos patógenos. Dentro de las bacterias patógenas que se pueden conseguir en este tipo de producto alimenticio se encuentra *Escherichia coli*. Tomando en consideración lo antes señalado, se realizó el presente estudio de manera de determinar la presencia de cepas de *Escherichia coli* en muestras de carne molida expendidas en el Municipio Campo Elías del Estado Mérida. Se determinó la presencia de *E coli*, mediante los métodos de siembras en agar MacConkey, con el posterior aislamiento, purificación, identificación y determinación de los perfiles de susceptibilidad de las cepas. De las 5 muestras de carne molida analizadas, se logró confirmar la presencia de cepas de *E coli* en un 30% de las muestras. De igual forma, el 100% de las cepas aisladas mostro sensibilidad a los antimicrobianos analizados. **Conclusiones:** El presente trabajo proporciona una idea de la baja calidad microbiológica de los productos cárnicos expendidos en la ciudad de Ejido, lo que se evidencia por la presencia de bacterias patógenas, y a su vez destaca la importancia que tienen los laboratorios en el control microbiológico de los alimentos para garantizar la inocuidad de los productos cárnicos y la prevención de las enfermedades transmitidas por alimentos.

Palabras claves: Carne molida, *Escherichia coli*, resistencia antimicrobiana.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimiento.....	i
Dedicatoria.....	ii
Resumen.....	iii
Índice General.....	iv
Índice de Tablas.....	v
Indice de Grafica.....	vi
Indice de Figuras.....	vii
Índice de anexos.....	ix
Introducción.....	1
Antecedentes del Problema.....	6
Planteamiento del Problema.....	9
Justificacion.....	10
Marco Teorico.....	11
Microbiología de los alimentos.....	11
Generalidades de <i>Escherichia coli</i>	14
Acción Patógena.....	16
Estructura Antigénica.....	17
Flagelos.....	18
Pili y Fimbrias.	19
Clasificación de <i>Escherichia coli</i>	20
Epidemiología.....	21
Enfermedades por <i>Escherichia coli</i>	23
<i>Escherichia coli</i> Enterotoxigenica.....	24
<i>Escherichia coli</i> Enteropatógena.....	25
<i>Escherichia coli</i> Enteroagregativa.....	26
<i>Escherichia coli</i> Enterohemorrágica.....	27
<i>Escherichia coli</i> Enteroinvasiva.....	30

Infecciones Extraintestinales.....	30
Infección del Aparato Urinario.....	30
Meningitis neonatal.....	31
Septicemia.....	31
<i>Echerichia coli</i> y las Enfermedades Transmitidas por los Alimentos.....	31
Infecciones Endógenas.....	34
Infecciones Exógenas.....	35
Industria Cárnica.....	35
Condiciones Sanitarias que deben cumplir los Mataderos.....	37
Productos Cárnicos.....	38
Carne Molida.....	39
Clasificación.....	39
Carne Molida Genérica.....	39
Carne Molida Específica.....	40
Carne Molida Refrigerada.....	40
Carne Molida Congelada.....	40
Antecedentes de la Hipótesis.....	43
Hipótesis.....	47
Objetivos.....	47
Objetivo General.....	47
Objetivos Específicos.....	47
Materiales.....	48
Población y Muestra.....	48
Información general del Municipio Campo Elías.....	48
Medios de Cultivos.....	49
Reactivos.....	49
Metodología.....	50
Tratamiento de la Muestra.....	50
Cuantificación del número de bacterias del grupo coliformes presentes	

en muestras de carne molida.....	50
Identificación de <i>Escherichia coli</i>	50
Pruebas API 20E.....	51
Determinación de los perfiles de resistencia antimicrobiana de las cepas de <i>Escherichia coli</i> identificadas.....	51
Análisis Estadísticos.....	52
Diseño Experimental.....	53
Resultados.....	55
Discusión.....	59
Conclusiones.....	62
Recomendaciones.....	63
Referencias Bibliográficas.....	65

www.bdigital.ula.ve

INDICE DE TABLAS

	Pg.
Tabla 1.- Factores de virulencia especializados asociados a <i>Escherichia coli</i>	17
Tabla 2.- Gastroenteritis producidas por <i>Escherichia coli</i>	21
Tabla 3.- Principales grupos de microorganismos que se encuentran en la carne.....	33
Tabla 4.- Requisitos químicos a nivel de planta para la carne molida.....	41
Tabla 5.- Criterios microbiológicos para la carne y productos cárnicos.....	42
Tabla 6.- Requisitos microbiológicos a nivel de planta según Normas Covenin para carne molida.....	42
Tabla 7.- Cuantificación del número de células de bacterias coliformes presentes en las muestras de carne molidas expendidas en carnicerías del Municipio Campo Elías del estado Mérida- Venezuela.....	55
Tabla 8.- Identificación de cepas de <i>E. coli</i> en las muestras de carne molida expendida en el Municipio Campo Elías del estado Mérida- Venezuela.....	57
Tabla 9.- Antibiograma.....	58

INDICE DE GRAFICAS

	Pg.
Grafica 1.- Recuento de coliformes en las muestras de carne molida en las carnicerías del Municipio Campo Elías del Estado Mérida-Venezuela.	56
Grafica 2.- Porcentaje de cepas <i>Escherichia coli</i> identificadas procedentes de muestras de las carnes cruda molida.....	57

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE FIGURA

	Pg.
FIGURA 1.-TRATAMIENTO DE LA MUESTRA DE CARNE MOLIDA.....	53
Figura 2.-Determinación e identificación del número de cepas de <i>Escherichia col</i>.....	53
Figura 3.-Prueba de resistencia o susceptibilidad a antibióticos.....	54

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pg.
Anexo 1.- Colonias típicas de <i>Escherichia coli</i>	77
Anexo 2.- Interpretación de las prueba API.....	77
Anexo 3.- Siglas de los antibióticos utilizados en las plantilla.....	78
Anexo 4.- Municipio Campo Elías del estado Mérida.....	79

www.bdigital.ula.ve

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la sociedad venezolana y entre ellas la merideña han mantenido a lo largo del tiempo una dieta diaria que implica una variedad de alimentos para su consumo, que van desde legumbres, hortalizas, cereales, lácteos y diferentes tipos de carne. Estos últimos productos de la dieta básica del merideño necesitan un manejo especial para su conservación y consumo. Sin embargo, se puede percibir que en algunos expendios de productos cárnicos, las medidas higiénicas no se cumplen, violando de esta manera la normativa legal para el manejo, tratamiento y expendio de las carnes.

El consumidor es un elemento clave para el diseño, elaboración y comercialización de los alimentos, ya que sus gustos y preferencias van a condicionar la estrategia a seguir por la industria de alimentos en la venta de los mismos. Por lo tanto, al igual que todo el sector alimentario, la cadena de producción de carnes debe adaptarse a los cambios preferenciales que ha experimentado el consumidor. De un tiempo a esta parte, nos encontramos con un consumidor mucho más sensibilizado por aspectos tales como la seguridad, calidad alimentaria, el respeto por el medio ambiente y con mayor interés por los aspectos nutricionales y organolépticos de los alimentos que consume. Sin embargo, se conoce que la inocuidad de los alimentos es en la actualidad el principal problema de salud pública, ya que las autoridades que tienen el compromiso de controlar la calidad e inocuidad de los alimentos aún no comprenden claramente cuál es el impacto de este problema en el desarrollo económico y social ^[1]

La mayoría de los alimentos que consumimos, principalmente los frescos, han sido manipulados o transformados antes de llegar a nuestra mesa, por lo general si no se les aplica un sistema adecuado de conservación, la vida útil puede ser muy limitada. En este contexto, la carne es considerada uno de los alimentos más perecederos. Las medidas de

seguridad se deben aplicar después del sacrificio del animal, con el objeto de retrasar o prevenir ciertos cambios que la hacen no adecuada para el consumo o degradan algunas características de calidad. Las alteraciones son múltiples y pueden ser físicas, químicas o microbiológicas. ^[2]

La carne, al igual que la mayoría de los alimentos, deberá poseer una serie de características organolépticas que la hagan apetecible al consumidor, por lo que deberá reunir una serie de requisitos enmarcados dentro del concepto de calidad. En el caso de la carne, el término calidad, está estrechamente ligado a la conservación de su vida útil. Habitualmente, se considera que la vida útil es el tiempo durante el cual el producto permanece en un estado aceptable. Para autores como Escalante y col., (2008) la vida útil es el tiempo que transcurre hasta que comienza a percibirse la alteración del alimento. Para Galván y col., (2001) la vida útil significa simplemente que el producto todavía es consumible y no insalubre. Además, está muy relacionada con el mantenimiento de la calidad, por lo que deben considerarse los aspectos microbiológicos, fisicoquímicos y demás parámetros relacionados con las características sensoriales que detecta el consumidor cuando adquiere la carne o los productos cárnicos. ^[2, 3, 4]

Un alimento inocuo; es decir, no perjudicial, trata todos los aspectos que prevengan la presencia de riesgos que causen enfermedades de carácter agudo o crónico a los consumidores. La salubridad de los alimentos desde el punto de vista microbiológico, en el ámbito industrial, se basa en la calidad operativa de sus procesos; por tal motivo el sector ganadero venezolano debe modificar algunas de sus maneras tradicionales de comercializar sus productos, teniendo en cuenta la importancia de los microorganismos en la alteración de la carne, es necesario que su manipulación, almacenamiento y conservación retrasen o inhiban el crecimiento microbiano. ^[5, 6]

De los diversos procedimientos empleados por dicho sector, para reducir o retrasar los cambios de las características organolépticas, la refrigeración constituye el método de conservación más generalizado, lo que permite incrementar la vida útil de la carne. Los procesos más comunes de preservación de los alimentos se basan en limitar o prevenir el crecimiento microbiano utilizando factores que afectan la supervivencia de los microorganismos, tales como el pH, la actividad del agua, el potencial redox, la temperatura, la ausencia de oxígeno, los conservantes, la deshidratación, la salazón, la acidificación, el tratamiento culinario y el ahumado entre otros. ^[4, 7]

Podemos entender que la combinación apropiada de diferentes métodos de conservación para los alimentos, entre ellos las carnes aportaría mejoras en la estabilidad microbiana de los alimentos.

Un gran número de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) se reconocen hoy en día, las de origen bacteriano están relacionadas con el consumo de agua y alimentos, de origen animal elaborados o producidos en ambientes inadecuados y contaminados con patógenos como ***Salmonella***, ***Escherichia coli O157:H7***, ***Staphylococcus aureus***, ***Listeria monocytogenes***, ***Campylobacter***, ***Shigella***, ***Vibrio***, ***Bacillus*** o con sus toxinas. Aunque la mayoría de estos importantes patógenos son destruidos durante la cocción, se han aislados de alimentos en los que usualmente no proliferaban y han adquirido resistencia a las técnicas de procesamiento y almacenamiento que antes se consideraban seguras. ^[8, 9]

Los alimentos de origen animal son los de mayor importancia desde el punto de vista de higiene alimentaria por estar implicados en los brotes de enfermedades, dentro de los que se incluyen las carnes vacunas, de cerdos, de aves, entre otros. Originalmente la superficie de las canales son estériles, la contaminación bacteriana resulta de las fallas ocurridas durante el desuello

y desposte en el proceso de matanza, y de una variedad de fuentes, como el cuero, contenido intestinal, superficies de contacto y manipulación por parte de los trabajadores. [6, 8, 10]

Actualmente, en la ciudad de Mérida, existe poca o ninguna información referente a brotes de las ETA, La contaminación de los alimentos de origen animal como la carne, de manera particular la carne molida, se puede ver favorecida por el tipo de nutrientes que contiene, la actividad del agua, y el hecho de que proviene de recortes fuertemente manipulados, en los cuales existe una gran área superficial, creando escenarios para el desarrollo de microorganismos patógenos; por tanto, debe evitarse cualquier falla en la manipulación, conservación, transporte, distribución y comercialización. Es por esto que, la Organización Mundial de la Salud (OMS), declara anualmente miles de casos de enfermedades de origen microbiano producidas por la contaminación de alimentos, las cuales pueden tener una conclusión fatal o convertirse en un problema de salud pública, debido al gran número de enfermedades, solamente se señala un porcentaje mínimo de los casos que se producen en diversos países. Por lo anterior mencionado, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la OMS, invita a todos los países a que fortalezcan sus técnicas de inocuidad alimentaria, patrocinen medidas de vigilancia más rigurosas con respecto a la producción y la demanda de alimentos. [11]

Dentro de los microorganismos productores de ETAs destaca la bacteria ***Escherichia coli*** a quien se le considera un patógeno emergente, es decir está provocando enfermedades en las poblaciones a un ritmo creciente en los últimos 20 años e intimida con acrecentar en el futuro. Este microorganismo está asociado a ETAs, desarrollando enfermedad diarreica aguda (EDA), Colitis Hemorrágica (CH), Síndrome Urémico Hemolítico (SUH) o Púrpura Trombocitopenia (PTT), en seres humanos. Las ETAs son

causadas por la producción de grandes cantidades de una o dos toxinas, causando severos daños intestinales y renales. Casi todos los brotes provocados por ***Escherichia coli*** se han imputado al consumo de productos de carne bovina, de cerdo, y/o aves mal cocida, por lo que la carne molida es uno de los primeros reservorios, la alteración de las características organolépticas, ocasionadas por bacterias no es evidente por dificultando la inmediata toma de medidas sanitarias; incidiendo en pérdidas económicas a las familias por los altos costos de un tratamiento por las enfermedades que produce. [12, 13, 14, 15]

Por lo indicado en los párrafos anteriores, se ha planteado la presente investigación donde se enfocara el análisis microbiológico de las carnes molidas, determinando la presencia de ***Escherichia coli*** en carne molida de res obtenidas en carnicerías que se encuentran distribuidas en el Municipio Campo Elías del Estado Mérida, ya que se cree que existe un gran número de agentes patógenos presentes en las carnes, entre ellos ***Escherichia coli***, lo cual está afectando la salud del consumidor a nivel nacional y regional, especialmente de la población merideña.

El estudio comprenderá un aislamiento selectivo del microorganismo a partir de las muestras de carne seleccionadas, utilizando medios enriquecidos y selectivos, posteriormente se realizaran pruebas bioquímicas para su identificación y la prueba de susceptibilidad a los antimicrobianos dichos análisis se realizarán en el Laboratorio de Microbiología Aplicada de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes. Por lo que se espera que esta investigación sea de un gran aporte y contribuya a futuras investigaciones relacionadas con la problemática en estudio.

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La calidad sanitaria de los productos de origen animal es uno de los principales temas de investigación y de mayor interés en el contexto alimenticio y microbiológico, por su gran vulnerabilidad a la descomposición y desintegración debido a que es el principal producto de consumo poblacional que a su vez revierte en la nutrición humana, como consecuencia al mal manejo en el procesamiento genera problemas infectocontagiosos afectando la salud de las personas que lo consumen. La carne cruda es uno de los alimentos que mayor control requiere, los animales de los que procede, como vacas, toros, cerdos corderos y aves, sufren enfermedades que pueden transmitirse a las personas. [5, 16]

Es por esto que, “un alimento contaminado es el que ha sufrido un deterioro, perdiendo sus características organolépticas, es decir en su olor, color, sabor, textura apropiadas del producto”. Son varios los factores que afectan la calidad organoléptica, éstos se presentan desde la recepción de los animales en el matadero hasta el despiece, englobados en uno de los factores principales “sanidad” el llevar un control sanitario en cada una de las etapas del proceso de matanza conllevará a obtener un producto de buena calidad, disminuyendo pérdidas del producto por contaminación. [4, 5, 6]

Los productos cárnicos son alimentos completos para el consumo humano debido a su gran contenido de nutrientes, son aquellos productos que contengan carnes de mamíferos como bovinos, porcinos, aves de corral o casa que son sometidos a un proceso tecnológico que no incluye un tratamiento térmico. De todos los productos cárnicos, la carne molida es la más vulnerable debido a que constituye un medio absoluto para el desarrollo de microorganismos, ya que su condición le permite ser un medio factible para

la absorción de nutrientes; siendo su pH el más apto para la transmisión, proliferación y contaminación de dichos microorganismos. [4, 17]

Lo anteriormente expuesto nos indica que los animales que proporcionan alimentos para los seres humanos, deberán tener los mejores cuidados desde su crianza hasta el faenado del animal, es decir animales completamente sanos que no hayan sido expuestos a tratamientos con antibióticos, con buena alimentación, con un cuidado y entorno ambiental que les proporcione las condiciones óptimas para que puedan alcanzar el objetivo de abastecer a la población venezolana.

