



REVISTA
INVESTIGACIÓN EN SALUD
UNIVERSIDAD DE BOYACÁ

ISSN: 2389 - 7325 Versión impresa
ISSN: 2539-2018 Versión electrónica en línea

PRÓXIMA PUBLICACIÓN EN LINEA

El Comité Editorial de la Revista de Investigación en Salud de la Universidad de Boyacá ha aprobado para publicación este manuscrito, teniendo en cuenta los conceptos de los pares evaluadores y la calidad del proceso de revisión. Se publica esta versión en forma provisional, como avance en línea de la última versión del manuscrito vinculada al sistema de gestión, previa a la estructura y composición de la maquetación y diagramación, como elementos propios de la producción editorial de la revista.

Esta versión se puede descargar, usar, distribuir y citar como versión preliminar tal y como lo indicamos, por favor, tenga presente que esta versión y la versión final digital e impresa pueden variar.

**Perfiles de susceptibilidad de grupos bacterianos aislados de productos cárnicos
en Tunja, Boyacá**

Susceptibility profiles of bacterial groups of meat products in Tunja, Boyacá

Daris Angélica Rosas-Leal¹, Diana Paola López-Velandia², María Inés Torres-Caycedo²,
Maritza Angarita Merchán^{2*},

¹ Banco de Sangre Higuera Escalante, Cúcuta, Colombia

² Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia.

*Correspondencia: Dirección: Carrera 2 Este N° 64-169 Tunja, Boyacá, Colombia;
Teléfono: 7450000 ext. 1202. Correo electrónico: mangarita@uniboyaca.edu.co,
gribac@uniboyaca.edu.co

Citar este artículo así:

Rosas Leal DA, López Velandia DP, Torres Caycedo MI, Merchán MA. Perfiles de susceptibilidad de grupos bacterianos aislados de productos cárnicos en Tunja, Boyacá. Revista Investig Salud Univ Boyacá. 2019;6(2):

RESUMEN

Introducción. Las bacterias son organismos que se encuentran en diferentes tipos de ambientes que actúan como reservorios, entre estos, los productos de consumo derivados de los animales. Algunas de estas bacterias son capaces de causar enfermedad a los humanos y, a su vez, han evolucionado generando resistencia a antibióticos, lo cual se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial.

Objetivo. Describir los perfiles de susceptibilidad de grupos bacterianos provenientes de productos cárnicos y derivados, de dos lugares de abasto de Tunja.

Materiales y Métodos. Estudio descriptivo de corte transversal. Se realizó muestreo de productos cárnicos en los expendios de carne y derivados, en un periodo de tres meses, en dos lugares de abasto de la ciudad de Tunja, de los cuales se tomaron diferentes cortes de productos cárnicos para su posterior análisis.

Resultados. A partir de 160 muestras cárnicas recolectadas de 32 puntos de venta, se aislaron 333 cepas bacterianas, encontrando presencia de bacterias Gram negativas y Gram positivas en un 83.2% y 16.8% respectivamente. Por otra parte, los perfiles de

susceptibilidad antimicrobiano para estas bacterias mostraron sensibilidad del 19,2% y 0,9%, respectivamente, a los seis antibióticos utilizados para cada grupo en el estudio.

Conclusiones. Se encontró una alta presencia de bacterias procedentes de los aislados de productos cárnicos, que obliga a la mejora de las condiciones de manipulación y expendio de estos productos, dado que, entre los principales riesgos se encuentra la adquisición de cepas resistentes mediante el consumo de alimentos contaminados.

Palabras clave: bacteria, farmacorresistencia microbiana, inocuidad de los alimentos, enfermedades transmitidas por alimentos.

ABSTRACT

Introduction. Bacteria are found in different types of environments that act as reservoirs, among these consumer products derived from animals. Some of these bacteria are able to cause disease to humans and, in turn, they have developed generating antibiotics resistance, for that reason has become a public health problem worldwide.

Objective. To describe susceptibility profiles of groups bacterium from meat products and derivatives, in two Tunja's market.

Materials and Methods. Descriptive cross-sectional study, they realized sampling meat's products in meat sale zone and by-products in a three-month period in two Tunja's market, which different cuts of meat products were taken, for further analysis.

Results. From 160 meat samples collected from 32 outlets were isolated 333 bacterial strains, it found presence of Gram-negative and Gram-positive bacteria in 83.2% and

16.8% respectively. Furthermore, the profiles of antimicrobial susceptibility for these bacteria, it showed sensibility of 19,2% and 0,9% respectively to the six antibiotics used for each group in the study.

Conclusions. It found a high presence of isolated bacterium from meat products, what oblige to improve od manipulation conditions and sale of these products, since, among the principal risks are the acquisition of strains resistant by means consume of these food contaminate.

Key words: bacteria, drug resistance, microbial, food safety, foodborne diseases.

INTRODUCCIÓN

Las bacterias son organismos que se encuentran en diferentes tipos de ambientes, incluidos animales y el hombre. Estos microorganismos son capaces de causar enfermedad en humanos, un ejemplo son las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA); se calcula que anualmente hay alrededor del mundo 600 millones de personas con ETA (1 de cada 10 personas) y que 420.000 mueren por esta causa (1). La vigilancia sobre la seguridad e inocuidad alimentaria ha ido incrementando con el paso de los años, sin embargo, la verdadera alerta por las ETAs se encuentra en países en vía de desarrollo, abarcando desde la utilización de agua insegura para la limpieza de alimentos, hasta la deficiencia en los procesos de producción alimentaria (como la mala manipulación), la ausencia de la infraestructura necesaria para el almacenamiento de productos alimenticios, y el empleo de normas regulatorias inadecuadas o mal aplicadas que terminan finalmente contribuyendo a un ambiente de alto riesgo. (2)

