

SANIDAD MICROBIOLÓGICA DE CARNES PORCINAS. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA DE *Escherichia coli*

ALBO G.*

*Prof. Adjunto de Producción Animal I Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad Nacional de La Plata

Resumen: *El hallazgo de cepas resistentes de E. coli en el ganado porcino ha sido estudiado en Argentina; pero falta investigar si estas cepas pueden llegar al consumidor. El objetivo del presente trabajo fue determinar la prevalencia de cepas de E. coli antibiótico resistentes en carnes porcinas frescas de canales de venta minorista de La Plata, Buenos Aires. Se estudiaron carnes de 47 puestos. Los estudios microbiológicos se realizaron de acuerdo a la información proporcionada por el National Committee for Clinical Laboratory Standards para microorganismos aislados de animales, para inferir la resistencia y sensibilidad. Las carnes se procesaron en Stomacker según lo recomendado por CAA. Se utilizó caldo peptonado y EMB, incubando 24 horas a 35 °C. Las colonias sospechosas de E. coli se tipificaron con metodología convencional. La prueba de sensibilidad antimicrobiana se efectuó según el método de dilución en agar (Kirby Bauer) bajo las normas NCCLS. De las 10 cepas de E. coli aisladas (21 % del total de carnes), 7 mostraron susceptibilidad a nitrofurantoína (NIT), aminotriptilina + sublactama (AMS), norfloxacina (NOR), gentamicina (GEN), trimetoprima-sulfametoxazol (TMS) y cefalotina (CEF). Por otra parte, 3 cepas (30 % de los aislamientos de E. coli detectados) resultaron susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS, pero resistentes a CEF.*

Palabras clave: *Escherichia coli*, carnes, porcinas, frescas.

HEALTH MICROBIOLOGICAL PIG MEAT. EVALUATION OF THE ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF *Escherichia coli*

Abstract: *The finding of resistant strains of E. coli in pigs has been studied in Argentina, but need to investigate whether these strains can reach the consumer. The aim of this study was to determine the prevalence of resistant E. coli antibiotic resistance in fresh pig meat retail channels in La Plata, Buenos Aires, Argentine. Meat were studied 47 posts. Microbiological studies were carried out according to information provided by the National Committee for Clinical Laboratory Standards for animal isolates, to infer the strength and sensitivity. The meat will be processed in stomach as recommended by CAA. Peptone broth was used and EMB, incubated 24 hours at 35 °C. Suspected colonies of E. coli were typed by conventional methodology. Antimicrobial susceptibility testing was performed according to the agar dilution method (Kirby Bauer) under NCCLS standards. Strains of E. coli were resuspended in peptone water. Of the 10 strains of E. coli isolates (21% of total meat), seven were susceptible to nitrofurantoin (NIT), aminotriptilina + sublactama (AMS), norfloxacin (NOR), gentamicin (GEN), trimethoprim-sulfamethoxazole (TMS) and cephalothin (CEF). Moreover, 3 strains (30% of the isolates of E. coli detected) were susceptible to NIT, AMS, NOR, GEN, TMS, but resistant to CEF.*

Keywords: *Escherichia coli*, beef, pork, fresh.

INTRODUCCIÓN

El inicio de la era de los antibióticos, a finales de la década de los años 40, trajo esperanzas de erradicar o controlar enfermedades infecciosas; sin embargo, el uso universal indiscriminado y arbitrario de los mismos en medicina humana y animal, ha traído serias consecuencias, tales como la aparición de cepas bacterianas resistentes a múltiples antimicrobianos, y la presencia de residuos antibióticos en el ambiente y en la carne del animal (Reyes *et al.*, 2002; Wegener *et al.*, 1997; NCCLS, 2009)

Asimismo los antibióticos han sido utilizados para promover el crecimiento de animales desde los años cincuenta. Los oficiales de Salud Pública de la Organización de Salud Mundial, ha recomendado la interrupción de esta práctica, debido a que tiene efecto adverso en humanos. Hay gran depósito de bacterias resistentes en la comida de animales y en las carnes porcinas en particular vendidas al consumidor, pero se carece de información suficiente sobre la acción de las bacterias resistentes cuando son ingeridas por el ser humano.

El uso excesivo de los antimicrobianos ejerce una fuerte presión selectiva sobre las bacterias, provocando la diseminación de genes resistentes a los antimicrobianos (Chandrasekan, S. *et al.*, 1998; Torroba *et al.*, 1998; Desay *et al.*, 2006). Es por ello que la aparición de cada nuevo antimicrobiano va seguida de un progresivo desarrollo de resistencia al mismo en lapsos variables, ya que se promueve la desaparición de cepas susceptibles y la aparición de cepas resistentes. El incremento de la resistencia de los microorganismos a los agentes quimioterapéuticos, dificulta el tratamiento de infecciones en el hombre, por las limitaciones que se presentan en la elección de los antibióticos (Fontaine, T.D. *et al.*, 1976). Los agentes antimicrobianos deberían utilizarse exclusivamente con dos fines: "profilácticos": sólo para aquellos casos en que esté demostrado su importancia para prevenir una infección; por ejemplo, en los ciclos iniciales de crecimiento de animales especialmente sensibles a agentes infecciosos muy particulares (Wegener *et al.* 1999). En estos casos no deberían emplearse antibióticos de adquisición reciente ya que en general son menos eficaces como preventivos que los ya existentes y podrían favorecer además, la aparición de nuevas resistencias y "terapéuticos": para casos de infecciones documentadas. Esta es la forma ideal de tratamiento antimicrobiano, conociendo el germen causal.

La vía de administración preferida por los profesionales veterinarios, varía en función de las especies animales, aunque cabe destacar que la alimentación mediante piensos o alimentos balan-

ceados adicionados con medicamentos es una de las más usadas a la hora de medicar en los sectores zootécnicos; otras vías son: intramuscular, subcutánea, tópica o intravenosa.

El uso de antibióticos con fines terapéuticos o profilácticos no siempre sigue la pauta comentada anteriormente, demostrándose en muchas ocasiones que los animales a los que se prescriben estos agentes no tienen evidencia de infección, no requieren antimicrobianos o reciben dosis inadecuadas.

Aparte de la prescripción incorrecta de antimicrobianos por parte del facultativo, hay otra serie de factores que contribuyen al mal uso terapéutico de estos agentes como son: la venta de medicamentos veterinarios en establecimientos no autorizados, la venta de antimicrobianos sin necesidad de presentar la receta veterinaria o el empleo de antimicrobianos no autorizados en el sector veterinario (Cancho Grande *et al.*, 2000).

Según si eliminan las bacterias o inhiben el crecimiento de las mismas, los antibióticos también se pueden dividir en: "Bactericidas" (capaces de eliminar las bacterias). Los antibióticos que lesionan la membrana celular producen una liberación de los metabolitos celulares al exterior, y por tanto su muerte. Por ejemplo: las penicilinas (pero también se las considera bacteriostáticos) y 2.- Bacteriostáticos (bloquean el crecimiento y multiplicación celular). Estos fármacos resultan eficaces debido a que las bacterias inhibidas en su crecimiento morirán con el tiempo o serán atacadas por los mecanismos de defensa del huésped. Son el caso de las tetraciclinas y las sulfonamidas. (Libros Virtuales Intramed, 2009; Sánchez de Rivas, 2006)

La resistencia bacteriana es un concepto biológico que se refiere a la capacidad transmitida por herencia de una población de individuos de ser resistentes a las dosis habituales de químicos utilizados para su control. Esta reducción a la sensibilidad a estos productos es manifiesta en un grupo de individuos de la población que es creciente de generación en generación y que probarán ser tolerantes a dosis que son letales para la mayoría de los integrantes de la especie involucrada. Se desprenden de aquí dos conceptos importantes que son la exposición previa al producto de la aparición de la resistencia y la transmisión generacional. Hay que tener en cuenta que los ciclos generacionales de los individuos implicados son sensiblemente más cortos que los de otros seres vivos. Existe una diferencia entre "Resistencia" y "Tolerancia"; este concepto de "Tolerancia" describe una refractariedad innata de la especie parasitaria al producto independientemente si hubo o no exposición anterior. En los microorganismos patógenos

pueden producirse mutaciones para obtener la resistencia a los agentes quimioterapéuticos y, en presencia del medicamento, la forma mutante tiene una ventaja selectiva y puede sustituir al tipo original de microorganismo. La resistencia puede desarrollarse casi en todos los fármacos, y se sabe que tiene lugar tanto *in vivo* como *in vitro*. La cepa resistente puede ser tan virulenta como la parental, y puede no ser controlable por otros agentes quimioterapéuticos y pasarse de un individuo a otro.

El uso incontrolado de los medicamentos está ocasionando un rápido desarrollo de resistencia a los antibióticos en los microorganismos causantes de enfermedades. A medida que se fueron descubriendo y utilizando muchos de los antibióticos conocidos, ha ocurrido en paralelo el surgimiento de las bacterias que resisten a su acción. Por lo general, cuanto más se haya utilizado un antibiótico, hay más bacterias resistentes a él. Por éste motivo, continuamente se buscan nuevos antibióticos y se intenta modificar los ya existentes mediante alteraciones químicas.

Un organismo debe desarrollar resistencia a un antibiótico para poder crecer en presencia del mismo. Al sobrecargar con antibióticos, el resultado puede ser un desarrollo rápido de resistencia al fármaco. La resistencia se puede minimizar si solamente se utilizan los fármacos para enfermedades serias y se dan en dosis suficientes de modo que se reduzca el nivel de la población antes que los mutantes tengan la posibilidad de aparecer. (Barrett, 2005; Monroe S and Polk R, 2000; Schocker, 2009; Lead Discovery, 2008; OMS, 2008)

Otra manera en que se puede reducir al mínimo la resistencia es combinando dos agentes quimioterapéuticos no relacionados, de modo que haya un eventual mutante resistente a uno y que sea sensible al otro (Advisory Committee on Microbiological Safety of Food, 1999).

Entre las causas más frecuentes que favorecen la aparición de resistencias se centran en la alta frecuencia de desparasitaciones en animales, el uso indiscriminado de antiparasitarios y antibióticos, y la falta de rotación de principios activos, a lo que podría agregarse el uso sin asesoramiento técnico por parte del productor, la aplicación de productos sin calidad certificada y el riesgo que representan las drogas o formulaciones de efecto prolongado sin la calidad debida. Las dosificaciones frecuentes son particularmente riesgosas cuando el intervalo entre dosificaciones más cerca esté del período prepatente, teniendo en cuenta además el período de persistencia de efecto de los principios activos, en donde las drogas de mayor persistencia seleccionarán más sostenidamente que las menos persistentes.

El diagnóstico adecuado es fundamental enemigo de la aparición de resistencias. Identificando el agente y seleccionando el tratamiento más adecuado estamos eliminando el riesgo de la sub-terapéutica. La vía de administración y la farmacocinética hay que manejarlas racionalmente para tener en cuenta dónde actúa el fármaco que técnicamente decidimos aplicar (absorción-distribución-metabolización-eliminación) para que no existan hipo concentraciones sub-terapéuticas en sitios que favorezcan la resistencia. El estado inmunitario y nutricional del paciente (Dupont Andy Steele, 1987). Un agente bacteriostático en un animal suprimido puede no tener mayor efecto terapéutico y generar resistencias. El cálculo adecuado de la dosis terapéutica. Ese cálculo no debe hacerse a ojo sino que debe ser calculado en base a kilogramos de peso bien aproximados y con auxilio de instrumentos en la medida que sea posible. El adecuado almacenamiento de los medicamentos respetando las condiciones impuestas por el laboratorio productor; las condiciones de manejo del fármaco está supeditado a las condiciones climáticas, un galpón de chapa, la valija del automóvil a una temperatura exterior de 35° C pueden llegar a una interior de cerca de 80 °C. Los fármacos desactivados total o parcialmente por esta razón, son sub-terapéuticos y promueven la resistencia. La misma importancia tiene una mala reconstitución de un fármaco reconstituible, que no logra la disolución de todo el principio activo. En el mismo sentido, los medicamentos pasados de su fecha de expiración. Interacciones medicamentosas obran en algunos casos en el mismo sentido, logrando sub-actividad de la droga y llevando a resistencias. La biodisponibilidad es un concepto complejo que excede las pretensiones de este artículo, pero cuando es baja llegan por definición al sitio de acción dosis activas de principio activo, que son menores (sub-terapéuticas) (Otero Barrios, 2009; Advisory Committee on Microbiological Safety of Food, 2000).

