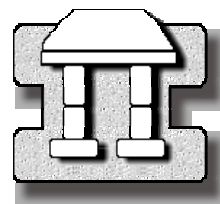




**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA EN UN
ESTUDIO COMPARATIVO DE UN GRUPO DE
EMBUTIDOS DE MARCA REGISTRADA Y LOS
COMERCIALIZADOS A GRANEL**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIADO
EN BIOLOGÍA**

**PRESENTA: GRACIELA ARACELI LÓPEZ
GALVÁN**

DIRECTOR: M. en C. Gloria Luz Paniagua Contreras

Tlalnepantla de Baz, Edo. De México 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Para ti, Eric, que has sido mi principal motivación para poder superarme, mi fortaleza cuando todo parecía estar en contra y el más grande amor de mi vida. Por la infinita paciencia que muestras cada vez que mis estudios y mi trabajo me han robado el tiempo que debería ser para ti. Por tus palabras de aliento que no me dejaron claudicar. Por tus besos y tus abrazos que me enseñaron a ser feliz. Por que ésta es también tu tesis.

A mis padres, quienes con su amor y dedicación lograron hacer de mí una profesionista y una mujer de éxito. Por su apoyo en los momentos gratos y los que no lo fueron tanto. Por haber compartido conmigo el amor y el cuidado de Eric.
¡GRACIAS!

Sa fait pas long temps, je connus un homme qui ma offert son amitié, ses conseils et sa confiance. Cette personne a donne a ma vie une nouvelle couleur, une nouvelle façon du l'attendre, grâce a toi je peux comprendre pour quoi la terre est dans l'univers. Merci Jerry.

A mi directora de tesis, M. en C. Gloria Luz Paniagua Contreras por el tiempo dedicado a la concepción, desarrollo, redacción y corrección de este trabajo.

A los sinodales, Dr. Sergio Vaca, Dr. Sergio Chazado, Biol. Susana ----, y al M. en C. Eric Monroy por sus comentarios que ayudaron en la realización de este trabajo.

A todas las personas que en algún momento me extendieron la mano, y que dejaron huella en mí y en esta tesis. A Susan, Oli, Imelda, Julieta, Erica y todos mis compañeros de la facultad que compartieron conmigo los mejores momentos de mi vida estudiantil.

INDICE

INTRODUCCIÓN

ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS.....	6
INDICADORES DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS.....	10
Coliformes.....	11
Mesófilos aerobios.....	11
<i>Staphylococcus</i> spp.....	12
Hongos y Levaduras.....	12
<i>Salmonella</i> spp.....	13
<i>Shigella</i> spp.....	13
<i>Escherichia coli</i>	13
RESISTENCIA BACTERIANA A ANTIBIÓTICOS.....	15
ANTECEDENTES	
Identificación microbiana en alimentos.....	17
Resistencia bacteriana a los antibióticos	20
OBJETIVO GENERAL.....	22
OBJETIVOS PARTICULARES.....	22
METODOLOGÍA.....	23
Transporte de alimentos.....	23
Procesamiento de los alimentos.....	24
Preparación de las diluciones.....	25
Cuenta de mesófilos aerobios (Método de cuenta en placa).....	25
Cuenta de coliformes totales (Técnica del NMP).....	25
Cuenta de coliformes fecales (Técnica de Mackenzie).....	26
Cuenta de hongos y levaduras (Método de cuenta en placa).....	28
Cuenta de <i>Staphylococcus aureus</i> (Técnica de Vogel-Johnson).....	29
Identificación de: <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> y Enterobacterias.....	29
Susceptibilidad a antibióticos.....	30
RESULTADOS	
Grupos de microorganismos identificados en el total de los embutidos analizados.....	33
Bacterias identificadas.....	36
Especies y géneros de bacterias aislados de los embutidos.....	37
Grupos de microorganismos identificados en los embutidos por marca comercial y a granel.....	39

RESISTENCIA BACTERIANA A LOS ANTIBIÓTICOS

GRAMPOSITIVAS

<i>Staphylococcus aureus</i>	40
<i>Staphylococcus spp</i>	42
GRAMNEGATIVAS	44
<i>Escherichia coli</i>	46
<i>Klebsiella spp</i>	48
<i>Enterobacter aerobacter</i>	50
<i>Enterobacter aerogenes</i>	52
<i>Citrobacter freundii</i>	54
<i>Proteus mirabilis</i>	56
MULTIRRESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS	58
DISCUSIÓN	
Alimentos analizados.....	61
Bacterias Grampositivas	62
Bacterias Gramnegativas	64
Resistencia Bacteriana	
Bacterias Grampositivas	
<i>Staphylococcus aureus</i>	68
Bacterias Gramnegativas.....	69
CONCLUSIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	72

INTRODUCCIÓN

ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS

Las enfermedades relacionadas con los alimentos son un gran y extenso problema de salud pública, tanto en países en desarrollo como en los desarrollados. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), hasta un tercio de las poblaciones de los países desarrollados se ven afectadas por estas enfermedades cada año, mientras que en los países en vías de desarrollo este problema es mayor (Martín, 2003).

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) de origen microbiano y parasitario, son las causadas por el consumo de agua o comida contaminada por microorganismos patógenos, parásitos o por sus toxinas (Parrilla *et al.*, 1993).

La OMS ha registrado durante los últimos años aumentos significativos en la incidencia de las enfermedades provocadas por microorganismos transmitidos principalmente por los alimentos, como *Salmonella* spp. y *Campylobacter* spp. Asimismo, han surgido en la cadena alimentaria nuevos y graves peligros, como *Escherichia coli* enterohemorrágica (EHEC) y la encefalopatía espongiiforme (Martín, 2003).

Las infecciones por alimentos son también conocidas con el término de “toxiinfecciones alimentarias”, que se emplea corrientemente para referirse a un

amplio grupo de enfermedades o condiciones clínicas que afectan el tracto gastrointestinal (Hayes, 1993).

Cada vez más, se acepta la transmisión de patógenos por alimentos en síndromes tóxicos, respiratorios y enfermedades crónicas. En los países subdesarrollados las enfermedades gastrointestinales (amibiasis, salmonelosis, shigelosis, teniasis, ascariasis y cólera) constituyen una de las principales causas de morbilidad y mortalidad (Parrilla *et al.*, 1993). México tiene una alta incidencia de cuadros de gastroenteritis, como resultado de la ingestión de alimentos contaminados (Salgado *et al.*, 1999).

El grado de la enfermedad va a depender de la cantidad y peligrosidad de los microorganismos, así como de la frecuencia de la ingestión (Secretaría de Salud, 1992).

Son múltiples las causas que pueden influir de forma negativa sobre la calidad de un alimento. Este es el motivo por el que el hombre, desde la antigüedad, ha buscado la manera de poder conservar los alimentos, con el fin de alargar el tiempo de éstos, proporcionándole seguridad y garantía (Cervera, 1993).

Un material de empaque correctamente seleccionado reduce el ataque por insectos y microbios; y ayuda a mantener las propiedades sensoriales y nutritivas del alimento (Brownsell, 1993). Otro factor importante es el manipuleo de los alimentos; los individuos que intervienen en el proceso de producción y

preparación para el consumo pueden ser la fuente de contaminación y adulteración de éstos (Secretaría de Salud, 1992).

Los microorganismos están ampliamente distribuidos en la naturaleza y se encuentran presentes de manera universal a menos que se tomen precauciones para eliminarlos. No es sorprendente, por lo tanto, saber que la mayoría de los alimentos están contaminados con microorganismos y, con frecuencia, por gran número de ellos (Brownsell, 1993).

Generalmente los microorganismos contaminan los alimentos en pequeñas cantidades, y deben encontrar en ellos las condiciones adecuadas para sobrevivir y multiplicarse hasta alcanzar los niveles necesarios para ser infectantes o producir la suficiente toxina para causar la enfermedad (Parrilla *et al.*, 1993).

Organismos patógenos de reconocida importancia se han aislado de alimentos en los que se creía no proliferarían. Algunos de ellos han mostrado resistencia a las técnicas de procesamiento y almacenamiento que antes se consideraban seguras, lo que es una preocupación para la industria alimentaria (Parrilla *et al.*, 1993).

Los principales factores ambientales que influyen en el crecimiento bacteriano son alimento, temperatura, humedad, disponibilidad de oxígeno, concentración de hidrogeniones y presencia de sustancias inhibidoras. Aunque todos son

importantes, son sus efectos combinados los que determinan generalmente si tendrá lugar el crecimiento y con que rapidez se dará (Hayes, 1993).

Los alimentos pueden sufrir contaminación por agentes físicos, químicos o biológicos, en cualquier momento, desde su procesamiento hasta su preparación. (Salud Pública de México, 1994). Todos los alimentos potenciales tienen en su superficie alguna forma de barrera o capa protectora y el daño a esta capa puede cuasar el deterioro de los mismos (Brownsell, 1993).

Dentro de las bacterias causantes de enfermedades de origen alimentario se encuentran *Staphylococcus aureus* y *Clostridium botulinum* como agentes causantes de intoxicación, *Bacillus cereus* y *Clostridium perfringens* como agentes causantes de toxiinfección, y diversos géneros causantes de infección, como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella* spp y *Escherichia coli* H7:0157, bacterias descritas por la Organización Mundial de la Salud como “una nueva y significativa amenaza a la salud pública” (FAO, 1984).

En la tabla 1 se muestran las principales bacterias responsables de gastroenteritis, además del tiempo de incubación de las mismas y sus síntomas más comunes.

BACTERIA	ENFERMEDAD	ALIMENTO	PERIODO DE INCUBACIÓN	SÍNTOMAS
<i>Salmonella</i> spp.	Salmonelosis	Carne fresca de res y de ave, embutidos, leche, huevo y agua.	12 a 14 horas	Náusea, vómito, dolor intestinal, diarrea, cefalea, escalofríos, adinamia y fiebre.

<i>Clostridium botulinum</i>	Botulismo	Alimentos enlatados	12 a 36 horas	Náusea, vómito, diarrea, mareos, cefalea, mucosas secas, parálisis muscular, diplopia y fallo respiratorio.
<i>Staphylococcus Aureus</i>	Intoxicación estafilocócica	Jamón, aves, crema, carne, ensaladas, derivados de la leche.	1 a 6 horas	Náusea, vómito, diarrea, cólicos, cefalea, transpiración excesiva e hipotermia.
<i>Shigella spp.</i>	Shigelosis	Leche y agua	12 a 50 horas	Cólicos abdominales, fiebre, diarrea con sangre y moco.
<i>Clostridium Perfringens</i>	Intoxicación por <i>Clostridium perfringens</i>	Carnes, aves y pescados generalmente mal refrigerados.	10 a 12 horas	Náusea, dolor abdominal y diarrea.
<i>Escherichia coli</i>	Gastroenteritis	Agua, leche, verduras, carnes, embutidos y frutas.	24 horas o más	Diarrea, colitis hemorrágica, náusea, vómito y malestar general.
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera	Agua, mariscos		Vómito, diarrea, deshidratación por pérdida de electrolitos.

Tabla 1. Bacterias que causan intoxicaciones alimentarias.

INDICADORES DE LA CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Para poder conocer las condiciones higiénicas de los alimentos se han usado organismos indicadores con el fin de estimar tres factores: seguridad microbiológica, condiciones de saneamiento durante el procesamiento y la calidad del producto. Los indicadores más usuales son, los mesófilos aerobios, coliformes fecales y totales, *Salmonella spp.*, *S. aureus*, enterococos, hongos y levaduras. La presencia de estos microorganismos en cierto número se considera como una advertencia de que el alimento estuvo expuesto a condiciones que pudieron determinar la llegada y el establecimiento de microorganismos peligrosos (Bello *et al*, 1990).

Coliformes

Formados por un grupo heterogéneo, habitan primordialmente en el intestino. Son bacilos Gramnegativos no esporulados, aerobios o anaerobios facultativos que fermentan la lactosa con producción de gas en un tiempo de 48 horas a temperatura corporal. Se encuentran generalmente en la materia fecal del hombre y de los animales. Los coliformes fecales son un grupo de microorganismos más específicos que el de los coliformes totales y con mayor parecido a *Escherichia coli* (Frazier,1972).

Mesófilos aerobios

En este grupo se encuentran una gran variedad de microorganismos capaces de desarrollarse a temperaturas de entre 20 y 37°C, hay cocos Grampositivos y Gramnegativos. Son buenos indicadores del valor comercial de un alimento, de la presencia de bacterias patógenas, de las condiciones higiénicas en las que ha sido manejado un alimento, predicen la vida media de anaquel del mismo y la eficiencia de la preservación de los alimentos (Frazier,1972).

Staphylococcus spp.

Estas bacterias son cocos Grampositivos, que generalmente se encuentran formando racimos irregulares; las colonias son redondas, lisas, elevadas, brillantes y forman diversos pigmentos. Su crecimiento óptimo se da a temperaturas de 35-37°C. Se encuentran normalmente en nariz, boca y garganta, en la saliva, sobre la piel, y en las heces; pueden presentarse en número variable en agua, leche, aguas residuales y otros objetos, por lo que su

presencia en alimentos habla de un mal manejo de los manipuladores, utensilios o bien de la materia prima de origen animal. Pueden fermentar carbohidratos, con la producción de ácido láctico pero no de gas. Crecen con facilidad en medios bacteriológicos en condiciones de aerobiosis o de microaerofilia (Frazier,1972).