En este sentido, se evidencia un gran problema relacionado con la presencia de bacterias resistentes a antimicrobianos en alimentos, principalmente aquellos originados a partir de productos cárnicos, lo anterior, dado que a algunos animales les suministran suplementos alimenticios también conocidos como antibacterianos promotores de crecimiento (APC) (3). Esta resistencia se transfiere a otros animales y seres humanos, directamente por contacto e indirectamente a través de la cadena alimentaria (4), en la actualidad la farmacorresistencia se encuentra entre las principales emergencias que afectan a las especies microbianas; es así como, el incremento en la presencia de los microorganismos resistentes tiene una marcada repercusión en la salud pública ya que aumenta los índices de morbimortalidad por infecciones (5). Por lo anterior, la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda a las industrias que crían animales para el consumo humano, evitar la utilización indiscriminada de antibióticos para estimular su crecimiento y prevenir enfermedades en animales sanos. (6)

En Colombia, la situación de la resistencia en patógenos bacterianos aislados de productos cárnicos ha sido reportada; sin embargo, solo actualmente se cuenta con estudios de forma continua que involucran descripciones de prevalencias, caracterización de fenotipos y genotipos, estudios de costos, vigilancia de la resistencia, entre otros (7–9). El estudio de brotes multirresistentes provenientes de productos cárnicos, permite tener un comportamiento epidemiológico que se puede asociar a diferentes factores y, a la vez, genera un valor clínico para la toma de decisiones. Por lo tanto, el objetivo fue caracterizar los perfiles de susceptibilidad en cepas bacterianas

aislados de productos cárnicos provenientes de dos lugares de abasto de la ciudad de Tunja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección, traslado y procesamiento de muestras

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, se hizo un muestreo a conveniencia a un total 32 puestos de venta de carnes de dos lugares de abasto de la ciudad de Tunja; de cada puesto de venta se tomaron 5 muestras de cortes de diferentes tipos de carnes incluyendo: carne de res, cordero, cerdo y algunas vísceras (corazón, hígado, intestino delgado, intestino grueso) y embutidos (crudos) procesados artesanalmente. Se incluyó un puesto de venta de pescado, obteniendo un total de 160 muestras durante un periodo de tres meses; para el análisis estadístico se utilizó programa Excel herramienta office versión 2016 para establecer los resultados de frecuencias relativas y absolutas.

Cada muestra correspondió a 250 gramos de carne o productos adquiridos por compra, estas fueron colectadas en bolsas individuales marcadas con el tipo de muestra y número de puesto de procedencia; además, se conservaron en cadena de frío hasta su traslado al laboratorio de investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Boyacá, para su procesamiento.

Se aplicó el procedimiento estándar empleado por Lavilla Lerma L. *et al.* en el año 2014 (10), para lo cual se preparó la muestra con 5 g y utilizando fragmentos de diferentes partes; asimismo, se dispusieron 45 ml de solución salina al 0.85% estéril (10),

homogeneizada entre 3 y 5 minutos (Stomacher para mezcla de muestras marca IUL Instruments Digital) hasta obtener una muestra homogénea (dilución inicial); a partir de esta preparación se realizaron las diluciones para los recuentos en placa y aislamiento de la microflora; se inocularon los medios y se procedió la siembra por extensión en superficie, con perlas de vidrio o rastrillo desechable. Posteriormente, se incubaron a 37°C durante 24 horas. Los medios de cultivo empleados en el estudio fueron MacConkey (MK), Agar Salmonella/Shigella (SS), Agar Manitol, Agar Plate Count (APC), Agar nutritivo (AN), Agar Eosina Azul de Metileno (EMB) y Agar Sangre marca OXOID®.

Recuento de colonias totales

Luego de someter las muestras a procesos de trituración y mezcla con homogeneizador, se prepararon las diluciones seriadas y se inocularon los medios para recuento (APC o AN), luego, se llevaron a incubación (MEMMERT DIGITAL MODELO ULM-800) a 37°C por 24 horas. Las lecturas correspondientes se realizaron en contador de colonias tipo Quebec (Marca: INDULAB modelo 007) determinando el recuento de Unidades Formadoras de Colonia (UFC).

Aislamiento y caracterización fenotípicas de colonias

Las colonias seleccionadas para la identificación de género y especie, fueron aquellas con mayor UFC en cada uno de los medios de cultivo selectivos/diferenciales para cada muestra y de acuerdo a las características macroscópicas, permitiendo identificaciones presuntivas. Se realizó caracterización fenotípica mediante el empleo del sistema Crystal Gram negativos BBL® y Crystal Gram positivos®.

Determinación de los perfiles de susceptibilidad

La evaluación del perfil de susceptibilidad se realizó mediante la técnica de difusión en disco (Kirby-Bauer) acorde con la guía M100 del Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio (CLSI) versión 2017 (11). Los antibióticos evaluados para Gram negativos fueron Cefepime (CEF), Cefotaxima (CTX), Ceftriaxona (CRO), Imipenem (IMP), Meropenem (MEM), Gentamicina (CN); para Gram positivos se emplearon Cefoxitin (FOX), Amikacina (AMK), Eritromicina (E), Clindamicina (DA), Oxacilina (OXA) y Penicilina (P).