Otros aspectos a abordar corresponden a la cadena alimentaria, dentro de la cual existe como riesgo para la salud pública: las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA). Esta representan un problema que debe ser considerado en un ámbito de carácter social, tecnológico, económico, cultural y político.

El Departamento de Agricultura, Bioseguridad, Nutrición y Protección al Consumidor (AG) de la FAO, (OMS, 2009) a través de las unidades técnicas correspondientes, se esfuerza en conocer más de cerca y más ampliamente el problema de las ETA para poder asistir a los países miembros en sus esfuerzos para apoyar y contribuir de manera sistemática por

medio de diversas opciones y actividades tales como programas, proyectos, capacitación y publicaciones. Es necesario solucionar estos problemas que en muchos casos se pueden volver endémicos y que sin duda tienen una influencia negativa en el desarrollo socioeconómico de los países miembros y un impacto directo sobre la salud de la población.

Estas medidas y acciones, tienen como propósito prioritario contribuir a mejorar la calidad de la vida a través de una asistencia continua para adoptar y adaptar estrategias y tecnologías válidas que permitan concientizar, educar y coadyuvar a reducir significativamente no sólo las enfermedades transmitidas por los alimentos, sino también la seguridad, la calidad nutricional y la inocuidad de los alimentos.

La salud y la vida de las personas dependen en gran parte de la calidad nutricional de llegar a los niveles de control sanitario aceptables, sobre todo en el caso de los alimentos popularmente consumidos por la mayoría de la población.

La presencia de contaminaciones alimenticias, ya sean intoxicaciones o infecciones bacterianas o parasitarias, o una combinación de las mismas (infecto-intoxicación), es muy frecuente. Lo anterior puede ocurrir en los alimentos comercialmente preparados para la venta al público o a nivel del hogar debido a las prácticas deficientes utilizadas para prepararlos, manipularlos y consumirlos. La falta de conocimientos sobre las buenas prácticas de manufactura así como la escasa disponibilidad de información técnica complementaria, repercute negativamente en la manipulación y preparación de los alimentos, tanto a nivel familiar como comercial. Esta carencia de conocimientos técnicos básicos sobre la inocuidad por parte de quienes preparan alimentos, se puede considerar como uno de los factores que más contribuyen a las contaminaciones alimenticias, donde indirectamente se ven mayormente afectados los grupos más vulnerables a enfermarse como los niños, los ancianos y las personas inmunodeprimidas.

Conocer la historia de un alimento desde su origen y producción hasta el consumo, es cada vez más importante; de hecho, la tendencia actual es dar seguimiento a las rutas que ha transcurrido el alimento desde su origen, las posibles causas de contaminación durante las fases de manipulación, procesamiento, almacenamiento, transporte, distribución y la exposición de cada alimento hasta que llega finalmente al consumidor.

Las técnicas modernas como la trazabilidad permiten poder recuperar la historia del alimento, su utilización y localización por medio de los códigos de

registros, lo que hace posible poder disponer rápidamente de información sobre el mismo a lo largo de toda la cadena alimentaria.

Por otra parte, la aplicación de métodos de control sobre la inocuidad de los alimentos son herramientas valiosas, como por ejemplo el Análisis de Riesgo y Control de Puntos Críticos, Codex Alimentarius, Manual de Buenas Prácticas de Manufactura (HACCP 1997; Código Alimentario Argentino, 1969, 2007; CODEX ALIMENTARIUS, 2001; BPM, 2009), que ayuda a controlar los diversos procesamientos aplicados a los alimentos y está dirigido a prevenir o evitar riesgos de enfermedades que pueden transmitir los alimentos (Kopper *et al*, 2009; González Rumayor *et al*, 2005).

La Declaración Universal de Derechos Humanos recoge el derecho a una alimentación suficiente y sana. Nuestra Carta Magna reconoce igualmente el derecho a la protección de la salud y obliga a los poderes públicos a garantizar la defensa de los consumidores y usuarios, protegiendo, mediante procedimientos eficaces, la seguridad y la salud de los mismos. Por otra parte, el Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria especifica que los consumidores deberían poder acceder a una amplia gama de productos seguros y de elevada calidad procedentes de todos los estados miembros. Parece, por tanto, obvio que la seguridad alimentaria constituye un derecho de todos los seres humanos que ha de ser garantizado por los países donde viven.

La Cumbre Mundial de Alimentos, organizada por la FAO definió la seguridad alimentaria en los siguientes términos *“Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”*. Esta definición implica una doble vertiente del concepto de seguridad. Por una parte seguridad en el acceso y por otra, seguridad en la inocuidad de los alimentos. En el mundo desarrollado parece claro que la seguridad al acceso está suficientemente garantizada, sin embargo la inocuidad de los alimentos se ve amenazada en no pocas ocasiones por elementos de riesgo.

El control de la seguridad de los alimentos se ha realizado tradicionalmente sobre puntos intermedios de la cadena alimentaria, habitualmente en procesos de transformación en los que aparecían elementos de mayor o menor riesgo, pero nunca en el principio o el final de la misma (González Rumayor *et al*, 2005).

Por otra parte el Consejo de Seguridad Ali-

mentaria, organización dependiente de la OMS, estableció en 1976 (EUFIC 2004) cuáles eran los peligros de enfermedades permanentes que se vehiculizan a través de los alimentos y los clasificó atendiendo a 3 tipos de criterios: La “*gravedad del peligro*”, que viene dada por el tipo de efecto ocasionado, y que varía desde leve con malestar transitorio hasta muy grave con efectos irreversibles, incluida la muerte; “*la incidencia*”, referida al número de casos o porcentaje de los mismos para un efecto determinado y “*el período de incubación*”, que indica el tiempo que transcurre hasta la aparición del efecto tras la exposición al peligro, y que oscila entre inmediato y a largo plazo.

De acuerdo a la cuantificación y graduación de riesgos alimentarios y atendiendo a los criterios de gravedad, incidencia y período de incubación, puede hacerse una clasificación de los mismos en 5 grupos: “*enfermedades de origen microbiano*”; “*trastornos nutricionales*”; “*intoxicaciones por contaminación ambiental*”; “*procesos tóxicos debidos a las sustancias naturales presentes en los alimentos*”; “*riesgos toxicológicos debido al uso indebido de aditivos y colorantes alimentarios no autorizados*”.

La contaminación alimentaria estudia aquellos factores que, incidiendo sobre alimentos y bebidas, provocan alteraciones o situaciones de peligro en el hombre tras el consumo de estos últimos. “Los microorganismos y agentes químicos ingresan en cualquier momento en la cadena alimentaria”. Entre las fuentes de contaminación se encuentran: “Productos derivados de los seres vivos”, y dentro de ellos “alimentos destinados a los animales”; “carne de cerdo, leche, etc” y “huevos”. En la Contaminación Biótica es importante definir, los factores que la inducen o favorecen.; la contaminación biótica de los alimentos y sus consecuencias para la salud pública.; los factores que inciden en la presentación de enfermedades de transmisión alimentaria. los principales procesos de transmisión alimentaria. (Botulismo, Enterotoxina estafilocócica, *Bacillus cereus*, *Aminas vasopresoras*, *Salmonella*, *Síguela*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* y otras.

Mossel (1973) señala que son 5 los grupos de factores que intervienen en la génesis de las asociaciones microbianas: a microflora contaminante del alimento, que puede tener varios orígenes, origen interno, ubicuitario, humano o especial; los factores intrínsecos del propio alimento: los factores extrínsecos ligados a las condiciones de almacenamiento, temperatura de almacenado y humedad relativa de almacenado y finalmente los factores implícitos de la propia flora contaminante, características específicas de crecimiento, simbiosis o antagonismo.

Aunque el problema de la contaminación biótica de los alimentos y sus consecuencias para la salud pública es menos grave en los países desarrollados, la propia OMS considera que las autoridades sanitarias deberían concienciarse aún más del impacto sanitario que supone este tipo de enfermedades. Los datos epidemiológicos que ofrecen la mayor parte de los países industrializados señalan que de todas las causas de enfermedades de origen bacteriano, *Salmonella* es la más importante.

Rhodehamel *et al*, (1995) señala que los agentes biológicos que comportan un riesgo alimentario pueden dividirse en tres grandes grupos dependiendo del peligro que suponen: Grupo 1: pertenecen a este grupo los agentes de riesgo severo; *Clostridium Botulinum*, *Shigella Desenteriae*, *Salmonella Typhi* y *paratyphi*, *virus de la Hepatitis A y E*, *Brucilla spp.*, *Vibrio cholera O1*, *Vibrio vulnificus*, *Taenia solium* y *Trichinella spiralis*. Grupo 2: los de “riesgo moderado” pero que pueden tener una importante difusión; *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Escherichia coli enteropatógeno*, *Streptococcus pyogenes*, *Rotavirus*, *virus Norwalk*, *Entamoeba histolytica*, *Diphyllobotrium latum*, *Ascaris lumbricoides*, *Crystoporidium parvum* y Grupo 3 con riesgo moderado y difusión limitada; *B Cereus*, *Campylobacter yeyuni*, *C. perfringens*, *S. aeurus*, *V. cholera no O1*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Yersinia enterocolítica*, *Giardia lamblia*, *Taenia saginata*.

Los factores vinculados a la contaminación de alimentos se dividen en: “factores dependientes de la preparación culinaria”, como: manipulación y elaboración con deficiencias; refrigeración deficiente; preparación con mucha antelación del consumo y los manipuladores infectados. Por otra parte los “factores dependientes del almacenamiento y de la “calidad de las materias primas” son: errores en estos puntos que facilitan la contaminación alimentaria. Los “factores dependientes de los hábitos alimentarios” son: consumo de carne poco cocida, leche cruda, carne de caza, conservas caseras, preparación de gran cantidad de alimentos. Los “factores dependientes de la producción animal” son producción animal intensiva y masiva utilización de piensos contaminados. Finalmente los “factores dependientes de los movimientos poblacionales” como turismo, migraciones estacionales, peregrinaciones, campamentos de refugiados, movimientos turísticos incontrolados.

Dentro de los agentes biológicos contaminantes de los alimentos que comportan riesgo para la salud pública se encuentran los “*Agentes productores de toxii infecciones e intoxicaciones alimentarias como botulismo, salmonelosis, intoxicación por enterotoxina estafilocócica*”. Las infecciones e in-

toxicaciones alimentarias de origen microbiano son procesos morbosos de carácter fundamentalmente gastroentérico agudo, con notable y principal sintomatología tóxica, que aparecen brutalmente después de la ingestión de alimentos contaminados por microorganismos o con metabolitos elaborados por ellos. Se diferencian así de *otras enfermedades transmitidas por los alimentos* (algunas de ellas son zoonosis transmisibles) que tienen un *período de incubación mucho más prolongado* y una *patogenia totalmente diferente* (brucelosis, triquinelosis, carbunco, etc.). *Virus transmitidos por los alimentos*, entre que los *virus gastroentéricos* son los principales responsables y *agentes productores de micotoxicosis*, de los que las *aflatoxinas* son las más importantes.

El Control alimentario como base preventiva de contaminaciones y alteraciones.

Tiene como objetivo perseguir una higiene integral de los alimentos; planificar instalaciones o ejecutar operaciones de acuerdo con las normas higiénicas establecidas; utilizar materias primas de máxima calidad; utilizar personal adecuadamente entrenado e incentivado; procesar los alimentos cumpliendo al máximo los cálculos de proceso y de control; mantener la seguridad microbiológica, química, física e higiénica, así como la calidad de los productos finales durante el transporte, almacenamiento y venta.

Es necesario en determinados casos introducir rígidas prácticas higiénicas para evitar contaminaciones. Entre ellas se incluyen en algunos casos las “Buenas Prácticas de Manufactura” que gobiernan el sentido de la calidad que debe presidir la obtención de alimentos.

Estos sistemas resisten una intervención activa a lo largo de toda la cadena mediante la planificación de las instalaciones y ejecución de todas las operaciones de la industria alimentaria de acuerdo con las normas higiénicas específicas para cada tipo de industria alimentaria; se debe procurar utilizar animales donantes de alimentos o materias primas de la mejor calidad posible; utilizar personal adecuadamente entrenado e incentivado; procesar los alimentos cumpliendo al máximo los cálculos tecnológicos de proceso y de control; mantener la seguridad microbiológica e higiénica, así como la calidad de los productos finales durante el transporte, el almacenamiento y la venta (OMS, 2009).