En los últimos años, diferentes publicaciones hacen referencia a la relación que puede tener la utilización de antibióticos en animales y el desarrollo de resistencias en microorganismos de interés en la medicina humana. El suministro de antibióticos en animales diseña, primordialmente, el mismo ambiente ecológico que en el hombre; es decir, se ejecuta una presión selectiva y, por lo tanto, también se seleccionan las bacterias mejor adaptadas, es decir resistentes. A partir de aquí, se inicia un largo camino, que eventualmente puede llegar a la aparición de una infección humana producida por una bacteria o ligada a un gen de resistencia seleccionado con el uso de antibióticos en animales; esto como uno de los factores que influyen en la contaminación de los productos cárnicos. [18, 19, 20, 21]

La creciente frecuencia con que se asocian epidemias o intoxicaciones masivas con los alimentos ha provocado que en el ámbito nacional, el consumidor este más consciente del riesgo que representan los alimentos contaminados. [5; 22]

Los peligros de contaminación de los alimentos se clasifican en tres grandes grupos: biológicos (contaminación Bacteriana de agentes patógenos, virus y parásitos), Químicos (residuos de pesticidas, metales

pesados, hormonas, antibióticos, mico-toxinas y toxinas naturales, aditivos o adulterantes) y físicos (vidrios, metales). ^[5]

Entre algunos ejemplos de bacterias, contaminantes químicos y físicos que podrían encontrarse en los grupos de peligro de contagios son:

- Microorganismos como ***Salmonella***, ***Escherichia coli***, ***Listeria***, ***Shigella***, ***Campylobacter***, ***Staphylococcus spp***, algunos hongos, virus y parásitos.
- Contaminantes del ambiente como metales pesados e hidrocarburos, residuos de plaguicidas, fertilizantes y medicamentos veterinarios.
- Aditivos alimentarios como bióxido de azufre y colorantes, que pueden causar reacciones en individuos susceptibles.
- Basuras y materias extrañas como pelos de roedores y fragmentos de insectos. ^[5, 11, 23]

Los contaminantes químicos y microbiológicos continúan estando presentes en los alimentos que son objeto de comercio nacional y regional. A pesar que no se cuenta con registros sistemáticos de las causas que originan la mayor parte de los rechazos de productos que no cumplen con las normas de calidad. ^[5]

En base a lo anteriormente descrito, se muestra la importancia de los microorganismos que están presentes en los alimentos, dependerá de su número, su clase, el tipo de alimento, el tratamiento, manipulación y procedimiento empleado para el alimento, la elaboración de que será objeto, si el alimento está listo para el consumo o debe ser cocido, los individuos que puedan consumir el alimento entre otros aspectos. ^[14]

Por último es importante destacar que la Organización Mundial de la Salud (OMS), hace énfasis en las enfermedades de denuncia obligatoria

entre ellas están las ETA, ya que la diarrea producida por algunos agentes patógenos contaminantes de alimentos es causa de muerte en todo el mundo sin distinguir raza, sexo ni edades, esta diarrea se asocia a deshidratación, además de la gran pérdida de agua, en los pacientes principalmente los niños, pierden grandes cantidades de electrolitos y nutrientes siendo estos los más vulnerables. La falta de higiene en el procesamiento de las carnes son algunas de las causas por las que la diarrea continua siendo un problema de salud pública en países en vías de desarrollo. En Venezuela se desconocen informes sobre la frecuencia de las infecciones o intoxicaciones producidas por microorganismos transmitidos por alimentos en especial de la bacteria ***Escherichia coli*** sabiendo que esta bacteria ha venido incrementando exponencialmente su incidencia ocasionando problemas gastrointestinales y es por esta razón que se plantea la presente investigación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En base a los antecedentes mencionados nos hacemos la siguiente pregunta. ¿Cuál es la posibilidad de que existan cepas de ***Escherichia coli*** resistentes a antimicrobianos en muestras de carne molida expendida en comercios ubicados en el Municipio Campo Elías del Estado Mérida?

JUSTIFICACIÓN

Es importante para evitar la transmisión de bacterias resistentes a los antimicrobianos, estudiar su presencia en muestras de alimentos, estableciendo las formas cómo los microorganismos se propagan entre la población, determinando su frecuencia y perfil de susceptibilidad a los antimicrobianos. En Venezuela aún se desconoce si mediante el consumo de carnes, es posible transmitir cepas de ***E. coli*** resistentes y multiresistentes a los antimicrobianos.

Además se sabe que la carne en especial la carne molida es uno de los principales alimentos que consume la población humana, y ésta para llegar a nuestra mesa requiere de un proceso riguroso donde lo importante es la higiene, el cuidado de los animales, su alimentación, el lugar donde los críen, y el faenado del animal, éste último representa el punto más crítico de contaminación de la carne ya que el animal es sometido a muerte, cortes, despiece, separación de vísceras y traslado a las instalaciones donde será comercializado; todo esto requiere de un grupo de personas que en su manipulación sino siguen las medidas higiénico sanitarias, se obtiene un producto cárnico contaminado lo que pudiera ocasionar brotes de ETAs.

En Venezuela se conoce muy poco acerca de la presencia de ***Escherichia coli*** resistentes y multiresistentes en alimentos, debido a la falta de estudios sobre el tema que nos permita saber la posición actual de este importante patógeno productor de diarreas. Por esta razón surgió la necesidad de realizar este estudio, ya que el conocimiento de la presencia de este patógeno en productos cárnicos, aportaría información al Estado para monitorear, vigilar los comercios que expendan productos cárnicos y sirva para futuras investigaciones donde la detección de este patógeno sea oportuna para prevenir posibles brotes de ETAs.

MARCO TEÓRICO

Microbiología de los alimentos

Uno de los campos de la microbiología es la microbiología de los alimentos, esta es una ciencia que estudia los microorganismos en relación con los alimentos, es decir los microorganismos presentes, su origen y factores de los que depende su presencia y multiplicación en los alimentos.

Se pueden distinguir tres aspectos diferentes en el campo del estudio de la microbiología de los alimentos:

- Los microorganismos como productores de alimentos.
- Los microorganismos como agente del deterioro de los alimentos.
- Los microorganismos como agentes patógenos transmitidos por los alimentos. ^[24]

Muchas de las enfermedades causadas en los animales son debidas a patógenos, y en algunos casos son transmisibles al hombre. Sin embargo, los microorganismos cumplen un rol muy importante en la producción animal, fertilidad de los suelos y procesos industriales que, a través de la modificación genética puede o no ser utilizada en provecho del hombre. ^[25,26,27]

Las enfermedades microbianas que se transmiten por medio de los alimentos se dividen en tres clases:

La primera comprende las enfermedades que son consecuencia de la presencia en los alimentos de microorganismos infectivos por ingestión. Estos microorganismos son capaces de causar enfermedades por la invasión del hospedador o por la liberación de sustancias toxicas (toxinas), resultantes del

crecimiento en el tracto intestinal o en algún otro órgano. Estas enfermedades generalmente son denominadas infecciones alimentarias. [28]

La segunda clase de enfermedades transmitidas por alimentos es consecuencia de la absorción intestinal de toxinas que ya estaban presentes en los alimentos, antes de su ingestión, como consecuencia del crecimiento y metabolismo en dichos sustratos de ciertos microorganismos. Para estas enfermedades se adopta la denominación intoxicaciones transmitidas por los alimentos, con el fin de diferenciarlas claramente de los síndromes clínicos “intoxicaciones” resultantes de la ingestión de sustancias químicas tóxicas. [28]

La tercera clase llamada toxiinfección es una mezcla de las dos anteriores, en cuanto a sus características dado que el organismo ingresa a través del alimento pero produce una toxina que, cuando alcanza células internas del individuo produce un cuadro clínico. [24]

El control microbiológico en la producción de alimentos, tiene como objetivo distribuir productos seguros o inocuos, nutritivos y apetitosos, con una vida comercial adecuada y a un coste razonable para el consumidor. La calidad nutricional de estos alimentos en especial los productos cárnicos, debe ir acompañada de su inocuidad, que se logra con la protección sanitaria durante todo el proceso alimentario desde su sacrificio hasta el consumo, con el propósito de evitar que presente contaminantes físicos, químicos y biológicos en cantidades tales que puedan afectar la salud de los consumidores. [4, 26, 29]

Entre las actividades de la Higiene de los Alimentos, se encuentra la protección sanitaria de la carne, ya que es uno de los principales alimentos para el hombre debido al aporte de nutrientes, como las proteínas de elevado valor biológico y el hierro hemínico. Hacer énfasis en la protección sanitaria

de la carne se justifica por el elevado número de eventos epidémicos en los cuales se detecta su participación como causa de brotes de enfermedades.

[4, 26, 29]

Si bien es cierta la calidad de la carne depende de todas las etapas de su cadena alimentaria, desde la formación y desarrollo de los animales hasta el proceso de su obtención, así como su posterior manipulación, conservación y procesamiento para el consumo.

En la formación y desarrollo de los animales tiene importancia las condiciones del medio en que se encuentran, el manejo y las practicas zootécnicas, la calidad de su alimentación, la atención medico veterinaria y la salud de los trabajadores que los atienden. En relación a las condiciones del medio se encuentran la selección del lugar donde se desarrollan los animales, considerando que no existan fuentes contaminantes que los afecten y tampoco que la explotación animal pueda dañar el ambiente, no debe existir plagas, vectores u otros animales que puedan transmitirles agentes contaminantes de forma directa o indirecta. [16, 26, 30]

Por ello se hace necesario instruir a la a la población sobre la importancia que tiene mantener a los animales para el consumo con los mejores cuidados y atenciones, ya que de ellos se extrae buena parte del consumo nutricional; si sobrepasan los niveles de contaminación esto traería consecuencias graves y económicas a la sociedad pudiendo ocasionar un grave problema de salud pública por los brotes que pueden generar.

Siguiendo con lo anterior descrito, referimos que la alimentación de los animales deberá ser de calidad, que evite afectar la salud del animal y adquirir la condición de portadores de agentes causales de enfermedades transmisibles al hombre. Los alimentos contaminados que son consumidos

por los animales pueden afectar la salud de estos o ser transmitidos posteriormente al hombre por el consumo de las carnes. [26]

En estudios higiénicos epidemiológicos realizados, con el apoyo de investigaciones microbiológicas, se ha demostrado la presencia de agentes causales de enfermedades transmitidas por los alimentos en las aéreas de explotación de los animales, en sus alimentos, en sus vectores, incluso en pájaros de vida libre, entre otros muchos. La detección de patógenos como ***Salmonella***, ***Campylobacter*** y ***Escherichia coli*** en los análisis son reportes frecuentes. [11; 23; 26]

Estas indicaciones justifican la adopción de medidas sanitarias en estas primeras etapas de la cadena alimentaria de la carne, para facilitar su inocuidad, pues solo de animales desarrollados con buenos cuidados un ejemplo el cuidado de los pastos, el agua de consumo, vacunación, desparasitación será posible obtener carne de buena calidad.

Dada la importancia de la especie ***Escherichia coli*** como patógenos alimentario, en las siguientes partes del trabajo se tratara los aspectos más relevantes de esta bacteria.

Generalidades de Escherichia coli

Escherichia coli pertenece a la gran familia *Enterobacteriaceae*; son bacilos *Gram negativos*, anaerobios facultativos que son móviles y lo hacen a través de flagelos periticos; desde el punto de vista morfológico son bacilos rectos. Este grupo de microorganismos habita en el tracto intestinal de los seres humanos y animales. Casi todas las enterobacterias son fermentadoras activas de la glucosa y de otros hidratos de carbono. Dada la gran importancia de las enterobacterias existen muchas técnicas para aislarlas e identificarlas. Una de las herramientas son las pruebas

bioquímicas las cuales son muy importantes en el trabajo de laboratorio clínico y en microbiología del agua y alimentos. ^[14; 31]

Las enterobacterias, poseen fimbrias que ayudan a adherirse a superficies o mucosas. La presencia de *pili* sexuales especializados permite el intercambio de la información genética entre las células, que incluye la resistencia a los antibióticos. Además producen proteínas denominadas bacteriocinas que causan la lisis de especies estrechamente relacionadas y colaboran para mantener el equilibrio ecológico de diversas bacterias en el intestino. ^[14; 32]

Escherichia coli es uno de los habitantes más comunes del tracto intestinal humano y tal vez el microorganismo más familiar en microbiología. Su presencia en aguas o alimentos es indicativa de contaminación fecal. No suele ser un microorganismo patógeno pero puede originar infecciones urinarias y ciertas cepas segregan enterotoxinas que producen la diarrea del viajero y en ocasiones enfermedades muy graves transmitida por los alimentos. ^[14]

Esta bacteria casi siempre es inocua pero existen ciertas cepas patógenas, todas estas cepas tienen *fimbrias* especializadas que les permiten unirse a ciertas células epiteliales del intestino. También producen toxinas que causan trastornos gastrointestinales conocidos con el nombre colectivo de gastroenteritis por ***Escherichia coli***. ^[14]

En la mayoría de los casos la enfermedad es causada por una de dos cepas de ***Escherichia coli***. Una de ellas es ***Escherichia coli*** Enterotoxigenica (ETEC) que no es invasora pero produce una enterotoxina que causa una diarrea acuosa parecida a una forma leve de cólera. La otra es ***Escherichia coli*** Enteroinvasiva (EIEC) que invade la pared intestinal y produce inflamación, fiebre y a veces una disentería similar a la causada por

Shigella. Existen otros patógenos gastrointestinales, como **Salmonella** y **Campylobacter** y diversas bacterias patógenas virus y protozoos parásitos no identificados que también pueden causar la diarrea del viajero. ^[14]

Acción Patógena

Las bacterias pueden utilizar diferentes mecanismos para adherirse y colonizar las diversas superficies corporales (ver tabla 1). **Escherichia coli** y otras bacterias producen adhesinas que se unen a receptores específicos de la superficie tisular evitando su eliminación, muchas de estas proteínas están presentes en los extremos de unas estructuras denominadas *Fimbrias (Pili)*, y se unen fuertemente a los azúcares específico en el tejido diana. ^[30; 33]

Las cepas de **Escherichia coli** poseen unos factores de virulencia especializados que se pueden clasificar en dos categorías: adhesinas y exotoxinas.

Tabla 1.- factores de virulencia especializados asociados a *Escherichia coli*.

Bacteria	Adhesinas	Exotoxinas
ECET	Antígenos del factor de colonización (CFA/I CFA/II CFA/III)	Toxina Termolábil (LT-1) Toxina Termoestable (STa)
ECEP	Pili formadores de haces (Bfp) íntima	
ECEA	Fimbrias adherentes agregantes (AAF/I; AAF/II; AAF/III)	Toxina Termoestable enteroagregante (EAST) Toxina codificada por plásmidos (Pet)
ECEH	Bfp íntima	Toxina Shiga (Stx-1 Stx-2)
ECEI	Antígeno del Plásmido invasivo (Ipa)	Hemolisina (HlyA)
Patógenos Urológicos.	Pili P, Fimbrias Dr	
(ECET) <i>Escherichia coli</i> Enterotoxigenica. (ECEP) <i>Escherichia coli</i> Enteropatógena. (ECEA) <i>Escherichia coli</i> Enteroagregativa. (ECEH) <i>Escherichia coli</i> Enterohemorrágica. (ECEI) <i>Escherichia coli</i> Enteroinvasiva.		