RESULTADOS

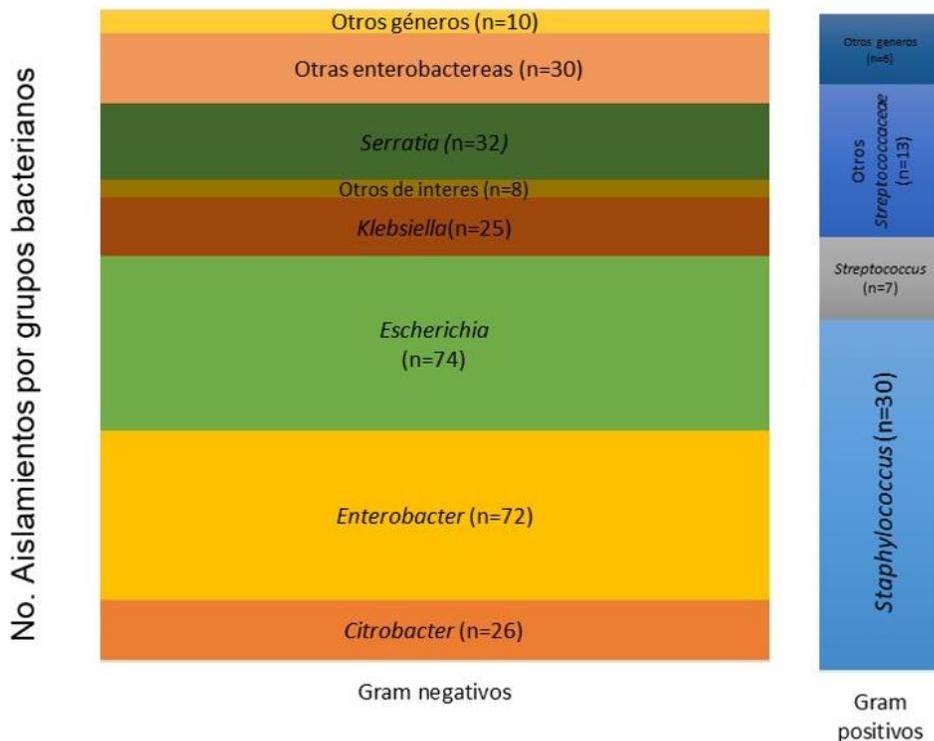
Recuento de colonias totales

El recuento inferior correspondió a 10×10^3 UFC/g de una muestra de carne de vacuno (murillo) y el recuento más alto 40×10^6 UFC/g de una muestra de víscera (hígado). Los recuentos de mesófilos aerobios en placa mostraron que del total de 160 muestras, 28 muestras (17.5%) presentaron recuentos inferiores o iguales a 10^3 , y las 132 muestras restantes (82.5%) presentaron recuentos iguales o superiores a 10^4 .

Identificación de géneros y especies bacterianas y perfiles de susceptibilidad

Se aislaron 333 cepas bacterianas, siendo 277 bacterias Gram negativas y 56 Gram positivas (83.2% y 16.8% respectivamente) (Gráfico 1). El aislamiento bacteriano de mayor frecuencia fue de bacterias Gram negativas de la familia *Enterobacteraceae*.

Gráfico 1. Grupos bacterianos aislados de productos cárnicos

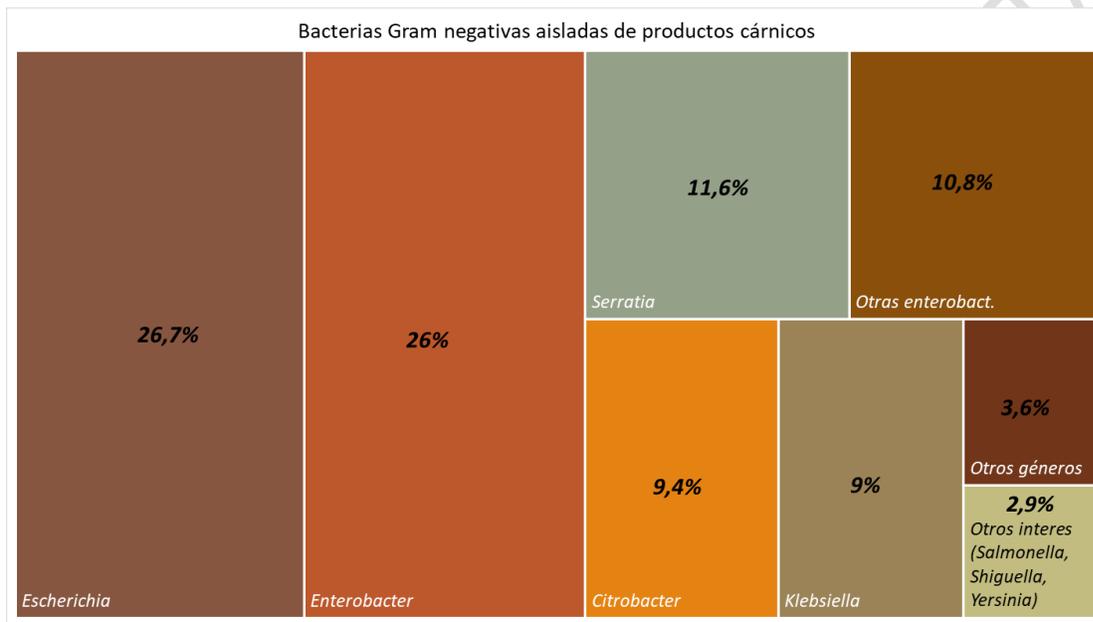


Las bacterias Gram negativas aisladas correspondieron, de acuerdo con el número de aislamientos de mayor a menor, a los géneros fermentadores *Escherichia* (26.7%), *Enterobacter* (26.0%), *Citrobacter* (9.4%), *Klebsiella* (9%), y otras de interés (2,9%) por su virulencia que corresponden a géneros fermentadores lentos o no fermentadores como *Yersinia* (2.2%), *Salmonella* (0.36%) y *Shigella* (0.36%) (Gráfico 2). Dentro de estos géneros, las especies con mayor aislamiento fueron *Escherichia coli* (26.4%), seguido de *Enterobacter cloacae* (8.3%), *Citrobacter freundii* (7.9%), *Klebsiella oxytoca* (6.1%), *Enterobacter agglomerans* (5.4%) *Enterobacter aerogenes* (4.3%), *Yersinia enterocolitica* (1.1%) y *Yersinia pseudotuberculosis* (1.1%).