Desde 1971, la Conferencia para la Protección Alimentaria y la propia FAO/OMS (1984) han desarrollado un sistema mucho más racional denominado con las siglas: HPPCC (Hazard Análisis Control Critical Points, 2002). Este sistema combina los

principios de la microbiología alimentaria, el control de calidad y el conocimiento de la forma de controlar los peligros y disminuir el riesgo real tanto sea posible con el objeto de conseguir un sistema de producción alimentaria segura (FAO, 2005)

A nivel mundial los productos cárnicos ocupan un lugar relevante como vehículo de agentes microbianos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA).

Las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), corresponde a la sigla tal como se la reconoce en los distintos ámbitos vinculados a la alimentación, son aquellas que se originan por la ingestión de alimentos infectados con agentes contaminantes en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor. Sean sólidos naturales, preparados, o bebidas simples como el agua, los alimentos pueden originar dolencias provocadas por patógenos, tales como bacterias, virus, hongos, parásitos o componentes químicos, que se encuentran en su interior (Larrieu E. 2003). Los síntomas varían –entre los diversos factores que pueden incidir- de acuerdo al tipo de contaminación, así como también según la cantidad del alimento contaminado consumido. Los signos más comunes son diarreas y vómitos, pero también se pueden presentar: dolores abdominales, dolor de cabeza, fiebre, síntomas neurológicos, visión doble, ojos hinchados, dificultades renales, etc. Además, ciertas enfermedades transmitidas por alimentos pueden llevar a una enfermedad de largo plazo. Por ejemplo, la *Escherichia coli* O157:H7 puede provocar fallas en el riñón en niños y bebés, la *Salmonella* puede provocar artritis y serias infecciones, y la *Listeria Monocytogenes* puede generar meningitis, o un aborto en las mujeres embarazadas.

Sin embargo, existen malestares provocados por los alimentos que no se consideran ETA, como las alergias que se manifiestan a los mariscos y pescados, o a la leche, por ejemplo. Para algunas personas, la mayoría de las ETA pueden representar enfermedades pasajeras, que sólo duran un par de días y sin ningún tipo de complicación. Pero, en ciertos casos, las ETA pueden llegar a ser muy severas, dejar graves secuelas o incluso hasta provocar la muerte en personas susceptibles como son los niños, los ancianos, las mujeres embarazadas y las personas con las defensas bajas. Las enfermedades transmitidas por alimentos pueden manifestarse a través de:

Infecciones. Son enfermedades que resultan de la ingestión de alimentos que contienen microorganismos vivos perjudiciales. Por ejemplo: salmonelosis, hepatitis viral tipo A y toxoplasmosis.

Intoxicaciones. Son las ETA producidas

por la ingestión de toxinas formadas en tejidos de plantas o animales, o de productos metabólicos de microorganismos en los alimentos, o por sustancias químicas que se incorporan a ellos de modo accidental, incidental o intencional desde su producción hasta su consumo. Ocurren cuando las toxinas o venenos de bacterias o mohos están presentes en el alimento ingerido. Estas toxinas generalmente no poseen olor o sabor y son capaces de causar enfermedades después que el microorganismo es eliminado. Algunas toxinas pueden estar presentes de manera natural en el alimento, como en el caso de ciertos hongos y animales como el pez globo. Ejemplos: botulismo, intoxicación estafilocócica o por toxinas producidas por hongos.

Toxi-infecciones causadas por alimentos:

es una enfermedad que resulta de la ingestión de alimentos con una cierta cantidad de microorganismos causantes de enfermedades, los cuales son capaces de producir o liberar toxinas una vez que son ingeridos. Ejemplos: cólera. Un brote de ETA sucede cuando dos o más personas sufren una enfermedad similar, después de ingerir un mismo alimento, y los análisis epidemiológicos o de laboratorio, lo señalan como el origen de ese malestar. Mientras que, un caso de ETA se produce cuando una sola persona se ha enfermado después del consumo de alimentos contaminados, según lo hayan determinado los análisis epidemiológicos o de laboratorio.

De acuerdo con la información sobre la ocurrencia de ETA en las Américas, los riesgos que rodean a la inocuidad alimentaria plantean una preocupación evidente para la salud pública, que además de afectar las condiciones de salud de la población general, tienen un impacto directo en actividades como el turismo y el comercio de alimentos, que se encuentran en expansión. Una acción a la que los países también deben comprometerse es la de mantener el esfuerzo para garantizar la inocuidad tanto de los alimentos que son destinados a la exportación, como aquellos que se asignan al consumo interno, con el firme objetivo de lograr la equidad de acceso a alimentos sanos y aptos para el consumo. Según datos, el lugar donde se originan más casos de ETA en las Américas, es en la vivienda. Por eso, el papel de las comunidades, y especialmente el de cada persona, cobra un valor fundamental en la tarea de prevenir las enfermedades que son transmitidas por los alimentos.

La Organización Mundial de la Salud ha desarrollado las 5 claves de la Inocuidad de los Alimentos, cuya implementación constituyen una accesible manera de evitar las ETA. Conservar la higiene; Separar alimentos crudos y cocinados;

Cocinar completamente los alimentos; Mantener los alimentos a las temperaturas seguras; Usar agua potable y materias primas seguras (Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis, 2009).

De acuerdo a lo expresado por Rhodehamel *et al*, (1995) *Escherichia coli* pertenece al GRUPO 2 dentro de los agentes biológicos que comportan un riesgo alimentario, y por lo tanto es de “riesgo moderado”, porque pueden tener una importante difusión.

Este microorganismo es una de las especies bacterianas más minuciosamente estudiada, y no solamente por sus capacidades patogénicas, sino también como sustrato y modelo de investigaciones metabólicas, genéticas, poblacionales y de diversa índole. Forma parte de la familia Enterobacteriaceae. Ella está integrada por bacilos Gram negativos no esporulados, móviles con flagelos peritricos o inmóviles, aerobios-anaerobios facultativos, capaces de crecer en agar MacConkey y en medios simples con o sin agregado de NaCl, fermentadores y oxidativos en medios con glucosa u otros carbohidratos, catalasa positivos, oxidasa negativos, reductores de nitratos a nitritos, y poseedores de una proporción G+C de 39 a 59 % en su DNA. Se trata de bacterias de rápido crecimiento y amplia distribución en el suelo, el agua, vegetales y gran variedad de animales. En conjunto, la importancia de las enterobacterias en patología humana puede cuantificarse constatando que constituyen el 50 % aproximadamente de todos los aislamientos clínicamente significativos en los laboratorios microbiológicos, y hasta el 80% de todos los bacilos Gram negativos identificados. Integran también esta familia otros géneros asociados con infecciones intestinales, como son *Salmonella*, *Shigella* y *Yersinia*.

E. coli es la especie tipo del género *Escherichia*. Incluye gérmenes generalmente móviles, que producen ácido y gas a partir de la glucosa, la arabinosa, y habitualmente de la lactosa y otros azúcares. Producen reacción positiva de rojo de metilo, y negativa de Vogues-Proskauer. Son inhibidos por KCN e incapaces de crecer en medio con citrato como única fuente de carbono y energía, pero sí en caldo acetato. Son H₂S, ureasa y fenilalanina negativos, pero en general son indol positivos y decarboxilan la lisina (Tabla 1). Se clasifican en más de 170 serogrupos, o según las características antigénicas de su LPS, y en serotipos por la combinación de antígenos O y H flagelares. Otros antígenos presentes en distintas cepas (capsulares, fimbriales y otros) han sido empleados para su clasificación o identificación (Mac Faddin, 1991).

E. coli coloniza el tracto gastrointestinal a las pocas horas de vida del niño, y establece con el huésped una relación estable de mutuo beneficio (Drasar and Hill, 1974). Como integrante de la flora normal del hombre y de muchos animales, se lo considera un germen indicador de contaminación fecal cuando está presente en el ambiente, agua y alimentos, junto con otros similares agrupados bajo la denominación de "bacterias coliformes". Estas son enterobacterias que pertenecen al género *Escherichia* y a otros relacionados como *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter* o *Serratia*, y que tienen en común la capacidad de fermentar la lactosa en un lapso no mayor de 48 horas, con producción de ácido y gas. Son gérmenes de gran ubicuidad y capacidad de proliferación, y a la vez de fácil cultivo e identificación, y por lo tanto muy útiles como indicadores de contaminación, pero no son enteropatógenos como grupo (como tampoco lo es *E. coli*), y por lo tanto su presencia en alimentos, ambiente o pacientes "no certifica" la etiología de una infección intestinal o un brote de ETA. Es necesario hilar más fino.

E. coli puede ser causa de enfermedad endógena en el hombre, en pacientes debilitados, o en situación de alteración de la pared intestinal (peritonitis, sepsis, etc.), pero las infecciones entéricas provocadas por este germen no son causadas por las cepas que habitan normalmente el intestino, sino por líneas especialmente patógenas en esta localización (Nataro y Kaper, 1998), que se transmiten por vía fecal-oral de persona a persona o a través del agua y alimentos.

Si describimos a *E. coli* como patógeno intestinal (Rodríguez, 2002; 1994) con base en su mecanismo de patogenicidad y cuadro clínico, las cepas de *E. coli* causantes de diarrea se clasifican en seis grupos: enterotoxigénica (ETEC), enterohemorrágica también conocidas como productoras de toxina Vero o toxina semejante a Shiga (EHEC o VTEC o STEC), enteroinvasiva (EIEC), enteropatógena (EPEC), enteroagregativa (EAEC) y adherencia difusa (DAEC) (Tabla 2).

Las características principales son: *E. coli* enterotoxigénica (ETEC) colonizan la mucosa del intestino delgado por medio de pilis o fimbrias que tienen diversas formas denominadas CFA (colonization factor antigens), siendo su principal mecanismo de patogenicidad la síntesis de alguna o ambas enterotoxinas llamadas toxina termolábil (LT) y toxina termoestable (ST). Las toxinas LT y ST aumentan el nivel intracelular de cAMP y cGMP respectivamente, que se encuentran en la membrana de las células intestinales, provocando la salida de agua y iones.

Las ETEC son importantes en lactantes,

principalmente en niños menores de dos años, y en particular durante los primeros seis meses de vida. La frecuencia de aislamiento de este grupo patógeno de *E. coli* en niños con diarrea es de 10 a 30 %. En los niños en edad escolar y en adultos puede ser asintomática y poco frecuente o producir la diarrea del viajero. La enfermedad tiene un periodo de incubación de 14 a 50 h. El cuadro clínico se caracteriza por diarrea aguda, generalmente sin sangre, sin moco, sin pus y en pocos casos se presentan fiebre y vómito. La diarrea producida por ETEC puede ser leve, breve y autolimitada pero también puede ser grave (Eslava et al, 1994; Nataro JP & Kaper JB, 1998).

La contaminación fecal de agua y alimentos es la principal fuente de infección, siendo la dosis infectiva de 10⁸ UFC (unidades formadoras de colonias).

E. coli enterohemorrágica (EHEC) se relacionan con brotes caracterizados por dolor abdominal, diarrea acuosa con sangre y poco o nada de fiebre, cuadro al que se le llamó colitis hemorrágica (CH) y que era debido a la ingestión de carne cruda o mal cocida (Riley et al, 1987). La bacteria aislada de todos los casos fue *E. coli* del serotipo O157:H7. Karmali en 1983 (Karmali et al, 1987) la asoció con casos aislados de síndrome urémico hemolítico (SUH) caracterizado por daño renal agudo, trombocitopenia y anemia hemolítica microangiopática, precedida por diarrea con sangre, con la presencia en heces de *E. coli* productora de una citotoxina con actividad en células Vero, por lo que se le llama verotoxina (VT), y a las cepas capaces de producirla se les denominó *E. coli* verotoxigénicas (VTEC) (Konowalchuk et al, 1977). Además, se observó que la citotoxina se neutralizó con antitoxina obtenida a partir de *Shigella dysenteriae* tipo 1, por lo que también se le llamó "shiga-like toxin" o toxina semejante a shiga (SLT) o "shiga toxin" (STX), y a las *E. coli* capaces de producirla se les da el nombre de STEC (O'Brien, 1982).

La epidemiología de las cepas de *E. coli* patógeno entérico (EPEC y STEC), y en particular los enteropatógenos clásicos (EPEC) son la causa principal de diarrea en los países pobres, y llevan a la muerte de cerca de un millón de niños por año.