Fuente: [33]

Estructura Antigénica

Las enterobacterias poseen una compleja estructura antigénica. Se han catalogado más de 150 antígenos somáticos O (lipopolisacáridos) termoestables es el principal antígeno de la pared celular y está conformado por 3 componentes: el polisacárido O somático más externo, un polisacárido central compartido por las enterobacterias y el lípido A. más de 100 antígenos K (capsulares) termolábiles y más de 50 antígenos H (flagelares). [33]

Los antígenos O son la parte más externa de la pared de la célula bacteriana y constan de unidades repetidas de polisacáridos. Algunos polisacáridos O contienen azúcares únicos. Los antígenos O son resistentes

al calor y al alcohol, generalmente se detectan mediante aglutinación bacteriana igualmente son importantes para la clasificación epidemiológica de las cepas dentro de una especie. Los antígenos K termolábiles pueden interferir en la detección de los antígenos O esto puede suceder con algunas cepas de ***Salmonella***; pero se soluciona al hervir el microorganismo con el fin de eliminar el antígeno k termolábil y exponer el antígeno O termoestable. Los antígenos H, son proteínas flagelares termolábiles, se localizan sobre los flagelos y se desnaturalizan o retiran mediante calor o alcohol. En las variedades de bacterias dotadas de motilidad se les puede conservar mediante tratamiento con formalina. Estos antígenos H se aglutinan con anticuerpos H. Los determinantes de los antígenos H son una función de la secuencia de aminoácidos en la proteína flagelar. Los microorganismos tienden a cambiar de una fase a la otra; esto se denomina variación de fase. Los antígenos H sobre la superficie de la bacteria a veces interfieren con la aglutinación por anticuerpos anti-O. ^[12]

Flagelos

Muchos tipos de células eucariontes poseen proyecciones que utilizan para la locomoción o para el desplazamiento de sustancias a lo largo de la superficie. Estas proyecciones contienen citoplasma y están recubiertas por la membrana plasmática. Si las proyecciones son escasas y largas en relación con el tamaño de la célula se denominan flagelos y si son numerosos y cortos se denominan cilios. ^[14]

Los flagelos bacterianos son apéndices filiformes compuestos por proteína, miden de 10 a 100 nm de diámetro. Son los órganos de locomoción o desplazamiento de sustancias para los microorganismos que lo poseen. Se conocen tres tipos de categorizaciones: *monótrico* (flagelo polar único), *lofótrico* (flagelos polares múltiples) y *perítrico* (flagelos distribuidos en la

totalidad de la célula). Un flagelo bacteriano está constituido por millones de moléculas de una subunidad proteínica nombrada *Flagelina*. El flagelo está formado por la agregación de subunidad para formar una estructura helicoidal. Se presume que las flagelinas de diversas especies bacterianas difieren entre sí en la estructura primaria. Son potentemente antigénicas (antígenos H) y algunas de las respuestas inmunitarias a la infección están dirigidas contra estas proteínas. El flagelo está adherido al cuerpo celular bacteriano por medio de una estructura compleja constituida por un gancho y un cuerpo basal. El gancho es una estructura curva y corta que parece actuar como articulación universal entre el motor en la estructura basal y el flagelo. El cuerpo basal tiene una serie de anillos: un par en las bacterias gram positivas y dos pares en las gram negativas. Todos los componentes del motor flagelar se localizan en la envoltura celular. Cuando una bacteria *peritrica* nada, sus flagelos se reúnen para formar un manojo posterior que empuja a la célula hacia delante en una línea recta mediante rotación en sentido opuesto al movimiento de las agujas del reloj. ^[12]

Pili y Fimbrias.

Muchas bacterias Gram negativas poseen apéndices pilosos que son más cortos más rectos y más delgados que los flagelos y que cumplen funciones de fijación y transferencia de ADN más que una función de motilidad. Estas estructuras compuestas por una proteína llamada *pilina* que describe un trayecto helicoidal alrededor de un núcleo central se dividen en dos tipos que cumplen funciones muy distintas, estos apéndices son las *fimbrias* y los *pilis*. ^[14]

Las *fimbrias* pueden originarse en los polos de las células bacterianas o estar distribuidas de forma regular en toda la superficie. Las *fimbrias*

permiten que la célula pueda adherirse a las superficies incluso las de otras células. ^[14]

Los *pilis* en general son más largos que las fimbrias y su cantidad es de uno a dos por célula, se unen a la pared celular bacteriana como paso previo a la transferencia intercelular de ADN, proceso que se conoce con el nombre de conjugación. ^[14]

Clasificación de Escherichia coli

Lo más importante de las cepas de ***Escherichia coli***, es que pueden ser vectores de algunas enfermedades. En este caso se trata de ***E. coli*** patógenos, de los cuales existen muchos serotipos diferentes capaces de causar gastroenteritis en humanos (ver tabla 2) y animales, siendo éstas especialmente graves en recién nacidos y niños de edad inferior a 5 años. ^[12]

Las cepas de ***Escherichia coli*** que producen gastroenteritis se subdividen en cinco grupos principales, a continuación: ***Escherichia coli*** Entero-patógena (ECEP); ***Escherichia coli*** Entero-toxígenica (ECET); ***Escherichia coli*** Entero-hemorrágica (ECEH); ***Escherichia coli*** Entero-invasiva (ECEI); ***Escherichia coli*** Entero-agregativa (ECEA). Los tres primeros grupos producen una diarrea de tipo secretora que afecta al intestino delgado, mientras que los dos últimos afectan al intestino grueso. ^[33, 34]

Tabla 2.- Gastroenteritis producidas por *Escherichia coli*.

Microrganismo	Lugar de Acción	Enfermedad	Patogenia
ECET	Intestino delgado.	Diarrea del viajero, diarrea infantil en países en desarrollo, diarrea acuosa, espasmos abdominales, náuseas, febrícula.	Enterotoxinas termoestables y/o termolábiles mediadas por plásmidos que estimulan la hipersecreción de líquidos y electrolitos.
ECEP	Intestino delgado.	Diarrea infantil en países de desarrollo, diarrea acuosa y vómitos, heces no sanguinolentas.	Histopatología U/B mediada por plásmido con la alteración de la estructura normal de la microvellosidad lo que da lugar a mala absorción y diarrea.
ECEA	Intestino delgado.	Diarrea infantil en países en desarrollo, diarrea del viajero, diarrea acuosa persistente con vómitos, deshidratación, febrícula y hemorragia, disminución de la absorción de líquidos.	Adherencia agregativa de los bacilos mediada por plásmido, con acortamiento de las microvellosidades, infiltración mononuclear.
ECEH	Intestino grueso.	Inicialmente diarrea acuosa seguida de diarrea sanguinolenta, (colitis hemorrágica) con espasmos abdominales, sin fiebre o con febrícula. Puede progresar a síndrome hemolítico urémico.	Mediada por las toxinas Shiga (Stx-1 Stx-2), que interrumpen la síntesis de proteínas lesiones U/B con la destrucción de microvellosidad intestinal, que da lugar a la disminución absorción.
ECEI	Intestino grueso.	Enfermedad en los países en desarrollo, fiebre, espasmos, diarrea acuosa, puede progresar a disentería con escasas heces sanguinolentas.	Invasión mediada por un plásmido y destrucción de las células que recubren el colon.

ECET *E. coli* enterotoxigenica, ECEP *E. coli* Enteropatógena, ECEA *E. coli* Enteroagregativa, ECEH *E. coli* Enterohemorrágica, ECEI *E. coli* Enteroinvasiva.

Fuente: [33]

Epidemiología

En el tubo digestivo de humanos y animales existen grandes cantidades de *Escherichia coli*. Esta bacteria puede comportarse como patógeno oportunista, cuando en el intestino ocurre alguna perforación las bacterias acceden a la actividad peritoneal; la mayor parte de *Escherichia coli* que causa problemas intestinales y extraintestinales lo hace porque ha adquirido

factores de virulencia secundarios codificado en plásmidos, islotes de patogenicidad, o en ADN de bacteriófagos. La capacidad de ***E. coli*** se puntualiza por el hecho de que estas bacterias son los bacilos Gram negativos que se aíslan con frecuencia en pacientes con sepsis, responsables de más de 80% de las Infecciones de Tracto Urinario (ITU) adquiridas en la comunidad y de las infecciones hospitalarias, una de las causas de gastroenteritis en países en vías de desarrollo. La mayor parte de las infecciones salvo la gastroenteritis y meningitis neonatal son endógenas. ***Escherichia coli*** formando parte de la microbiota habitual de un paciente normal, ocasiona infección cuando las defensas se alteran. [23, 33] Esta bacteria patógena continúa siendo una de las causas principales de enfermedades en humanos, y según reportes epidemiológicos, las infecciones debidas al consumo de alimentos contaminados por estos gérmenes, va en aumento a nivel mundial. [23]

Escherichia coli se clasifica por las características de sus factores de virulencia, y cada grupo causa la enfermedad por un mecanismo diferente. Las propiedades de adherencia a las células epiteliales del intestino grueso y delgado son codificadas por genes situados en los plásmidos. De manera similar, con frecuencia las toxinas son mediadas por plásmidos o por fagos. [12]

En los últimos años se han identificado 6 categorías de ***Escherichia coli***:

- ***Escherichia coli*** Enterotoxigénica, genera una enterotóxina.
- ***Escherichia coli*** Enteropatógena, generada por adherencia íntima a la célula huésped.
- ***Escherichia coli*** Enteroinvasiva, por invasión a la célula.

- ***Escherichia coli*** Enterohemorrágica, adherencia a la íntima de la célula huésped.
- ***Escherichia coli*** Enteroagregativa.
- ***Escherichia coli*** Enteroadherente o difusamente adherente, generada por una producción de enterotoxina. ^[35]

Esta última cepa se caracteriza porque se adhiere a la totalidad de la superficie de la célula epitelial y habitualmente causan enfermedad en niños inmunológicamente vírgenes o desnutridos. Y se dice q ***Escherichia coli*** difusamente adherente (ECDA) puede tener un factor de virulencia aún por definir ^[35]

Enfermedades por Escherichia coli

La enfermedad causada por ***Escherichia coli*** Enterotoxigenica es producida principalmente en los países en vías de desarrollo, se calculan unos 650 millones de casos anuales; aunque se estiman unos 80.000 casos cada año en viajeros procedentes de EE.UU., y la enfermedad es endémica en las poblaciones nativas americanas. Las infecciones son más frecuentes en niños pequeños de países en vías de desarrollo, o en viajeros a estas regiones. El inóculo de la enfermedad es elevado de manera que las infecciones se adquieren fundamentalmente por el consumo de aguas o alimentos contaminados por heces. La diarrea secretora producida por este microorganismo se induce tras un periodo de incubación de 1-2 días y persiste durante un promedio de 3-5 días. Los síntomas son diarrea acuosa con dolores cólicos abdominales, siendo menos frecuente las náuseas y los vómitos. Muy parecidos a los síntomas del cólera aunque suelen ser más leves, especialmente en adultos. No se observan cambios histológicos ni inflamación en la mucosa intestinal. ^[33]

Escherichia coli Enterotoxigenica

La ECET sintetiza dos tipos de enterotoxinas: toxinas termolábiles (LT-I y LT-II) y toxinas termoestables (St_a y St_b). La LT-II no se asocia con enfermedad al ser humano, LT-I es funcional y estructuralmente similar a la toxina del cólera y se asocia a enfermedad en el ser humano; esta toxina está formada por una subunidad A, y por cinco subunidades B idénticas. La subunidad B, se une al mismo receptor que la toxina del cólera (gángliosidos GM), así como a otras glucoproteínas de superficie en las células epiteliales del intestino delgado. ^[12]

Después de la endocitosis, la subunidad A, de LT-I se trasloca por la membrana de la vacuola, la subunidad A, tiene actividad de fosfato de adenosina (ADP)-ribosiltransferasa e interacciona con una proteína de membrana (G_s) que regula la adenosil ciclasa. El resultado es el aumento de las concentraciones de monofosfato de adenosina cíclico (AMPc), con un incremento de la secreción de cloro y disminución de la absorción de cloro y de sodio, que se manifiestan con diarrea acuosa. La exposición de la toxina estimula también la secreción de prostaglandinas y la producción de citosinas inflamatorias, lo que da lugar a una mayor pérdida de líquido. ^[12]

La toxina ST_a, se asocia a la enfermedad en el ser humano. Es una toxina monomérica pequeña que se une al receptor transmembrana de la guanilato ciclasa, lo que provoca un aumento de las concentraciones de guanosina monofosfato cíclico (GMPc) y la posterior hipersecreción de líquidos. Los genes de LT-I y ST_a se encuentran en un plásmido transferible, que puede portar también los genes de las adhesinas (CFA/I; CFA/II; CFA/III). Los factores de colonización son fimbrias que reconocen unos factores glucoproteínicos específicos de la célula anfitriona, la aparición de la

enfermedad requiere la actuación de la toxina y de los factores de colonización. ^[12]

Algunos serotipos de la ECET se localizan en todo el mundo; otros muestran distribución limitada. Cualquier ***Escherichia coli*** puede adquirir un plásmido que codifique para enterotoxina. No hay una asociación definida de la ECET con las cepas de ECEP causantes de diarrea en niños. De igual manera, no hay relación entre cepas Enterotoxigenica y cepas capaces de invadir las células del epitelio intestinal. Se recomienda seleccionar el consumo de alimentos ya que estos pueden estar contaminados con ECET para ayudar a prevenir la diarrea del viajero. La profilaxis con antibióticos puede ser eficaz, pero a veces incrementa la resistencia antimicrobiana y tal vez no debe recomendarse en todos los casos. Una vez presente la diarrea, el tratamiento con antibióticos reduce de manera eficiente la duración de la enfermedad. ^[12]

***Escherichia coli* Enteropatógena**

Fue la primera cepa en asociarse a la enfermedad diarreica y continua siendo la principal causa de diarrea infantil en países pobres. La enfermedad es infrecuente en los países desarrollados, y es poco frecuente en niños mayores y adultos y existen pocos brotes en guarderías, todo esto posiblemente porque han desarrollado una inmunidad protectora. La enfermedad se transmite de persona a persona a diferencia de ECET de forma que la dosis infecciosa puede ser baja. La enfermedad se caracteriza por una diarrea acuosa que puede ser grave y prolongada con asociación a vómitos y fiebre. ^[33]

Las cepas bacterianas se adhieren a las células epiteliales del intestino delgado con la destrucción posterior de las microvellosidades. La agregación de las bacterias que determina la formación de colonias en la superficie de

las células epiteliales vienen mediada por *pili* formadores de haces (BFP) codificados por plásmidos. Los estadios posteriores del anclaje vienen regulados por los genes codificados en el islote de patogenicidad “locus de borramiento de los enterocitos” (LBE). Este islote de más de 40 genes es el responsable de la unión a la superficie de la célula anfitriona y su destrucción. La unión laxa mediada por los (BFP) se produce una secreción activa de proteínas hacia el interior de la célula anfitriona epitelial por el sistema de secreción de tipo III bacteriano. Una proteína, el receptor de la intimina traslocada (Tir), se inserta en la membrana epitelial y actúa como receptor de una adhesina bacteriana de la membrana externa la intimina. La unión de la intimina con Tir determina la polimerización de la actina y la acumulación de elementos del citoesqueleto por debajo de las bacterias ancladas, con pérdida de la integridad de la superficie celular y muerte de la célula. [33]

Escherichia coli Enteroagregativa

Las cepas de ECEA se asocian a diarrea acuosa, persistente y con deshidratación en niños en los países en vías de desarrollo y en personas que han viajado a estos países, se han registrado brotes de gastroenteritis por ECEA, en EE.UU., Europa y Japón y es posible que este microorganismo sea una causa importante de diarreas infantiles en estos países. Esta es una de las pocas bacterias asociadas a diarrea crónica y retraso del crecimiento en niños. Las bacterias se caracterizan por una auto-aglutinación en una disposición en pilas de ladrillos, este proceso vienen mediado por las fimbrias de adherencia agregantes I (AAF1), unas adhesinas parecida a BFP responsables de la formación de colonias en ECEP. [33]

Tras la adherencia de ECEA, sobre la superficie del intestino, se estimula la secreción de moco, lo que condiciona la formación de una

biopelícula gruesa; esta película protege a las bacterias agregadas frente a los antibióticos y las células fagocíticas. Además dos grupos de toxinas se asocian a ECEA la toxina termoestable enteroagregante (EAST) que influye sobre la secreción de líquidos y guarda relación antigénica con la toxina termoestable de ECET; y la toxina codificada por plásmidos (PET) que también induce la secreción de líquidos.^[33]