En el grupo de otras enterobacterias aisladas con menor frecuencia se encontraron *Serratia liquefaciens* (4.7%), *Serratia marcescens* (4.0%), *Kluyvera ascorbata* (2.50%),

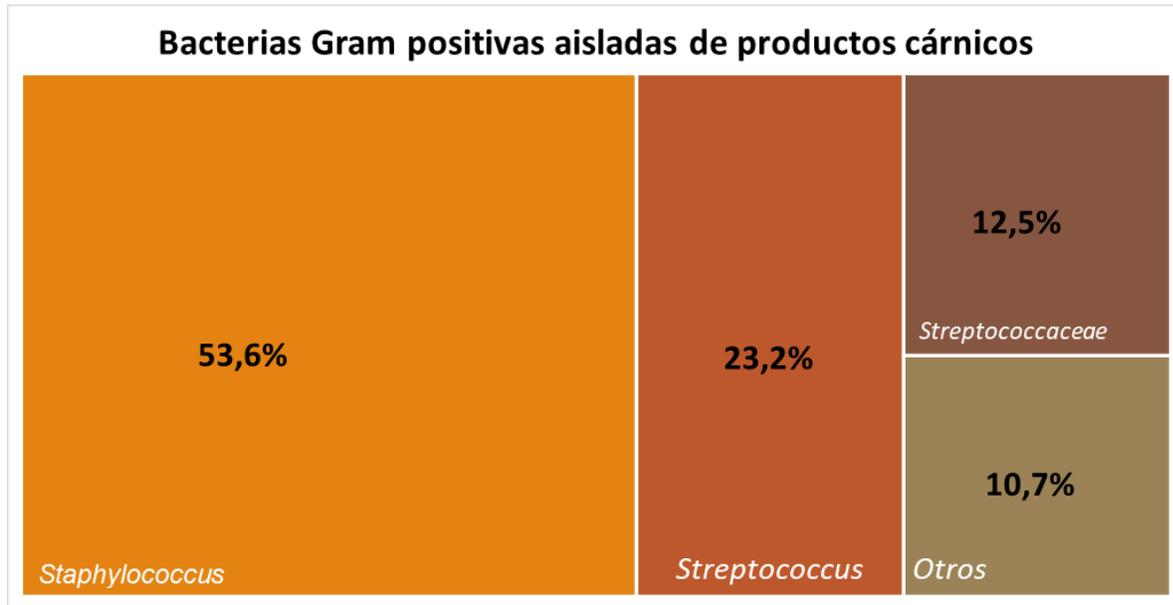
Hafnia alvei (2.2%), *Kluyvera cryocrescens* (1.8%) y *Acinetobacter iwoffii* y *Aeromonas hydrophila* (1.1%). Otros géneros aislados mostraron frecuencias inferiores al 1% fueron *Burkholderia*, *Chromobacterium*, *Pantoeba*, *Plesiomonas*, *Rahnella*, *Tatumella* y *Vibrio* (Gráfico 2).

Gráfico 2. Géneros de bacterias Gram negativas aisladas de productos cárnicos.



En relación con las bacterias Gram positivas, de los 56 aislamientos se evidencia que el 53.6% corresponde a especies del género *Staphylococcus* sp, en donde *Staphylococcus aureus* (60%) fue la especie más frecuente dentro de este grupo. Del género *Streptococcus* sp (23.2%) la bacteria más aislada corresponde a *Streptococcus porcinus* (23.1%). Entre otros Gram positivos (23,2%) aislados e identificados fueron *Lactococcus* (12,5%), *Enterococcus faecalis* (7,1%) y en menor frecuencia *Bacillus* y *Micrococcus* (1,8%) (Gráfico 3).

Gráfico 3. Géneros de bacterias Gram positivas aisladas de productos cárnicos.



Perfiles de susceptibilidad antibiótica

De los 333 aislamientos bacterianos, 67 cepas (20.1%) presentaron sensibilidad a todos los antibióticos probados (Cefepime, Ceftriaxona, Gentamicina, Meropenem e Imipenem); de estos 64 aislamientos (19.2%) corresponden a bacterias Gram negativas y 3 (0.9%) a Gram positivas, indicando que en los aislamientos de Gram positivas se presenta resistencia bacteriana marcada.

En el grupo de bacterias Gram negativas (n=277) se observó sensibilidad para antibióticos como Cefepime (97.8%), Ceftriaxona (95.7%), Gentamicina (87%), Cefotaxima (85.9%), Meropenem (64.6%) e Imipenem (52%); resultado intermedio de sensibilidad/resistencia se presentó para Imipenem (39.4%) y Meropenem (31.8%). El 18,8% de las cepas Gram negativas presentaron resistencia a un antibiótico y el 0.4% a seis.

Por otro lado, las bacterias Gram positivas (n=56), mostraron resultados de resistencia a penicilina (76.8%), seguido de Amikacina (55.4%), Clindamicina (41.1%), Eritromicina (37.5%) y Oxacilina (33.9%); en cuanto a sensibilidad se presentó 64.3% a Oxacilina, 53.6% a Clindamicina, 42.9% a Amikacina, 33.9% a Eritromicina y 21.4% a Penicilina; el 44.6% de las cepas Gram positivas presentaron resistencia a un antibiótico y 28.6% a cinco, solo el 0.3% fue sensible a los seis antibióticos utilizados. Los resultados que muestran los perfiles de susceptibilidad – resistencia de los aislados se observan en los gráficos 4 y 5.