Ello es así tanto si se examinan los procesos agudos como los persistentes, si se estudia la situación en la comunidad o en niños hospitalizados (Montano et al, 1991; Ferrari et al., 1998; Torres et al., 2001). Los pacientes afectados por estos gérmenes son habitualmente niños de nivel socio-económico deficitario, usuarios de servicios públicos de Salud. EPEC afecta especialmente a niños menores de

dos años y, dado que la dosis infectante estimada para esta edad es reducida (aunque no conocida con precisión) se transmite habitualmente por vía fecal-oral, a través de “manos contaminadas”, vómitos, alimentos, etc., a partir de enfermos, infectados inaparentes o convalescientes que pueden excretar gérmenes por hasta 2 semanas. Estas bacterias son sin embargo capaces de afectar, con menos frecuencia, a niños mayores o adultos, y de provocar brotes de ETA tipo gastroenteritis con diarrea líquida no inflamatoria, por consumo en común de alimentos con altos inóculos de microorganismos (10⁸ a 10¹⁰). Estos episodios pueden ser revisados en la literatura internacional (Costin et al., 1964; Viljanen et al, 1990).

Un virotipo especial de *E. coli*, capaz de producir toxinas similares a la toxina de Shiga, ha sido recientemente renombrado STEC (por Shiga Toxin *E. coli*, es decir, *E. coli* productor de toxina de Shiga) y se considera causante de patología grave, en especial en niños, como la colitis hemorrágica (CH) y el Síndrome Urémico Hemolítico (SUH) (Paton et al. 1998; Miliwebsky et al, 1999).

Esta enfermedad se asoció al “consumo de hamburguesas poco cocidas en restaurantes de comidas rápidas”. En los cultivos de materias fecales de los pacientes estudiados se encontró *E. coli* O157:H7. La segunda observación fue informada en 1985, cuando se publicó la asociación de casos esporádicos de Síndrome Urémico Hemolítico con la presencia de citotoxinas libres en materias fecales y aislamiento de VTEC (*E. coli* verotóxico, productor de toxina activa sobre células Vero) de las heces de estos pacientes (Karmali et al, 1985).

Los estudios de brotes y casos esporádicos de infección por STEC (VTEC) mostraron que el espectro de manifestaciones clínicas incluye la infección asintomática, la diarrea líquida, la diarrea con sangre, y complicaciones graves como la CH, el SUH y el púrpura trombótico trombocitopénico PTT (Karmali, 1989). La colitis hemorrágica se manifiesta por dolor abdominal y diarrea acuosa seguida de diarrea con sangre que se asemeja a una hemorragia digestiva baja, que se confunde y a veces se asocia con invaginación intestinal, y que cursa generalmente sin fiebre, sin elementos inflamatorios abundantes (leucocitos fecales) y con imágenes radiológicas características.

El SUH está definido por la tríada: anemia hemolítica, trombocitopenia y falla renal aguda, precedidas habitualmente por diarrea con sangre. Es una enfermedad sobre todo infantil, que aparece como casos esporádicos o brotes, frecuente en el Río de la Plata, especialmente en Argentina (Giananto-

nio et al. 1973; Elliott et al., 2001) enterotoxigénica (ETEC), enterohemorrágica también conocidas como productoras de toxina Vero o toxina semejante a Shiga (EHEC o VTEC o STEC), enteroinvasiva (EIEC), enteropatógena (EPEC), enteroagregativa (EAEC) y adherencia difusa (DAEC).

La dosis infectante de STEC es reducida, de pocos cientos de gérmenes casi como en *Shigella*, y es frecuente la transmisión de persona a persona como en la infección por EPEC del lactante (Rivas et al. 1999), pero los animales, especialmente los bovinos, son considerados el reservorio más importante de VTEC, y el origen habitual de los brotes en el mundo. Los alimentos o subproductos animales (carne mal cocida o manipulada, agua, leche o jugos contaminados con heces animales) son los “vehículos de transmisión al ser humano más frecuentes”. La información precisa sobre la distribución y características de las infecciones humanas por STEC y sobre las variantes regionalmente prevalentes son de gran valor como guía para el control de calidad de los alimentos (Shinagawa et al. 2000; Chinen et al., 2001; Olsen et al. 2002).

Una gran importancia tiene dentro de las ETA, la denominada “enfermedad de las hamburguesas”. Las hamburguesas tienen varios atributos destacados, desde el punto de vista del consumidor, por ej. son de alta digestibilidad, de alto valor biológico (proteínas de origen animal de alta calidad), de relativamente bajo costo y de alta practicidad en la preparación y el consumo.

Adecuadamente cocidas, las hamburguesas, no representan peligro alguno para el consumidor. Una adecuada cocción se puede estimar por la ausencia total, al corte, de jugo rosado (el jugo debe ser totalmente transparente o translucido). Esta cocción elimina los microorganismos que pueden estar contaminando el producto. La contaminación con bacterias en un fenómeno superficial (pe. en trozos de carne); pero, cuando se pica o muele la carne (pe. para fabricar las hamburguesas, chorizos o longanizas parrilleras) la contaminación externa puede hacerse interna. De ahí la necesidad de cocinar totalmente estos alimentos (FSIS, 2003; Avendaño y col, 1987).

La bacteria *E. coli*, habitante normal del tracto intestinal de los animales aunque en la mayoría de los casos no produce enfermedad en el organismo portador (reservorio); algunas variedades como, la *E. coli* O157:H7, son capaces de producir enfermedad aguda y fatal si los pacientes (niños) no reciben atención médica de urgencia (Cicuta y col, 2008).

La incidencia de *E. coli* se redujo desde que grandes empresas fabricantes de hamburguesas

fueron responsables de pacientes afectados por SUH, por ejemplo McDonald's; esto obligó a sus proveedores de carne a reducir el uso de antibióticos de uso animal dando un gran paso, sin embargo estas sustancias continúan presentes en las populares hamburguesas.

Esta medida se tomó luego de años de presión por parte de organizaciones de defensa de los consumidores y de la salud, preocupadas por las imprevisibles consecuencias del ingreso de grandes cantidades de antibióticos a la cadena alimentaria. Al mismo tiempo, el Parlamento Europeo resolvía prohibir para 2005 la administración de antibióticos en el pienso suministrado a animales criados para la animales integrados en la cadena alimentaria dificulta el tratamiento de enfermedades humanas (Alimentación-sana.gov, 2008).

En otro aspecto el mantenimiento de las BPM en Frigoríficos y Carnicerías pueden minimizar la aparición de Enfermedades de Trasmisión Alimentaria (ETA). Las pautas a seguir se describen en la Guía de Aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura Faena de Cerdos y Elaboración de Derivados (Feldman *et al*, 2000; Brown, 2000). En las carnicerías es fundamental el almacenamiento y distribución de la carne, la humedad como la temperatura de las cámaras de almacenamiento deben ser las adecuadas para cada producto; no se debe cargar o descargar los productos en la calle o sin el amparo de un alero protector; el transporte los productos a temperaturas entre 0 y 5 °C; En el momento de la venta, se debe realizar el feteado cuidando con esmero la higiene y la temperatura de la vitrina expositora no debe superar los 4 °C. Para no deteriorar la calidad del producto se debe mantener la cadena de frío durante toda la etapa de comercialización.

En Argentina la Guía para la Inspección de Locales de expendio de comidas preparadas (restaurantes, casas de comidas rápidas, bares, servicios de catering, comedores institucionales, rotiserías y similares) está orientada específicamente a controlar la contaminación por *Escherichia coli* productor de toxina Shiga (INAL, 2003). Los puntos que se deberán observar en detalle para prevenir y controlar la contaminación con *Escherichia coli* productor de toxina Shiga y minimizar los riesgos de que la bacteria llegue al producto listo para consumir son: *materias primas*: productos crudos inocuos; *procesos*: prevención de la contaminación cruzada directa o indirecta y *personal manipulador de alimentos* entrenado y con buenas prácticas de higiene, además del *control de temperaturas*: almacenamiento o cocción a temperaturas adecuadas. Si se desea realizar una

inspección integral, además de estos puntos deberá verificarse el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura, con especial énfasis en el control de los procesos (Resolución Grupo Mercosur 80/96 "Establecimientos elaboradores industrializados de alimentos" incorporada al CAA por Resolución MSyAS 587/97; Codex Alimentarius Commission / RCP 39-1993 "Código de Prácticas de Higiene para los Alimentos precocinados y cocinados utilizados en los servicios de comidas para colectividades).

En lo referente a carnes frescas de cerdo la normativa de Buenas Prácticas de Higiene se rige por el Código de Prácticas de Higiene para la Carne Fresca (Codex Alimentarius, 1993).

Por otra parte el hallazgo de cepas resistentes de *E. coli* en ganado porcino con diarrea, ya ha sido estudiado en nuestro país (Piñero P. *et al.*, 1995), sin embargo falta estudiar si estas cepas pueden llegar al consumidor. Por lo expuesto el **objetivo** del presente trabajo fue determinar la prevalencia de cepas de *Escherichia coli* antibiótico resistentes en carnes porcinas de canales de venta al público de la ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudiaron carnes porcinas de 47 puestos de venta de carnes en sus distintas formas (cadenas de supermercados y expendedores minoristas, carnicerías) del área correspondiente a la ciudad a La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Se relevaron datos complementarios de tipo de corte, estado de limpieza del local y contacto con carne vacuna, definiendo 3 niveles: regular, bueno y muy bueno.

Los parámetros utilizados para definir los niveles fueron:

MB (Muy bueno): Higiene del local, heladeras, freezer, mostrador muy buena; mostrador de carnes separado del expendedor con cortina sanitaria; heladeras y vitrina de acero inoxidable; dos cuchillos, uno para seccionar la piel y otro para los vasos sanguíneos; que no exista contacto entre canales dentro de las cámaras de enfriamiento; desposte en local separado del local de venta al público; correcta limpieza de los equipos (inyectora, cutter, picadora, embutidora); personal capacitado y con ropa reglamentaria; filtro sanitario;

B (Bueno): Higiene del local, heladeras, vitrina, mostrador y equipos diaria, buena y adecuada; mostrador sin cortina sanitaria; algunas refrigeradoras no son totalmente de acero inoxidable; cuenta con dos cuchillos; desposte en local separado; sin cortina sanitaria; sin filtro sanitario; con vestimenta

parcialmente reglamentaria (ropa de uso cotidiano y delantal;

R (Regular): Higiene del local, vitrina y equipos regular; presencia de moscas; carnes porcinas junto a otras carnes (vacuna, aviar) en la vitrina y cámara frigorífica; desposte en el mismo local de venta al público; se utiliza un cuchillo único; personal sin capacitación ni vestimenta blanca; sin filtro sanitario.

El muestreo en las canales minoristas se realizó dividiendo la ciudad en dos diagonales que delimitan cuatro zonas, Zona 1: limita con la calle 122; Zona 2: limita con 72; Zona 3: limita con 31 y Zona 4: limita con 32.

Estudios microbiológicos: los estudios microbiológicos se realizaron de acuerdo a la información proporcionada por el National Committee for Clinical Laboratory Standards para microorganismos aislados de animales, a través del cual se puede inferir la resistencia y sensibilidad. (NCCLS, 1990, 1994)

Obtención de las muestras: se estudiaron 47 muestras de carne porcina de canales de venta al público.

Medios de cultivo: se utilizó caldo peptonado; agar Eosina Azul de Metileno (EMB) y medio Müeller-Hinton.

Metodología de aislamiento: Las carnes de carnicerías se procesaron en Stomacker según lo recomendado por CAA. Para ello se pesaron 100 g de carne en bolsas especiales para Stomacker más 10 ml de caldo peptonado. Las muestras de la bolsa con la carne triturada y 10 ml de caldo peptonado se incubaron durante 24 horas a 35 °C. Se tomó 0,1 ml y se sembró en medio de cultivo EMB, incubando 24 horas a 35 °C. Las colonias sospechosas de *E. coli* se tipificaron con metodología convencional (hidratos de carbono, movilidad, indol y citrato mediante Kigler; Bam, citrato –Simmons).

Prueba de sensibilidad antimicrobiana: la prueba de sensibilidad antimicrobiana se llevó a cabo según el método de dilución en agar (Kirby Bauer) bajo las normas NCCLS para muestras de origen animal. Las cepas de *E. coli* se resuspendieron en agua peptonada. Se hisopó la superficie del medio de cultivo Müeller-Hinton y se colocó discos de antibióticos de la serie IVA con los siguientes antibióticos: *nitrofurantoína (NIT)*, *aminotriptilina + sublactama (AMS)*, *cefalotina (CEF)*, *norfloxacin (NOR)*, *gentamicina (GEN)* y *trimetoprima-sulfametoxazol (TMS)* (Britania). Se incubó 24 horas a 37 °C. Se evaluó la resistencia microbiana de acuerdo al diámetro de inhibición del crecimiento bacteriano con referencia al patrón suministrado por Britania.