Escherichia coli Enterohemorrágica

Las cepas de ECEH son la principal causa de enfermedad en países desarrollados se estima que esta bacteria produce 73.000 infecciones y 60 muertes al año en EE.UU., La enfermedad es más frecuente en los meses templados y la incidencia máxima se describe en niños menores de 5 años. La mayor parte de la infección es causada por consumo de novilla u otros derivados cárnicos poco cocidos, aguas, leche no pasteurizado zumos de frutas ya que las frutas han sido contaminadas con heces, verduras crudas como la espinaca. La ingesta de menos de 100 bacterias puede causar enfermedad y se describe la transmisión de persona a persona. Los síntomas que genera son una diarrea leve no complicada a una colitis hemorrágica, con dolor abdominal intenso, y diarrea sanguinolenta. La diarrea con dolor abdominal aparece en los pacientes a los 3- días de incubación. Puede cursar o no con vómitos en algunos pacientes, pero no suele aparecer fiebre alta, a los dos días de aparecer la infección, el 30 a 65% de los pacientes sufren una diarrea sanguinolenta con dolor abdominal intenso, los síntomas se resuelven por completo a los 10 días en la mayoría de los casos no tratados. El síndrome urémico hemolítico (SUH), es otra complicación que afecta el riñón, un trastorno que se caracteriza por insuficiencia renal aguda, trombocitopenia y anemia hemolítica angiopática, es una complicación que afecta a una proporción comprendida entre el 5 al 10% a los niños menores de 10 años. Del 3-5% de los pacientes pueden

fallecer por SUH, o también pueden aparecer secuelas graves en algunos pacientes, hasta en el 30% como por ejemplo, disfunción renal, hipertensión, manifestaciones en el sistema nervioso central (SNC). [22, 25, 30, 33, 36]

La cepa más frecuente de ECEH, es el serotipo O157:H7. Esta cepa es un clon evolucionado a partir de ECEP, y expresa actividad de anclaje y borramiento. Además estas cepas han adquirido la toxina Shiga (Stx-1 Stx-2 o ambas), Stx-1 es básicamente idéntica a la toxina Shiga, producida por ***Shigella dysenteriae***; Stx-2 muestra una homología del 60%. Ambas toxinas se adquieren a partir de bacteriófagos lisogénicos. Ambas poseen una subunidad A, y cinco subunidades B, y estas últimas se unen a glucolípidos específicos de la célula del organismo anfitrión (Globotriaosilceramida, GB₃), hay una alta concentración de receptores de GB₃ en las vellosidades intestinales y en las células endoteliales del riñón. [33, 37]

El SUH se ha asociado sobre todo a la producción de Stx-2, que destruye las células endoteliales del glomérulo. Las lesiones en las células endoteliales inducen activación de las plaquetas y acumulación de trombina, lo que a su vez da lugar a la disminución del filtrado glomerular e insuficiencia renal aguda. [33, 36]

Escherichia coli O157: H7 es considerado un patógeno asociado a enfermedades transmitidas por alimentos. En 1982 fue reconocido por primera vez como patógeno humano responsable de dos brotes de diarrea sanguinolenta severa que afectaron a 47 personas en EE.UU. Los brotes fueron asociados epidemiológicamente con hamburguesas contaminadas, consumidas en restaurantes pertenecientes a una cadena de comidas rápidas. A partir de entonces numerosos brotes han sido notificados en distintas partes del mundo. [11, 12, 23, 38]

En el 2006 ***E. coli*** O157:H7 produjo un gran brote multiestatal de gastroenteritis, este brote guardo relación con la contaminación de unas espinacas y se produjeron 173 casos en total en 25 estados en EE.UU., en un periodo de 18 días. Este brote determino el ingreso hospitalario de 50% de los pacientes con enfermedad demostrada, una frecuencia de síndrome urémico hemolítico del 16% y un fallecimiento. Este brote muestra como la contaminación de un alimento, inclusive por pequeñas cantidades de microorganismos, puede ser origen de un brote extenso por una bacteria potencialmente virulenta como las cepas de ECEH. ^[33]

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, encontró que casi en 90% de la carne picada está contaminada y es una potente fuente de infección; ya que ECEH se encuentra en el tubo digestivo de muchos animales por ejemplo el ganado de corral. La carne de pollo y otros animales también puede estar contaminada, pero la mayoría de los casos informados hasta el momento se produjeron por contaminación de tomates y brotes de alfalfa crudos. Los alimentos ingeridos no son la única fuente de contaminación, algunos casos en los niños se asocian con visitas a granjas o zoológico de mascotas. ^[14]

Si bien en los seres humanos las toxinas a menudo producen solo una diarrea, en cerca de 6% de las personas infectadas producen una inflamación del colon, es decir el intestino grueso situado por encima del recto con sangrado profuso llamado colitis hemorrágica, a diferencia de ***Shigella*** a estas cepas de ***E. coli*** no invaden la pared intestinal sino que liberan la toxina en la luz del intestino. ^[14] De manera que su detección es importante ya que este microorganismo produce dos tipos de toxinas: verotoxinas o shigatoxinas y causa el SUH, que puede ser fatal particularmente en niños, ya que daña los riñones. ^[15, 36]

***Escherichia coli* Enteroinvasiva**

Estas cepas son infrecuentes en Estados Unidos, como en los países en desarrollo, las cepas patógenas se asocian fundamentalmente a un número limitado de serotipos O: O124; O143; O164. Las cepas presentan una estrecha relación con las propiedades fenotípicas y patógenas de ***Shigella***. Las bacterias son capaces de invadir y destruir el epitelio colonico para producir una enfermedad que se caracteriza inicialmente por diarrea acuosa, pocos pacientes evolucionan a la forma disentérica de la enfermedad, la cual debuta con fiebre, espasmos abdominales, presencia de sangre y leucocito en las heces.^[33]

Un grupo de genes bacterianos transportados en un plásmido, median la invasión (genes plnv) del epitelio colonico, las bacterias lisan las vacuolas fagocitadas y se replican en el citoplasma de la célula. Este proceso de destrucción de las células epiteliales con infiltración inflamatoria puede dar lugar a una ulceración colónica.^[33]

Infecciones Extraintestinales

Infección del Aparato Urinario.

La mayoría de las cepas de ***E. coli*** pueden producir infección del aparato urinario (IAU), ya que la mayoría de los bacilos Gram negativos se encuentran en el colon y contaminan la uretra, ascienden hasta la vejiga y pueden migrar hasta el riñón o la próstata. La enfermedad se relaciona con mayor frecuencia a ciertos serogrupos específicos, estas cepas son potencialmente virulentas por lo que producen adhesinas las cuales recubren la vejiga y el aparato urinario superior evitando la eliminación de las bacterias durante la micción; y hemolisina HlyA que lisa los eritrocitos más otros tipos

celulares llevando a la liberación de citosinas y a la estimulación de la respuesta inflamatoria. [33]

Meningitis Neonatal.

Escherichia coli y los estreptococos del grupo B causan la mayoría de las infecciones del SNC en los niños menores de un mes. Alrededor del 75% de las cepas de ***E. coli*** poseen el antígeno capsular K1. Este serogrupo esta habitualmente presente en el aparato digestivo de las mujeres embarazadas y los recién nacidos. Sin embargo no se conoce cuál es el mecanismo que gobierna la predilección de este serogrupo por la enfermedad en los neonatos. [33]

Septicemia.

De forma característica, la septicemia producida por los bacilos Gram negativos, proviene de las infecciones de aparato urinario o digestivo, cuando se origina una perforación gastrointestinal que provoca una infección intraabdominal. La mortalidad que se asocia a la septicemia por ***E. coli*** es elevada en pacientes cuya inmunidad esta alterada, o en los que la infección primaria se localiza en el abdomen o en el sistema nervioso central (SNC). [33, 39]

Escherichia coli y las enfermedades transmitidas por los alimentos

Las enfermedades de transmisión alimentaria tienen un gran impacto en todo el mundo. En EE.UU., según un informe del CDC, la incidencia anual de enfermedades de transmisión alimentaria asciende a 76 millones de casos, de los cuales solo 14 millones pueden ser atribuidos a patógenos conocidos. Las enfermedades de transmisión alimentaria requieren 325 mil hospitalizaciones al año, y producen, al menos 5 mil muertes. Desde 1942, el

número de patógenos, reconocidos en estos procesos se han incrementado cinco veces más. Estimaciones recientes indican que el virus de **Norwalk**, **Campylobacter jejuni**, **Salmonella**, **Escherichia coli**, y **Listeria**, entre otras (ver tabla 3) son patógenos relacionados con la ingesta de alimentos y los principales causantes de enfermedades transmitidas por alimentos. [35, 40]

Existen dos tipos principales de enfermedades relacionadas con los alimentos que son las infecciones transmitidas por los alimentos y las intoxicaciones alimentarias. Todas estas enfermedades están relacionadas con deficiencias prácticas higiénicas. Normalmente la ruta fecal-oral está implicada ya sea vehículo alimentos o agua, y estos representan la conexión vital para que el microorganismo llegue al huésped.

Escherichia coli se conoce actualmente como un importante organismo causante de enfermedad transmitida por alimentos las cepas de **E. coli** Enteropatógeno, Enteroinvasiva, y Enterotoxigénica, pueden causar diarrea. Se cree que **E. coli** O157:H7 con sus antígenos somáticos (O) y flagelar (H) específicos, ha adquirido los genes enterohemorrágicos de **Shigella**, incluidos los genes que codifican las verotoxinas de tipo Shiga. Este fenómeno originó una nueva cepa patógena, descubierta inicialmente en 1982 y ahora conocida en todo el mundo. Este patógeno se disemina por la ruta fecal-oral, y la dosis infectiva mínima es de 500 bacterias. **E. coli** Enterohemorrágica se ha encontrado en productos cárnicos como las hamburguesas y el salami, en zumos de frutas y vegetales, así como en agua no tratada. En agosto de 1997 una planta de procesamiento cárnico tuvo que retirar del mercado 11 millones de kilogramo de hamburguesas debido a que estaban contaminadas con **E. coli** O157:H7. Hace unos pocos años murió un niño en una ciudad de EE.UU., al ingerir un zumo de frutas no pasteurizado que estaba infectado por este microorganismo. [35, 40]

Los alimentos que son transportados y consumidos en su estado crudo son una importante fuente de infección alimentaria, que sigue incrementando. Preocupa especialmente cuando hay una probabilidad de contacto con agua contaminada o en algún punto entre la producción y el consumo. El problema llega a ser más crítico debido a los continuos desplazamientos de gentes y alimentos entre zonas geográficas muy diferentes.

La prevención de la contaminación de alimentos con ***E. coli*** O157:H7 es esencial desde el momento de la producción hasta su consumo. La higiene debe controlarse meticulosamente en los mataderos de mayor volumen, donde puede producirse el contacto entre la carne y el material fecal. Incluso las frutas y hortalizas deben manipularse con precaución, ya que han producido brotes de esta enfermedad por productos agrícolas de exportación. También es esencial evitar la contaminación de los alimentos por las manos y los utensilios utilizados para manipular los alimentos ya que los alimentos cocinados no pueden entrar en contacto con los alimentos no cocinados. ^[35]

Tabla 3.- Principales grupos de microorganismos que se encuentran en la carne.

Bacterias	
Gram positivas	Gram negativas
<i>Micrococcus spp.</i>	<i>Acinetobacter.</i>
<i>Staphylococcus.</i>	<i>Aeromonas, Pseudomonas.</i>
Bacterias lácticas: <i>Lactobacillaceae.</i>	<i>Alcaligenes. Enterobacteriaceae.</i>
<i>Brochotrix thermosphacta.</i>	<i>Flavobacterium. Moraxella.</i>

Un aspecto adjunto a considerar en la microbiología es el referente a los tipos de interacción que pueden establecer los microorganismos entre sí y con los seres humanos. Desde el punto de vista sanitario, los alimentos pueden ser vehículos de infecciones (ingestión de microorganismos patógenos) o de intoxicaciones (ingestión de toxinas producidas por microorganismos) graves. En este sentido se han desarrollado las técnicas de control microbiológico de alimentos. ^[41]

La importancia de los microorganismos en los alimentos es más evidente. La producción de alimentos por técnicas microbiológicas es una actividad de larga historia: los microorganismos alteran los constituyentes de los alimentos de forma que los estabilizan permitiendo su mayor duración y, además, proporcionan compuestos que confieren sabores característicos a los alimentos por ellos producidos. Este aspecto se complementa con la acción de microorganismos alterantes de los alimentos y responsables de su deterioro de forma que se hagan inaceptables por los consumidores. ^[41]

Entre las enfermedades que se transmiten a través de los alimentos se encuentran principalmente enfermedades bacterianas que fluyen con patologías gastrointestinales preferentemente, aunque no podemos olvidar enfermedades víricas y parasitarias. Entre las intoxicaciones, se producen intoxicaciones agudas de gravedad variable e intoxicaciones crónicas que conducen generalmente a problemas hepáticos. ^[5, 30, 41]

Los microorganismos que alteran la carne pueden tener acceso a la misma por infección del animal vivo (infección endógena) o por contaminación de la carne postmortem (infección exógena):

Infecciones Endógenas: Se realiza durante el sacrificio, desollado, desviscerado, separación en medias canales, cortes, desgrasado y deshuesado. Los métodos humanitarios de sacrificios minimizan la

contaminación pero van seguidos de la sangre y desuello y cuarteado de las reses haciendo incisiones que ponen en contacto las primeras fuentes de contaminación.^[42]

- Ántrax causada por ***Bacillus anthracis***, se contrae por contacto por pieles y pelo.
- Tuberculosis bovina por ***Mycobacterium bovis*** por tomar leche cruda.
- Brucelosis por ***Brucella spp.***
- Aftosa por un virus.
- Triquinosis causada por ***Trichinella spiralis*** al comer carne de cerdo cruda.^[43]

Infecciones Exógenas: La superficie externa del animal contiene gran número de contaminantes que proceden del suelo, charcos, paja y estiércol, con microorganismos que son llevados a las superficies descubiertas de la carne fresca. La temperatura de los pastos influye en la proporción de microorganismos psicrótrofos, así pues estos disminuyen en zonas tropicales. Otros agentes contaminantes podrían ser: Ganchos, cuchillos, diablos, mesas, molinos, vehículos de transporte, cajones, carretillas.^[41]

INDUSTRIA CÁRNICA

La seguridad microbiológica de los productos cárnicos se ha convertido en una gran preocupación para la industria alimentaria. La incidencia de las enfermedades transmitidas por estos alimentos, y el número de agentes patógenos involucrados se incrementan cada año, con un gran impacto económico anual debido al aumento de costos en gastos de atención médica.^[8, 44]

La industria cárnica en Venezuela, es considerada como un factor determinante tanto en la alimentación como en la economía, ya que estos

productos contienen un alto nivel de proteínas, grasas y aminoácidos; además La existencia de establecimientos dedicados al procesamiento de la carne, tanto industrias como pequeñas y medianas industrias, todas ellas compitiendo por un mismo mercado.^[44]

La calidad se refiere a los atributos deseables de un producto y a producir un producto que cumple exactamente las especificaciones del consumidor. En el sector agroalimentario son varios los elementos que diferencian la calidad de un producto:

- Su contenido nutricional (carbohidratos, proteínas, grasa, vitaminas, minerales).
- Su higiene (libre de bacterias, hongos, etc.)
- Que esté libre de sustancias nocivas (agroquímicos, hormonas, antibióticos, metales pesados, radiaciones.)
- Su inocuidad (es decir que no vayan a enfermar a la población que los consume)

De acuerdo a esto, la calidad del ganado vivo, y su carne depende del grado en que posea ciertos atributos o características que lo hagan apto para satisfacer las necesidades de los consumidores venezolanos. Es por esto que los métodos utilizados para sacrificar a los animales pueden afectar la calidad de la carne, al bienestar de los animales y a la seguridad del personal que maneja los sistemas de sacrificio.^[22; 44, 45, 46]

Según la norma COVENIN N° 435 (2000) un matadero es todo lugar apropiado para el sacrificio (faenado) de animales destinados al consumo humano y que cumple con los requisitos relativos a instalación, equipo práctico de trabajo e higiene establecidos por las autoridades competentes.^[6, 45]

Condiciones sanitarias que deben cumplir los mataderos:

Los establecimientos (mataderos industriales, mataderos frigoríficos industriales, frigoríficos industriales, salas de matanzas municipales o privadas), deberán estar aprobados y registrados por el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social hoy Ministerio del Poder Popular para la Salud. Estos establecimientos deberán estar ubicados en zonas adecuadas, deberán construirse con diseños sanitarios y disponer de los espacios adecuados, que permitan la ejecución satisfactoria de todas las operaciones, incluso la inspección y supervisión higiénico-sanitaria de la carne y subproductos. Deberá poseer una cerca perimetral que impida la entrada de otros animales que sean destinadas al beneficio. Los pisos deberán ser impermeables, anti-resbalantes y contruidos con material no tóxico, no absorbente, de fácil limpieza y desinfección, y con una inclinación suficiente de permitir el desagüe de los líquidos. Las paredes deberán ser de material impermeable y gozar de las mismas características para los pisos, además de mantener una altura apropiada para facilitar los trabajos que se lleven a cabo ^[6,44]

Las salas de matanzas, deberán poseer instalaciones adecuadas para el tratamiento de aguas residuales y su eliminación de la planta, y en todo momento deberá mantenerse limpio y en buen estado de funcionamiento, debe poseer un lugar independiente para la manipulación de las grasas procesadas comestibles, así como las operaciones de salado, curado, clasificación de los intestinos, además de locales dependientes de refrigeración y congelación, adecuados para el almacenamiento de canales. ^[6, 44, 46]

Todos los equipos y utensilios y accesorios deberán ser fabricados de material resistente a la corrosión, de material inoxidable que sea de fácil limpieza; de superficie lisa y no porosa y deberán limpiarse a intervalos frecuentes durante la jornada; limpiarse y desinfectarse al término de cada jornada de trabajo. Deberán así mismo, limpiarse o desinfectarse inmediatamente y a fondo siempre que entren en contacto con carne proveniente de animales enfermos, material infectado o contaminado. [6, 44]

En relación al diseño y construcción del equipo para el beneficio y faenado, deberán utilizarse exclusivamente para este fin y no para el corte o deshuesado ni para su ulterior preparación. En cuanto a las áreas destinadas para la faena, corte y deshuesado, preparación, manipulación y empaque o donde se almacenan las carnes no deberán utilizarse para el almacenamiento de recipientes, cestas, entre otros. [6, 44]

Productos cárnicos

La carne se define como la porción comestible de canales bovinos, borregos, cabras, cerdo y caballo; incluyendo tejido muscular y órganos. [42]

La carne y los productos cárnicos son particularmente sensibles al desarrollo de bacterias debido a su elevado contenido de agua y nutrientes. En un principio, la carne es estéril, pero cuando se corta, las superficies expuestas al aire ofrecen unas condiciones excelentes para el desarrollo de las bacterias, y la carne picada, naturalmente, está aún más expuesta; las bacterias llegan a la superficie cuando el animal es abierto en canal a través del procesado de matanza. Se multiplican en mayor o menor medida, dependiendo de las condiciones de refrigeración, luego durante el despiece y picado de la carne se redistribuyen por las nuevas superficies generadas por el corte. A través de las superficies se introducen un gran número de especies de bacterias, levaduras y hongos en el establecimiento elaborador.

Por este motivo, la higiene y un control eficaz de la temperatura en el procesado y pre-ensado manteniendo los utensilios y equipos limpios, es de vital importancia para reducir al máximo la contaminación del producto con microorganismos. ^[47]

Para asegurar la calidad sanitaria de los productos que se venden al mercado, es necesario llevar a cabo un control de calidad en un laboratorio destinado a este fin. En él se realizan diferentes análisis que garanticen el buen estado del alimento. Uno de ellos es el análisis microbiológico cuya finalidad es suministrar productos seguros o inocuos, nutritivos y apetitosos, con una vida comercial adecuada y a un precio razonable para el consumidor. ^[47]

Carne molida

Es el producto de la molienda mecánica del tejido muscular de fibra estriadas del bovino, obtenidos en condiciones higiénicas apropiadas, a partir de piezas de carne o recortes de estas piezas, acompañada o no de porciones variables de tejido conectivo, adiposo, vasos sanguíneos y ganglios, excluyendo la musculatura de la cabeza y la adherida al cuerpo o vísceras conocida como carnita y sometida a un proceso físico adecuado de conservación. ^[4] Cabe señalar que se ha demostrado que la carne molida contiene mayor cantidad de microorganismos que los cortes de carne, como los bistecs o cortes específicos. ^[15]

Clasificación

La carne molida se clasificara de acuerdo a su origen en:

Carne molida genérica: Es aquella que se obtiene a partir de diferentes piezas o recortes de diferentes piezas de carne de la canal y la cual puede

ser molida y empacada en ausencia del consumidor, en cuyo caso requiere de un registro sanitario.^[4]

Carne molida específica: Es aquella que se obtiene de una determinada pieza de la canal, la cual puede ser molida y empacada en presencia del consumidor, o molida o empacada en ausencia del consumidor, en cuyo caso requiere de registro sanitario.^[4]

De acuerdo el contenido en grasa:

- Carne molida 95% magra: Es aquella que contiene no más del 5% de grasa.
- Carne molida 90% magra: Es aquella que contiene no más del 10% de grasa.

Carne molida 85% magra: Es aquella que contiene no más del 15% de grasa.^[4]

De acuerdo a su conservación:

Carne molida refrigerada: Es aquella sometida a refrigeración y en consecuencia tiene un periodo de vida útil limitado que debe declararse en la rotulación. Se expende en el mismo sitio de elaboración.^[4]

Carne molida congelada: Es aquella sometida a un proceso de congelación rápida de manera que garantice la integridad del producto. Puede ser distribuida, almacenada, y expendida fuera del sitio de elaboración. El periodo de vida útil debe declararse en el rotulo.^[4]

Requisitos (ver tabla 4, 5 y 6).

La carne molida debe cumplir con los siguientes requisitos organolépticos:

- **Color:** Deberá ser el natural propio de la carne molida, no permitiendo la adición de ningún colorante natural o artificial.
- **Olor y Sabor:** Deberán ser los característicos de la carne molida, no deberá presentar olores ni sabores extraños. ^[4]

La carne molida refrigerada deberá mantenerse a una temperatura de conservación no mayor de 5 grados centígrados hasta el momento de entrega al consumidor. La carne molida congelada deberá mantenerse a una temperatura no mayor de menos 18 grados centígrados. ^[4]

Tabla 4.- Requisitos Químicos a nivel de planta para la carne molida.

Características	Requisitos		Método de Ensayo
	Mínimos	Máximos	
%p/p			
Humedad	60	66	COVENIN 1120
Proteína	18	20	COVENIN 1218
Grasa		15	COVENIN 1219

Tabla 5.- Criterios Microbiológicos para la carne y productos cárnicos

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por Gramo	
					n	M
Aerobios Mesófilos (30 °C)	2	3	5	2	10 ⁶	10 ⁷
Escherichia coli	5	3	5	2	50	5x10 ²
S. aureus	7	3	5	2	10 ²	10 ³
Salmonella	10	2	5	0	Ausencia/25g	-
Escherichia coli O157:H7	10	2	5	0	Ausencia/25g	-

n: Muestra; c: Número máximo permitido de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismo entre m y M., n aceptables M inaceptables.

Fuente: [48]

Tabla 6.- Requisitos Microbiológicos a nivel de planta según normas COVENIN para carne molida ¹⁴

Características	n	c	Limite mm		Método de Ensayo
Aerobias Mesófilas (UFC/g)*	5	3	10 ⁶	10 ⁷	COVENIN 902
Salmonella en 25g de muestra.	5	0	0	-	COVENIN 1291

(*) Con carácter de recomendación, según lo establecido en la norma venezolana COVENIN 409.

ANTECEDENTES DE LA HIPÓTESIS

En el año 2001, en Colombia, Piedrahita, Márquez y Máttar en un estudio realizado denominado “Detección de ***Escherichia coli*** O157:H7 en poblaciones porcinas, canal bovina y productos cárnicos”, analizaron 20 muestras de carne molida obtenidas en diferentes lugares del Municipio de Montería. Los resultados mostraron que la frecuencia de aparición de ***Escherichia coli*** O157: H7 en muestras cárnicas fue de 10% es decir 2 de las 20 muestras, al realizar la prueba de susceptibilidad las cepas reflejaron un 100% de sensibilidad a ciprofloxacina, gentamicina, ampicilina sulbactam, amikacina, cefaclor y ampicilina. Se encontró una resistencia del 89.4% a la tetraciclina y 21% a trimetoprim sulfametoxazol.^[22]

En el año 2001, Lina y col, encontraron ***Escherichia coli*** O157 a partir de productos cárnicos y lácteos artesanales empleando dos sistemas de aislamiento. Utilizando para el estudio 300 muestras de alimentos de los cuales cien (100) eran muestras de carnes crudas, obteniendo, 96 cepas presuntivas de ser ***E. coli*** O157 (32%) y un 12% de ser ***Escherichia coli*** O157:H7 respectivamente y no presuntivas de ser ***E. coli*** O157, en derivados cárnicos 18%, carne cruda 16%.^[49]

En el año 2003 en Venezuela, Villalobos en su publicación “Caracterización de cepas de ***Escherichia coli*** Enteroinvasiva en un producto cárnico, aislaron 290 cepas, de las cuales 32 (11.03%) fueron presuntivas ECEI y de éstas, Las cepas aglutinables mostraron resistencia marcada contra Amoxicilina/Ac. Clavalúnico, Gentamicina y Trimetropim/Sulfametaxol, mientras que una sola cepa presentó resistencia a la Tetraciclina. Este estudio demostró la presencia de la ECEI en el tipo de alimento examinado lo cual representa un peligro potencial si no hay una

vigilancia sanitaria tanto de los manipuladores del producto como de la temperatura y tiempo de cocción de los subproductos.^[50]

Sandoval (2005), en una publicación titulada, “Determinación de la resistencia a los antibióticos de las cepas de **Escherichia coli** aisladas de carne molida de res, procedentes de mercados municipales de la ciudad capital de Guatemala, mediante la prueba de difusión en disco”, indican que las cepas encontradas de **E. coli** presentes en la carne de bovino no mostraron en su mayoría resistencia a los antibióticos lo cual les permite utilizar eficientemente varios antibióticos en el tratamiento de las infecciones por **E. coli**. Los antibióticos a los cuales algunas si evidenciaron resistencia fueron Ampicilina (23%), Sulfisoxazol y Estreptomicina (6%). Los que presentaron menos porcentaje de resistencia o sea los más sensibles fueron; Amikacina, Gentamicina, Ceftriaxona, Ciprofloxacina, Kanamicina, Trimetoprim/ sulfametoxazol con un 100% de sensibilidad. Por tal razón estos 6 antibióticos que presentaron 100% de sensibilidad son los más recomendados en casos de infecciones por **Escherichia coli** en bovinos, porque no presentarán ninguna resistencia en el organismo a dichos antibióticos.^[51]

San Martín, Bravo, y Borie (2005) en su trabajo titulado “Evaluación de la resistencia antimicrobiana en ganado bovino en Chile”, utilizando **E. coli** como bacteria indicadora, encontraron resistencia bacteriana 86%, Los mayores niveles de resistencia se presentaron frente a oxitetraciclina, enrofloxacino, ciprofloxacino y ceftiofur, sulfametoxazol/Trimetoprim. Evidenciaron un alto porcentaje de multirresistencia siendo el perfil enrofloxacino / ciprofloxacino / oxitetraciclina / ceftiofur el más observado 46%. Concluyen que el ganado de leche como el de carne de la Región Metropolitana no estaba ajeno a la problemática mundial de resistencia

bacteriana, situación que también ha sido reportada en otras regiones del país. ^[19]

Martínez y Platero (2007), en su trabajo titulado “Determinación de *Escherichia coli* O157:H7 en carne molida de res cruda, comercializada en supermercados del área metropolitana de San Salvador”. Ellos indican que existe una gran variedad de microorganismos en las muestras de carne molida de res cruda distribuida en los supermercados de Súper Selectos. Se encontraron *Enterobacter cloacae* 26%, *Escherichia coli* 17%, *Pseudomona spp.* 17% y menos del 8% en *Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Salmonella pullorum* y *Pseudomonas aeruginosa*; respectivamente pero no se encontró *Escherichia coli* O157:H7. La causa por la cual se encuentran presentes estos diferentes tipos de bacterias, se debe a la alta contaminación que se somete la carne desde el mantenimiento de la res en los campos, mataderos, procesamiento y manipulación de la carne hasta llegar al consumidor. ^[12]

En un trabajo realizado en el año 2012 titulado “Determinación de *Escherichia coli* e identificación del serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena”, el análisis microbiológico de las 60 muestras de carne de cerdo comercializadas en los distintos supermercados de la ciudad de Cartagena de Indias indicó que el 60% (36 muestras) resultó contaminado con *E. coli*, considerándose un alimento con calidad microbiana deficiente como materia prima de consumo, lo cual es preocupante debido a que la contaminación del producto puede ocasionar riesgo a la salud de las personas que consumen este tipo de alimento, poco cocido. El 40% (24 muestras) restante correspondió a muestras con baja concentración del microorganismo, que se encuentran dentro del rango de aceptabilidad. ^[52]

En el año 2013 en Lima, Guerrero et al, enfocaron su trabajo a la vigilancia de ***E. coli*** O157: H7 en Alimentos y aguas. Tomaron 309 muestras provenientes de alimentos, la cual 32 resultaron positivas para ***E. coli*** de 32 cultivos de ***E. coli*** evaluados, tres (3) cultivos fueron positivos para ***E. coli*** O157:H7, correspondiendo a carne molida (4%). la carne puede representar un vehículo de alto riesgo en la transmisión del patótipo de ***E. coli*** O157:H7 al hombre, por contaminación cruzada o por mal cocimiento^[53]

Por otra parte en México, Delgado et al. (2009) trabajaron en la incidencia de ***Escherichia coli*** O157:H7 en carne molida de res de un mercado de San Luís Potosí, evaluaron la calidad sanitaria de carne molida de res en 10 establecimientos que se expende de un centro de distribución de alimentos de la ciudad de San Luís Potosí, Se encontró ***E. coli*** O157:H7 en una muestra de un establecimiento (incidencia de 10%), su presencia se confirmó a partir de colonias obtenidas, tanto por el método de enriquecimiento, como por el método directo, lo cual indica que no hay diferencia importante en cuanto a la sensibilidad de los métodos empleados para detectar ***E. coli***.^[15]

Hipótesis

En la carne molida que se expenden en el Municipio Campo Elías del Estado Mérida se encuentran presentes cepas de ***Escherichia coli*** con perfiles de resistencia a antimicrobianos.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la presencia de cepas de ***Escherichia coli*** resistentes a antimicrobianos en muestras de carne molida expendidas en el Municipio Campo Elías del Estado Mérida.

Objetivos Específicos.

- Cuantificar la presencia de cepas de coliformes en muestras de carne molida, mediante el método de cultivo en superficie, en medio de cultivo MacConkey.
- Aislar e identificar cepas de ***Escherichia coli*** a partir de las muestras de carne molida sembradas en el agar MacConkey.
- Evaluar la resistencia antimicrobiana en las cepas de ***Escherichia coli*** aisladas e identificadas.

MATERIALES

Población y Muestra

Información General del Municipio Campo Elías

El Municipio Campo Elías conforma junto con el Libertador y Santos Marquina la mayor conglomeración urbana del estado Mérida (ver anexo 4). El municipio es el tercero del estado en cuanto a población, su capital es la ciudad de Ejido. Este Municipio está situado en la parte central del Estado Mérida. El municipio limita:

- **Norte:** El Municipio Andrés Bello y Caracciolo Parra Olmedo.
- **Este:** El Municipio Libertador.
- **Sur:** Los Municipios Aricagua y Arzobispo Chacón.
- **Oeste:** El Municipio Sucre.

En el presente trabajo definimos como población muestral 5 carnicerías seleccionadas al azar presentes en el casco central del Municipio Campo Elías del Estado Mérida.

Se tomó como muestra representativa, en cada una de las cinco carnicerías seleccionadas al azar 1 porción de 50 gramos de carne cruda molida específica bovina refrigerada (ya estaba molida en la bandeja del exhibidor del refrigerador). Las muestras adquiridas en cada uno de los establecimientos seleccionados, se identificaron con un número, el tipo de carne que era en este caso carne molida específica refrigerada, lugar, día y hora. La cantidad de muestra analizada fue de 10 gramos del producto, obtenido de manera aséptica y mantenidos en bolsas con cierre hermético bajo refrigeración hasta su traslado al Laboratorio de Microbiología Aplicada de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis

Medios de cultivos.