Gráfico 4. Resultados de antibiogramas de las cepas de bacterias Gram Positivas

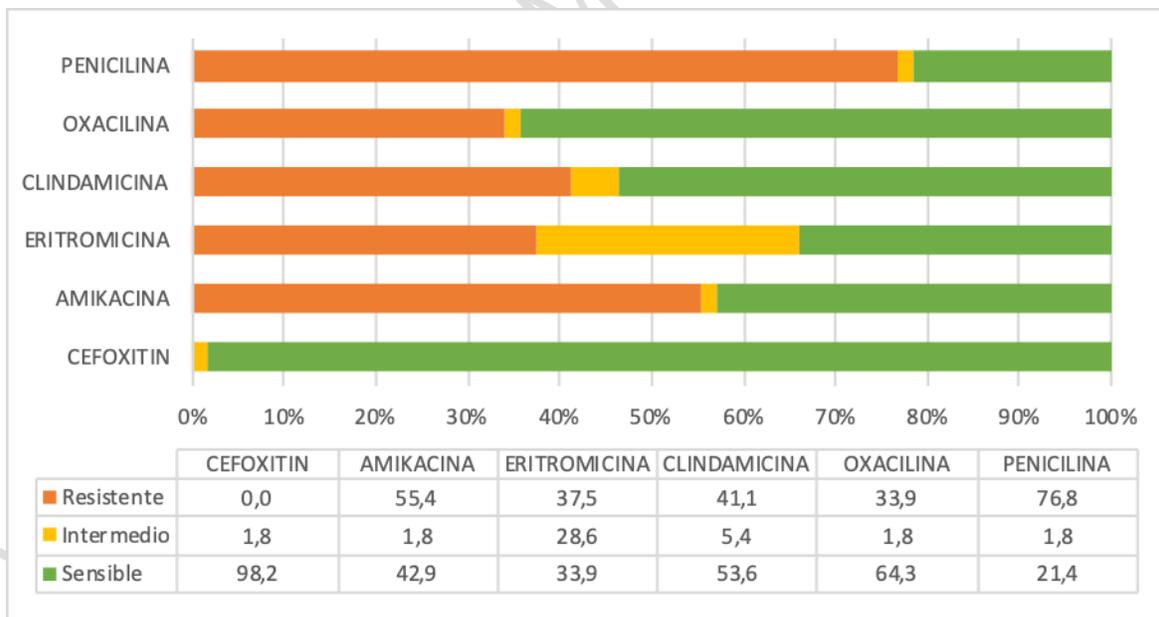
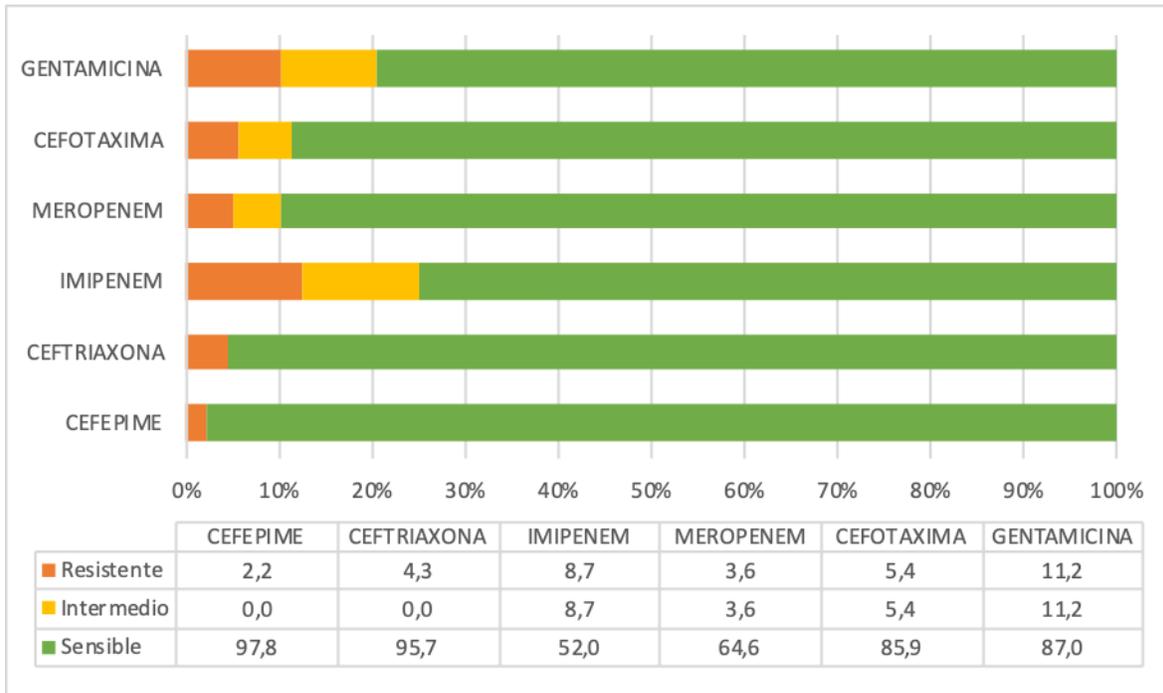


Gráfico 5. Resultados de antibiogramas de las cepas de bacterias Gram negativas



DISCUSIÓN

De los recuentos bacterianos se evidencia que al ser alimentos crudos y expuestos al ambiente se genera un incremento de la UFC, dado que tienen condiciones de atmósfera gaseosa, temperatura y factores contaminantes, propicios para la colonización de bacterias mesófilas en donde se encuentran grupos bacterianos procedentes del manipulador principalmente. Probablemente, al tratarse de alimentos crudos y expuesto al medio ambiente, se generan recuentos altos de mesófilos, estos pueden ser potencialmente patógenas u oportunistas, además que son una vía de transmisión de resistencia bacteriana. Estos resultados indican la necesidad de mejorar las prácticas de manipulación, dado que se debe asegurar la inocuidad de los alimentos; en consecuencia, es importante resaltar que de los puestos muestreados en el periodo del estudio, solo uno contaba con refrigerador para mantener la cadena de

frío de los productos que allí se expenden. Para los productos cárnicos crudos se exige la cadena de frío entre otras consideraciones (29), por lo tanto, esta es una prioridad para los lugares de abasto de este tipo de productos.

El aislamiento bacteriano de mayor frecuencia fue de bacterias Gram negativas de la familia *Enterobacteraceae*, las cuales se encuentran relacionados la flora de humanos y animales; así mismo, se muestra aislamiento de grupos bacterianos provenientes de medio ambiente como agua, suelos y vegetación; como *Hafnia alvei*, *Kluyvera cryocrescens* y *Aeromonas hydrophila*. Entre otros géneros aislados, con frecuencia baja como: *Burkholderia*, *Chromobacterium*, *Pantoeba*, *Plesiomonas*, *Rahnella*, *Tatumella* y *Vibrio*, han sido reportados en aislamientos de alimentos cárnicos, aguas y suelos, se han relacionado con casos clínicos causados por patógenos de baja prevalencia. (30, 31)