RESULTADOS

La Figuras 1 y 2 esquematizan y grafican respectivamente el mapa del casco urbano de la ciudad de La Plata, en el que fueron relevadas las carnes porcinas de canales de venta al público para determinar la presencia de *Escherichia coli* y su resistencia a antibióticos.

Por otra parte las características generales de *E. coli* se presentan en el Cuadro 1; en la Figura 3 el aislamiento de *E. coli* y en la Figura 4 el antiograma.

En las Cuadro 2 y 3 se detalla la incidencia de *E. coli* en carnes porcinas de canales de venta al público de diferentes Zonas de la ciudad de La Plata, la respuesta a los antimicrobianos, el tipo de corte, higiene y contacto con carne vacuna.

La Figura 6 grafica el N° de muestras de carnes porcinas de canales de venta al público relevadas en la ciudad de La Plata. En el Cuadro 4 se presenta el resultado del N° de cepas positivas y negativas de *E. coli* y el N° de cepas susceptibles y resistentes a antibióticos sobre las cepas positivas, en carnes porcinas de canales de venta al público de 4 Zonas de ciudad de La Plata. En la Figura 7 se observa el N° de cepas positivas *E. coli* por Zona muestreada. Sin embargo si se grafica el % de carnes porcinas con cepas positivas *E. coli* sobre el número total relevado en cada Zona, se observa una incidencia entre 20 – 30 % en las Zonas I, II y III, y 12,5 % en la Zona IV (Figura 8).

De las 10 cepas de *E. coli* aisladas (21 % del total de cepas estudiadas) (Cuadro 4), 7 mostraron susceptibilidad a nitrofurantoína (NIT), aminotriptilina + sublactama (AMS), norfloxacin (NOR), gentamicina (GEN) y trimetoprima-sulfametoxazol (TMS) y cefalotina (CEF) (Figura 9), y 3 cepas resultaron susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS, pero resistentes a CEF (Figura 10).

El análisis porcentual de los aislamientos de *E. coli* positivos, indica que el 30 % de las cepas fueron resistentes a cefalotina.

En el Cuadro 5 y Figuras 11 y 12, se observa que entre el 80 y el 100 % de las cepas positivas *E. coli* de las Zonas I, III y IV resultaron susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y CEF. En la Zona II, todas las cepas fueron resistentes a CEF, aunque susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN y TMS.

Por otro lado los resultados del Cuadro 4 permitieron graficar la relación cepas positivas – negativas de *E. coli* de carnes porcinas de canales de venta al público en “cada Zona” estudiada en La Plata; asimismo la relación entre cepas susceptibles y

resistentes de *E. coli* para cada Zona de La Plata.

En las Figuras 13 y 14, se presentan los resultados obtenidos en la Zona I. Se observa aproximadamente 1/4 de cepas positivas con respecto a las negativas, y 1/5 de resistentes a cefalotina (CEF)

En las Figuras 15 y 16, se observan los resultados de la **Zona II**, la relación es de 1/4 de cepas positivas *E. coli*, de las cuales todas resultaron resistentes a CEF.

En las Figuras 17 y 18 se presenta la **Zona III**. Aproximadamente 1/4 de las carnes porcinas presentaron cepas *E. coli* positivas, pero al contrario de la Zona II, todas las cepas positivas fueron susceptibles a todos los antibióticos ensayados.

En la **Zona IV 1/8** de las carnes porcinas fueron *E. coli* positivas (Figura 19), y al igual que la Zona II el 100 % de las cepas fueron resistentes a cefalotina (Figura 20)

En el Cuadro 6 se observa la relación entre el "Grado de higiene" de los locales de expendio minorista de carne fresca de cerdo y la presencia de *E. coli*. Al analizar la influencia del "grado de higiene" en la determinación de las 10 cepas positivas de *E. coli*, presentes en carnes porcinas frescas de locales de expendio minorista, se obtuvieron 5 muestras en locales con higiene "Muy buena" (MB), pero sólo 3 tenían contacto con carne vacuna; 4 cepas de *E. coli* en locales con higiene "Buena" (B), de los cuales 3 cortes de carne de cerdo tenían contacto con carne vacuna; finalmente la última muestra de carne de cerdo positiva *E. coli* pertenecía a una carnicería con "Regular" (R) y contacto con carne vacuna.

DISCUSIÓN

De Curtis *et al* (2000) determinaron la presencia de 15,9 % de *E. coli*, en carnes de cerdo de alimentos servidos en comedores de empresas privadas de Caracas (Venezuela). Otros autores determinaron la aparición de *Escherichia coli* en el 50 % de chuletas crudas de cerdo, vendidas en cuatro supermercados del Municipio Maturín, Estado Monagas, Venezuela (Hernández *et al.*, 2008), lo que demuestra deficiencias en la calidad microbiológica de la carne de cerdo vendida al público, pudiendo ocasionar posibles riesgos a nivel de salud pública. En un estudio de vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por alimentos en la provincia de Río Negro, Argentina, efectuado entre los años 1993-2001, se encontró *E. coli* asociado a procesos de elaboración de alimentos en ambientes con "falta de higiene" y por utilización de aguas contaminadas en el 13 % de los casos. Con relación a los alimentos, en el presente estudio, los productos cárnicos resul-

taron los principales causantes de estos brotes.

Por otra parte, la presencia de *E. coli* como contaminante de carnes, ha concitado gran interés público por un tema que preocupa no sólo a profesionales del área de la Salud sino también a productores de bovinos, porcinos y otros animales que se consumen en el país. La "bacteria de la carne", es un patógeno emergente, que causa una severa enfermedad en lactantes conocida como síndrome hemolítico urémico (SHU). La bacteria señalada se denomina *Escherichia coli* enterohemorrágica (ECEH), agente que primariamente causa diarreas hemorrágicas en la población infantil y que hace algún tiempo atrás, se ha comprobado su participación en el SHU (síndrome urémico hemolítico), afecta a los niños menores de 5 años, especialmente a los lactantes en quienes puede constituir una patología grave con 6 a 10% de mortalidad y un 30% de secuelas, entre las cuales destaca la hipertensión arterial e insuficiencia renal crónica. En Chile y Argentina, el SHU es considerado como la primera causa de insuficiencia renal, problema que debe ser solucionado con diálisis permanente y trasplante renal en casos terminales. También se han descrito brotes de la enfermedad en niños mayores de 5 años e incluso se han notificado casos en adultos, pero su presentación es esporádica. La mayoría de los casos han ocurrido en verano y otoño, por ello se dice que es una enfermedad de carácter estacional (Borie Polanco C., 1996): Recientemente en Argentina, Cicuta y col (2008) encontraron *E. coli* 0157: H 7 (serotipo) en fiambres estudiados en Corrientes.

La presencia de cepas positivas *E. coli* en carnes porcinas de venta minorista parecería indicar deficiencias en el control de la seguridad de los alimentos en algún punto de la cadena alimentaria. De acuerdo a lo expresado por González Rumayor *et al* (2005), el control de la seguridad de los alimentos se ha realizado tradicionalmente sobre puntos intermedios de la cadena alimentaria, habitualmente en procesos de transformación en los que aparecían elementos de mayor o menor riesgo, pero nunca en el principio o el final de la misma. Por otra parte en este estudio se ha observado mayor prevalencia de *E. coli* en las carnes porcinas que tuvieron contacto con carne vacuna que en el grado de higiene de los locales de venta minorista.

Otros investigadores, Moredó y col (2007) encontraron en cerdos clínicamente sanos, resistencia de *E. coli* a diversos antibióticos y 9 cepas resistentes a CEF. Asimismo Pantozzi y col (2010), observaron en cerdos multiresistencia y 4,6 % de resistencia a CEF. La presente investigación indica que las carnes



Figura 2. Mapa del casco urbano de la ciudad de La Plata



Figura 3. Aislamiento de *Escherichia coli*

porcinas de venta al público en La Plata, manifiestan prevalencia de *E. coli* con resistencia a CEF. Debido a que la cefalotina es un antibiótico utilizado para el tratamiento de enfermedades en el hombre, su presencia en carnes porcinas de venta directa al consumidor y, el hallazgo de cepas resistentes, advierten sobre deficiencias en las normas higiénicas de la cadena alimentaria y sobre la generación de

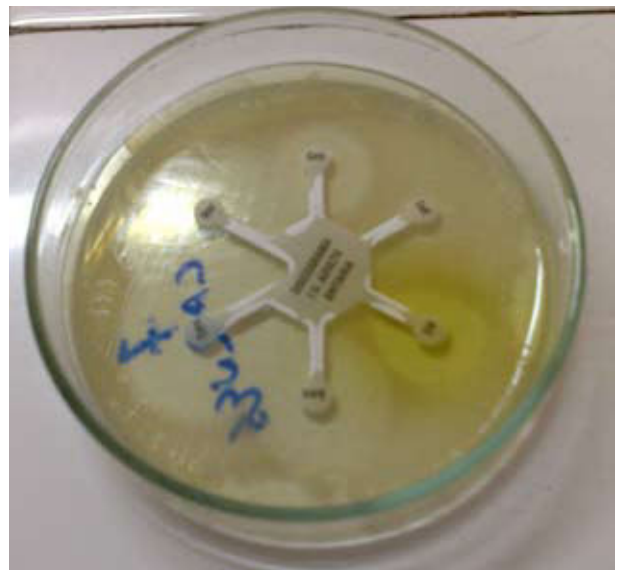


Figura 4. antibiograma

resistencias en los patógenos debido al uso inadecuado de los antibióticos.

CONCLUSIONES

La presencia de *E. coli* en carnes frescas porcinas de canales de venta al público en La Plata, obligan a adoptar las medidas necesarias para

Cuadro 1. Resultados obtenidos en las pruebas bioquímicas y fisiológicas que se utilizaron para la caracterización de las cepas de *E.coli* aisladas de carnes porcinas de canales de venta al público.

Morfología y Tinción	Bacilos Gram negativos
Movilidad	+ Peritricos
Relación con el O ₂	Aerobios + Anaerobios Facultativos
Requerimientos nutricionales	No Exigentes
Medio OF	+ F
Catalasa	+
Oxidasa	-
Nitratos a nitritos	+
Glucosa	+ AG
Lactosa	+ AG
Arabinosa	+ AG
RM	+
VP	-
KCN	-
Citrato	-
Acetato	+
Ureasa	-
H ₂ S	-
Fenilalanina	-
Indol	+
Lisina descarboxilasa	+

asegurar la inocuidad y la aptitud de los alimentos en todas las fases de la cadena alimentaria. Por otra parte la prevalencia de cepas de *E. coli* antibiótico resistentes a cefalotina, indica el uso inadecuado del antibiótico y plantea la necesidad de efectuar la revisión de los tratamientos sanitarios que administran cefalotina en el tratamiento de determinadas patologías en el cerdo.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar a mis hijos y a mi madre el reconocimiento por el apoyo incondicional que me

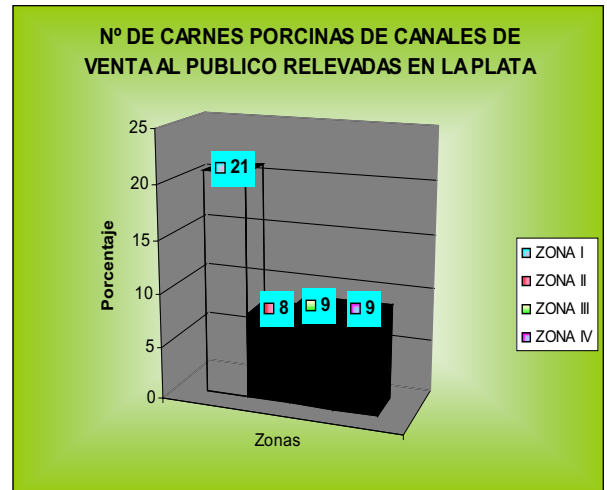


Figura 6. Nº de carnes porcinas de canales de venta al público relevadas por Zona.

brindan, sin el cual no hubiera podido realizar este trabajo; como así también a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, que me ha ofrecido las herramientas para el desarrollo de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food. 1999. Report on microbial antibiotic resistance in relation to food safety. London, UK Department of Health.

Advisory Committee on the Microbiological Safety of Food. Antibiotic resistance: Government accepts the recommendations from the ACMSF. *Veterinary Record*, 2000, 146:478-479.

Alimentación-sana. Org. 2008. La Enfermedad de las Hamburguesas. www.Alimentación-sana.Org.

Avendaño S, López L, Alcaíno H. 1987. Aspectos microbiológicos y parasitológicos de la carne y sus derivados. En: Carne y productos cárnicos, su tecnología y análisis. Chile: Fundación Chile: 23-28.