Hongos y Levaduras

Los hongos son organismos eucariotes, no fotosintéticos. Desarrollan estructuras llamadas hifas y que en conjunto son conocidas como micelio. Existen especies macroscópicas y microscópicas; la complejidad de su ciclo estriba en que alterna la reproducción sexual y asexual.

Los hongos y levaduras pueden producir en el alimento toxinas llamadas micotoxinas, que por sus efectos en animales y en el hombre, tienen interés médico.

Salmonella spp.

Son bacilos Gramnegativos móviles, pueden utilizar la glucosa pero no la lactosa. Su temperatura óptima de crecimiento es de 37°C, son resistentes a la congelación y a ciertos agentes químicos, como verde brillante, tetracionato sódico y oxicolato sódico (Mac Faddin, 1990).

Shigella spp.

Son bacilos anaerobios facultativos Gramnegativos, inmóviles, no fermentan la lactosa, pero si otros carbohidratos produciendo ácido, pero no gas. Las

colonias son redondas, convexas, transparentes con bordes enteros; se reconocen en medios diferenciales por su incapacidad para fermentar la lactosa, permaneciendo incoloras. Generalmente se transmiten por alimentos o agua contaminada por heces humanas (Mac Faddin, 1990).

Escherichia coli

Son bacilos Gramnegativos, anaerobios facultativos, con temperatura óptima de crecimiento que va de 36 a 37° C. Las cepas de *E. coli* que causan gastroenteritis se subdividen en 5 grupos: enterotoxigénicas, enteroinvasivas, enteropatogénicas, enterohemorrágicas y enteroadherentes (Levine, 1987).

El hábitat natural de *E. coli* es el tracto entérico del hombre y de los animales, por lo que la presencia de este microorganismo en un alimento indica generalmente contaminación directa o indirecta de origen fecal (ICMSF, 1980).

Obtener alimentos libres de microorganismos parece un reto cada vez más difícil, pero la presencia de éstos, ha llevado a médicos y científicos a conocer más sobre su respuesta a ciertos antibióticos, eligiendo así el más adecuado.

La resistencia a antibióticos que presentan los microorganismos puede ser una característica intrínseca, o bien puede resultar de la presión selectiva que surge en un ambiente alterado por el uso de antimicrobianos, como frecuentemente se observa en situaciones clínicas.

RESISTENCIA BACTERIANA A ANTIBIÓTICOS

Existe una gran variedad de compuestos químicos, tanto naturales como sintéticos y semisintéticos, capaces de impedir el crecimiento de las bacterias. A estos compuestos se les ha denominado antibióticos o agentes antimicrobianos. En la naturaleza se encuentran bacterias que son, por sí mismas, resistentes a los antibióticos, y bacterias que pueden llegar a ser resistentes debido a mutaciones en diversos genes, o a la adquisición de material genético heterólogo (Departamento de Biología Molecular, 1994).

La resistencia a los antibióticos fue reportada por primera vez en 1912 por Morgenroth y Kaufman. Existen datos de que después de la introducción de los antibióticos se reportaron cepas resistentes como es el caso de la penicilina (Abraham *et al.*, 1941).

Tres son los mecanismos básicos mediante los cuales las bacterias son resistentes a los antibióticos: a) por inactivación del antibiótico; b) por alteración del sitio blanco del antibiótico; y c) por disminución del transporte del antibiótico al interior de la célula. Estos mecanismos pueden ocurrir o no simultáneamente en el microorganismo (Departamento de Biología Molecular, 1994).

El hombre ha logrado la mejora de los antibióticos, lo que ha sido de gran ayuda en el tratamiento de las enfermedades infecciosas. Sin embargo, los microorganismos también se han perfeccionado, desarrollando sistemas de protección contra una gran variedad de antibióticos, lo que dificulta su destrucción.

La acción de los microorganismos varía de uno a otro, la siguiente tabla muestra cuáles son los mecanismos de acción y la resistencia en los principales grupos de antibióticos.

ANTIBIÓTICO	MECANISMO DE ACCIÓN	MECANISMO DE RESISTENCIA
β -Lactámicos ➤ penicilinas ➤ cefalosporinas	Inhibición de la síntesis de la pared celular	Destoxificación enzimática
Aminoglucósidos ➤ gentamicina ➤ estreptomycinina ➤ neomicina	Inhibición de la síntesis de proteínas	Destoxificación enzimática
Cloranfenicol	Inhibición de la síntesis de proteínas	Destoxificación enzimática
Tetraciclinas	Inhibición de la síntesis de proteínas	Disminución de la entrada o de la retención en la célula
Macrólidos y relacionados ➤ eritromicina ➤ lincosamidas	Inhibición de la síntesis de proteínas	Modificación del blanco
Sulfonamidas y Trimetoprim	Inhibición de la síntesis de ácido fólico	Síntesis de vía alterna no sensible al fármaco

Tabla 2. Mecanismos de acción de los antibióticos y de resistencia de las bacterias. Tomado de Amábile, 1988.

La multirresistencia bacteriana puede tener grandes efectos en la salud de la población, ya que representa un serio problema para el tratamiento eficaz de los pacientes infectados, diseminación entre bacterias de la misma especie.

ANTECEDENTES

Identificación microbiana en alimentos

En 1999 Salgado y colaboradores estudiaron la presencia de *Salmonella* spp como parte de un estudio de análisis de riesgos e identificación de puntos críticos de control (HACCP), en el proceso de tres tipos de chorizos elaborados en una empacadora de la Ciudad de México. Logrando la identificación de *S. heidelberg*, *S. derby*, *S. typhimurium*, *S. stanley* y *S. brandenburg*. Las frecuencias de aislamiento fueron de 2.40% para el chorizo fresco, 2.06% para el chorizo madurado con funda, 5.09% para el chorizo madurado con tripa natural, 0.84% en superficies vivas, y 0.91% en material fecal.

Debido a los padecimientos gastrointestinales, de los cuales la salmonelosis ocupa un lugar relevante, Bello y colaboradores en 1990 realizaron un muestreo en mercados y supermercados de la ciudad de Acapulco, Guerrero. Los resultados mostraron una incidencia del microorganismo del 40.7%.

En el mismo año, se analizaron en total 336 muestras de carnes crudas, recolectadas en nueve localidades de la entidad para determinar la presencia de *Salmonella*. Un total de 109 muestras estuvieron contaminadas con este patógeno, siendo las muestras que tuvieron un índice mayor las de chorizo y longaniza, carne de cerdo y cecina.

En 1983 Fernández Escartin investigó la incidencia de *Salmonella* en jamón adquirido de tiendas al menudeo en la ciudad de Guadalajara, Jalisco. Los serotipos predominantes fueron: *S. agona*, *S. infantis* y *S. derby*. La calidad

comercial y bacteriológica de las muestras era muy pobre: 75.6% contenía fécula y 33.7% reaccionaron positivo a la prueba con inhibidores.

De 1980 a 1989, Parrilla y colaboradores, realizaron la revisión de toxiinfecciones alimentarias de origen microbiano y parasitario, donde confirmaron 58 brotes (73%) de los estudiados de los cuales 24.1% ocurrió en reuniones, 10.3% en escuelas o guarderías, 8.6% en restaurantes y 8.6% en hospitales. El principal microorganismo implicado fue *Staphylococcus aureus*, que provocó el 48.2% de los incidentes. La salmonella entérica causó 34% de los brotes, siendo la *Serovar typhimurium* la que se aisló más ocasiones. Los alimentos involucrados fueron: quesos 29.3%, pasteles 15.5%, carne cocinada 15.1%, leche 13.8%, pescados y mariscos 7.0%.

En 1997 Barrientos realizó un análisis bacteriológico de los alimentos del Hospital General de Tlalnepantla, encontrando que los alimentos crudos contenían cargas bacterianas por arriba de la norma oficial, las cuales no disminuyeron satisfactoriamente con la cocción de los alimentos. Por otro lado, los alimentos preparados que llegan al hospital son de buena calidad, pero ésta disminuye con la manipulación de los empleados del hospital lo que aumenta las cargas bacterianas hasta rebasar las cifras establecidas por la norma oficial. De los alimentos crudos y de los cocinados en el hospital se aislaron: *E. coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., *Proteus* spp., *Pseudomonas* spp. y *Salmonella* spp.

En 2003, Mazadiego, analizó microbiológicamente 36 alimentos que fueron expedidos en las diferentes entradas de la FES-Iztacala. Encontró que el

80.6% de los alimentos rebasó las cifras permitidas para coliformes totales, el 66% para coliformes fecales, el 50% para mesófilos aerobios y el 16.2% para *Staphylococcus aureus*; *Klebsiella ozaenae* se aisló en un 25%, siguiendo *E. coli* con 21.87%, *Enterobacter cloacae* con 18.75% y 6.25% para *Klebsiella rhinoscleromatis*, *Enterobacter sakazakii*, *Enterobacter aerogenes* y *Alcaligenes faecalis*; posteriormente las especies: *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter hafniae* y *Citrobacter brakii* se aislaron cada una con 3.125%.

En 1996, Polanco realizó un estudio para determinar la presencia de microorganismos patógenos en 100 manipuladores de alimentos (53% de ellos, asintomáticos) del Distrito Federal y su área Metropolitana. Se obtuvieron muestras de la orofaringe, nariz, manos e intestino, con lo que se identificaron 565 cepas diferentes de microorganismos. En los sujetos asintomáticos, los exudados faríngeos fueron positivos en 3% para *E. coli* y *S. aureus*; las muestras nasales fueron positivas en 31% para *E. coli* y 29% para *S. aureus*; en manos se encontró *E. coli* en 13%; en los coproparasitoscópicos se identificaron quistes de *Giardia lamblia* (17%) y *Entamoeba histolytica* (12%); en los coprocultivos se aisló *Salmonella typhi* en 17%, *Shigella dysenteriae* en 10%. De los portadores sintomáticos, en los exudados faríngeos se aisló *E. coli* en 28%, *S. aureus* en un 26%; a nivel nasal *S. aureus* en 29%; y en las manos 11% de *E. coli*.

Resistencia bacteriana a los antibióticos en alimentos

En 2003, Mazadiego reportó que las cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de alimentos distribuidos en la periferia de la FES-Iztacala tienen una resistencia del 100% a la ampicilina, dicloxacilina, ceftazidima y penicilina, y

una menor resistencia a la cefalotina y cefuroxima, con un 16.67%. Las cepas Gramnegativas, presentaron una resistencia del 100% a la ampicilina y carbenicilina, 96.88% fueron resistentes a la cefalotina, 90.63% a cefotaxima, y 0% al trimetoprim con sulfametoxazol.

Martínez en 2001 reportó que los porcentajes de resistencia a antibióticos para cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas a partir de alimentos fueron de 82.5% para dicloxacilina, 76.4% para ampicilina y 70.5% para penicilina y ceftazidima en cada caso. Para pefloxacina fue 59.9%, 47% para gentamicina, 41% para tetraciclina, 35.2% para eritromicina, 23.5% para cefuroxima, y 11.7% para trimetoprim con sulfametoxazol. En las Gramnegativas las resistencias a los antibióticos fueron: carbenicilina con 82.2%, ampicilina con 74.4%, nitrofurantoína con 65.5%, gentamicina con 64.4%, cefalotina con 56.6%, pefloxacina con 54.4%, amikacina con 52.2%, cefotaxima con 45.5%. la resistencia más baja fue para ceftriaxona con 35%, netilmicina con 33.3%, cloranfenicol con 30% y trimetoprim con sulfametoxazol con 22.2%.

En el mismo año García comparó la efectividad de 6 antibióticos β -lactámicos y de un inhibidor de β -lactamasas, utilizando 73 cepas de *S. aureus*, donde reportó que el 85% de las cepas de *S. aureus* fue productora de β -lactamasas; mencionando que se necesitó de altas concentraciones de los antimicrobianos probados para inhibir el 90% de las cepas de *S. aureus*.

OBJETIVO GENERAL

- Comparar la calidad microbiológica de un grupo de alimentos embutidos de marca comercial y distribuidos a granel.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar los principales grupos de microorganismos presentes en los embutidos.
- Aislar las principales especies bacterianas enteropatógenas que contaminan los alimentos
- Determinar la resistencia y/o susceptibilidad a los antibióticos en las bacterias identificadas por el método de Kirby-Bauer.

METODOLOGÍA

Para la realización del presente trabajo se analizaron 30 alimentos embutidos de marca comercial y expendidos a granel (tabla 2).

Transporte de alimentos

Los embutidos fueron adquiridos en diferentes tiendas comerciales del municipio de Tlalnepantla, Edo. de México. Con el fin de no contaminarlos, los alimentos fueron manipulados con guantes de látex estériles, se colocaron en frascos estériles con hielo y se transportaron al Laboratorio de Análisis Clínicos de la Clínica Universitaria de Salud Integral (CUSI-Iztacala).

Número de Muestra	Embutido	Marca
1	Jamón	Fud
2	Jamón	San Rafael
3	Jamón	Swan
4	Jamón	A granel
5	Salchicha (tipo Hot-Dog)	Fud
6	Salchicha (tipo Hot-Dog)	San Rafael
7	Salchicha (tipo Hot-Dog)	Swan
8	Salchicha (tipo Hot-Dog)	A granel
9	Chorizo	Fud
10	Chorizo	San Rafael
11	Chorizo	Swan
12	Chorizo	A granel
13	Queso de puerco	Fud
14	Queso de puerco	San Rafael
15	Queso de puerco	A granel
16	Paté	Fud
17	Paté	Swan
18	Paté	A granel
19	Mortadela	Fud
20	Mortadela	San Rafael
21	Mortadela	Swan
22	Mortadela	A granel
23	Tocino	Fud
24	Tocino	San Rafael
25	Tocino	Swan
26	Tocino	A granel
27	Salchicha tipo coctel	Fud
28	Salchicha tipo coctel	San Rafael
29	Salchicha tipo coctel	Swan
30	Salchicha tipo coctel	A granel

Tabla 3.- Marca de alimentos embutidos analizados.