Los resultados de identificación fenotípica de bacterias Gram negativas son similares a los de un estudio realizado en Alemania, en el cual de un total de 500 muestras de pollo y 500 de carne de cerdo, fueron positivas para *Escherichia coli* (86% y 49% respectivamente); así mismo, se identificó una prevalencia de 22% y 36% de *Enterobacter* spp., y en menor proporción se encontraron otros géneros de enterobacterias como *Citrobacter* spp y *Klebsiella* spp (32). Por otro lado, en España, a partir de un muestreo de 50 tiendas, se encontró una alta prevalencia de cepas de *Escherichia coli* y *Serratia fonticola* (82 y 16% respectivamente). Las demás cepas identificadas correspondieron a *Proteus vulgaris*, *Citrobacter koseri*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter cloacae*, *Proteus penneri*, *Proteus mirabilis*, *Hafnia alvei* y *Rahnella aquatilis* (33); mientras en Egipto, de un total de 100 muestras de carne cruda (50 de pollo y 50 carne de res), obtuvieron un total de 228 aislados bacterianos en

donde la mayor prevalencia fue de *Proteus* spp. (60%), seguido de *Escherichia coli* (38.7%), *Klebsiella* spp. (17.3%) y *Citrobacter* spp. (13.3%) (34). En América también se han realizado estudios similares; en México, de un total de 90 muestras se obtuvieron asilamientos de cepas de *Escherichia coli* (20%). (35)

Una gran cantidad de la población proveniente de países de bajos y medianos ingresos compra carne de mercados informales, ya que estos productos tienden a ser más económicos y suelen estar localizados cerca de comunidades rurales (19,20), sin embargo; la ausencia de normas de seguridad e higiene en la manipulación y conservación de productos cárnicos, sumado a su composición favorece el crecimiento de microbioma en niveles no aptos para su consumo. Por lo anterior, este tipo de productos contaminados representa un alto riesgo en cuanto a ETAs a nivel global, especialmente en países en desarrollo, donde los sistemas de gestión de la higiene son implementados de manera deficiente. (21–23)

Dentro de los principales patógenos intestinales transmitidos por alimentos se encuentran *Salmonella* sp., *Escherichia coli* y *Campylobacter* sp., entre otras enterobacterias presentes en el tracto gastrointestinal de los animales y las cuáles son causantes de contaminación cruzada, resultado de una técnica de sacrificio y normas de higiene deficientes, desde las plantas de sacrificio. (24–26)

En el contexto nacional se han realizado varios estudios, entre ellos, uno llevado a cabo en la ciudad de Cartagena, donde se identificaron 36 muestras con *Escherichia coli* en niveles no aceptables, según las normas del Instituto Nacional de Vigilancia y Medicamentos y Alimentos (INVIMA) (36). Otro estudio realizado en Bogotá, en el cual se analizaron 38 muestras cárnicas, arrojó que 16 de ellas fueron positivas para *Escherichia coli* (57.1%) (37); de igual forma, en Pamplona (Norte de Santander) se

identificó *Escherichia coli* como indicador de contaminación fecal a partir 51 muestras de pescado fresco, observándose que en el 8% de las muestras se presentaban niveles inaceptables para su consumo, según lo establecido por la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas (ICMSF). (38)

En cuanto a bacterias Gram positivas, los *Staphylococcus* son un género bacteriano frecuentemente estudiados (17) en cárnicos y productos derivados crudos, dada la relación con toxicoinfección alimentaria, otras especies identificadas dentro del estudio como *sciuri*, *vitulus*, *simulans* se han encontrado en agua, vegetales o como etiología de mastitis en rumiantes pequeños(18). Los resultados encontrados se pueden relacionar con diferentes estudios realizados a nivel mundial, en Egipto y Arabia Saudita, se identificó la presencia de *Staphylococcus aureus* en 250 muestras de carne de diferentes cortes, recolectadas de diferentes supermercados del área de estudio, (39). En Estados Unidos, a partir de un muestreo de 3290 cortes de carne, se reportó que 913 muestras de carne fueron positivas para *Staphylococcus aureus* (40); de igual manera, en India se analizaron un total de 65 muestras de carne cruda (pollo y cabra) de las cuales 30 muestras fueron positivas para *Staphylococcus aureus* con una prevalencia de 48.57% en pollo y 43.33% en cabra. (41)

En diferentes países de América, se han realizado estudios similares, por ejemplo, en Brasil, se identificó la prevalencia y diversidad de las especies de *Staphylococcus* spp. aisladas de la carne de pollo, siendo las más frecuentes *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus hyicus*, *Staphylococcus intermedius*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus lugdunensis*, *Staphylococcus hemolyticus*, *Staphylococcus hominus*, *Staphylococcus lentus*, *Staphylococcus schleiferi* y *Staphylococcus cohnii*. (42)

Entre los hallazgos encontrados para perfiles de susceptibilidad antimicrobiana en este estudio, se evidenció que las 277 cepas bacterianas Gram negativas mostraron patrones similares de sensibilidad para cefalosporinas y aminoglucósidos; sin embargo, también se evidenciaron porcentajes de susceptibilidad intermedia del 8.7% para Imipenem y 3.6% para Meropenem, siendo estos dos últimos de gran importancia, ya que son antibióticos utilizados como última opción para tratamiento de infecciones por ser antibióticos de amplio espectro (43), que en un futuro podrían empezar a generar resistencia.

En cuanto al perfil de susceptibilidad antimicrobiana en bacterias Gram positivas, se encontró que manejaron patrones de resistencia mayores. Diversas investigaciones en el ámbito mundial describen comportamientos diferentes sobre los patrones de susceptibilidad antimicrobiana que pueden presentar las bacterias aisladas e identificadas en la presente investigación, así, en Suiza para la familia *Enterobacteriaceae*, se describió una prevalencia mayor al 50% de resistencia a antimicrobianos tipo aminoglucósidos, cefalosporinas, fluoroquinolonas, penicilinas, sulfonamidas y tetraciclinas en cepas aisladas a partir de carne (44). Otro estudio realizado en China demostró que el 94% de los microorganismos aislados de cortes de pollos, patos, cerdos y vacas presentaron resistencia al menos a un fármaco y 83% de resistencia al menos a tres clases diferentes de antimicrobianos (45); estos resultados difieren de los obtenidos dentro del estudio. Sin embargo, una investigación realizada en Alemania mostró una baja prevalencia de *Escherichia coli* resistente en carne de caza empaquetada, en comparación con los estudios sobre carne convencional (46), siendo similar a los resultados de este estudio.