Barrett JF, 2005. Can biotech deliver new antibiotics? *Current Opinion in Microbiology*, 8(5): 498-503.

Brown M. 2000. Processed meat products. En: The Microbiological safety and quality of food. Volumen I. Gaithersburg, Maryland, USA: Aspen Publishers INC: 389-419.

Borie Polanco C. 1996. Algunas consideraciones sobre la Bacteria de la carne. *Tecno Vet* 2(2).

Cancho-Grande B, García-Falcón Ms, Simal-Gándara J. 2000. El uso de los antibióticos en la alimentación animal: Perspectiva actual. *Cien. Tecnol. Alim.* 3:39-47.

Cicuta, M.E.1; Deza, N.L.3; Roibón, W.R.1; Arzú, O.R.2; Barceló, M.C. 2008. *Escherichia coli* productor de toxina Shiga en carnes molidas y chacinados embutidos de Corrientes, Argentina. *REDVET*. 41. Supl. Técnico. www.veterinaria.org/revista/redvet.

Código Alimentario Argentino. 1969. Metodología Analítica Oficial. Capítulo XX.

Código Alimentario Argentino. 2007. Aditivos.

Costin ID, Voiculescu D, Gorcea V. 1964. An outbreak of food

Cuadro 2: Resultado de la incidencia de *E. coli* en carnes porcinas de canales de venta al público de diferentes Zonas de la ciudad de La Plata. Respuesta a los antimicrobianos.

N°	Muestra	Zona	Sensibilidad	Resistencia	Corte	Higiene	Contacto c/carne vacuna
1	1	I	-	-	BONDIOLA	MB	SI
2	2	I	-	-	MANTA	B	SI
3	3	I	-	-	PECHO	B	SI
4	4	I	NIT-AMS-TMS- NOR-GEN-CEF	-	PECHO	B	SI
5	5	I	-	-	PECHO	MB	NO
6	6	I	-	-	BIFE	B	SI
7	7	I	-	-	BIFE	B	SI
8	8	I	-	-	BIFE	B	SI
9	9	II	-	-	PECHO	MB	SI
10	10	II	-	-	PECHO	B	SI
11	11	II	-	-	JAMON	MB	NO
12	12	II	NIT-AMS-TMS- NOR-GEN	CEF	BIFE	B	NO
13	13	II	-	-	BIFE	MB	NO
14	14	II	-	-	BONDIOLA	MB	NO
15	15	II	-	-	PECHO	MB	NO
16	16	II	NIT-AMS-TMS- NOR-GEN	CEF	PECHITO	B	SI
17	21	I	-	-	PECHITO	B	SI
18	22	I	-	-	BIFE	MB	SI
19	23	I	NIT-AMS-TMS- NOR-GEN-CEF	-	PECHITO	MB	SI
20	24	I	-	-	BIFE	MB	NO
21	25	I	-	-	BIFE	B	SI
22	26	IV	-	-	PECHITO	MB	SI
23	27	I	-	-	MATAMBRITO	B	SI
24	28	I	NIT-AMS-TMS- NOR-GEN	CEF	PECHITO	MB	NO

poisoning in adults associated with *Escherichia coli* serotype O86:B7:H34. *Pathol. Microbiol.* 27: 68-78.

Chandrasekar PH, Manavathu EK. 1998. Voriconazole vs Caspofungin for Invasive Aspergillosis: Conclusions. *Antifungal drug resistance in pathogenic fungi. Med Mycol* 1998; 36 Suppl. www.medscape.com/viewarticle/553308_5

Chinen I, Tanaro JD, Miliwebsky E, Lound LH, Chillemi G, Ledri S, Baschkier A, Scarpin M, Manfredi E, Rivas M. 2001.

Isolation and characterization of *Escherichia coli* O157:H7 from retail meats in Argentina. *J. Food Prot.* 64: 1346-1351.

De Curtis, Franceschi O. y De Castro N. 2000. Determinación de la calidad microbiológica de alimentos servidos en comedores de empresas privadas. *ALAN.* 50 (2). Caracas.

Dell'Acqua L, Gaione P, Méndez MV, Ferrari AM, Montano A, Zanetta E, Acuña AM, Chiparelli H, Ingold E. 2001. Etiology of children's diarrhea in Montevideo, Uruguay: associated patho-

Cuadro 3. Resultado de la incidencia de *E. coli* en carnes porcinas de canales de venta al público de diferentes Zonas de la ciudad de La Plata. Respuesta a los antimicrobianos.

N°	Muestra	Zona	Sensibilidad	Resistencia	Corte	Higiene	Contacto c/ carne vacuna
25	29	I	-	-	BONDIOLA	B	SI
26	30	I	-	-	PECHITO	B	SI
27	31	I	NIT-AMS-TMS-NOR- GEN-CEF	-	PECHITO	MB	SI
28	32	I	NIT-AMS-TMS-NOR- GEN-CEF	-	BONDIOLA	R	SI
29	33	I	-	-	BIFE	B	SI
30	34	I	-	-	MATAMBRE	MB	SI
31	35	III	NIT-AMS-TMS-NOR- GEN-CEF	-	BIFE	B	SI
32	36	III	-	-	PECHITO	MB	SI
33	37	III	-	-	PECHITO	MB	SI
34	38	III	-	-	BIFE	MB	SI
35	39	III	-	-	PECHITO	B	SI
36	40	III	-	-	BIFE	MB	SI
37	41	III	-	-	PECHITO	MB	SI
38	42	III	-	-	BIFE	MB	SI
39	43	III	NIT-AMS-TMS-NOR- GEN-CEF	-	PECHITO	MB	NO
40	44	IV	NIT-AMS-TMS-NOR- GEN-CEF	-	PECHITO	MB	SI
41	45	IV	-	-	PECHITO	MB	NO
42	101	IV	-	-	BIFE	B	NO
43	102	IV	-	-	PECHITO	MB	NO
44	103	IV	-	-	BONDIOLA	MB	NO
45	104	IV	-	-	BIFE	B	SI
46	105	IV	-	-	PECHITO	MB	SI
47	106	IV	-	-	BIFE	R	SI

gens Andy unusual isolates. J. Clin. Microbiol. 39: 2134-2139. Desay M; Franklin BD; Holmes AH; Trust S; Richards M; Jacklin A; Andy K; Bamford B. 2006. A new approach to treatment of resistant gram-positive infections: potential impact of targeted IV to oral switch on length of stay. BMC Infectious Diseases, 6:94. <http://www.biomedcentral.com>.

Di Pietro S, Haritchabalet K, Cantoni G, Iglesias L, Mancini S, Temperoni A, Labanchi JL, Barbarossa N, García MT, Cofre M, Rosales S, Herrero E, Bigatti R, Orellana O, Larriou E. 2004. Vigilancia epidemiológica de enfermedades transmitidas por alimentos en la provincia de Río Negro, Argentina, 1993-2001. Medicina 64 (2).

Drasar BS, Hill MJ. 1974. Human intestinal flora. Academic

Press, London, UK., Elliott SJ, Sperandio V, Giron JA, Shin S, Mellies JL, Wainwright L, Hutcheson SW.

Dupont HL, Steele JH. 1987. Use of antimicrobial agents in animal feeds: implications for human health. Rev Infect Dis, 9:447-460.

Elliott EJ, Robins-Browne RM, O'Loughlin EV, Bennett-Wood V, Bourke J. 2000. Frequency of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in cattle at a breeding farm Andy at a slaughterhouse in Japan. Vet. Microbiol. 76: 305-309.

Eslava C, Mateo J, Cravioto A. 1994. Cepas de *Escherichia coli* relacionadas con la diarrea. En: diagnóstico de laboratorio de infecciones gastrointestinales.

Giono S, Escobar A, Valdespino JL. Secretaria de Salud. Mé-

Cuadro 4. N° de cepas positivas y negativas *E.coli*; n° de cepas de *E.coli* susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y CEF; y n° de cepas susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y resistentes a CEF.

ZONAS	N° MUESTRAS	N° CEPAS		N° CEPAS SUSCEPTIBLES	
		POSITIVAS <i>E.COLI</i>	NEGATIVAS <i>E.COLI</i>	A NIT, AMS, NOR GEN, TMS Y CEF	N° CEPAS RESISTENTES A CEF*
ZONA I	21	5	16	4	1
ZONA II	8	2	6	0	2
ZONA III	9	2	7	2	0
ZONA IV	8	1	7	1	0
TOTAL	47	10	37	7	3

(NIT) nitrofurantoína; (AMS) aminotriptilina + subclactama; (NOR) norfloxacina; (GEN) gentamicina; (TMS) trimetoprima-sulfametoxazol y (CEF) cefalotina * Cepas de *E. coli* susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN y TMS.

Cuadro 5. Porcentaje de cepas positivas y negativas *E.coli*; n° de cepas de *E.coli* susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y CEF; y n° de cepas susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y resistentes a CEF.

ZONAS	N° MUESTRAS	% CEPAS		% CEPAS	
		POSITIVAS <i>E.COLI</i>	NEGATIVAS <i>E.COLI</i>	SUCEPTIBLES <i>E.COLI</i>	RESISTENTES <i>E.COLI</i> *
ZONA I	21	24	76	80	20
ZONA II	8	25	75	0	100
ZONA III	9	22	78	100	0
ZONA IV	8	12,5	87,5	100	0

(NIT) nitrofurantoína; (AMS) aminotriptilina + subclactama; (NOR) norfloxacina; (GEN) gentamicina; (TMS) trimetoprima-sulfametoxazol y (CEF) cefalotina. * Cepas de *E. coli* susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN y TMS, y resistentes a CEF.

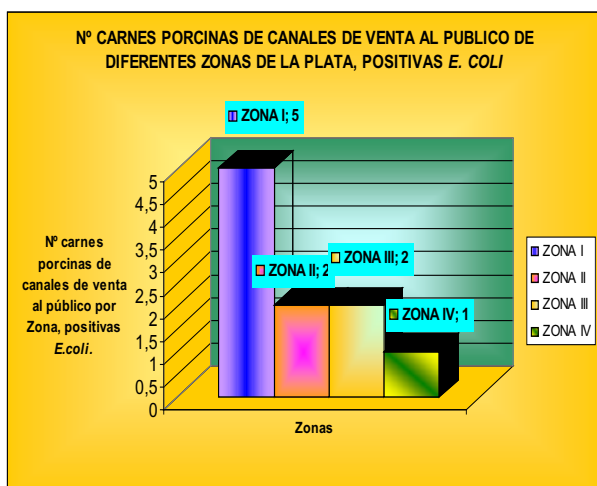


Figura 7. N° de carnes porcinas positivas *E.coli* de canales de venta al público de diferentes Zonas de La Plata.

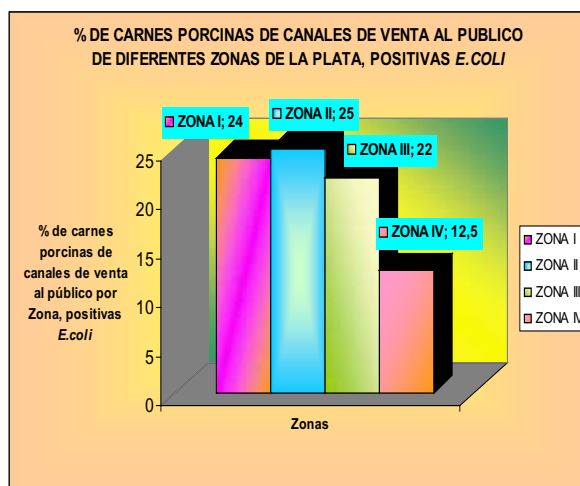


Figura 8. Porcentaje de carnes porcinas de canales de venta al público, sobre el 100 % de las muestras censadas en cada Zona de La Plata

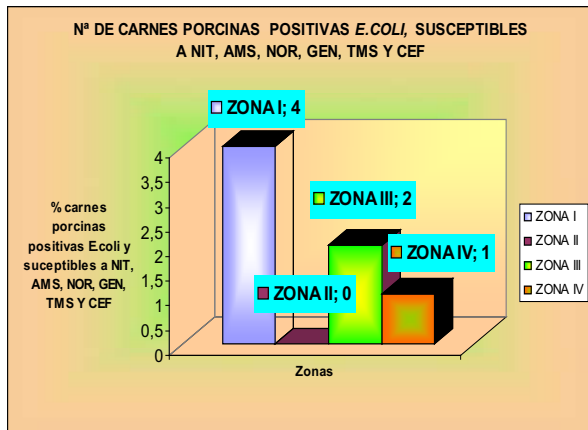


Figura 9. Nº de carnes porcinas de canales de venta al público positivas *E.coli* y susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS Y CEF.