Procesamiento de los alimentos

De cada uno de los embutidos se tomó una muestra de 10 g, la cual se maceró con ayuda de un mortero estéril.

Preparación de las diluciones

Para obtener la primera dilución (1:10), la muestra macerada se depositó en un matraz (200 mL) que contenía 90 mL de agua peptonada estéril, posteriormente se realizaron las diluciones correspondientes para obtener hasta 1:100,000 (NOM-110-SSA1-1994).

Cuenta de mesófilos aerobios (Método de cuenta en placa)

Para la cuenta de mesófilos aerobios se transfirió 1 mL de cada dilución a cajas petri estériles y se agregaron 15 mL de medio agar estándar, se homogeneizaron y se dejaron solidificar. Se prepararon a su vez testigos de cada dilución (Agar Estándar sólo). Posteriormente se incubaron a 22° C por 72 h. Al término se contaron las colonias crecidas (excepto hongos) en cada placa, el número se multiplicó por la inversa de la dilución y se obtuvo el número de colonias por ml o gramo de muestra (NOM-110-SSA1-1994).

Cuenta de coliformes totales (Técnica del NMP)

Se transfirió 1 ml de cada dilución a cada uno de 3 tubos con 10 ml de caldo lauril sulfato de sodio y se incubaron a 35°C/48h. Al término, a los tubos que presentaron formación de gas se les realizó la prueba confirmativa, para lo cual se tomó una asada del tubo, se depositó en tubos con 10 mL de Caldo Lactosa

Bilis Verde Brillante y se incubó a 35° C/48h. Finalmente, se consideró como prueba positiva la formación de gas en algún tubo.

El número de coliformes totales por gramo se reportó con ayuda de la tabla del Número Más Probable (NMP) (tabla 4)(NOM-110-SSA1-1994).

Cuenta de coliformes fecales (Técnica de Mackenzie)

Se colocó 1 mL de cada dilución en 3 tubos con 10 ml de Caldo Lauril Sulfato de Sodio y se incubó a 35°C/48h. Se consideraron positivos los tubos que presentaron formación de gas y turbidez.

Para la confirmación de la prueba, se transfirió una asada del tubo positivo a tubos con 10 ml de agua peptonada estéril, para posteriormente ser incubados a 45°C/48h. Se consideró como positivos los tubos que formaron un anillo rojo después agregar el Reactivo de Kovacs (prueba del Indol). Se determinó el NMP (tabla 4) por gramo de muestra (NOM-112-SSA1-1994).

Tabla 4.- Determinación del Número Más Probable de microorganismos

0.1	0.01	0.001	NMP g/ml
0	0	0	-3.0
0	0	1	3.0
0	0	2	6.0
0	0	3	9.0
0	1	0	3.0
0	1	1	6.1
0	1	2	9.2
0	1	3	12.0
0	2	0	6.2
0	2	1	9.3
0	2	2	12.0
0	2	3	16.0
0	3	0	9.4
0	3	1	13.0
0	3	2	16.0
0	3	3	19.0
1	0	0	3.6
1	0	1	7.2
1	0	2	11.0
1	0	3	15.0
1	1	0	7.3
1	1	1	11.0
1	1	2	15.0
1	1	3	19.0
1	2	0	11.0
1	2	1	15.0
1	2	2	20.0
1	2	3	24.0
1	3	0	16.0
1	3	1	20.0
1	3	2	24.0
1	3	3	29.0
2	0	0	9.1
2	0	1	14.0
2	0	2	20.0
2	0	3	26.0
2	1	0	15.0
2	1	1	20.0
2	1	2	27.0
2	1	3	34.0
2	2	0	21.0
2	2	1	28.0
2	2	2	35.0
2	2	3	42.0
2	3	0	29.0

2	3	1	36.0
2	3	2	44.0
2	3	3	53.0
3	0	0	23.0
3	0	1	39.0
3	0	2	64.0
3	0	3	95.0
3	1	0	43.0
3	1	1	75.0
3	1	2	120.0
3	1	3	160.0
3	2	0	93.0
3	2	1	150.0
3	2	2	210.0
3	2	3	290.0
3	3	0	240.0
3	3	1	460.0
3	3	2	1100.0
3	3	3	>1100.0

Cuenta de hongos y levaduras (Método de cuenta en placa)

Se depositó 1 ml de cada dilución de las muestras en cajas Petri estériles (por duplicado) y se agregaron 15 ml de Agar Dextrosa y papa fundido y acidificado, se homogeneizó, se dejó gelificar y se incubó a 22°C/5 días. La otra serie se incubó a 35° C/48 horas.

Al término se contaron las colonias de hongos y las colonias de levaduras. Para obtener el resultado el número de colonias se multiplicó por la inversa de la dilución (NOM-111-SSA1-1994).

Cuenta de *Staphylococcus aureus* (Técnica de Vogel-Johnson).

Se depositó 1 ml de cada dilución de las muestras en tubos con 4.5 ml de Caldo de Soya Trypticaseína y se incubó a 35°C/48h. Para la identificación de la especie de *S. aureus*, se tomó una asada de los tubos con desarrollo y se sembró por estría en placas de Agar para estafilococos No.110 y que se

incubaron a 35°C/48h. Al término se contaron las colonias y se realizó la prueba de la coagulasa.

Identificación de: *Salmonella*, *Shigella* y *Enterobacterias*

Se transfirieron 25 g de alimento homogeneizado a un matraz con 225 ml de agua peptonada estéril y se incubaron a 35°C/24h. Posteriormente se tomaron 0.5 ml del cultivo anterior, y se agregaron a 2 tubos con 5 ml de Caldo de Tetrionato y Caldo Selenito respectivamente y se incubaron a 35°C/24h.

Después de ser agitado el frasco, se tomó una asada del crecimiento y se sembró por estría en placas de: Agar Verde Brillante, Agar *Salmonella-Shigella* y Agar Eosina Azul de Metileno (EMB) y se incubaron a 35°C/24h.

De la misma manera se tomó una asada de los tubos de Caldo Selenito y Tetrionato, se sembraron y se incubaron a 35° 24 horas, en los medios de cultivo antes mencionados (IPN, 1993). Finalmente las cepas bacterianas se identificaron por medio de pruebas bioquímicas: Sacarosa, Manitol, SIM, Citrato de Simons, Urea, Lisina, Voges-Proskauer, Indol y Rojo de Metilo (MacFadin,1990).

Susceptibilidad a antibióticos

Una vez identificadas las bacterias, se empleo la Técnica de Kirby-Bauer (Bauer *et al.*,1996), para probar la resistencia o susceptibilidad de cada cepa encontrada, para lo que se tomaron 5 colonias (para cada cepa) con un asa estéril y se inocularon en 5 ml de Caldo Mueller Hilton, incubándose a 37° C, hasta que se apreció una turbidez ligera; la turbidez se ajustó con una solución

salina estéril hasta que se obtuvo una densidad comparable con un estándar de sulfato de bario. El estándar se preparó mezclando 5 ml de BaCl_2 0.048 M (1.175% peso/volumen de $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) con 99.5 mL de H_2SO_4 al 1% v/v (0.36 N), que fue la mitad de la densidad del estándar No. 1 de Mac Farland (estándar 0.5 de Mac Farland). Posteriormente se sembró sobre el Agar Mueller Hilton por medio de hisopos estériles, los cuales se humedecieron con la suspensión (crecimiento bacteriano) y se estriaron sobre la superficie del Agar.

Por último, por medio de una pinza estéril se tomó un sensidisco que contenía los 12 antimicrobianos a determinar [amikacina (AK), ampicilina (AM), carbenicilina (CB), cefalotina (CF), cefotaxima (CTX), ceftazidima (CAZ), ceftriaxona (CRO), cefuroxima (CXM), cloranfenicol (CL), dicloxacilina (DC), eritromicina (E), gentamicina (GE), netilmicina (NET), nitrofurantoína (NF), pefloxacina (PEF), penicilina (PE), tetraciclina (TE), trimetoprim con sulfametoxazol (SXT), Sanofi Diagnostics Pasteur], y se colocó sobre el Agar Mueller Hilton. Así el antimicrobiano se difundió formando un gradiente de concentración, que inhibió o permitió el crecimiento de la bacteria en un tiempo de 24 horas. De esta manera las cepas se clasificaran como susceptibles (S) o resistentes (R) dependiendo del diámetro del halo de inhibición, según el fabricante (tabla 5).

ANTIBIÓTICO		FAMILIA	ACCIÓN	DIÁMETRO DEL HALO DE INHIBICIÓN (mm)		
				R	I	S
Amikacina	AK	Aminoglucósido	2	<<14	15-16	>17
Ampicilina	AM	Aminopenicilina	1	28		> 29
Carbenicilina	CB	Carboxipenicilinas	1	<17	18-22	> 23
Cefalotina	CF	Cefalosporina de 1a generación	1	<14	15-17	>18
Cefotaxima	CTX	Cefalosporina de 3a generación	1	<14	15-22	> 23
Ceftazidima	CAZ	Cefalosporina de 3a generación	1	<14	15-17	>23
Ceftriaxona	CRO	Cefalosporina de 3a generación	1	<13	14-20	>21
Cefuroxima	CXM	Cefalosporina de 2º género	1	<14	15-17	>18
Cloranfenicol	CL	Cloranfenicol	2	<12	13-17	>18
Dicloxacilina	DC	Penicilina semisintética	1	<10	11-12	>13
Eritromicina	E	Macrólido	2	<13	14-17	>18
Gentamicina	GE	Aminoglucósido	2	<12	13-14	>15
Netilmicina	NET	Aminoglucósido	2	<12	13-14	>15
Nitrofurantoína	NF	Nitrofuranos	2	<14	15-16	>17
Pefloxacina	PEF	Quinolona	3	<14	15-22	>23
Penicilina	PE	Penicilina	1	<28		>29
Tetraciclina	TE	Tetraciclina	2	<14	15-18	>19
Trimetoprim con sulfametoxazol	SXT	Combinación de diaminopirimidina y sulfonamida	3	<10	11-15	>16

1. Inhibición de la formación de la pared celular. 2. Interferencia en la síntesis de proteínas. 3. Inhibición del metabolismo de los ácidos nucleicos. R= resistente. I= intermedia. S= susceptible.

Tabla 5. Antibióticos utilizados contra las cepas bacterianas. Tomada de Gino, 1983.

RESULTADOS

Grupos de microorganismos identificados en el total de los embutidos

analizados

Para el desarrollo de este estudio se analizaron un total de 30 alimentos embutidos de marca comercial y expendidos a granel, los cuales fueron adquiridos en diferentes tiendas comerciales del grupo Wall Mart y en mercados ambulantes del municipio de Tlalnepantla, Estado de México.

En la Figura 1 y en la tabla 6 se observa que el 81.8% de los alimentos analizados rebasó los límites permisibles por la NOM para coliformes totales, 68.1% para coliformes fecales y hongos, 90.9% para levaduras y 31.8% para *Staphylococcus aureus*. En el caso de los mesófilos aerobios, ninguna de las muestras de los embutidos rebasó los límites permisibles según la NOM.

Presencia de microorganismos

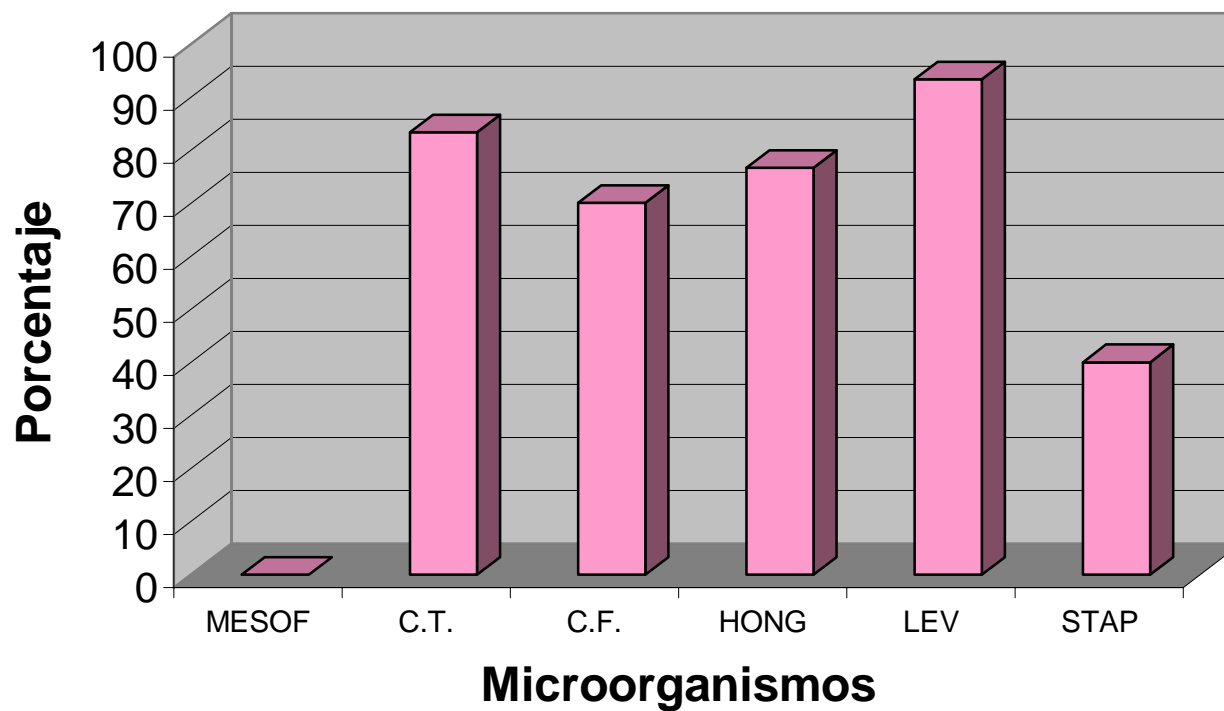


Figura 1.- Porcentajes de microorganismos aislados en todos los alimentos embutidos
MESOF= mesófilos, **C.T.**= coliformes totales, **C.F.**= coliformes fecales, **HONG**= hongos, **LEV**= levaduras y **STHAP**= *Staphylococcus aureus*.