De otra parte, en relación con el perfil de susceptibilidad en Gram positivos, un estudio realizado en Suiza demostró que géneros como *Staphylococcus* y *Enterococcus* aislados de fuentes cárnicas, pescados y mariscos, presentaron resistencia contra glicoproteínas, lincosamidas, macrólidos y nitrofuranos (44). Otro estudio realizado en Chile obtuvo resultados diferentes dados por un bajo porcentaje de cepas que mostraron resistencia a Oxacilina y Cefoxitin (47); en Corea, aislados de *Staphylococcus aureus* fueron resistentes a penicilinas (51.2%), tetraciclina (38.8%) y ciprofloxacina (33.9%). (48)

Las bacterias como indicadoras de la manipulación de los alimentos no solo se consideran como indicadores de riesgo de infecciones, toxico infecciones incluidas en el grupo de ETAs, si no que actualmente generan alerta por la posible vehiculización de bacterias resistentes en alimentos, que se encuentran en condiciones de producción y comercialización con bajos estándares de calidad relacionados con la seguridad e inocuidad alimentaria; por lo anterior, es determinante ampliar el estudio de las estrategias de buenas prácticas que incluyen la exigencia en indicadores microbiológicos y detección de sustancias derivadas del uso en animales de producción, para así identificar y hacer análisis de riesgo buscando la contención de esta resistencia y la inocuidad. (49-51)

CONCLUSIONES

Los resultados relacionados con los recuentos, grupos bacterianos identificados y sus perfiles frente a los antibióticos, muestran un ambiente que proporciona condiciones

para la colonización y generación de reservorios de las bacterias: los expendios (puestos) muestreados pueden optimizar sus condiciones para garantizar mejores prácticas de manipulación, minimización de riesgo de transmisión de cepas virulentas y resistentes, control del crecimiento bacteriano con métodos de conservación y expendio (como conservación en cadena de frío), mejoramiento locativo y de superficies, utilización de material exclusivo para el manejo de cárnicos y otros procedentes de producción animal, dispensación de los cortes de carne y derivados de manera separada; entre otras prácticas, además de la concienciación de los manipuladores frente a la inocuidad alimentaria y su seguridad, que revierte en estrategias para contrarrestar no solo las ETAS, sino que también contribuye a la multiplicación de clones bacterianos resistentes circulantes.

La identificación de perfiles de resistencia a antibióticos en las cepas aisladas indica uno de los principales riesgos para transmisión de cepas resistentes, que pueden llegar a generar consecuencias para la salud humana mediante el consumo de alimentos contaminados por bacterias resistentes, ya sea por consumo del alimento crudo o con baja cocción o por contaminación cruzada del alimento que actúa como reservorio.

Los problemas sanitarios encontrados a nivel mundial en los alimentos reflejan un alto riesgo de contraer infecciones alimentarias, por lo tanto, las soluciones de estos problemas requieren incrementar la educación sanitaria de los manipuladores y consumidores, así como realizar más estudios donde se determine la calidad microbiológica de estos productos crudos e informar a la comunidad y entes de control para crear medidas con el fin de disminuir este problema.

En relación con la susceptibilidad antibiótica de aislamientos de alimentos como ambiente colonizado por bacterias provenientes principalmente de la manipulación, se debe evaluar la presencia de géneros que expresan resistencia a uno o más antibióticos, lo que supone activar mejores estrategias de manipulación en toda la cadena hasta el consumo, es decir lo que involucra un sistema de vigilancia y educación permanente tanto a expendedores como consumidores. Esta resistencia se observa principalmente en los aislamientos de bacterias Gram positivas como *Staphylococcus*, género en el que se han reconocido fenotipos de resistencia específicos; de otra parte, es necesario generar estudios continuos sobre uso de antibióticos en medicina veterinaria y producción pecuaria, toda vez que esta es una práctica frecuente y podría condicionar un ambiente de presión que genera respuesta evolutiva de géneros bacterianos ambientales, expuestos a la actividad antibiótica.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El proyecto fue avalado formalmente por el Comité de Bioética de la Universidad de Boyacá (CB 385 del 8 de marzo de 2018), a partir de lo establecido en la Resolución 008430 de 1993.

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

FINANCIACIÓN

Este proyecto contó con el aporte de la Universidad de Boyacá.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Boyacá, al equipo de trabajo de este estudio y demás personas que intervinieron en su realización.

REFERENCIAS

1. WHO: World Health Organization. [Internet]. Ginebra:Suiza; [31 octubre de 2017; citado 30 enero 2019]. Inocuidad de los alimentos. [aprox. 2 pantallas]. Available from: <https://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/es/>
2. Jayasena DD, Kim HJ, Yong HI, Park S, Kim K, Choe W, et al. Flexible thin-layer dielectric barrier discharge plasma treatment of pork butt and beef loin: Effects on pathogen inactivation and meat-quality attributes. *Food Microbiol.* 2015;46:51–7. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.07.009>
3. CDC: Centers for Disease Control and Prevention. [Internet]. Druid Hills: Estados Unidos; [26 noviembre de 2018; citado 30 enero 2019]. Antibiotic Resistance Threats in the United States. [aprox. 3 pantallas]. Available from: <https://www.cdc.gov/drugresistance/threat-report-2013/index.html>
4. Van Boeckel TP, Brower C, Gilbert M, Grenfell BT, Levin S a, Robinson TP, et al. Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proc Natl Acad Sci [Internet]*. 2015;112(18):5649–54. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503141112>
5. Puig Peña Y, Espino Hernández M, Leyva Castillo V. Resistencia antimicrobiana en Salmonella y E. coli aisladas de alimentos: revisión de la literatura. *Panor Cuba y Salud.* 2011;6(1):30–8.
6. WHO: World Health Organization. [Internet]. Ginebra:Suiza; [07 noviembre de 2017; citado 30 enero 2019]. Dejemos de administrar antibióticos a animales