En el análisis microbiológico se utilizaron medios de cultivos deshidratados comerciales marca Oxoid, así como los medios preparados directamente por el fabricante. En el caso de los medios deshidratados, se esterilizaron a 15 PSI de presión y 120 °C, durante 15 minutos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Reactivos

Todos los reactivos que se emplearon fueron de grado analítico.

www.bdigital.ula.ve

METODOLOGÍA

Tratamiento de la muestra

Se pesaron 10 gramos de cada una de las muestras de carne a analizar y se diluyeron en 90mL de agua peptonada al 0,1 % para obtener de esta manera una dilución 1/10. Seguidamente se procedió a licuarlo en una licuadora marca Oster con envase de vidrio estéril por un periodo de 5 minutos. Posteriormente a partir de la dilución 1/10 se tomaron 1mL y se añadió en un tubo con 9mL de agua peptonada al 0,1% obteniéndose la dilución 1/100. ^[54]

Cuantificación del número de bacterias del grupo Coliformes presentes en muestras de carne molida.

Se tomó 0,1 ml de cada una de las diluciones realizadas, y se colocaron en la superficie del medio de cultivo agar MacConkey extendiendo el inóculo uniformemente con una varilla acordada estéril, por toda la superficie del medio de cultivo permitiendo que las bacterias diseminadas en la superficie del medio formaran colonias aisladas. Se incubó a 44,5 grados centígrados, durante 24-48 horas. Finalizado el tiempo de incubación se contó el número de colonias con características de coliformes y se expresó los resultados en unidades formadoras de colonias (UFC) por mL. ^[54]

Identificación de *Escherichia coli*.

Se confirmó la presencia de *Escherichia coli* basándonos en las colonias que crecieron en el medio de cultivo agar MacConkey, (ver anexo 1) las placas se incubaron a 44,5 grados centígrados durante 24 horas. Observándose las colonias típicas de color rosado o rojas rodeadas de un halo opaco de precipitación de sales biliares; a estas colonias se les pudo observar un brillo verde metálico cuando se observaron con luz refleja. ^[30]

Posterior a esto se realizó la coloración de Gram para la observación de la morfología bacteriana. Luego de este paso se procedió con las pruebas bioquímicas sembrando en medios como Kligler, LIA, MIO, Citrato, Urea, O/F.^[29]

Pruebas API 20E.

Los sistemas miniaturizados API son métodos rápidos que permiten la identificación de microorganismos a través de la realización de diferentes pruebas bioquímicas.

La galería API 20E permite la identificación de microorganismos perteneciente al grupo de las enterobacterias y de otros bacilos Gram negativos, es una galería conformada por 20 test bioquímicos y una base de datos. Una de las ventajas de esta prueba es que permite realizar diferentes pruebas bioquímicas a la vez, es rápido y eficaz (ver anexo 2).^[30, 55] En nuestro caso se utilizó la galería API 20E Biomerux para la confirmación e identificación de género y especie del patógeno ***Escherichia coli***.

Determinación de los perfiles de resistencia antimicrobiana de las cepas de *Escherichia coli* identificadas

Los patrones de resistencia a los antibióticos de las cepas de ***Escherichia coli*** aisladas e identificadas se determinaron por la técnica de Kirby-Bauer, de acuerdo a las normas que aparecen en la guía M2-A10 del *Clinical Laboratory Standards Institute* (CLSI).^[56] Par lo cual se preparó una suspensión bacteriana equivalente al patrón de McFarland 0,5 en solución salina fisiológica. Posteriormente el inóculo se sembró en agar Mueller Hinton (MH)^[31] y se colocaron sobre su superficie, discos de Cefotaxime (**CXT**), Amoxicilina/Clavúlanico (**AMC**), Ceftazidime (**CAZ**), Meropenen (**MER**), Imipenen (**IMI**) y Cefoxitim (**FOX**).^[56] Se incubaron durante 48 horas a 37°C.

Una vez finalizada la incubación se llevó a cabo la lectura e interpretación de los resultados basándonos en el Performance Standards For Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Fourth Informational Supplement (*ver anexo 3*).^[57] Como control se utilizó la cepa de ***Escherichia coli*** ATCC 29212.

Análisis Estadísticos.

Los datos fueron agrupados en rangos y los análisis estadísticos de media, desviación estándar, varianza y error típico para los datos numéricos obtenidos, se realizaron utilizando el programa Excel de Microsoft Office 2010.^[58]

www.bdigital.ula.ve

DISEÑO EXPERIMENTAL

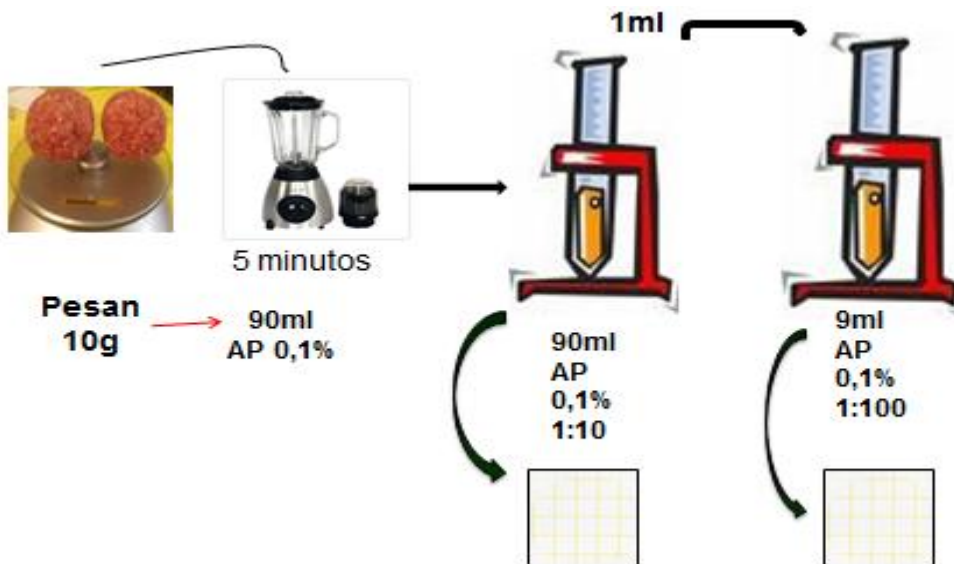


Figura 4.-TRATAMIENTO DE LA MUESTRA DE CARNE MOLIDA

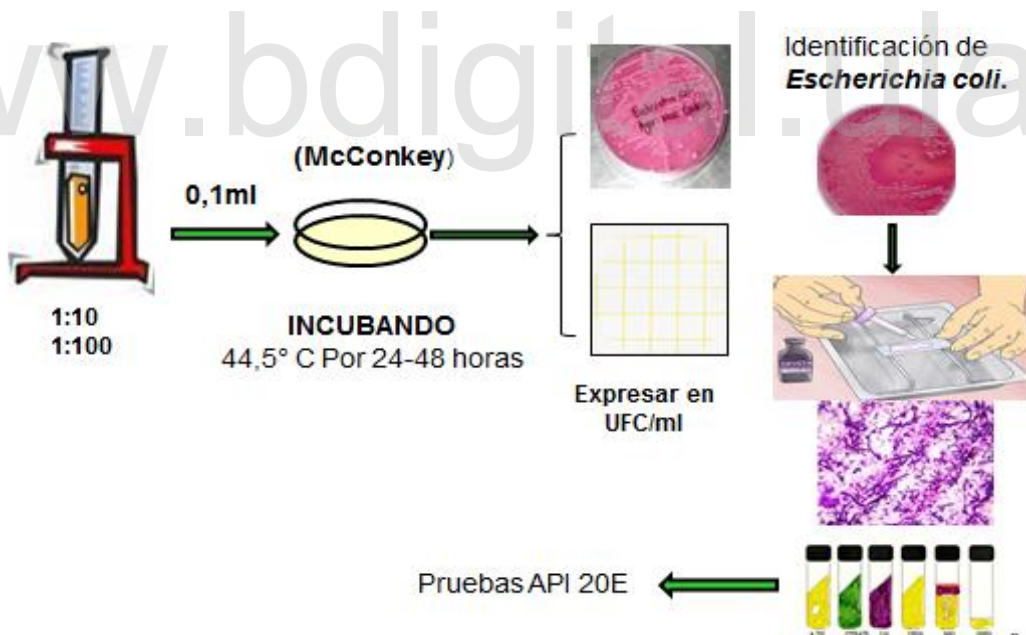
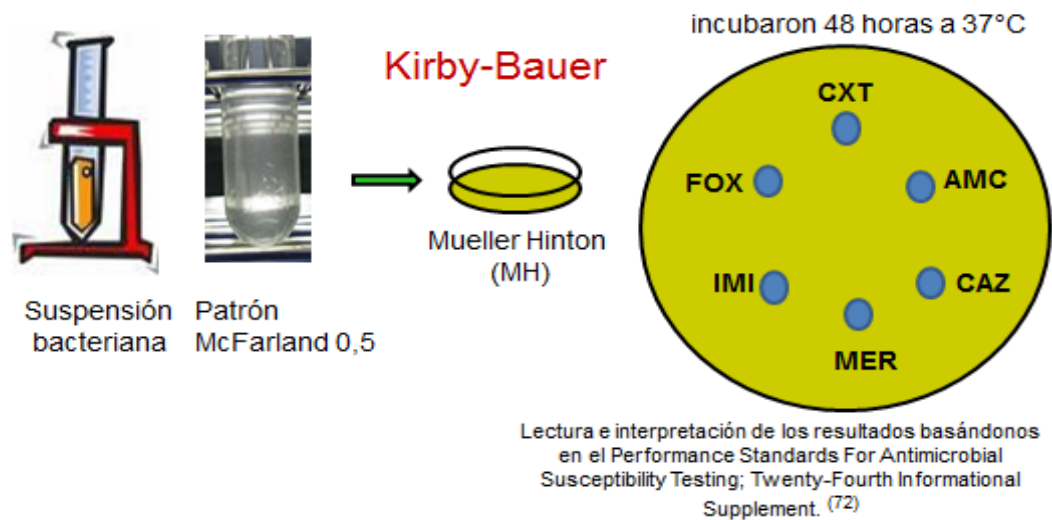


Figura 5.-DETERMINACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL NÚMERO DE CEPAS DE *Escherichia coli*



Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)

Normas de funcionamiento de Pruebas de Susceptibilidad Antimicrobiana; Suplemento Vigésimo Cuarta Informativo

FIGURA 6.-PRUEBA DE RESISTENCIA O SUSCEPTIBILIDAD A ANTIBIÓTICO

RESULTADOS

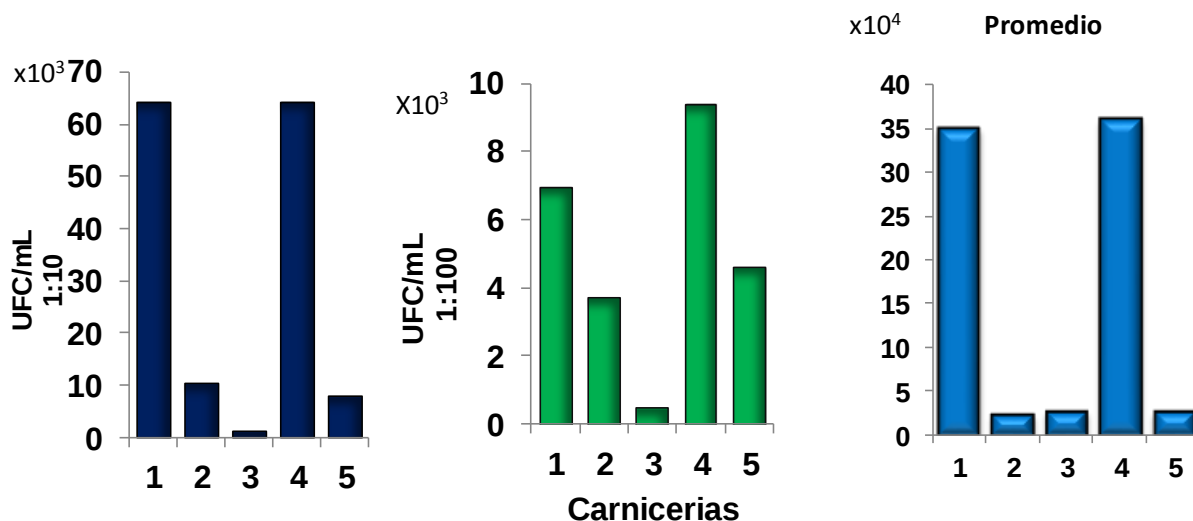
Los resultados obtenidos de la cuantificación de coliformes de las muestras de las carnes molidas obtenidas en las cinco (5) carnicerías del Municipio Campo Elías del Estado Mérida, se indican en la tabla Nro. 7.

Al observar los datos indicados en la tabla Nro. 7 se puede señalar que los valores promedios obtenidos en referencia al número de coliformes encontrados fueron $3,5 \times 10^5$; $2,3 \times 10^4$; $2,7 \times 10^4$; $3,6 \times 10^5$ y $2,6 \times 10^4$ UFC/ml respectivamente para cada una de las muestras de carnes molida obtenidas en las carnicerías estudiadas (Ver Tabla 7 y Grafica 1).

Tabla 7.- Cuantificación del número de células de bacterias coliformes presentes en las muestras de carne molidas expendidas en carnicerías del Municipio Campo Elías del Estado Mérida- Venezuela.

Muestras	1	2	3	4	5
PROMEDIO UFC/mL	$3,5 \times 10^5$	$2,3 \times 10^4$	$2,7 \times 10^4$	$3,6 \times 10^5$	$2,6 \times 10^4$
Estadígrafos de la cuantificación de bacterias coliformes.					
Mínima	Máxima	Media	DE	Varianza	Error Típico
2.361,00	366.720,00	145.823,00	196.147,38	30.779.035.286,40	217.851,04

UFC/mL: Unidades Formadoras de Colonia por mililitros de solución. DE: Desviación Estándar.



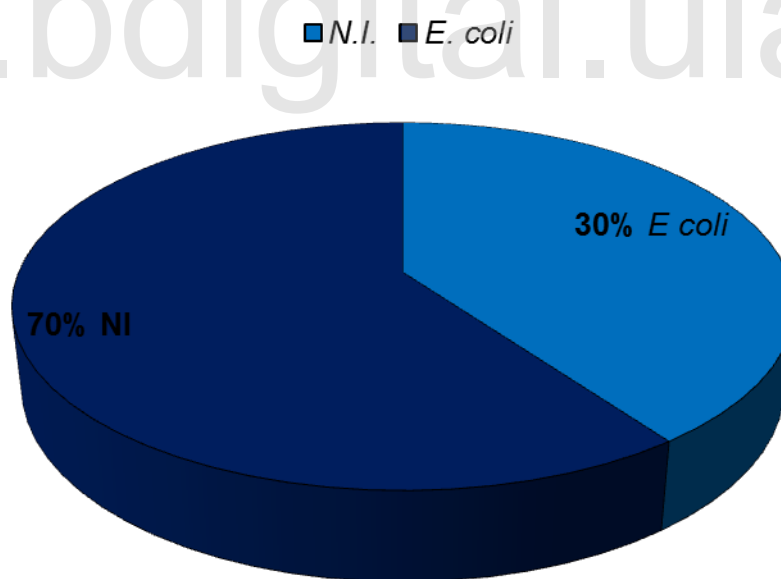
Grafica 1 Recuento de coliformes en las muestras de carne molida en las carnicerías del Municipio Campo Elías del Estado Mérida-Venezuela.

www.bdigital.ula.ve

Realizada la coloración de Gram para observar la morfología bacteriana de las colonias que se pudieron aislar, así como las respectivas pruebas bioquímicas individuales y las contenidas en la galería API 20E, se logró aislar e identificar 3 cepas de *Escherichia coli*, de un total de diez (10) cepas sospechosas de ser *E coli*, lo cual represento un 30% de cepas identificadas como *Escherichia coli*. (Ver Tabla 8 y Grafica 2).

Tabla 8.- Identificación de cepas de *E. coli* en las muestras de carne molida expendida en el Municipio Campo Elías del Estado Mérida-Venezuela

Cepas Bacteriana	<i>Escherichia coli</i>
1.1	Negativa
1.2	Positiva
2.1	Negativa
2.2	Positiva
3.1	Negativa
3.2	Negativa
4.1	Negativa
4.2	Negativa
5.1	Negativa
5.2	Positiva



Grafica 2.- Porcentaje de cepas *Escherichia coli* identificadas procedentes de muestras de las carnes cruda molida.