EMBUTIDO	MESÓFILOS col / g	C.TOTALES g / ml	C. FECALES g / ml	HONGOS UFC / g	LEVADURAS UFC / g	<i>Staphylococcus</i> UFC / g
----------	----------------------	---------------------	----------------------	-------------------	----------------------	----------------------------------

Tabla 6.- Número de UFC/g o mL de los diferentes microorganismos a partir de los embutidos analizados. Las cifras marcadas (*) rebasan las normas oficiales.

Jamón Fud	263.97	1100 *	15 *	40.78 *	1603.79 *	15.75
Jamón San Rafael	340.92	7.2	-3	395.40 *	358.49 *	1.6
Jamón Swan	1.77	-3	-3	7.83	21.59 *	178.40 *
Jamón a granel	764.84	93.0 *	-3	760.69 *	464.99 *	16.45
Salchicha Fud	0.3	75 *	-3	0.48	0.17	0
Salchicha San Rafael	1.37	7.2	3.6	1.14	8.15	0.006
Salchicha Swan	21.42	0	0	0.3	11.64 *	0
Salchicha granel	10.37	>1100 *	53 *	2.13	10.8*	9.6
Chorizo Fud	723.8	>1100 *	>1100 *	6.58	455.30 *	21.04
Chorizo San Rafael	213.8	210 *	11 *	84.69 *	386.56 *	0.00148
Chorizo Swan	368.06	23 *	23 *	234.05 *	81.53 *	150.48 *
Chorizo granel	213.05	>1100 *	>1100 *	99.66*	318.80*	8.092
Queso de puerco Fud	26.3	>1100 *	0	8.07	11.72 *	79.25
Queso de puerco San Rafael	57.26	23*	23*	92.37*	91.47*	114.12*
Queso de puerco a granel	248.67	11.0*	11.0*	336.60*	522.17*	40.52
Paté Fud	424.22	11.0*	20*	254.31*	397.34*	236*
Paté Swan	589.63	23*	23*	504.72*	532.01*	0.1
Paté Granel	110.09	240*	240*	81.88*	89.38*	320.66*
Mortadela Fud	215.88	24*	27*	311.56*	260.67*	119.28*
Mortadela San Rafael	500.02	1100*	1100*	523.52*	412.63*	527.83*
Mortadela Swan	528.74	11*	11*	389.81*	307*	79.59
Mortadela granel	190.75	53*	35*	64.07*	275.07*	82.81
Tocino Fud	262.38	23*	23*	205.39*	197.86*	194.89*
Tocino San Rafael	689.38	15*	-3.0	252.75*	441.97*	131.29*
Tocino Swan	230.15	20*	24*	196.34*	120.55*	180*
Tocino granel	532.08	460*	>1100*	366.97*	523.07*	88.74
Salch. Coc. Fud	66.45	240*	240*	116.70*	72.67*	207.52*
Salch. Coc. San Rafael	99.67	11*	12*	74.07*	97.86*	0
Salch. Coc. Swan	450.84	-3.0	3.6	220.17*	532.44*	303.51*
Salch. Coc. granel	513.56	1100*	460*	515.01*	519.50*	93.90

Bacterias identificadas

A partir de los embutidos analizados se aisló un total de 50 cepas bacterianas diferentes, dentro de las cuales el 56% correspondió a Grampositivas (*Staphylococcus aureus* 32% y *Staphylococcus spp* 24%) y el 44% a

Gramnegativas (*Escherichia coli* 24%, *Enterobacter aerobacter* y *Klebsiella* spp. con el 6%, en cada caso, *Enterobacter aerogenes* 4%, *Citrobacter freundii* y *Proteus mirabilis* con el 2% en cada caso (figura 2).

PORCENTAJE DE BACTERIAS IDENTIFICADAS

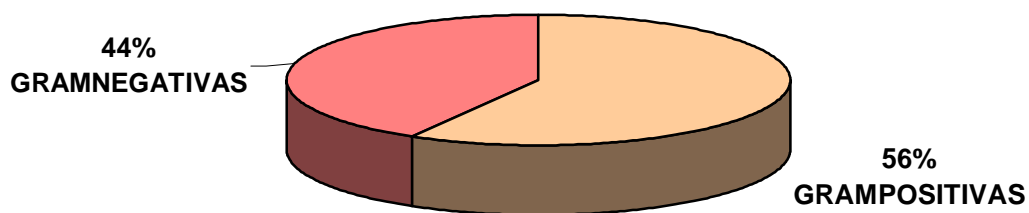


Figura. 2.- Porcentajes de cepas bacterianas Grampositivas y Gramnegativas aisladas de los embutidos.

Especies y géneros bacterianos aislados de los embutidos

En la tabla 7 se aprecia que *Staphylococcus aureus* se recuperó en 53.3% de los embutidos analizados, *Staphylococcus* spp. (40% de los embutidos), *E. coli* (30%) con dos cepas distintas en dos casos, *Enterobacter aerobacter* y *Klebsiella* spp.

(10%, respectivamente), *Enterobacter aerogenes* (6.6%), *Citrobacter freundii* y *Proteus mirabilis* (3.3%, respectivamente).

#	Alimento	<i>S. aureus</i>	<i>Staphylococcus</i> spp.	<i>E. aerobacter</i>	<i>E. aerogenes</i>	<i>E. coli</i>	<i>C. freundii</i>	<i>P. mirabilis</i>	<i>Klebsiella</i> spp.
1	Jamón Fud	*				*			
2	Jamón San Rafael	*							
3	Jamón Swan	*							
4	Jamón a granel	*					*		
5	Salchicha Fud			*	*				
6	Salchicha San Rafael		*			*			
7	Salchicha Swan								
8	Salchicha granel		*						
9	Chorizo Fud		*						
10	Chorizo San Rafael		*						
11	Chorizo Swan	*							
12	Chorizo/granel		*			*(2 cepas)			
13	Queso de Puerco de Fud	*							
14	Queso de Puerco de San Rafael	*				*			
15	Queso de Puerco granel	*				*(2 cepas)		*	
16	Pate Fud		*			*			
17	Pate Swan		*						
18	Pate granel		*						
19	Mortadela Fud	*							
20	Mortadela San Rafael	*		*		*			
21	Mortadela Swan	*				*			
22	Mortadela granel		*			*			
23	Tocino Fud	*							*
24	Tocino San Rafael	*				*			
25	Tocino Swan		*						
26	Tocino granel	*							*
27	Salchicha Coctel Fud		*		*				
28	Salchicha Coctel San Rafael			*					
29	Salchicha Coctel Swan	*							
30	Salch. Cok granel	*	*						*

Tabla 7.- Principales especies aisladas. (*) Indica la presencia de bacterias. **S. aureus**= *Staphylococcus aureus*, **S. spp**= *Staphylococcus* spp, **E. aerobacter**= *Enterobacter aerobacter*, **E.aerogenes**= *Enterobacter aerogenes*, **E. coli**= *Escherichia coli*, **C. freundii**= *Citrobacter freundii*, **P. mirabilis**= *Proteus mirabilis*, **K. spp**= *Klebsiella* spp.

Grupos de microorganismos identificados en los embutidos por marca comercial y a granel

En la tabla 8 se aprecia que el 100% de los alimentos embutidos de la marca Fud y los expendidos a granel rebasaron los límites permisibles por la Norma Oficial Mexicana para el grupo de los coliformes totales, seguidos de la marca San Rafael (71.4%) y Swan (57.1%). Por otro lado, el 87.5% de los embutidos expendidos a granel rebasaron los límites para coliformes fecales, seguido de Fud (75%), San Rafael y Swan (57.1% en cada caso, tabla 8). Para el grupo de hongos y levaduras, el 87.5% y el 100% de los alimentos expendidos a granel, respectivamente, rebasaron las cifras permitidas, seguidos por Swan (71.4% para hongos y 100% para levaduras), San Rafael (85.7% para hongos y levaduras, en cada caso) y Fud (50% para hongos y 87.5% para levaduras). Finalmente la marca Fud (50%) y Swan (42.8%) fueron las que presentaron un mayor porcentaje de alimentos con los límites por arriba de los permitidos por la NOM para *Staphylococcus aureus*.

EMBUTIDO	MESÓFILOS	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	HONGOS	LEVADURAS	<i>Staphylococcus</i>
FUD	0	100	75	50	87.5	50
SAN RAFAEL	0	71.4	57.1	85.7%	85.7%	42.8
SWAN	0	57.1	57.1	71.4%	100%	57.1%
GRANEL	0	100	87.5%	87.5%	100%	12.5%

Tabla 8.- Porcentajes de alimentos embutidos por marca y a granel que rebasaron los límites establecidos por la NOM.

RESISTENCIA BACTERIANA A LOS ANTIBIÓTICOS

GRAMPOSITIVAS

Staphylococcus aureus

En la figura 3 se muestra que el 81.25% de las cepas de *Staphylococcus aureus* fue resistente a la Penicilina y Ceftazidima, seguido por Dicloxacilina (75%), Eritromicina (68.75%), Ampicilina y Tetraciclina (62.5% en cada caso), Pefloxacina (50%), Trimetoprim con Sulfametoxazol (43.75%), Cefalotina (37.5%), Cefotaxima y Cefuroxima (31.25% en cada caso), y por último Gentamicina (25%) (Fig. 3).

Resistencia de *Staphylococcus aureus* a los antibióticos

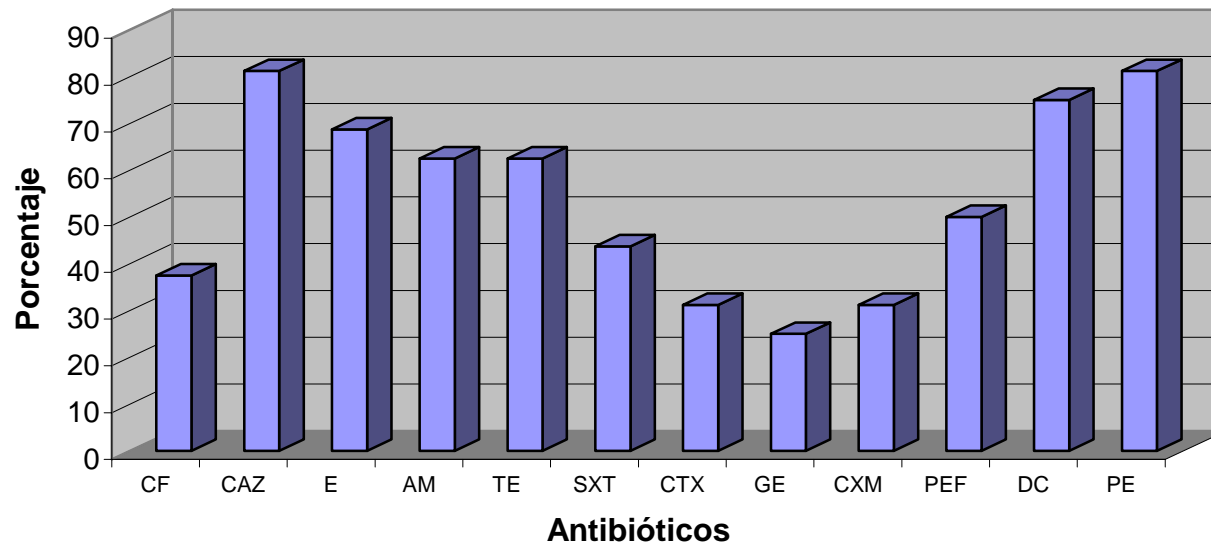


Figura 3.- Porcentajes de resistencia a los antibióticos en *S. aureus*.

CF = Cefalotina
TE = Tetraciclina
CTX = Cefotaxima
PEF = Pefloxacina

CAZ = Ceftazidima
SXT = Trimetoprim c/sulfametoxazol
GE = Gentamicina
DC = Dicloxacilina

E = Eritromicina
AM = Ampicilina
CXM = Cefuroxima
PE = Penicilina

Staphylococcus spp.

En la figura 4 se observa que el 83.33% de las cepas de *Staphylococcus* spp fue resistente a Ampicilina y Penicilina (83.33% en cada caso), seguido por Ceftazidima y Eritromicina (75% en cada caso), Dicloxacilina (66.6%), Tetraciclina, Trimetoprim con Sulfametoxazol, Cefotaxima y Gentamicina (50% en cada caso), Cefuroxima (41.66%), Cefalotina (16.66%) y por último Pefloxacina (8.33%).