(NIT) nitrofurantoína; (AMS) aminotriptilina + sublactama; (NOR) norfloxacina; (GEN) gentamicina; (TMS) trimetoprima-sulfametoxazol y (CEF) cefalotina

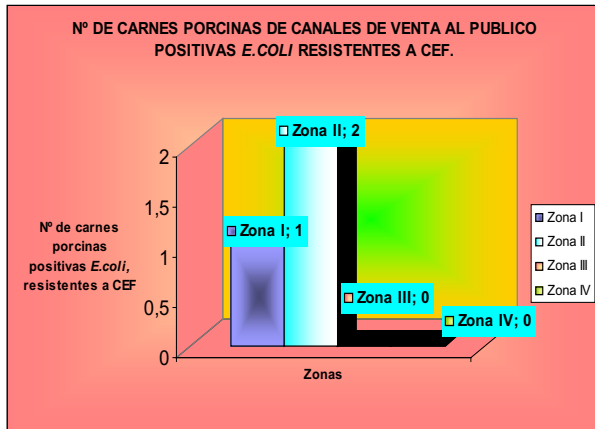


Figura 10. Nº de carnes porcinas de canales de venta al público positivas *E.coli* susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y resistentes a CEF.

(NIT) nitrofurantoina; (AMS) aminotriptilina + sublactama; (NOR) norfloxacina; (GEN) gentamicina; (TMS) trimetoprima-sulfametoxazol y (CEF) cefalotina

xico.; 251.

Eslava C, Navarro-García F, Czczulin JR, Henderson IR, Cravioto A, Nataro JP. 1998. Pet an autotransporter enterotoxin from enteroaggregative *Escherichia coli*. *Infect Immun*; 66:3155-3163.

EUFIC. 2004. ¿Qué es el Codex Alimentarius? *Food Today* n° 44. Disponible en: <http://www.eufic.org/article/es/page/FTARCHIVE/artid/codex-alimentarius/> Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel versión impresa

FAO. 1984. Manual de Inspección de los alimentos. Cuadernos técnicos de la FAO. ESTUDIOS: ALIMENTACION Y NUTRICION. www.fao.org/docrep/v4700S/v4700s0m.htm

FAO. 2001. Codex Alimentarius - Food Hygiene - Basic Texts - Second Edition. Agriculture and Consumer Protection. FAO.

FAO. 1997. Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) y Directrices para su Aplicación. Anexo al CAC/RCP-1 (1969), Rev. 3.

FAO/OMS. 2005. Análisis de Situación de La República Argentina. Conferencia Regional FAO/OMS sobre Inocuidad de los Alimentos para las Américas y el Caribe San José, Costa Rica, 6-9 de diciembre de 2005.

Feldman. 2000. Guía De Aplicación De Buenas Prácticas De Manufactura Faena de Cerdos y Elaboración de Derivados. SAGPyA -Programa Calidad; 144 pp.

Ferrari AM, Pérez MC, Schelotto F, Montano A, Algorta G. 1998. Enfermedades diarreicas en pediatría. *Tendencias* n° 12, pp 11-17, Abril

Fontaine TD and Hoadley AW. 1976. Transferable drug resistance associated with coliforms isolated from hospital and domestic sewage. *Health Lab. Sci.* 13: 238-245.

Food Safety and Inspection Service United States Department of Agriculture Washington. 2003. Inocuidad de la carne de cerdo... desde el criadero hasta la mesa del consumidor. <http://www.fsis.usda.gov/>

Gianantonio CA, Vitacco M, Mendilaharsu F, Gallo GE, Sojo ET. 1973 The hemolytic-uremic syndrome. *Nephron* 11: 174-192.

González Rumayor V, Ruiz Galán O, García Iglesias E, Vega García M. 2005. Aplicaciones de la Biotecnología en Seguridad Alimentaria. Agencia Española de Seguridad Alimentaria. Ed. Genoma España. Sector Agroalimentario: 1-93.

Instituto Nacional de Alimentos (INAL), Ministerio de salud (ANMAT). 2003. Guía de Inspección: Procedimiento de inspección, toma de muestra y protocolo de análisis para el control de *Escherichia coli* productor de toxina Shiga. Disposición ANMAT N° 4943/2003- Publicado en Boletín Oficial N° 30.251 del 08/10/03.

Henning P, Hogg GG, Knight J, Powell H, Redmond D. 2001. Nationwide study of haemolytic uraemic syndrome: clinical, microbiological, and epidemiological features. *Arch. Dis. Child.* 85:125-131.

Hernández A, Ramos AY, Hurtado E. 2008. Incidencia de *Escherichia coli* en chuletas crudas de cerdo vendidas al detal en Maturín, estado Monagas, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola* 8 (1): 138-142.

Huovinen P. 1990. Outbreak of diarrhoea due to *Escherichia coli* O111: B4 in schoolchildren and adults: association of Vi antigen-like reactivity. *Lancet* 336: 831-834.

Instituto Panamericano de Protección de Alimentos y Zoonosis. 2009. Qué son las enfermedades transmitidas por los alimentos. www.pediatraldia.cl

Karmali MA, Petric M, Lim C, Fleming PC, Arbus GS, Lior H. 1985. The association between idiopathic hemolytic uremic syndrome and infection by verotoxin-producing *Escherichia coli*. *J Infect Dis.* 151: 775-82.

Karmali MA, Steele BT, Petric M, Lim C. 1983. Sporadic cases of hemolytic uremic syndrome associated with fecal cytotoxin and cytotoxin-producing *Escherichia coli* in stools. *Lancet*; 1:619-620.

Karmali MA. 1989. Infection by verotoxin-producing *E. coli*. *Clin. Microbiol. Rev.* 2: 15-38.

Konowalchuk J, Speirs JI, Stavric S. 1977. Vero response to a cytotoxin of *Escherichia coli*. *Infect Immun*; 18:775-779.

Kopper G, Calderón G, Schneider S, Domínguez W, Gutiérrez G, Rosell C,

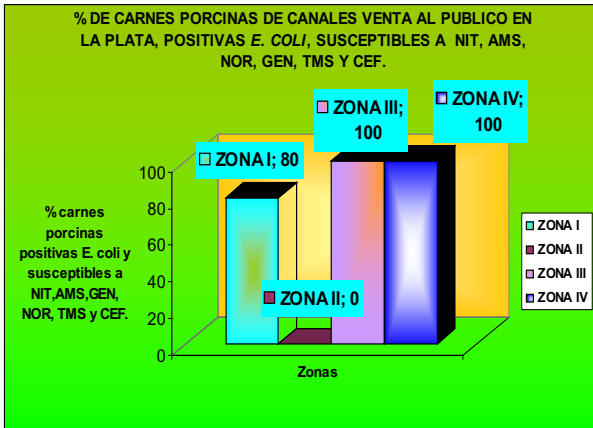


Figura 11. Porcentaje de carnes porcinas de canales de venta al público positivas *E.coli* y susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS Y CEF.

(NIT) nitrofurantoína; (AMS) aminotriptilina + subclactama; (NOR) norfloxacina; (GEN) gentamicina; (TMS) trimetoprima-sulfametoxazol y (CEF) cefalotina

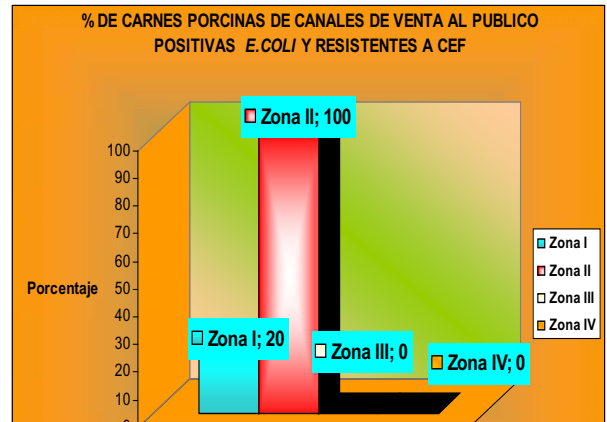


Figura 12. % de carnes porcinas de canales de venta al público positivas *E.coli* y NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y resistentes a CEF.

(NIT) nitrofurantoína; (AMS) aminotriptilina + subclactama; (NOR) norfloxacina; (GEN) gentamicina; (TMS) trimetoprima-sulfametoxazol y (CEF) cefalotina

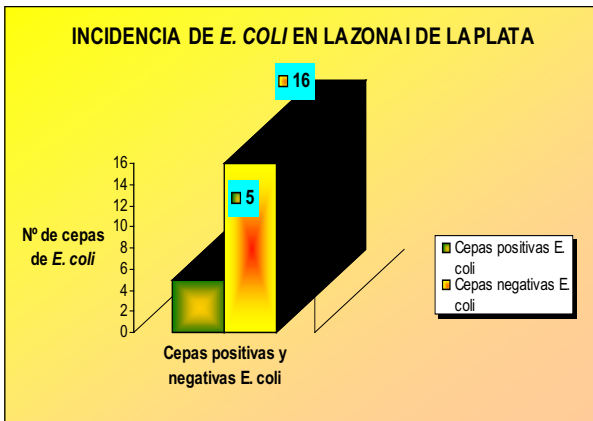


Figura 13. Relación cepas de *E. coli* positivas y negativas en la Zona I de La Plata

Mejía D. 2009. Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico. Inf. Técnico sobre Ingeniería Agrícola y Alimentaria. División de Infraestructura rural y Agroindustrias (AGP), FAO.
 Larrieu E. 2003. Enfermedades de origen alimentario. Manual De Epidemiología Y Salud Publica Veterinaria. FCV. UNLP. 1º Part, III
 Lead Discovery. 2008. Antibiotics and Drug Resistance: New drug innovation and the strategy to combat antibiotic resistance mechanisms. Ed. Lead Discovery. 174 pp.
 Libros Virtuales Intramed. 2009. Generalidades de antibióticos. www.intramed.net
 Mac FADDIN, J.F. 1991. Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Ed. Panamericana. México.
 Maglione R, Chiparelli H, Palacios R, Varela G, Acuña AM,

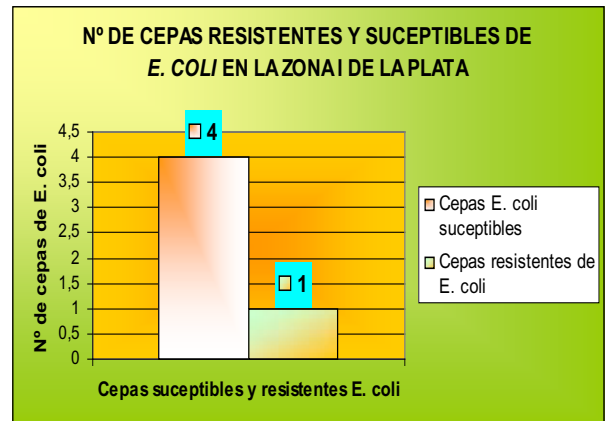


Figura 14. Relación entre cepas susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y CEF, y resistentes a CEF aunque susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS, evaluados en la Zona I de La Plata.

Etorena P, Gómez M. y col. 1991. Diarrea aguda en la Comunidad. Informe de investigación financiada por CIID, Canada. (Nº3-P-87-0323).
 Miliwebsky ES, Balbi L, y col. 1999. Síndrome urémico hemolítico en niños de Argentina: asociación con la infección por *Escherichia coli* productor de toxina Shiga. *Bioquímica y Patología Clínica* 63: 113-121.
 Monroe S and Polk R, 2000. Antimicrobial use and bacterial resistance. *Current Opinion in Microbiology*, 3(5): 496-501
 Montano A, Algorta G, Mendez V, Murillo N, Pirez C, Schelotto F, Zanetta E,
 Mossel D. & Vega C. 1973. Te direct enumeration of *Escherichia coli* in water using Mac Cookey's agar at 44°C in plastic pouches. *Health Lab. Sci*10: 303-307.
 Mossel, DAA, Vega CL. 1973. Thct direct enumeration of *E. coli* in water using m. agar at 44 ° in plastic pouches. *Hlth. Lab.*

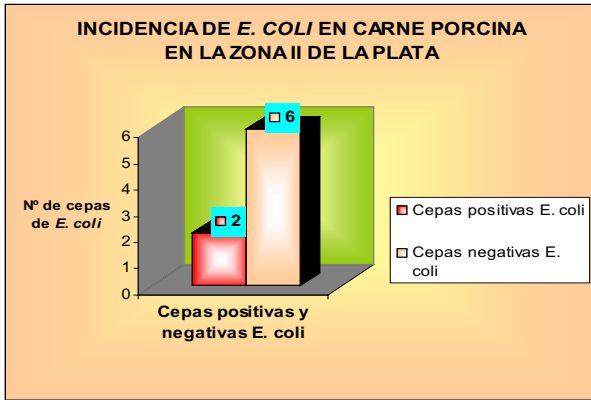


Figura 15. Incidencia de *E. coli* en la Zona II de La Plata.