Por último, los resultados obtenidos referentes a los perfiles de resistencia antimicrobiana de las cepas de *Escherichia coli* identificadas se detallan en la tabla Nro. 9.

Al analizar los datos de la tabla Nro. 9 podemos señalar que las 3 cepas fueron sensibles a todos los antibióticos ensayados.

Tabla 9.- Antibiograma realizado a las diluciones de las Muestras de Carne

Antibiótico	Cepas de <i>Escherichia coli</i>		
	1	2	3
CXT	Sensible	Sensible	Sensible
AMC	Sensible	Sensible	Sensible
CAZ	Sensible	Sensible	Sensible
MER	Sensible	Sensible	Sensible
IMI	Sensible	Sensible	Sensible
FOX	Sensible	Sensible	Sensible

Cefotaxime (**CXT**), Amoxicilina/Clavulánico (**AMC**), Ceftazidime (**CAZ**), Meropenen (**MER**), Imipenen (**IMI**) Cefoxitim (**FOX**)

DISCUSIÓN

En la cuantificación de bacterias coliformes se pudo evidenciar la presencia de una gran cantidad de bacterias del grupo de coliformes, lo cual se corresponde por lo señalado por diversos investigadores, sobre todo cuando no se guardan las medidas de salubridad e higiene en la manipulación y almacenamiento de la carne, tanto a nivel de los mataderos, frigoríficos y carnicerías, y como era de esperarse de allí se pudieron aislar cepas de ***E. coli***.

De las muestras de carne molida se pudieron aislar e identificar 3 cepas como pertenecientes a la especie ***Escherichia coli***, lo que represento un 30% del total de las cepas aisladas, resultados que superan a los obtenidos por Piedrahita y col, (2001) en Colombia, los investigadores refieren que de las veinte (20) muestras de carne molida procesadas dos (2) resultaron ser ***Escherichia coli O157:H7*** representando un 10%, los autores refiere que la frecuencia de aparición de ***Escherichia coli O157: H7*** en productos cárnicos para consumo humano son altas en el departamento de Córdoba; sin embargo en este trabajo no se realizó la identificación de los patógenos de este microorganismo.^[22]

Siguiendo el mismo orden de ideas, los resultados obtenidos en el presente trabajo fueron muy similares a los obtenidos por Lina y col (2001), ellos encontraron que en las carnes crudas, existían cepas de ***Escherichia coli O157:H7*** en un 24%.^[49]

La presencia de ***Escherichia coli*** en el presente estudio aunque se detectó en la mayoría de carnicerías estudiadas, su confirmación e identificación solo fue posible en tres sitios, lo que representó un 30 % del total de carnicerías evaluadas. Este resultado es mucho menor al obtenido en el año 2003 por Villalobos, donde analizaron 124 muestras de carne

molida procedentes de diferentes carnicerías ubicadas en Cumana, de estas muestras se pudieron aislar 290 cepas bacterianas con las características de ser ***Escherichia coli***, de las cuales 32 (11.3%) fueron confirmadas por pruebas bioquímicas de ser ECEI, la autora describe que lo anteriormente expuesto indica que no existe vigilancia de las condiciones sanitarias en las que se venden estos productos siendo el hombre un reservorio de ECEI, en consecuencia, la fuente principal de contaminación de los productos pudiese ser el personal que manipula los mismos. Estos mismos autores también determinaron los perfiles de resistencia antimicrobiana en las cepas aisladas, encontrando que la mayoría eran resistentes a la amoxicilina/ac. clavalúnico, gentamicina y trimetropim/sulfametaxol, mientras que 1 sola cepa presentó resistencia a la tetraciclina. Resultado que difieren marcadamente a los obtenidos en la presente investigación donde las cepas de ***Escherichia coli*** no mostraron resistencia a los antibióticos expuestos.^[50]

Al realizar la evaluación de la resistencia antimicrobiana a las cepas de ***Escherichia coli*** aisladas e identificadas, se logró determinar que el 100% fueron sensibles a los antibióticos ensayados, dichos resultados son similares a los de Sandoval (2005), el autor analizo 100 muestras de carne molida de res, de las carnicerías de los mercados municipales de la ciudad capital de Guatemala, en el cual las cepas de ***Escherichia coli*** presentes en la carne de bovino no mostraron en su mayoría resistencia a los antibióticos, solo un 6% a Sulfisoxazol y Estreptomicina, y un 23% a ampicilina.^[51]

En el año 2001, Piedrahita et al, relatan que al realizar la prueba de susceptibilidad a las cepas de ***Escherichia coli*** aisladas en su estudio, reflejaron un 100% de sensibilidad a ciprofloxacina, gentamicina, ampicilina sulbactam, amikacina, cefaclor, ampicilina; resultados similares a los encontrados en el presente estudio.^[22]

Nuestros resultados superan a lo descrito por Martínez y Platero (2007), ellos encontraron la presencia de ***Escherichia coli*** en un 17% de las carne de res cruda de los supermercados de San Salvador. Al mismo tiempo coincidimos en que la causa por la cual se encuentran presentes en las carnes estos patógenos y la carne pudiera ser vehículo de ellos para producir enfermedades en los humanos, se debe a la alta contaminación a la que es sometida la carne desde el mantenimiento de las reses en los campos, mataderos, procesamiento conservación y manipulación de la carne hasta llegar al consumidor. ^[12]

En el presente estudio se pudo detectar la presencia de ***Escherichia coli*** un microorganismos de contaminación fecal, ***E. coli*** se puede utilizar como indicador sanitario para detectar y medir la contaminación fecal en la evaluación de la seguridad de los alimentos, lo cual nos indica que la carne molida que se expende en las carnicerías del Municipio Campo Elías deben ser consumidas luego de una buena cocción. A similares resultados llegaron Franco y col, (2013) en la ciudad de Cartagena en Colombia, donde analizaron 60 muestras de carne de cerdo comercializadas en 20 supermercados de alta concurrencia de la ciudad de Cartagena. Reportaron que el 60% (36 muestras) estaban contaminadas con ***E. coli***, aunque el tipo de muestra difiere en el estudio con el de nosotros la carne de cerdo se considera un alimento con calidad microbiana deficiente como materia prima de consumo, lo cual es preocupante debido a que la contaminación del producto puede ocasionar riesgo a la salud de las personas que consumen este tipo de alimento, poco cocido. ^[52]

CONCLUSIONES

En las 5 muestras de carne molida analizadas de las 5 carnicerías del Municipio Campo Elías del Estado Mérida, se pudo demostrar la presencia de ***Escherichia coli*** en tres de ellas, lo que representa un 30% del total de carnicerías estudiadas.

De igual forma, se logró aislar un total de 10 cepas bacterianas, de las cuales 3, (30%) resultaron ser ***E. coli***

De las cepas de ***Escherichia coli*** identificadas, todas resultaron ser sensibles a los antibióticos ensayados.

Aun cuando los resultados en la presente investigación no mostraron resistencia a los antibióticos, cepas de ***E. coli*** que no muestren ser resistentes a antibióticos son motivo también de preocupación por cuanto pueden originar en los grupos poblacionales más sensibles (niños menores de 5 años, personas mayores de 65 años, e inmunocomprometidos) brotes diarreicos, colitis hemorrágicas y Síndrome Urémico Hemolítico caracterizado por anemia hemolítica y trombocitopenia, causando graves lesiones renales crónicas, en general benignas, pero en algunos casos fatales o este tipo de complicaciones son difíciles de tratar.

Los altos valores de coliformes detectados en todas las carnicerías analizadas, demuestran una falta de higiene de las mismas, lo cual supone un riesgo de posible transmisión de bacterias patógenas

Finalmente no se pudo demostrar completamente la hipótesis del trabajo, ya que aunque se pudo detectar, aislar e identificar cepas de ***Escherichia coli***, las mismas fueron sensible a los antibióticos ensayados

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, y a los diversos estudios planteados podemos dar las siguientes recomendaciones:

Aumentar el número de muestras, y seguir con detalle el proceso analítico abarcando otras áreas de la ciudad de Mérida no exploradas.

Elaborar un programa de saneamiento específico y acorde en la cadena de producción cárnica, donde se establezca el cumplimiento riguroso de medidas sanitarias con la participación activa de las autoridades competentes monitoreando la condición microbiológica del proceso ya que las carnes representa el principal alimento de la población.

Se recomienda a los lugares de expendio de carnes a nivel nacional, que implanten una evaluación microbiológica periódica de sus proveedores de materia prima cárnica, de manera de verificar si cumplen con las normas sanitarias y buenas prácticas de fabricación, para procurar una materia prima de mejor calidad microbiológica.

Los entes gubernamentales deben abocarse a la vigilancia del cumplimiento de las normas, tales como programas sanitarios y buenas prácticas de fabricación y de manipulación de alimentos.

Es obligatorio formar un grupo de trabajo junto con las autoridades sanitarias y la producción ganadera para seguir con detalle las investigaciones futuras que se planteen y así obtener mejores resultados referentes a la calidad sanitaria de los productos cárnicos. Así mismo es importante aplicar programas educativos a los empleados de las carnicerías con el fin de mejorar la calidad de las carnes y evitar la propagación de las enfermedades transmitidas por los alimentos ya que pudieran generar un impacto a nivel de salud pública.

Aunque no se detectaron los serotipos de ***E. coli***, ni otros patógenos es importante el monitoreo periódico de la materia prima que se adquiere, y en lo animales de suministro para verificar si estos son reservorios para este patógeno y algunos otros.

Deben implementarse mejoras en el procesamiento, transporte y almacenamiento de las carnes de manera que no representen un riesgo para la salud. La bacteria ***Escherichia coli*** es un indicador de contaminación fecal, esto representa para la población un riesgo de contraer una enfermedad transmitida por los alimentos. Igualmente las empresas alimentarias deben cumplir con los criterios de seguridad alimentaria relativos a ***E. coli*** en los alimentos de mayor riesgo, establecidos por las normas COVENIN.

Como complemento deben aplicarse las medidas de prevención y control en las explotaciones, durante el sacrificio y la transformación de los alimentos, es importante aplicar las buenas prácticas de higiene y los programas de análisis de peligros y puntos de control crítico.

En el hogar se recomienda seguir unas buenas prácticas de higiene y manipulación en la preparación y cocinado de los alimentos para prevenir su contaminación por microorganismos como ***Escherichia coli***.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Pereda, J.** Utilización de la ultra alta presión por homogenización como alternativa al tratamiento de pasteurización para la obtención de leche de consumo. [Tesis Doctoral]. s.l. : Bileterra (Cerdanvola del Vallés), 2008.
2. **Escalante, A, et al,** Sistemas Combinados de Conservación para Prolongar la Vida Útil de la Carne y los Productos Cárnicos. 2, 2008, NECAMEH, Vol. 2, págs. 124-159.
3. **Galván Bautista, Adriana, Rosales Garnica, Adriana y Juan, y Díaz Vela.** Estudio comparativo sobre los microorganismos presentes en la carne molida proveniente de una cadena de supermercados y mercados en el Municipio de Ecatepec. NACAMEH Vol. 5, No. 1, pp. 1-9, 2011, Mexico : s.n., NACAMEH Vol. 5, No. 1, pp. 1-9, 2011, NACAMEH Vol. 5, No. 1, pp. 1-9, 2011, Vols. NACAMEH Vol. 5, No. 1, pp. 1-9, 2011. ISSN: 2007-0373.
4. **COVENIN** . Norma Venezolana COVENIN Carne Molida 2301-85. 1985.
5. **Gay JFR, Flores BRI.** Agentes Patógenos (Bacterias) en carne de Bovino: Un reto en la Inocuidad Alimentaria Calzada del Hueso No. 1100,. Col. Villa Quietud, Coyoacán, México, D.F. C.P. : s.n.
6. NORMAS COVENIN MATADERO 435. **COVENIN.** 2000.
7. **Jurado H, Moltalvo C, Ramirez C, Bolivar GV.** Efecto de Bioconservacion de carne molida de cerdo, tipo hamburguesa con Lactobacillus acidophillus cepa ATCC 4356 y Staphylococcus carnosus NRRLO2. s.l. : Escuela de Ingeniería de Alimentos. Universidad del Valle.

8. **Quintero Lerie S, Quevedo Parra k.** Calidad, Efecto De Ácidos Orgánicos En La Microbiológica De La Carne De Res Subsecuentemente Convertida En Carne Molida [Trabajo de Grado]. Maracaibo : Universidad del Zulia, Abril de 2005.

9. Estudio de caso – Enfermedades Transmitidas por Alimentos en El Salvador. **G, Calderón.** s.f.

10. Manual de Organizacion y Procedimientos Procedimiento para el Sacrificio de Ganado Bovino. **Direccion de Industrializacion Agropecuaria** . Municipio de Juarez : s.n., 2010, págs. 1-5. MOP-SPB-08.

11. **Cabrera Maldonado C, León Tello G, Tejeda Trujillo F Ramírez Juárez B, Flores Encarnación M.** Estudio Preliminar para Investigar *Salmonella* sp., y *E. coli* O157:H7 en carne molida de res, de venta en supermercados en la ciudad de Puebla, Mexico. 2, Puebla-Mexico : s.n., 2013, Area VI. Biotecnología y Ciencias Alimentarias: Nota Científica, Vol. 26. ISSN. 2007-7521.

12. **MARTÍNEZ MAZARIEGO SM, PLATERO REYES LA.** Determinación De *Escherichia coli* O157:H7 En Carne Molida De Res Cruda, Comercializada En Supermercados Del Área Metropolitana De San Salvador, Período 2007.[Tesis De Pregrado]. San Salvador, El Salvador, Centro América : s.n., 2007.

13. **Cardozoa L, Martíneza RE, Fengb P, Villalobosa LB.** Primer aislamiento de *Escherichia coli* no O157 productor de toxina Shiga en carnes bovina y porcina en Venezuela. 2012, Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología, Vol. 32, págs. 107-111.

14. **Tortora Gerard J, Funke Berdell R, Cose Christine L.** Introduccion a la Microbiologia. Buenos Aires : Medica Panamericana, 2007.

15. **Delgado Portales RE, Rosales Sierra A, Ramírez Télles JA.** Incidencia De *Escherichia coli* O157:H7 En Carne Molida De Res De Un Mercado De San Luís Potosí. Mexico : Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luís Potosí., 2009, págs. 90-92.

16. **Arias Echandi ML, Antillón F** Contaminación microbiológica de los alimentos en Costa Rica. Una revisión de 10 años.. San Jose- Costa Rica : Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica., 2000, Vol. 11, págs. 113-122.

17. **Chabela ML, Legaterra I, Alquicira E.** Determinacion de Microorganismos Patogenos e Indicadores en Carne de Bovino que se Expenden en los supermercados de la Ciudad de Mexcio. 2, 2008, NECAMEH, Vol. 2, págs. 188-194.

18. **Peña Y, Castillo V, Zagovalov T** Estudio de Suceptibilidad Antimicrobiana en cepas de *Salmonella* sp aisladas de alimentos.. 2, La Habana : s.n., 2008, Vol. VII.

19. **San Martín B, Bravo V, Borie C.** Evaluación de la resistencia antimicrobiana en ganado bovino en Chile, utilizando *E. coli* como bacteria indicadora. 2, s.l. : Arch. Med. Vet., 2005, Vol. 37, págs. 117-123.

20. **Bravo VJB, Villalobos de Bastardo LB.** *Escherichia coli* Enterohemorrágica en productos cárnicos comercializados en el mercado municipal de Cumaná, Venezuela. 2, Caracas : s.n., 2002, Rev. Soc. Ven. Microbiol, Vol. 22. ISSN 1315-2556.

21. **Reyes M, Durán C, Prado V.** Perfil de susceptibilidad a los antimicrobianos en cepas de *E coli* productoras de Shiga toxina (STEC) aisladas de infecciones humanas y de alimentos. Chile : s.n., 2004, Rev Méd Chile, Vol. 132, págs. 1211-1216. ISSN 0034-9887.

22. **Piedrahita D, Márquez T, Máttar S.** Detección de *Escherichia coli* O157: H7 en poblaciones porcinas, canal bovina y productos carnicos en el departamento de Córdoba. (2), CÓRDOBA : s.n., Marzo - Septiembre; de 2001, MVZ-CÓRDOBA, Vol. 6, págs. 119-126.