Resistencia de *Staphylococcus* spp a los antibióticos

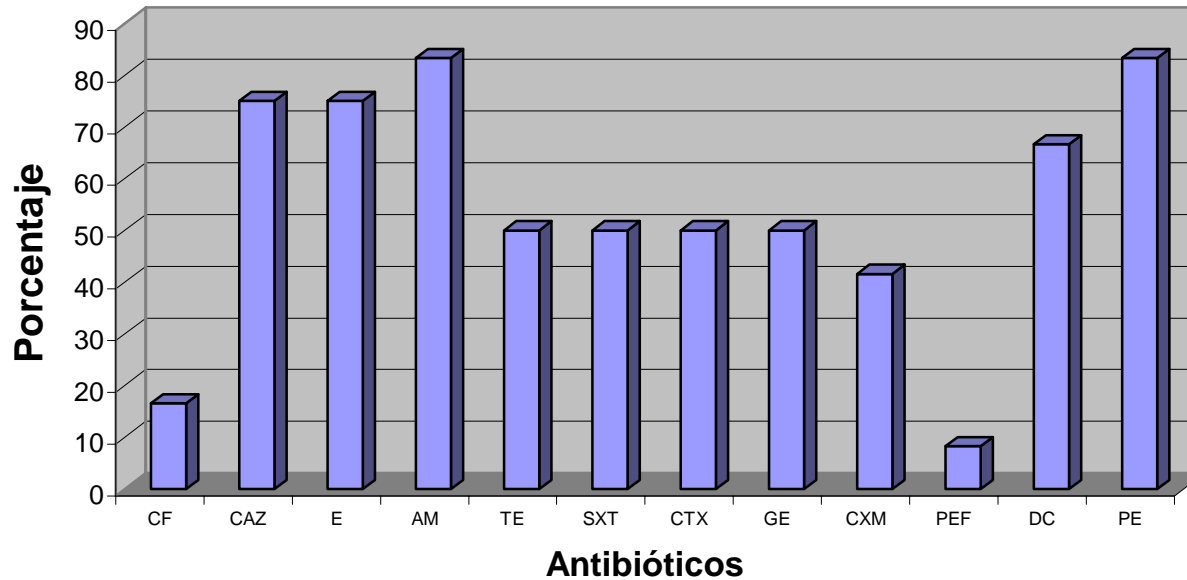


Figura 4.- Porcentajes de resistencia a los antibióticos por las cepas de *Staphylococcus* spp.

CF = Cefalotina

CAZ = Ceftazidima

E = Eritromicina

TE = Tetraciclina

SXT = Trimetoprim c/sulfametoxazol

AM = Ampicilina

CTX = Cefotaxima

GE = Gentamicina

CXM = Cefuroxima

PEF = Pefloxacina

DC = Dicloxacilina

PE = Penicilina

GRAMNEGATIVAS

En la figura 5 se observa que el 90.9% de las cepas Gramnegativas presentó resistencia a la Ampicilina, seguido por Cefalotina y Carbamacepina (86.36% respectivamente), Cefotaxima (54.54%), Nitrofurantoína (45.45%), Amikacina (40.9%), Netilmicina (36.36%), Gentamicina (22.71%), Trimetoprim con Sulfametoxazol (13.63%), Cloranfenicol y Ceftriaxona (9.09% respectivamente), y Pefloxacina (4.54%).

Resistencia de las Bacterias Gramnegativas a los antibióticos

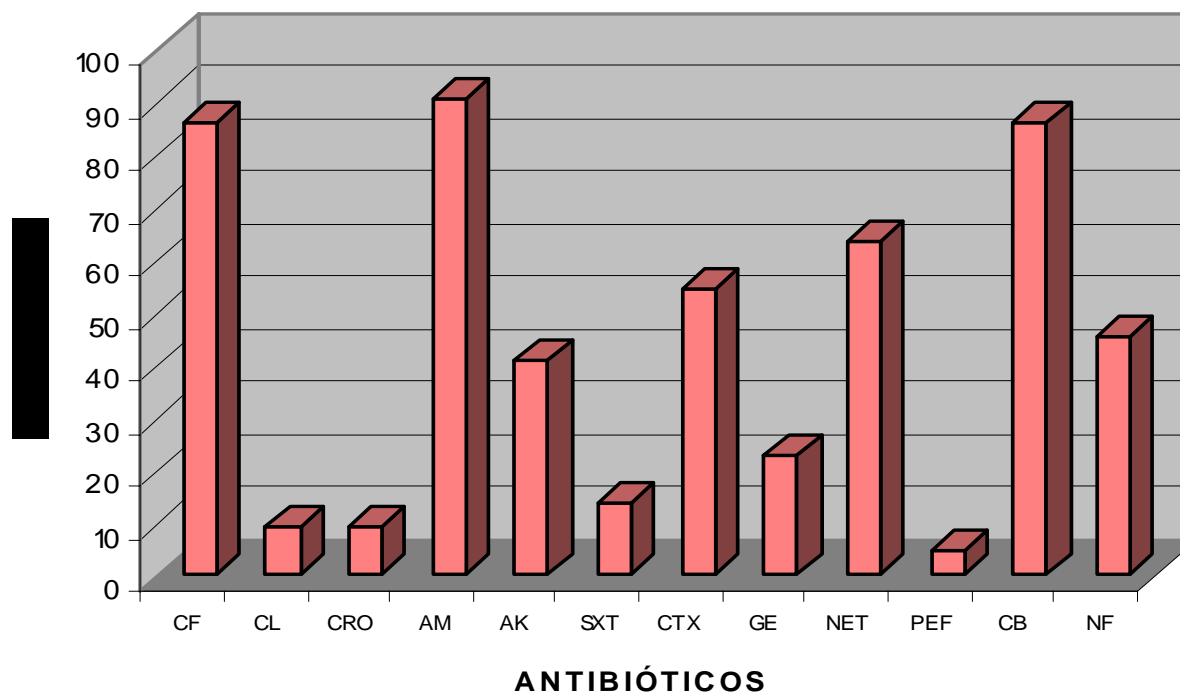


Figura 5.- Porcentajes de resistencia a los antibióticos para las bacterias Gramnegativas.

CF = Cefalotina

CL = Cloranfenicol

CRO = Ceftriaxona

AM = Ampicilina

AK = Amikacina

SXT = Trimetoprim c/sulfametoxazol

CXT = Cefotaxima

GE = Gentamicina

NET = Netilmicina

PEF = Pefloxacina

CB = Carbenicilina

NF = Nitrofurantoína

Escherichia coli

En la figura 6 se muestra que el 83.33% de las cepas de *Escherichia coli* fue resistente a Cefalotina y Ampicilina, seguido por Carbenicilina (75%), Amikacina (58.33%), Cefotaxima y Netilmicina (50% en cada caso), Gentamicina y Nitrofurantoína (41.66% en cada caso), Cloranfenicol y Ceftriaxona (8.33% en cada caso). No hubo resistencia a Trimetoprim con Sulfametoxazol ni a Pefloxacina.

Resistencia de *Escherichia coli* a los antibióticos

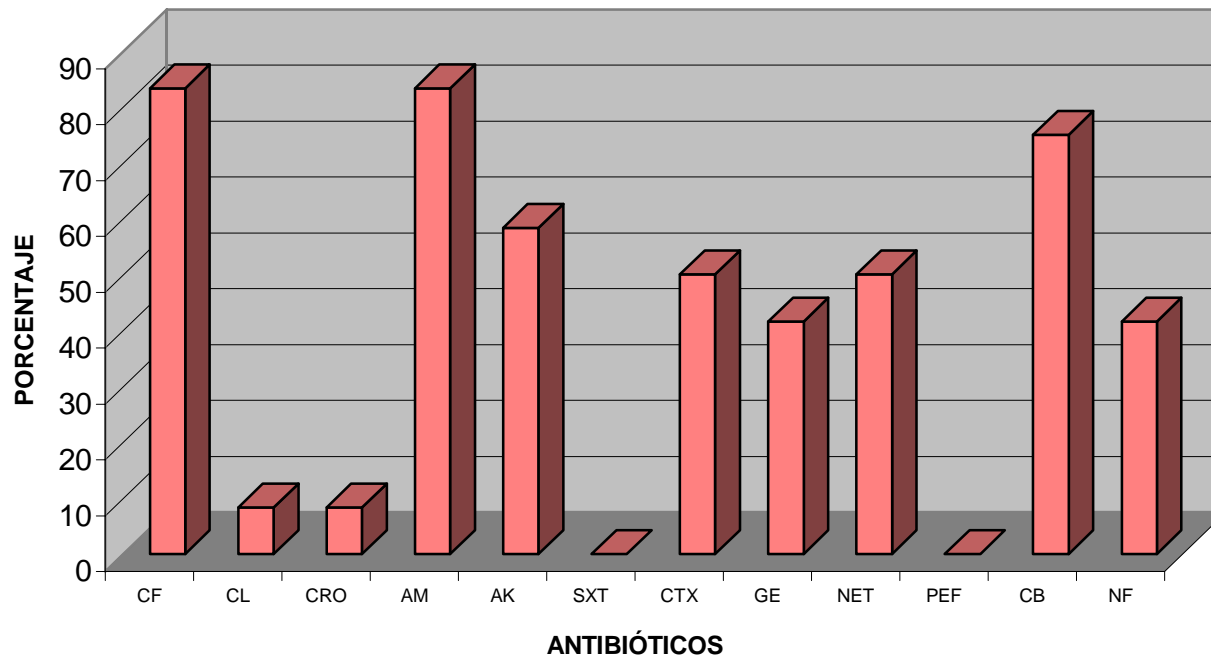


Figura 6.- Porcentajes de resistencia a los antibióticos por las cepas *Escherichia coli*.

CF = Cefalotina

CL = Cloranfenicol

CRO = Ceftriaxona

AM = Ampicilina

AK = Amikacina

SXT = Trimetoprim c/sulfametoxazol

CXT = Cefotaxima

GE = Gentamicina

NET = Netilmicina

PEF = Pefloxacina

CB = Carbenicilina

NF = Nitrofurantoína

Klebsiella spp.

En la figura 7 se observa que el 100% de las cepas de *Klebsiella* spp. fueron resistentes a Cefalotina, Ampicilina y Carbenicilina. También hubo resistencia a Trimetoprim con Sulfametoxazol Cefotaxima, Netilmicina y Nitrofurantoína (66.6% respectivamente), Cloranfenicol, Amikacina y Pefloxacina (33.3%, en cada caso). No hubo resistencia a Ceftriaxona ni a Gentamicina.

Resistencia de *Klebsiella* spp. a los antibióticos

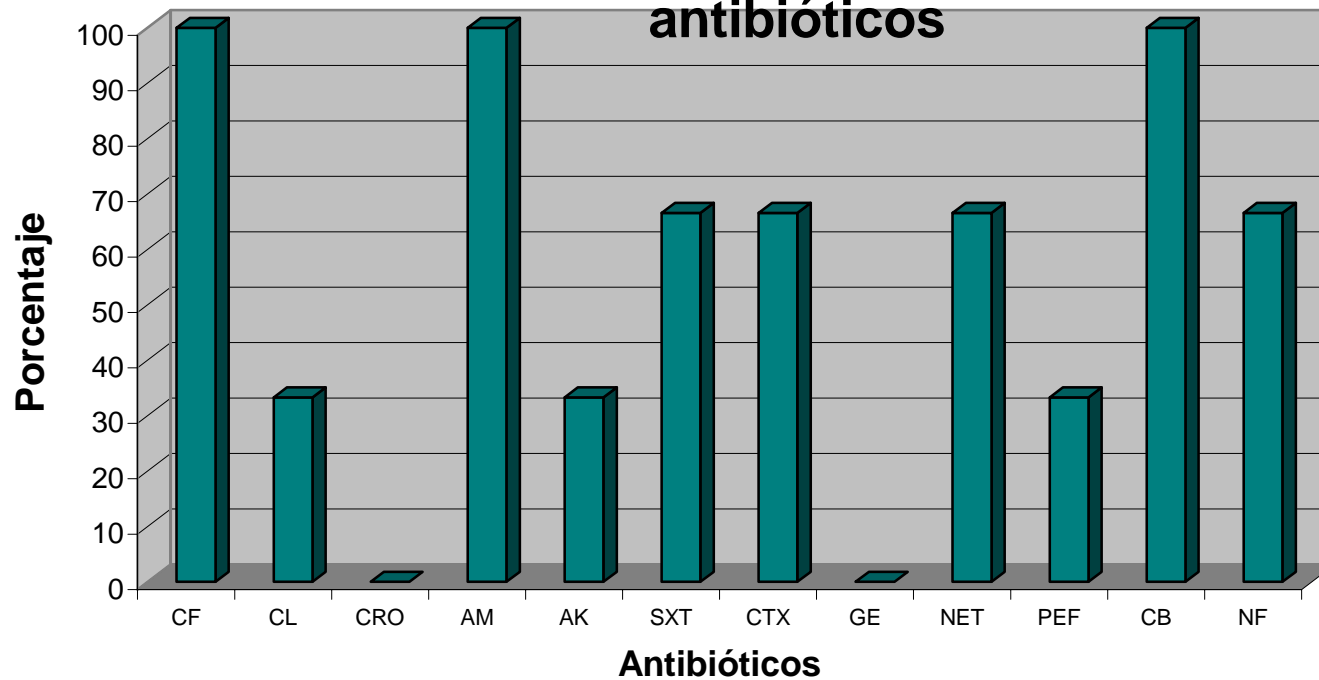


Figura 7.- Porcentajes de resistencia a los antibióticos por las cepas de *Klebsiella* spp.