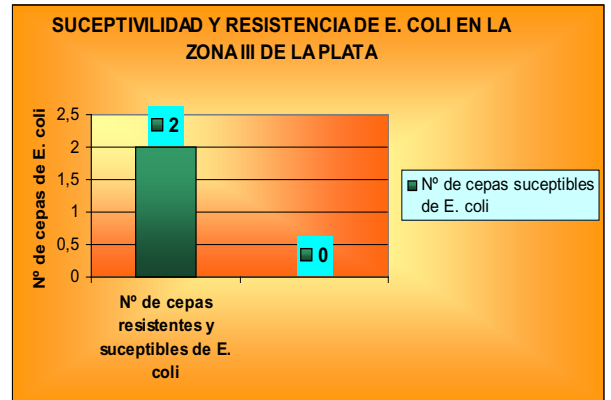


Figura 18. Nº de cepas susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y resistentes a CEF, evaluados en la Zona III de La Plata.

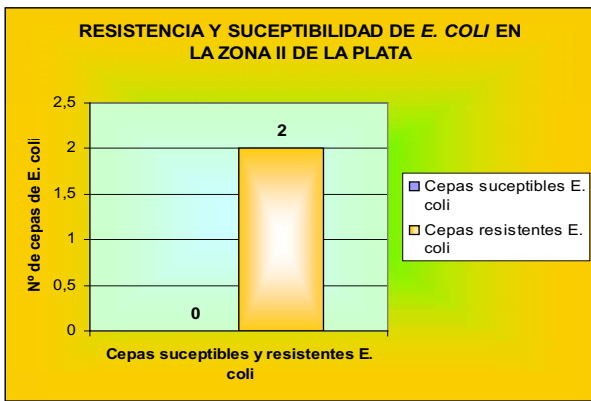


Figura 16. Nº de cepas susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y resistentes a CEF, evaluados en la Zona II de La Plata.

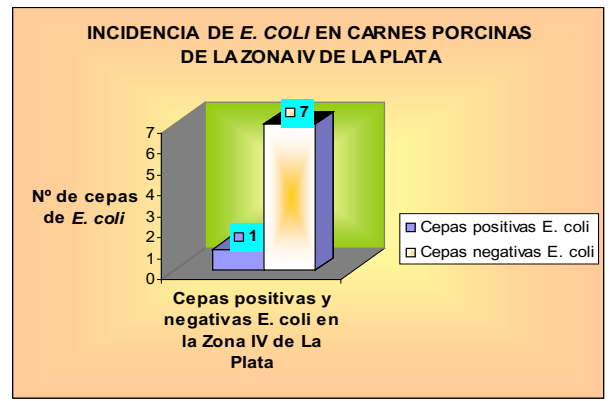


Figura 19. Incidencia de *E. coli* en la Zona IV de La Plata.

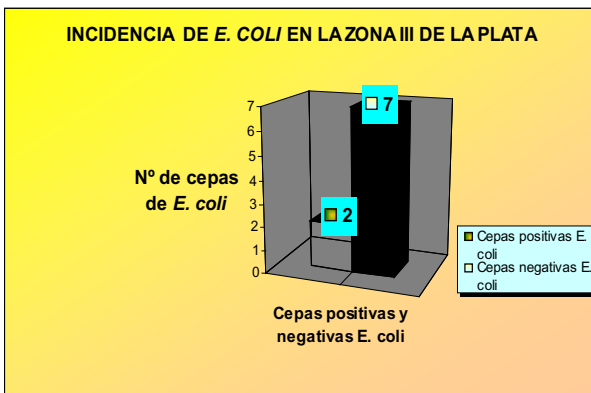


Figura 17. Incidencia de *E. coli* en la Zona III de La Plata.

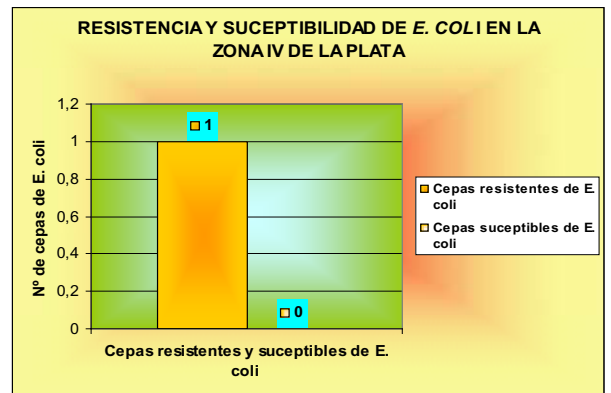


Figura 20. Nº de cepas susceptibles a NIT, AMS, NOR, GEN, TMS y resistentes a CEF, evaluados en la Zona IV de La Plata.

Cuadro 6. Influencia de la higiene del local de expendio de carne fresca de cerdo (carnicerías y supermercados) en la presencia de *E. coli*.

N°	Muestra	Zona	Sensibilidad	Resistencia	Corte	Higiene	Contacto
4	4	I	NIT-AMS-TMS-NOR-GEN-CEF	-	PECHO	B	SI
12	12	II	NIT-AMS-TMS-NOR-GEN	CEF	BIFE	B	NO
16	16	II	NIT-AMS-TMS-NOR-GEN	CEF	PECHITO	B	SI
19	23	I	NIT-AMS-TMS-NOR-GEN-CEF	-	PECHITO	MB	SI
24	28	I	NIT-AMS-TMS-NOR-GEN	CEF	PECHITO	MB	NO
27	31	I	NIT-AMS-TMS-NOR-GEN-CEF	-	PECHITO	MB	SI
28	32	I	NIT-AMS-TMS-NOR-GEN-CEF	-	BONDIOLA	R	SI
31	35	III	NIT-AMS-TMS-NOR-GEN-CEF	-	BIFE	B	SI
39	43	III	NIT-AMS-TMS-NOR-GEN-CEF	-	PECHITO	MB	NO
40	44	IV	NIT-AMS-TMS-NOR-GEN-CEF	-	PECHITO	MB	SI

Sci. 10: 303-397.

Moredo F.A. 2007. Resistencia a los antimicrobianos de aislamientos de *Escherichia coli* obtenidos de cerdos de la República Argentina. *Rev. argent. Microbiol*, 39, 4: 227-229.

Nataro JP, Kaper JB. 1998. Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clin Microbiol Rev*;11:142-201.

Nataro JP, Kaper JB. Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clin. Microbiol. Rev.* 11: 142- 201, 1998.

National Committee For Clinical Laboratory Standards. 1990. Methods for dilution antimicrobial susceptibility test for bacteria that grow aerobically. 2nd ed. Approved Standards. NCCLS document M7-A2. National Committee for Clinical Laboratory Standards, Villanova, Pa. 7.

National Committee For Clinical Laboratory Standards. 1994. Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Test for Bacteria Isolated from Animals. 2nd ed. Proposed Standards. NCCLS document M31-P.

National Committee for Clinical Laboratory Standards (Nccls). 2009. Villanova, Pa.

Nielsen B & Wegener HC. 1997. Salud pública, carne de cerdo y embutidos: perspectiva regional en Dinamarca. *OIE. Rev. Sci. Tech. Off Int Epiz*, 16 (2), 513-524.

O'Brien A, GD LaVeck, MR Thompson, Formal SB. 1982. Production of *Shigella dysenteriae* type 1-like cytotoxin by *Escherichia coli*. *J Infect Dis* 1977;146:763-769.

Olsen SJ, Miller G, Breuer T, Kennedy M, Higgins C, Walford J, McKee G, Fox K, Bibb W, Mead P. 2002. A waterborne outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections and hemolytic uremic syndrome: implications for rural water systems. *Emerg. Infect. Dis.* 8: 370-374.

OMS. 2001. Antibiotic Resistance Synthesis of Recommendations by Expert Policy Groups; 163 pp.

OMS. 2009. ¿Quién es quién en materia de seguridad alimentaria

y nutrición a nivel europeo e internacional?. Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación actividades de la OMS en el campo de la seguridad alimentaria, dieta y nutrición. senutricion.org/es/.

Otero Barrios BA. 2009. Aspectos vinculados a la resistencia a los fármacos en Medicina Veterinaria. Laboratorios Microsules México y Centroamérica <http://www.ergomix.com>

Pantozzi F.L. y col. 2010. Resistencia a los antimicrobianos en bacterias indicadoras y zoonóticas aisladas de animales domésticos en Argentina. *Rev. argent. Microbiol.* 42, 1: 49-52

Paton JC, Paton AW. 1998. Pathogenesis and diagnosis of Shiga Toxin producing *E. coli* infections. *Clin. Microbiol. Rev.* 11: 450-479.

Piñero P, Cappuccio J.; Vigo G.; Giacoboni G.; Perfumo C, Moredo F. 2005. Aislamiento de *Escherichia coli* multiresistentes provenientes de cerdos con diarrea de la República Argentina. 12° Simposio Internacional de la Asociación de Laboratorios de Diagnóstico Veterinario. Noviembre de 2005

Reyes J. F., A. García Urdaneta; P. Izquierdo Corser; M. A. Cagnazzo; Katchnaskaya V. L. 2002. Aislamiento de bacterias gram positivas de leche cruda con residuos de antimicrobianos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*; 52; 1.

Rhodehamel J, Harmon SM. *Clostridium perfringens*. In: Food and Drug Administration. *Bacteriological Analytical Manual*. AOA International 8th ed, Gaithersburg 1995:1601-1651. 1601-1651.

Riley LW, Remis RS, Helgerson SD, McGee HB, Wells JG, Davis BR et al. 1983. Hemorrhagic colitis associated with a rare *Escherichia coli* serotype. *N Engl J Med*;308:681-685.

Rivas M, Voyer L, Tous M, De Mena MF, Leardini N, Wainsztein R, Callejo R, Quadri V, Corti S, Prado V. 2002. Verocytotoxin-producing *E. coli* infection in family members of children with hemolytic-uremic syndrome. *Medicina (B.Aires)* : 56.

Rodríguez AGM. 2002. Laboratorio de Bacteriología Molecular, departamento de Biología Molecular, Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos.

Rodríguez GA. 2002. Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli* Salud Publica Mex 44:464-475. <http://www.insp.mx/salud/index.html>

Rodríguez-Angeles G. Exotoxinas. 1994. En: Diagnóstico de laboratorio de infecciones gastrointestinales. Giono S, Escobar A y Valdespino JL, ed. México, Secretaría de Salud:369.

SAGPyA. 2009. Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Calidad Alimentaria Argentina. Programa Calidad de los Alimentos Argentinos. Dirección de Promoción de la Calidad Alimentaria – SAGPyA. http://www.calidadalimentaria.net/bv_calidad_bpm.

Sánchez de Rivas C. 2006. ¿Antibióticos, ayer, hoy y mañana...? *Química Viva*. 5; 002: 63-77

Schocker L. 2009. Antibiotic Resistance In Bacteria: How Researchers Are Fighting Back. *Cross Currents. The magazine of Arts and Sciences*; 10; 1.

Shinagawa K, Kanehira M, Omoe K, Matsuda I, Hu D, Widiasih DA, Sugii S. 2002. Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos. Manual de capacitación sobre higiene de alimentos de análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC). En *Technology & Engineering* - 232 páginas FAO.

Torres ME, Pérez MC, Schelotto F, Varela G, Parodi V, Allende F, Falconi E, Torroba L, Rivero M, Otermin I, Gil A, Iruin A, Maraví-Poma J, García Irure G. 1998. Antimicrobial resistance Andy antibiotics policy: MRSA, GISA Andy VRE *Anales*; 23; 1.

Viljanen MKT, Peltola T, Junnila SYT, Olkkonen L, Järvinen H, Kuistila M, Wegener HC et al. 1999. Use of antimicrobial growth promoters in food animals Andy *Enterococcus faecium* resistance to therapeutic antimicrobial drugs in Europe. *J Emerg Infect Dis*, 5:329–335.

Wegener HC, Bager F, Aarestrup FM 1997. Vigilancia de la resistencia antimicrobiana en el hombre, productos alimenticios y ganado en Dinamarca. *Euro Surveill* 1997;2(3):17-19