23. **Narváez CA, Parra KC, Huerta Leidenz N, Rodas González A, De Moreno Arenas L.** Aislamiento De *Salmonella* y *Escherichia Coli* Patógenas Durante El Procesamiento De Hamburguesas En Una Pequeña Planta De Maracaibo, Venezuela. 6, Maracaibo Estado Zulia : s.n., 2005, Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XV, Nº 6, 551 - 559, 2005, Vol. XV, págs. 551 - 559.

24. **AM, Rebolledo.** Calidad Sanitaria de Hamburguesas de Carne de Res Expendidas en Locales Ambulantes del Municipio Libertador del Estado Mérida. [Tesis Licenciatura]. Estado Mérida : s.n., 2008.

25. **Narváez Bravo CA, Carruyo Núñez G, Moreno M, Rodas González A, Hoet AE, Wittum TE.** Aislamiento de *Escherichia coli* O157:H7 en muestras de heces de ganado bovino doble proposito del Municipio Miranda Estado Zulia Venezuela. 3, Maracaibo, Estado Zulia. : s.n., 2007, Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVII, Nº 3, 239 - 245, 2007, Vol. XVII, págs. 239 - 245.

26. **AE., Caballero Torres.** Higiene de los Alimentos. La Habana : Ciencias Médicas, 2008. págs. 3-18.

27. **Cuevas López OF, León Jiménez EJ, Chaidez MI, Quiroz C.** Detección y Resistencia a Antibióticos de *Escherichia coli* y *Salmonella* en agua y suelo agrícola. 2, s.l. : Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. México, 2009, Revista Fitotecnía Mexicana; Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica, Vol. 32, págs. 119-126. ISSN 0187-7380.

28. **P., García Rodríguez.** Prácticas de Laboratorio: Control de Calidad de Productos Cárnicos. s.l. : Innovación y Experiencias Educativas, 2008.

29. **NORMA VENEZOLANA COVENIN 1104-1996 2da Revision.** Determinación del Número más Probable de Coliformes. Coliformes fecales y *Escherichia coli*. s.l. : FONDONORMA, 1996. ISBN-980-06-1693-3.

30. **ANMAT FEDERAL.** Análisis Microbiológico De Los Alimentos, Metodología Analítica Oficial, Microorganismos Patógenos. s.l. : Ministerio de salud Presidencia de la Nación, 2011. Vol. 1.

31. **García E, Pérez N, Riera C, Velasco J.** Manual Práctico de Bacteriología General. Mérida : Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Cátedra de Bacteriología ULA, 2001. págs. 34- 39.

32. **NEKAZARITZAKO E, SEGURTASUNERAKO E, FUNDAZIOA.** *Escherichia coli*. [ed.] Fundación Vasca para la seguridad Agroalimentaria. s.l. : elika, 2013, págs. 1-5.

33. **Murray PR, Rosenthal KS, Pfaller MA.** Microbiología Médica. 6. 2009.

34. **Teresa Lezcano ME, Damus M.** Determinación de *Escherichia coli* O157:H7 en productos cárnicos de mercados de la Ciudad de Encarnación.

6, Encarnacion-Paraguay : Universidad Nacional de Itapúa Encarnacion Paraguay, 2012, Vol. 6.

35. **Hill Mc Graw, M Prescott, Lansing Harley, Jhon P, A Donald klein.** Microbiologia. s.l. : Interamericana, 2004. ISBN 84-486-0525X.

36. **Rivas M, Miliwebsky E, Chinen I, Deza N, Leotta GA.** Epidemiologia del Síndrome Uremico Hemolítico en Argentina. Diagnostico del agente etiológico, reservorios y vías de transmisión. III, Buenos Aires : Servicio Fisiopatología, Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas – ANLIS “Dr. Carlos G. Malbrán”, Buenos Aires, 2006, MEDICINA (Buenos Aires), Vol. 66, págs. 27-32. ISSN 0025-76287.

37. **Toma C, Martínez Espinosa E, Miliwebsky E, Chinen I, Iyoda S Iwanaga M, Rivas M.** Distribution of Putative Adhesins in Different Seropathotypes of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli*. 11, Buenos Aires-Argentina : American Society for Microbiology., 2004, JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY, Nov. 2004, p. 4937–4946, Vol. 42, págs. 4937–4946. DOI 10.1128/JCM.42.11.4937-4946.2004..

38. **Lezcano MT, Damus ME.** Determinación de *Escherichia coli* O157:H7 en productos carnicos de mercados de la ciudad de Encarnacion. 6, Paraguay : s.n., 2012, Vol. 6.

39. **Mendoza IA, Bayona RM, Plaza Ada.** Determinación de *Escherichia coli* O157 a partir de productos carnicos y lacteos artesanales empleando dos sistemas de aislamiento. 1, Bogotá Colombia : s.n., 2001, Revista de la Facultad de Ciencias PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Vol. 6, págs. 23-30.

40. **Mandell G, Bennett JE, Dolin R.** Enfermedades Infecciosas Principios y Practica 7ed. s.l. : Elsevier España S.L. Vol. 2.

41. Microbiología General. Tema 1. Introducción, Morfología y Estructura de los Microorganismos. Cap. 3 de la 8ª edición de Brock: Biología de los microorganismos. 1-11.

42. **s.a.** Microbiología de la Carne y sus Productos. [En línea] docencia.izt.uam.mx/smk/233208/material.../Microbiologiacarne.ppt -..

43. microbiologia de la carne. [En línea] enero de 2012. www.fagro.edu.uv/~alimentos/cursos/carnes/.../microbiologia.pdf.

44. **COVENIN.** Noema Venezolana. Ganado Bobino. Inspeccion Ante-Mortem COVENIN 2071-83. 1983.

45. Información sobre Inocuidad de Alimentos Carne Molida de Res e Inocuidad de Alimentos. Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. EE.UU : s.n.

46. **Izquierdo P, Allara M, Torres G.** Aminas Biogenas y crecimiento bacteriano en carne de Hamburguesas. 1, 2004, Revista Científica, FCV-LUZ , Vol. XIV, págs. 7-12.

47. **A., Linde.** Lo Mejor para la Carne y Productos Cárnicos. [En línea]

48. Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiologicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. **Resolucion Ministerial.** Peru : Direccion General de Salud Ambiental, 27 de Agosto de 2008, págs. 1-26.

49. **Lina; , Franco U, Vargas, P. Ximena y Mendoza I. Alberto; Bayona R. Martín ; Plaza Ada.** Determinación De *Escherichia Coli* O157 A Partir De Productos Cárnicos Y Lácteos Artesanales Empleando Dos Sistemas De Aislamiento. 1, Bogotá Colombia : s.n., Vol. 6, W 1:23-30, 2001, Vol. 6, págs. 23-30.

50. **LB, Villalobos de Bastardo.** Caracterización de Cepas de *Escherichia coli* Enteroinvasiva en un Producto Carnico. 1, Maracaibo : s.n., 2003, Revista Científica, FCV-LUZ , Vol. XIII, págs. 7-11.

51. **AIDEÉ, SANDOVAL ESCRIBÁ CARMEN.** “Determinación De La Resistencia A Los Antibióticos De Las Cepas De *Escherichia Coli* Aisladas De Carne Molida De Res, Procedentes De Mercados Municipales De La Ciudad Capital De Guatemala, Mediante La Prueba De Difusión En Disco” [Tesis de Grado]. Guatemala : s.n., 2005.

52. **Franco Anaya, Piedad Astrith, et al,** Determinación de *Escherichia Coli* e identificación del serotipo O157:H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. 1, 2013, REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN , Vol. 10, págs. 91-100.

53. **Guerrero C, Guillen A, Rojas R.** Vigilancia de *E. coli* O157: H7 en Alimentos y aguas. (1), Lima, Peru : s.n., Mayo de 2013, Catedra villareal, Vol. 1, págs. 35-45. ISSN 2310- 4767..

54. **Vanderzant C, Splittstoesser DF.** Compendium of Standar Methodos DS for The Microbiologycal Examinatium of Food. Washington DC : APHA (American Public Health Association) INC, 2002.

55. **BioMérieux.** API, SISTEMAS MINIATURIZADOS [CD]. 2010.

56. **Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel".** PLANTILLAS SUGERIDAS PARA EL ANTIBIOGRAMA ESTANDARIZADO. 2014. L-BALB-001.

57. **Clinical and Laboratory Standards Institute.** M100-S24 Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Fourth Informational Supplement. 1, 2014, Vol. 34. ISBN 1-56238-897-5.

58. **Clinical and Laboratory Standards Institute.** Analysis and presentation of cumulative antimicrobial test data: approved guideline. Third. 2007.

59. Analysis and presentation of cumulative antimicrobial test data: approved guideline. Third ed. 2007.

60. **Zhou, JS, y otros, y otros.** Antibiotic susceptibility profiles of new probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains. s.l. : Int J Food Microbiol, 2005. págs. 98:211-217.

61. **Fidias G, Arias.** El proyecto de Investigacion, Introduccion a la Metodologia cientifica. 5. Caracas : Episteme C.A, 2006. págs. 81, 83. ISVN 980-07-8529-9.

62. **Britania.** Agua Peptonada. CABA - ARGENTINA : LABORATORIOS BRITANIA S.A., 2010. B0215205 .

63. **BERNAL R, MAYE y GUZMAN U, MIGUEL.** El Antibiograma De Discos Normalizacion De La Tecnica De Kirby-Bauer. 3 y 4, s.l. : BIOMEDICA, 1984, Vol. 4, págs. 112-121.

64. **Martín-Pozo, Ángeles y Alós, Juan-Ignacio.** Cepa de *Escherichia coli* resistente a cefalosporinas de amplio espectro y amoxicilina/clavulánico.

3, Madrid : Servicio de Microbiología, Hospital Universitario de Getafe, Madrid, 2012, Rev Esp Quimioter, Vol. 25, págs. 222-223.

65. **Ojeda J, Tecnlga. Cynthia y Vásquez V, Grace** . “Aplicación de ácidos orgánicos en la reducción de microorganismos Aerobios mesófilos y, Coliformes Totales y Fecales en canales de bovinos”. xx, Guayaquil, Ecuador : Espol, s.a., Revista Tecnológica ESPOL, Vol. xx.

66. **Noreldy, Molina**. Indicadores de Calidad Sanitaria en Pollo crudo procesado, comercializado en supermercados de la ciudad de Merida Venezuela y Caracterizacion Fenotipica y Genética de **Salmonella enterica**. Merida : s.n., 2009.

67. **Pérez H, Yraima R y Terán T, Yelitza B**. Calidad Sanitaria de las Hamburguesas de carne y pollo que se expenden en el Municipio Libertador del Estado Merida. Mérida : s.n., 2011.

68. **Angelica, Sanchez Yaribel y Vargas, Anais Cristina**. Valoracion de Colifirmes totales y fecales en muestras de ensaladas para perros calientes expendidos en el Municipio Libertador del Estado Merida [Tesis de Grado]. Mérida : s.n., 2013.

69. **Karina, Guerrero Rangel**. Calidad Microbiologica de los vegetales crudos utilizados en Hamburguesas que se expenden en puestos de comia rápida ambulantes del Municipio Campo Elias del Estado Mérida[Tesis de Grado]. Mérida : s.n., 2013.

70. **Florez Moreno, Maryery Trinidad y Ramirez Araque, Leyby Y**. Determinacion de Coliformes totales y fecales y cepas de **Escherichia coli** en hamburguesas expendidas en los puestos de comida rápida ambulantes y

fijos de la parroquia el llano del Municipio Libertador del Estado Mérida Venezuela [Tesis de Grado]. Mérida : s.n., 2013.

71. **s.a.** Las Bacterias. [En línea] enero de 2012. www.bionica.info/biblioteca/bacterias.pdf.

72. **Treviño López, RA, Treviño López RA; Mata Tijerina V; Espinosa Mata A; Martínez Vásquez O; Morales Loreda A;** Detección de *Escherichia coli* O157:H7 en Carne Fresca de Res Mediante PCR Multiplex. . 2, 2009, RESPYN, Vol. 10.

73. **R, Alaniz de la O, et al.** Resistencia a Antimicrobianos de Cepas de *Salmonella* Aisladas de Fuentes de Animales. México : Departamento de Salud Pública. División de Ciencias Veterinaria. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, 1996.

74. **Pedrique de Aulacio, Magaly.** Laboratorio De Microbiología – Antibiograma. Caracas : s.n., 2002.

75. **Varela, Yeny y Zerpa, Mayerlyn.** Calidad microbiológica de las cremas de leche expendidas en establecimientos comerciales del Municipio Libertador del Estado Mérida y resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli*. Mérida : s.n., 2012.

76. **B, San Martín, V, Bravo y Borie., C.** Evaluación de la resistencia antimicrobiana en ganado bovino en Chile, utilizando *E. coli* como bacteria indicadora . 2, Chile : s.n., 2005, Vol. 37, págs. 117-123.

77. **Pantoja V, Maria R, Delgadillo G, Rodriguez Garcia CA.** Manual del Manipulador de Alimentos. 1ed. La Paz : Impresiones Graficas Virgo, 2003.

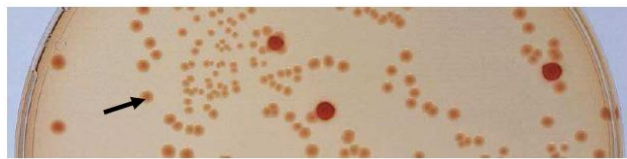
78. **Rojas Herrera RA, González Florez T.** Detección e identificación de bacterias causantes de enfermedades transmitidas por alimentos mediante la reacción en cadena de la polimerasa. 2, s.l. : Medigraphic Artemisa, 2006, Artículo de revisión Biología molecular Bioquímica, Vol. 31, págs. 69-76 71.

79. **Hernández A, Ramos AY, Hurtado E.** Incidencia de Escherichia coli en chuletas crudas de cerdo vendidas al detal en Maturín, estado Monagas, Venezuela. 1, s.l. : UNIVERSIDAD DE ORIENTE PRESS, 2008, Revista Científica UDO Agrícola, Vol. 8, págs. 138-142. ISSN 1317-9152.

80. **Lima Aldo AM, Guerrant RL.** Parte II Síndrome Clínicos principales. [aut. libro] Douglas y Bennett Mandell. España : Elsevier España, S.L, 2012, págs. 1395- 1402.

81. **Fernández Ramírez A, Izquierdo Corser P, Valero Leal K, Cagnasso MA, Piñero Gonzales M, García Urdaneta A.** Efecto del Tiempo y Temperatura de Almacenamiento sobre la Calidad Microbiológica de Carne de Hamburguesa. 4, Zulia : FCV-LUZ, 2006, Vol. VXI, págs. 428-437.

Anexo 1.- Colonias Típicas de *Escherichia coli*.



Anexo 2.- Interpretación de las prueba API



Sigla	Antibiótico	Sigla	Antibiótico
AMC	Amoxicilina/Clavulánico	GM 120	Gentamicina de alta carga
AMP	Ampicilina	GM	Gentamicina
AMK	Amikacina	IMP	Imipenem
APB	Ácido Borónico	KF	Cefalotina
CAZ	Ceftazidime	LZ	Linezolid
CC	Clindamicina	MER	Meropenem
CD02	Ceftazidime/Clavulánico	MH	Minociclina
CD03	Cefotaxime/Clavulánico	NAL	Ácido Nalidíxico
CIP	Ciprofloxacina	NV	Novobiocina
CTX	Cefotaxime	OX	Oxacilina
CXM	Cefuroxime	P	Penicilina
D	Doxiciclina	TZP	Piperacilina/Tazobactam
E	Eritromicina	Q/D	Quinupristin/Dalfopristin
EDTA	Ácido Etilendiaminotetraacético	RD	Rifampicina
F/M	Nitrofurantoína	SAM	Ampicilina/Sulbactam
FEP	Cefepime	SXT	Trimetroprim/Sulfametoxazol
FOX	Cefoxitin	STR	Estreptomicina de alta carga
GM 120	Gentamicina de alta carga	300	
GM	Gentamicina	TE	Tetraciclina
IMP		TEI	Teicoplanina

Anexo 3.- Siglas de los antibióticos utilizados en las plantillas

[illegible]