CF = Cefalotina

CL = Cloranfenicol

CRO = Ceftriaxona

AM = Ampicilina

AK = Amikacina

SXT = Trimetoprim c/sulfametoxazol

CXT = Cefotaxima

GE = Gentamicina

NET = Netilmicina

PEF = Pefloxacina

CB = Carbenicilina

NF = Nitrofurantoína

Enterobacter aerobacter

En la figura 8 se muestra que el 100% de las cepas de *Enterobacter aerobacter* fueron resistentes a Ampicilina y Carbenicilina. También hubo resistencia a Cefalotina (66.6%), y Trimetoprim con sulfametoxazol (33.3%), en tanto que para el resto de los antibióticos no se registró resistencia alguna por parte de esta especie.

Resistencia de *Enterobacter aerobacter* a los antibióticos

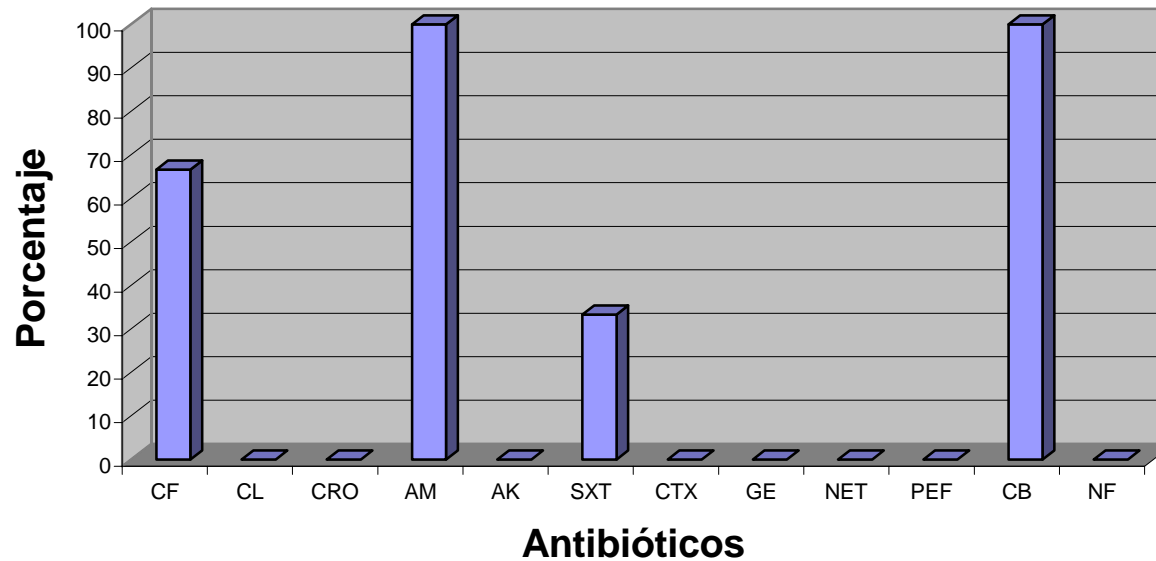


Figura 8.- Porcentajes de resistencia a los antibióticos por las cepas de *Enterobacter_aerobacter*.

CF = Cefalotina

CL = Cloranfenicol

CRO = Ceftriaxona

AM = Ampicilina

AK = Amikacina

SXT = Trimetoprim c/sulfametoxazol

CXT = Cefotaxima

GE = Gentamicina

NET = Netilmicina

PEF = Pefloxacina

CB = Carbenicilina

NF = Nitrofurantoína

Enterobacter aerogenes

En la figura 9 se observa que el 100% de las cepas de *Enterobacter aerogenes* fue resistente a Cefalotina, Ampicilina, Cefotaxima y Carbenicilina, seguido por Amikacina, y Nitrofurantóina (50% respectivamente), en tanto que para el resto de los antibióticos no se registró resistencia alguna por parte de esta especie.

Resistencia de *Enterobacter aerogenes* a los antibióticos

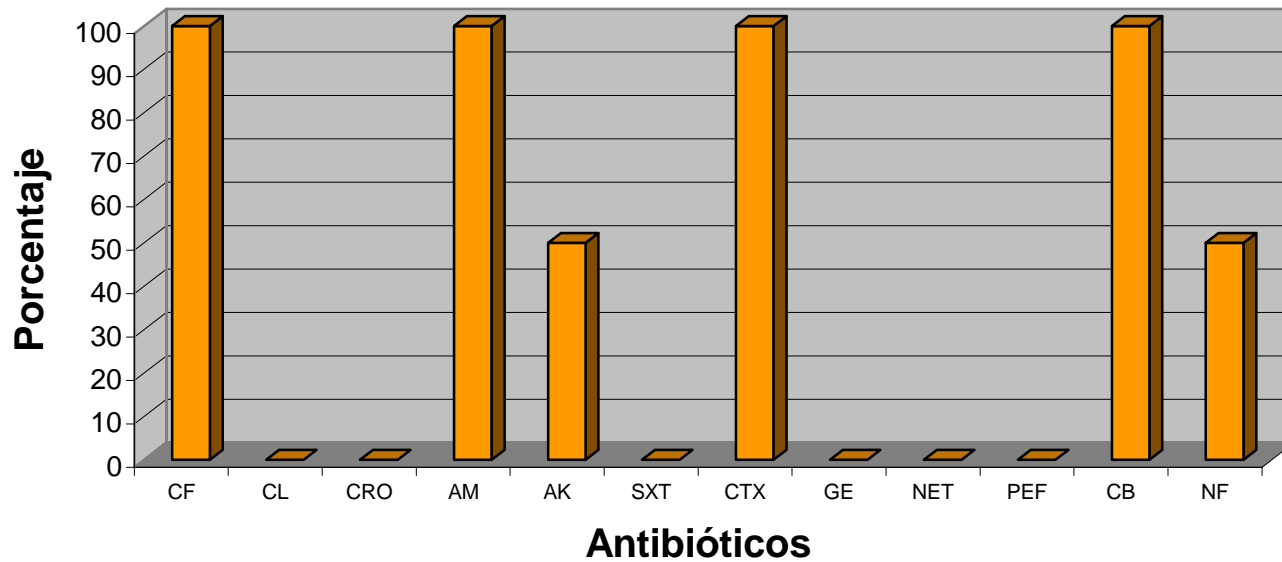


Figura 9.- Porcentajes de resistencia a los antibióticos por las cepas de *Enterobacter aerogenes*.

CF = Cefalotina

CL = Cloranfenicol

CRO = Ceftriaxona

AM = Ampicilina

AK = Amikacina

SXT = Trimetoprim c/sulfametoxazol

CTX = Cefotaxima

GE = Gentamicina

NET = Netilmicina

PEF = Pefloxacina

CB = Carbenicilina

NF = Nitrofurantoína

Citrobacter freundii

En la figura 10 se muestra que el 100% de las cepas de *Citrobacter freundii* fue resistente a Cefalotina, Ampicilina, Cefotaxima, Carbenicilina y Nitrofurantoína, en tanto que para el resto de los antibióticos no se registró resistencia alguna por parte de esta especie.

Resistencia de *Citrobacter freundii* a los antibióticos

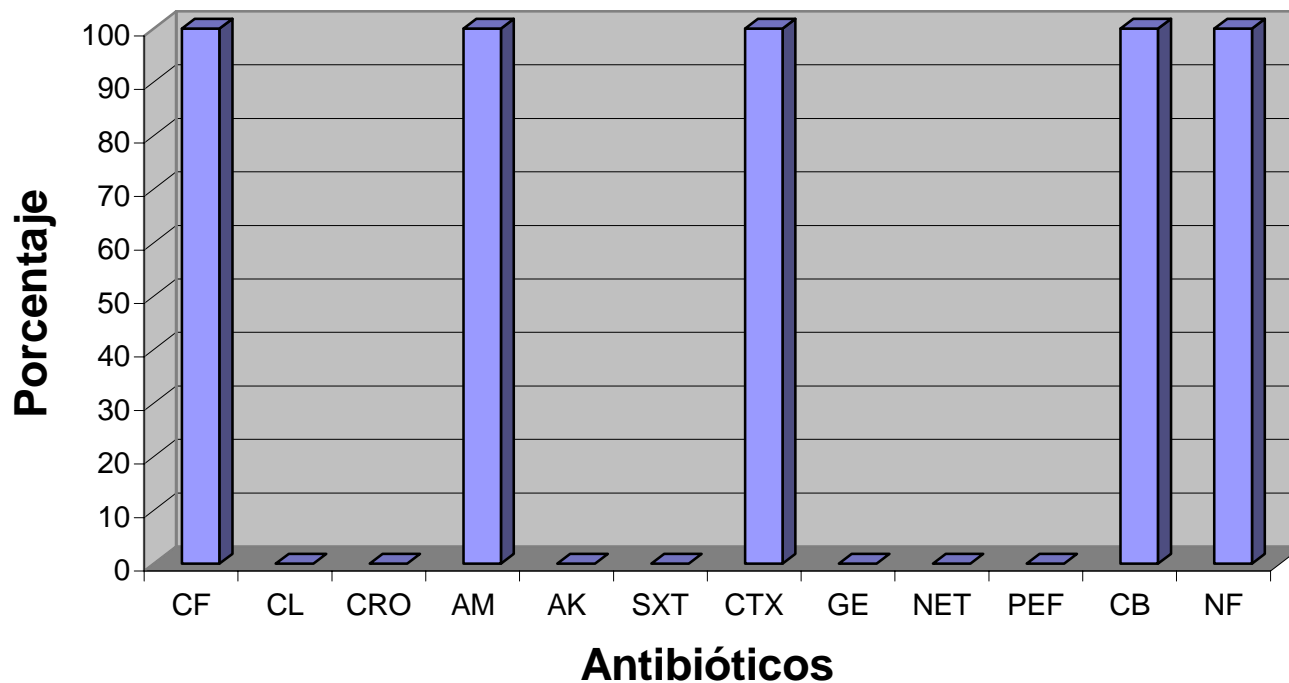


Figura 10.- Porcentajes de resistencia a los antibióticos por las cepas de *Citrobacter freundii*.

CF = Cefalotina

CL = Cloranfenicol

CRO = Ceftriaxona

AM = Ampicilina

AK = Amikacina

SXT = Trimetoprim c/sulfametoxazol

CXT = Cefotaxima

GE = Gentamicina

NET = Netilmicina

PEF = Pefloxacina

CB = Carbenicilina

NF = Nitrofurantoína

Proteus mirabilis

En la figura 11 se observa que el 100% de las cepas de *Proteus mirabilis* fue resistente a Cefalotina, Ceftriaxona, Ampicilina, Cefotaxima, Carbenicilina y Nitrofurantóina, en tanto que para el resto de los antibióticos no se registró resistencia alguna por parte de esta especie.

Resistencia de *Proteus mirabilis* a los antibióticos

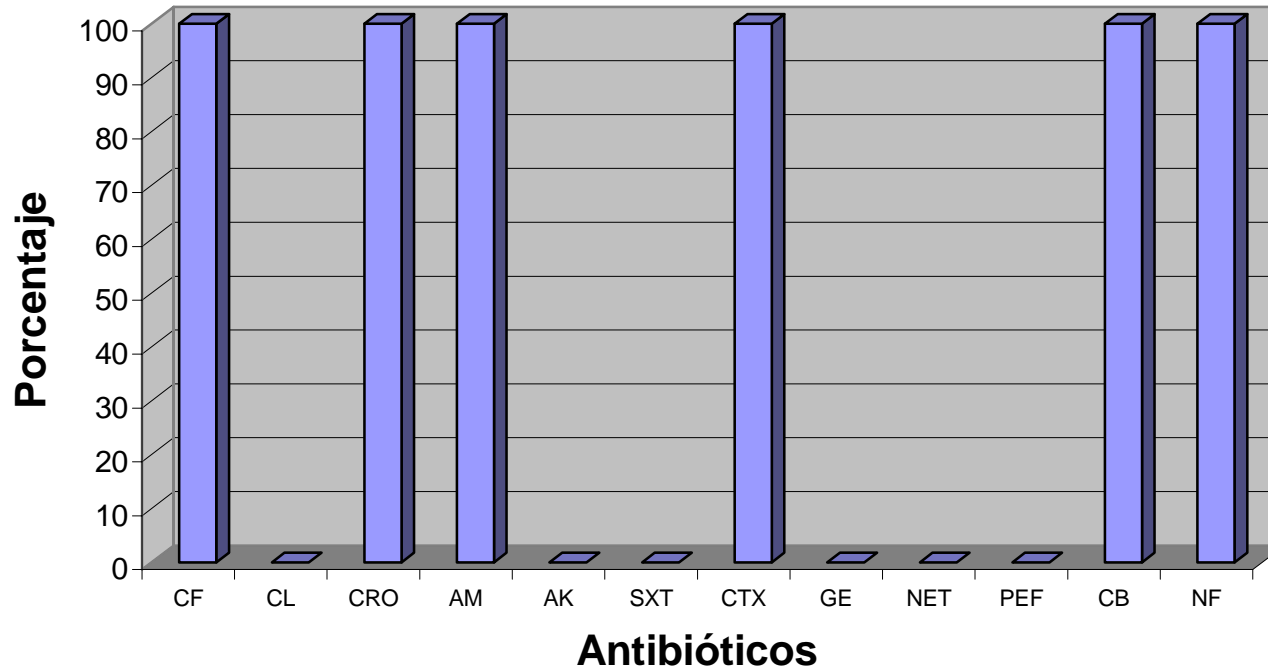


Figura 11.- Porcentajes de resistencia a los antibióticos por las cepas de *Proteus mirabilis*.

CF = Cefalotina

CL = Cloranfenicol

CRO = Ceftriaxona

AM = Ampicilina

AK = Amikacina

SXT = Trimetoprim c/sulfametoxazol

CXT = Cefotaxima

GE = Gentamicina

NET = Netilmicina

PEF = Pefloxacina

CB = Carbenicilina

NF = Nitrofurantoína

MULTIRRESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS

Los patrones de resistencia y el número de especies bacterianas Grampositivas representada en cada patrón se muestran en la tabla 8.

Se observaron un total de 25 patrones distintos de multirresistencia, dentro de los cuales el patrón de resistencia; CAZ+E+AM+TE+SXT+CTX+GE+CXM+DC+PE estuvo representado por 2 cepas de *Staphylococcus spp.* y 1 de *Staphylococcus aureus*. El resto de los patrones de resistencia fue representado por una cepa cada uno.

PATRONES DE RESISTENCIA A LOS ANTIBIOTICOS	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Staphylococcus spp.</i>
CAZ+E+AM+TE+SXT+CTX+GE+CXM+DC+PE	1	2
CAZ+E+TE+SXT+PEF+DC+PE	1	
TE+SXT+PEF+DC+PE	1	
CAZ+E+AM+DC+PE	1	
CF+CAZ+E+TE+SXT+PEF+DC+PE	1	
CF+CAZ+E+AM+SXT+CTX+CXM+DC+PE		1
CAZ+E+AM+CTX+GE+CXM+DC+PE		1
E+AM+CTX+GE+PC		1
CF+CAZ+E+AM+TE+SXT+CTX+CXM+PEF+DC+PE	1	
CAZ+E+TE+SXT+DC+PE	1	
CAZ+E+AM+TE+SXT+CTX+GE+CXM+PEF+DC+PE	1	
CAZ+E+AM+TE+SXT+GE+DC+PE		1
CAZ+AM+TE		1
CAZ+TE+SXT+PE	1	
CF+CAZ+E+AM+PEF+DC+PE	1	
CAZ+E	1	
CAZ+E+DC		1
CAZ+AM+SXT+DC+PC	1	
AM+PE	1	
AM+DC+PE		1
CF+AM+TE+SXT+CTX+GE+CXM+PEF+DC+PE	1	
CF+CAZ+E+AM+TE+SXT+DC+PE		1
CF+CAZ+E+AM+CTX	1	
CF+CAZ+E+AM+TE+CTX+CXM+PEF+DC+PE	1	
CF+CAZ+E+AM+TE+SXT+CTX+GE+CXM+PEF+PE		1
TOTAL DE CEPAS	16	11

Tabla 8.- Patrones de multirresistencia encontrados en cepas Grampositivas.

Para las cepas Gramnegativas los patrones de resistencia y número de especies representada en cada uno se muestran en la tabla 9.

Se puede apreciar un total de 13 patrones distintos de multirresistencia, dentro de los cuales el patrón CF+AM+AK+CTX+GE+NET+CB+NF estuvo representado por 2 cepas de *Escherichia coli*, seguido del patrón CF+AM+CB para una cepa de *Escherichia coli* y una de *Enterobacter aerobacter*.

El resto de los patrones estuvo representado por una cepa en cada caso.

Tabla 9.- Patrones de multirresistencia encontrados en las cepas Gramnegativas

PATRONES DE RESISTENCIA A LOS ANTIBIÓTICOS	<i>Escherichia coli</i>	<i>Enterobacter aerobacter</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>	<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Citrobacter freundii</i>
CF+AM+AK+CTX+GE+NET+CB+NF	2	-	-	-	-
CF+AM+AK+CTX+NET+CB	1	-	-	-	-
CF+AM+CTX+CB+NF	-	-	-	-	1
CF+AM+AK+CTX+CB	-	-	1	-	-
CF+AM+SXT+CB	-	1	-	-	-
CF+AM+AK+CTX+NET+CB+NF	1	-	-	-	-
CF	1	-	-	-	-
CF+AM+AK+CTX	1	-	-	-	-
CF+AM+AK+CTX+GE+CB+NF	1	-	-	-	-
CF+CRO+AM+CTX+CB+NF	-	-	-	1	-
AM+CB	1	-	-	-	-
CF+CL+CRO+AM+AK+GE+NET+CB+NF	1	-	-	-	-
CF+AM+CB	1	1	-	-	-
TOTAL DE CEPAS	10	1	1	1	1

DISCUSIÓN

Alimentos analizados

En nuestro estudio mencionamos que la gran mayoría de de los alimentos embutidos analizados rebasaron los límites permitidos por la Norma Oficial Mexicana (81.8% para coliformes totales, 68.1% para coliformes fecales y hongos, 90.9% para levaduras y 31.8% para *Staphylococcus aureus*) (figura 1, tabla 6). Los elevados porcentajes de bacterias detectados en este grupo de alimentos, reflejan que los controles de calidad de los productos embutidos de marca comercial y los expendidos a granel en centros comerciales de prestigio y en tiendas de autoservicio no son los adecuados. Esto podría representar un serio problema de salud para los consumidores, debido a que se ha descrito que las infecciones gastrointestinales ocasionadas por bacterias son la causa más frecuente de muertes en los países en desarrollo, sobre todo en infantes (Guerrant et al,1990). Por ejemplo, se ha reportado que cada minuto mueren 10 niños menores de cinco años por infecciones gastrointestinales (Snyder, J.D., Merson, M.H. 1982). La importancia de las enfermedades transmitidas por alimentos en nuestro país fue demostrada en los años de 1980 a 1989, cuando las Instituciones de Salud notificaron 3,419 casos de brucelosis, 9,790 de shigelosis, 10,939 de tifoidea, 30,899 de intoxicaciones alimentarias no especificadas, 72,754 de salmonelosis y 1,948,542 de otras infecciones intestinales, lo que da un total de 2,076,343 episodios relacionados con enfermedades de transmisión alimentaria (Dirección General de Epidemiología, 1990).

Bacterias Grampositivas

En este trabajo se aislaron un total de 50 cepas bacterianas diferentes a partir de los embutidos analizados, el 56% fueron Grampositivas. Del total de los aislamientos, el 32% correspondió a *Staphylococcus aureus*, y el 24% a *Staphylococcus* spp (tabla 7). Estos datos reflejan que *S. aureus* es una bacteria que frecuentemente contamina los alimentos embutidos, y puede provocar enfermedades gastrointestinales en los consumidores, debido a que se ha reportado que *S. aureus* puede ocasionar intoxicaciones estafilocócicas. Nuestros datos concuerdan con la revisión realizada por Parrilla y colaboradores en el Laboratorio Nacional de Salud Pública en 1993, quienes reportaron brotes de toxiinfecciones alimentarias de origen microbiano y parasitario entre 1980 a 1989, en ese trabajo se confirmó que el microorganismo principalmente implicado fue *Staphylococcus aureus*, que provocó el 48.2% de los casos.

Se ha descrito que un número importante de cepas de *S. aureus* produce alguna de las siete enterotoxinas más conocidas, las cuales al momento de la infección pueden causar síntomas característicos como; náusea, vómito, dolor abdominal y diarrea; los síntomas pueden presentarse entre 1 y 6 horas después de haber consumido el alimento. Generalmente el cuadro no persiste más allá de 24 horas, pero en casos severos puede haber deshidratación que en personas ancianas y en niños puede ser grave (Varnam,1991). Es por esto que las muestras con cargas por arriba de la Norma Oficial Mexicana representan un peligro para los consumidores, pues tienen una mayor posibilidad de contener enterotoxinas.

S. aureus es una bacteria que puede encontrarse en las mucosas y piel de la mayoría de los animales de sangre caliente. El principal reservorio en el humano es la cavidad nasal; también se puede encontrar en la garganta y tracto intestinal, de donde pasa a utensilios y equipo de cocina llegando a contaminar los alimentos (Jay,1994).

La contaminación de los alimentos por *Staphylococcus aureus* generalmente es debida a portadores que durante el proceso o manipulación de los alimentos pueden contaminarlos, como es el caso de los embutidos (Parrilla y cols., 1993). Sáenz y cols., corroboraron en el 2005 que en personal de una empacadora de carne era posible aislar dicho microorganismo. Ejemplo que concuerda con el trabajo realizado por Polanco en 1996, quien determinó la presencia de microorganismos patógenos en 100 manipuladores de alimentos del Distrito Federal y área metropolitana en donde reportó *Staphylococcus aureus* en el 29% de la muestra nasal de portadores sintomáticos y asintomáticos.

Otro ejemplo es el reportado por Mazadiego en 2003, quien analizó 36 alimentos expedidos en las diferentes entradas de la FES-Iztacala y encontró que el 16.2% de los alimentos rebasaron los límites permisibles para *Staphylococcus aureus*.

Bacterias Gramnegativas

Nosotros describimos en este trabajo que las bacterias Gramnegativas se detectaron en un 44% de los embutidos estudiados. Del total de los aislamientos el 24% correspondió a *Escherichia coli*, el 6% a *Enterobacter aerobacter* y *Klebsiella spp.* respectivamente, el 4% a *Enterobacter aerogenes*, y el 2% a *Citrobacter freundii* y *Proteus mirabilis*, en cada caso (figura 2). En 10 de los 30 alimentos analizados se presentó *Escherichia coli* (en dos alimentos se logró aislar dos cepas para cada uno), seguido por *Enterobacter aerobacter*, que se encontró en 3 de los 30 alimentos.

La calidad microbiológica de los alimentos embutidos se investiga en varias ciudades, la vigilancia de los productos cárnicos permite detectar diferentes microorganismos. Mazadiego, en 2003, determinó mediante indicadores bacteriológicos el contenido de microorganismos en 36 alimentos, como torta de pierna, gordita de chicharrón, hamburguesa, tostadas de carne, yogurt y otros, preparados y distribuidos en la periferia de la FES-Iztacala, los que rebasaron las cifras permitidas para coliformes fecales (66.7%), mesófilos aerobios (50%) y *S. aureus* (16.2%). Así mismo, Barrientos, en 1997, reportó dentro del Hospital General de Tlalnepantla un alto índice de *E. coli* (41%) en alimentos crudos y cocidos, entre los cuales destacan el jamón, queso blanco, queso rayado, hamburguesa, pollo, carne de res, papaya. Esto demuestra que *E. coli* es una bacteria que se recupera frecuentemente en una gran variedad de alimentos, lo que denota una deficiencia en el manejo y/o en los procesos de refrigeración, además de la falta de higiene por parte de los manipuladores (Dirección General de Servicios de la Salud Pública. Subsecretaría de Servicios de Salud. Secretaría de Salud, 1992).

Otro ejemplo es el de Polanco en 1996, quien realizó un estudio para determinar la presencia de microorganismos patógenos en 100 manipuladores de alimentos (53% de ellos, asintomáticos) del Distrito Federal y su área Metropolitana. En los sujetos asintomáticos, los exudados faríngeos fueron positivos en 3% para *E. coli* y *S. aureus*; las muestras nasales fueron positivas en 31% para *E. coli* y 29% para *S. aureus*; en manos se encontró *E. coli* en 13%; en los coproparasitoscópicos se identificaron quistes de *Giardia lamblia* (17%) y *Entamoeba histolytica* (12%); en los coprocultivos se aisló *Salmonella typhi* en 17%, *Shigella dysenteriae* en 10%. De los portadores sintomáticos, en los exudados faríngeos se aisló *E. coli* en 28%, *S. aureus* en un 26%; a nivel nasal *S. aureus* en 29%; y en las manos 11% de *E. coli*.

La presencia de bacterias Gramnegativas se refleja en un aumento en la incidencia de enfermedades gastrointestinales. En 1999, se reportaron 5,622 muertes por enfermedades infecciosas intestinales. Las entidades con mayor incidencia fueron Estado de México (831), Chiapas (597), Oaxaca (516) y Distrito Federal (328). En 2003 se reportaron 4,556 muertes por esta causa, repitiéndose las entidades con mayor incidencia, Estado de México (583), Chiapas (642), Oaxaca (424), y Distrito Federal (262) (Dirección General de Información de la Secretaría de Salud, México, 2001).

A pesar de que *E. coli* es considerada como un microorganismo de la flora normal del humano, existen cepas patógenas que producen diferentes cuadros clínicos como en el caso de la *E. coli* enterotoxigénica, la cual después de un periodo de incubación de 14 a 50 horas causa diarrea aguda y en algunos casos fiebre y vómito. La principal fuente de contaminación del agua y los

alimentos es la materia fecal. Otro ejemplo es el de *E. coli* enterohemorrágica (ECEH), que se encuentra en la leche bronca, agua o en la carne mal cocida o cruda. El periodo de incubación va de 1 a 8 días, el cuadro se caracteriza por fiebre, dolor abdominal y diarrea que al segundo día puede ser sanguinolenta (Eslava, 1994).

La *E. coli* enteropatógena (ECEP) causa diarreas severas en niños muy pequeños que por las condiciones propias de su edad suelen ser mayormente afectados. En un artículo de revisión acerca de *E. coli* enteropatógena, (Vidal, 2003) se menciona que los infantes menores de dos años son los más susceptibles a las infecciones provocadas por esta enterobacteria. La gravedad de la infección está relacionada con la salida masiva de iones que, según Vidal, podría ser una consecuencia del desarreglo del citoesqueleto, la destrucción de las microvellosidades y la secreción de una enterotoxina. Esta infección provoca la muerte de dos millones de niños anualmente en países en vías de desarrollo, y mata a un menor cada 15 segundos alrededor del mundo.

Barreto (2000) reportó en 145 alimentos analizados un 44.1% de positivos a *E. coli*; los productos cárnicos fueron los más afectados con un total del 75.5% de *E. coli* enterohemorrágica, *E. coli* enteroinvasiva 4.76% y *E. coli* enterotoxigénica 1.9%.

El haber encontrado cantidades por arriba de los límites permisibles en este tipo de alimentos, que son comúnmente manipulados, aumenta el riesgo de contaminación, representando un grave problema de salud para los consumidores (Dirección General de Servicios de la Salud Pública. Subsecretaría de Servicios de Salud. Secretaría de Salud, 1992).

La contaminación también se encuentra íntimamente relacionada a una refrigeración deficiente durante o después del traslado a la tienda comercial; la temperatura y la concentración de oxígeno determinan si tendrá lugar el crecimiento bacteriano, como lo menciona Hayes (1993).

La mayoría de los productos cárnicos antes de ser consumidos son sometidos a procesos de cocción, lo que disminuye la presencia y crecimiento de los microorganismos encontrados en ellos, situación que difiere en los alimentos embutidos ya que gran parte de ellos se consumen crudos.

RESISTENCIA BACTERIANA

Bacterias Grampositivas

Staphylococcus aureus

Las cepas de *Staphylococcus aureus* que fueron aisladas de los embutidos en este trabajo, presentaron una resistencia a los antibióticos Penicilina (PE) y Ceftazidima (CAZ) en un 81.25% de los casos, así en un 62.5% fueron resistentes a la Ampicilina (AMP) (figura 3 y 8), resultados que concuerdan con los obtenidos por Mazadiego (2003), quien reportó en alimentos distribuidos en la periferia de la FES-I una resistencia del 100% a la ampicilina, dicloxacilina, ceftazidima y penicilina, así también Martínez en 2001 obtiene que el 76.4% de las cepas de *S. aureus* de los alimentos del comedor de la ENEP-Iztacala presentó una resistencia a ampicilina, penicilina y ceftazidima.

Otro ejemplo es el reportado por García en 2001 donde al comparar la efectividad de 6 antibióticos β -lactámicos y de un inhibidor de β -lactamasas, utilizando 73 cepas de *S. aureus*, reportó que el 85% de las cepas de *S. aureus* fueron productoras de β -lactamasas, siendo necesarias altas concentraciones de antimicrobianos probados para inhibir el 90% de las cepas de *S. aureus*.

Como se mencionó anteriormente la presencia de *Staphylococcus aureus* en los alimentos embutidos esta relacionada con la manipulación de estos por personas infectadas consideradas portadoras asintomáticas (Parrilla y cols, 1993), por lo que al encontrar esta elevada resistencia bacteriana se puede suponer la relación entre esta y el manejo indiscriminado de los antibióticos por parte de los médicos e incluso por parte de los mismos portadores, además de existir elementos genéticos móviles como los plásmidos y transposones que determinan la resistencia a los diferentes antibióticos principalmente a aquellos

considerados de primera elección (Velásquez, 2005). La cavidad bucal es un área importante donde se relacionan los microorganismos que se encuentran en el humano y los provenientes de los alimentos, esta relación incluye la posibilidad de la transferencia genética horizontal (Wang et al, 2005).

Bacterias Gramnegativas

El 90.9% de las cepas Gramnegativas fue resistente a Ampicilina (AM), el 86.3% a Cefalotina (CF) y Carbenicilina (CB), en cada caso, el 54.5% a Cefotaxima (CTX), el 45.4% a Nitrofurantoina (NF) y el 40.9% a la Amikacina (AK) (figura 5).

La elevada resistencia de las cepas Gramnegativas a los antibióticos detectada por nosotros, principalmente a los β -lactámicos, evidencia la selección de resistencia de las bacterias a los antibióticos, situación que debe preocuparnos, debido a que estas especies en un determinado momento podrían infectar otros sitios morfológicos, ocasionando un verdadero problema para los facultativos en el tratamiento de estos pacientes, por ejemplo en un estudio en donde se evaluó la prevalencia de infecciones de herida quirúrgica (IHQX), así como la efectividad de antibióticos en las bacterias identificadas, se encontró que de las 137 cepas bacterianas aisladas de las infecciones de un total de 118 pacientes, el 100% de las cepas fue resistente a ampicilina y cefalotina (Paniagua y cols, 2006). En otro estudio realizado en 177 cepas de *E. coli*, obtenidas de infecciones post-parto en el Departamento de Ginecología y Obstetricia de la Universidad de Florida, se encontró que la mayoría de fue resistente a penicilina (Edwards y cols, 2002). En otro estudio o realizado con

cepas de *E. coli* y de *Klebsiella* spp. aisladas de pacientes infectados en cinco hospitales de El Cairo, Egipto, reveló que la mayoría fue resistente a penicilina y ampicilina (Coolí y cols, 2003).

CONCLUSIONES

1. La mayoría de los embutidos de marca comercial y a granel rebasaron las cifras permitidas por la Norma Oficial Mexicana.
2. Se analizaron 30 alimentos embutidos de los cuales el 56% de las bacterias aisladas fueron Grampositivas y el 44% Gramnegativas, haciendo un total de 50 cepas distintas.
3. Las bacterias de mayor incidencia fueron *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.
4. Las bacterias Grampositivas presentaron su mayor resistencia a los antibióticos conocidos como “de primera elección”: Penicilina, Ampicilina, Ceftazidima y Eritromicina.
5. Las bacterias Gramnegativas fueron resistentes a: Ampicilina, Cefalotina y Carbenicilina.
6. Los niveles elevados de microorganismos patógenos muestreados en este estudio, y su alta resistencia a los antibióticos, representan un peligro para la salud de los consumidores. Se sugiere que las condiciones en que son almacenados, distribuidos, así como las medidas de higiene de los manipuladores sean las indicadas por la Norma Oficial Mexicana.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abraham E.P., Chain E., Fletcher C. M. , Florey H.W., Gardener A. D., Heatley N. G. y Jennings M.A. Further observations on penicillin. *Lancet* 1941: **2**; 177-188.
2. Amábile, C. C. F. La resistencia bacteriana a los antibióticos. *Ciencia y Desarrollo*. 1988. **80** Año XIV: 57-68.
3. Barreto G., Sedres M., Ricardo M., y Ortiz A. Categorías enteropatógenas de *Escherichia coli* en alimentos. *Rev. Prod. Anim.* 2000: **12**; 87-90.
4. Barrientos, A. C. *Evaluación bacteriológica de los Alimentos del Hospital General de Tlalnepantla*. Tesis Profesional. 1997. Licenciatura. ENEP-Iztacala.UNAM. México.
5. Bello, P., Ortiz D., Pérez E y Castro V. *Salmonella* en carnes crudas: Un estudio en localidades del estado de Guerrero. *Sal. Púb. Méx.* 1990: **32**: 74-79.
6. Brownsell, V., Griffith, C y Jones, E. *La Ciencia Aplicada al Estudio de los Alimentos*. 1993. Edit. Diana. México.
7. Cervera P; Clapes J y Rigolfa R. *Alimentación y Dietoterapia*. 1993. Interamericana McGraw Hill, España.
8. Departamento de Biología Molecular. Mecanismos moleculares de la resistencia bacteriana. *Salud Pública de México*. 1994: **36** (4).
9. Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud, México. 2001. Principales resultados de la estadística sobre mortalidad en México, 1999. *Salud Pública de México*. *Salud Pública de México* **43** (1): 67-73.

10. Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud, México. 2003. Estadísticas de mortalidad en México: muertes registradas en el año 2003. Salud Pública de México. *Salud Pública de México*. **47** (2); 171-187.
11. Dirección General de Servicios de la Salud Pública. Subsecretaría de Servicios de Salud. Secretaría de Salud. 1992. *Curso Para Manejadores de Alimentos*. México. S. E.
12. Edwards R K, Clark P, Siström C L, Duff P. Intrapartum antibiotic prophylaxis 1: relative effects of recommended antibiotics on Gram-negative pathogens. *Obstet Gynecol* 2002;100:534-539
13. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. 1993. *Manual de Laboratorio de Microbiología Sanitaria*. IPN. México.
14. Eslava, C, Mateo, J., Cravioto, A. 1994. Cepas de *Escherichia coli* relacionadas con la diarrea. En: diagnóstico de laboratorio de infecciones gastrointestinales. Secretaría de Salud México. 251.
15. Fernández, E. E. y Hernández, M. C. 1983. Fuentes de contaminación de *Salmonella* en empacadoras de carne. *Rev Lat-Amer. Microbiol.* **25**; 51-55.
16. García, C. J. M. 2001. Respuesta de 73 cepas de *Staphylococcus aureus* a 6 antibióticos β -lactámicos y a un inhibidor de β -lactamasas, sulbactam/ampicilina. Tesis Profesional. Licenciatura. FES-Iztacala. UNAM. México.

17. (Guerrant RL, Hughes JM, Lima NL, Crane J. Diarrhea in developed and developing countries magnitude, special settings, and etiologies. *Rev Infect Dis.* 1990;12:41-50.).
18. Hayes, P. 1993. *Microbiología e higiene de los alimentos*. Edit. Acribia. España.
19. Jay, J.M. 1994. *Microbiología moderna de los alimentos*. Ed. Acribia. España. 537-563 pp.
20. Kholly EA, Baseem H, Hall GS, Procop GW, Longworth DL. Antimicrobial resistance in Cairo, Egypt 1999-2000: a survey of five hospitals. *J Antimicrob Chemother* 2003;51:625-63015
21. Levine, M. 1987. *Escherichia coli* that cause diarrhea: enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic and enteroadherent. *Infect. Dis.* **155**: 377-389.
22. -Mac Faddin T. 1990. *Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica*. Panamericana. Buenos Aires.
23. Martín, C. Enfermedades Transmitidas por Agua y Alimentos. Brotes Año 2002. *Boletín Epidemiológico de Castilla y León*. 2003: **19**; (5).
24. Martínez, S. N. G. 2001. Estudio bacteriológico de los alimentos del comedor de la ENEP-Iztacala. Tesis Profesional. Licenciatura. ENEP-Iztacala. UNAM. México.
25. Mazadiego, R. L. 2003. Indicadores bacteriológicos determinados en alimentos, distribuidos en la periferia de la FES-I por personal ambulante. Tesis Profesional. Licenciatura. FES-I. UNAM. México.

26. Norma Oficial Mexicana. NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Diario Oficial de la Federación DVII 9,12 de Diciembre de 1995 p 6.
27. Norma Oficial Mexicana. NOM-110-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimento para su análisis microbiológico. Diario Oficial de la Federación DV 11,16 de Octubre de 1995 p 6.
28. Norma Oficial Mexicana. NOM-111-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Diario Oficial de la Federación DIV 9,13 de septiembre de 1995 p 6.
29. Norma Oficial Mexicana. NOM-112-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable. Diario Oficial de la Federación DV 14,19 de Octubre de 1995 p 14.
30. Parrilla, M., Vázquez J., Saldate E y Nava L. 1993. Brotes de toxiinfecciones alimentarias de origen microbiano. *Salud Pública de México*. **35 (5)**.456-463.
31. Paniagua-Contreras GL, Monroy-Pérez E, Alonso-Trujillo J, Vaca-Pacheco S, Negrete-Abascal E, Pineda-Olvera J Prevalencia de infecciones en herida quirúrgica en pacientes dados de alta de un hospital general Rev Med Hosp Gen Mex 2006; 69 (2): 78-83

32. Polanco V. M. 1996. Incidencia de microorganismos patógenos en manipuladores de alimentos del Distrito Federal y Área Metropolitana. Tesis Profesional. Licenciatura. ENEP-Iztacala.UNAM. México.
33. Salgado, J., Jaramillo C y Núñez J. 1999. *Salmonella spp* en tres tipos de chorizos, como peligro dentro de un sistema de análisis de riesgos e identificación de puntos críticos de control (HACCP), en una empacadora de la ciudad de México. *Vet. Mex.* **30(2)**: 157-165.
34. Sáenz , C.,Herrera, N., et al.2005. Patrones de resistencia a antibióticos y perfiles de plásmidos de cepas *S. aureus* aisladas de ganado bovino y personal de una empacadora de carnes.
35. The International Commission on Microbiological Specifications for foods (ICMSF). 1980. *Microorganismos de los alimentos*. Editorial Acribia. España.
36. Varnam, A. H. and M. G. Evans.1991. *Fecal pathogens*. Wolfe Publishing.London. 235-265 pp.
37. Velásquez, M.M.E. 2005. Surgimiento y diseminación de *Staphylococcus aureus* meticilinoresistentes. *Salud Pública de México.* **47** (005): 381-387.
38. Vidal, J. E. 2003. *Escherichia coli* enteropatógena (EPEC): Una causa frecuente de diarrea infantil. *Salud en Tabasco.* **9** (001): 188-193.
39. Wang, H.H., Manuzon M., Lehman M., et al. 2005. Food commensal microbes as a potentially important avenue in transmitting antibiotic resistance genes. *FEMS Microbiol Lett* 254: 226-231.