- sanos. [aprox. 1 pantallas]. Available from: <https://www.who.int/foodsafety/es/>
7. González L, Cortés JA. Revisión sistemática de la resistencia antimicrobiana en enterobacterias en aislamientos intrahospitalarios en Colombia. *Biomédica* [Internet]. 2014;34(2):180–97. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.1550>
 8. Villalobos AP, Barrero LI, Rivera SM, Ovalle MV, Valera D. Vigilancia de infecciones asociadas a la atención en salud, resistencia bacteriana y consumo de antibióticos en hospitales de alta complejidad, Colombia, 2011. *Biomédica* [Internet]. 2014;34(Sup1):67-80. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i0.1698>
 9. Oggioni MR, Dowson CG, Smith JM, Provvedi R, Pozzi G. The tetracycline resistance gene tet(M) exhibits mosaic structure. *Plasmid*. [Internet]. 1996;35(3):156–63. <https://doi.org/10.1006/plas.1996.0018>
 10. Lavilla Lerma L, Benomar N, Knapp CW, Correa Galeote D, Gálvez A, Abriouel H. Diversity, distribution and quantification of antibiotic resistance genes in goat and lamb slaughterhouse surfaces and meat products. *PLoS One*. 2014;9(12). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114252>
 11. CLSI: Clinical & Laboratory Standards Institute. [Internet]. St. Louis, Missouri, Estados Unidos; [enero de 2017; citado 30 enero 2019]. CLSI M100-27. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. [aprox. 1 pantallas]. Available from: https://clsi.org/media/1469/m100s27_sample.pdf
 12. Pennacchia C, Ercolini D, Villani F. Spoilage-related microbiota associated with chilled beef stored in air or vacuum pack. *Food Microbiol*. 2011;28(1):84-93. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.08.010>
 13. Säde E, Murros A, Björkroth J. Predominant enterobacteria on modified-atmosphere packaged meat and poultry. *Food Microbiol*. 2013;34(2):252–8.

<https://doi.org/10.1016/j.fm.2012.10.007>

14. Gribble A, Mills J, Brightwell G. The spoilage characteristics of *Brochothrix thermosphacta* and two psychrotolerant *Enterobacteriaceae* in vacuum packed lamb and the comparison between high and low pH cuts. *Meat Sci.* 2014;97(1):83-92. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.01.006>
15. González-Rey C, Siitonen A, Pavlova A, Ciznar I, Svenson SB, Krovacek K. Molecular evidence of *Plesiomonas shigelloides* as a possible zoonotic agent. *Folia Microbiol (Praha)*. 2011;56(2):178–84. <https://doi.org/10.1007/s12223-011-0032-2>
16. Torbeck L, Raccasi D, Guilfoyle DE, Friedman RL, Hussong D. Burkholderia cepacia: This Decision Is Overdue. *PDA J Pharm Sci Technol* [Internet]. 2011;65(5):535–43. <https://doi.org/10.5731/pdajpst.2011.00793>
17. López L, Alfonso, Suárez H. Caracterización microbiológica y molecular de *Staphylococcus aureus* en productos cárnicos comercializados en Cartagena Colombia. *Rev costarric salud pública* [Internet]. 2016;25(2):81–9. Available from: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292016000200081&lng=en.
18. Peixoto R de M, de França CA, de Souza Júnior AF, Veschi JLA, da Costa MM. Etiologia e perfil de sensibilidade antimicrobiana dos isolados bacterianos da mastite em pequenos ruminantes e concordância de técnicas empregadas no diagnóstico. *Pesqui Vet Bras.* 2010;30(9):735–40. <http://dx.doi:10.1590/S0100-736X2010000900005>
19. Oguttu JW, McCrindle CME, Makita K, Grace D. Investigation of the food value chain of ready-to-eat chicken and the associated risk for staphylococcal food

- poisoning in Tshwane Metropole, South Africa. *Food Control*. 2014;45:87–94. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.04.026>
20. Grace D. Food safety in low and middle income countries. *Int J Environ Res Public Health*. 2015;12(9):10490–507. <https://doi.org/10.3390/ijerph120910490>
 21. Zweifel C, Capek M, Stephan R. Microbiological contamination of cattle carcasses at different stages of slaughter in two abattoirs. *Meat Sci*. 2014;98(2):198–202. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.029>
 22. Doulgeraki AI, Ercolini D, Villani F, Nychas GJE. Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. *Int J Food Microbiol*. 2012;157(2):130–41. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.05.020>
 23. Hessain AM, Al-Arfaj AA, Zakri AM, El-Jakee JK, Al-Zogibi OG, Hemeg HA, et al. Molecular characterization of *Escherichia coli* O157: H7 recovered from meat and meat products relevant to human health in Riyadh, Saudi Arabia. *Saudi J Biol Sci*. 2015;22(6):725–9. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.06.009>
 24. Jindal BAK, Pandya MK, Khan MID. Antimicrobial resistance: A public health challenge. *Med J Armed Forces India*. 2015;71(2):178–81. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2014.04.011>
 25. Iwu C, Iweriebor B, Obi L, Basson A, Okoh A. Multidrug-Resistant *Salmonella* Isolates from Swine in the Eastern Cape Province, South Africa. *J Food Prot* [Internet]. 2016;79(7):1234–9. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-224>
 26. FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. Expert Consultation on Community-based Veterinary. *FAO Animal production and health*. [Internet]. 2004;1:1-111. Available from: <https://www.fao.org/docrep/016/y5405e/y5405e00.htm>

27. INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamento. [Internet].Bogotá, Colombia; [julio 6 de 2017; citado 30 enero 2019]. ABECÉ de la inocuidad de alimentos. [aprox. 5 pantallas]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/abc-inocuidad.pdf>
28. Ministerio de Salud y Protección Social. [Internet].Bogotá, Colombia; [julio 25 de 2013; citado 30 enero 2019]. RESOLUCIÓN 2674 DE 2013 [aprox. 10 pantallas]. Available from: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=54030>
29. Incontec. NTC 1325. Productos carnicos procesados no enlatados. Icontec. 2008
30. Terentjeva, M., Avsejenko, J., Streikiša, M., Utināne, A., Kovaļenko, K., & Bērziņš, A. Prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella in meat and meat products in Latvia. *Ann Agric Environ Med.* 2017; 24(2), 317-321. <https://doi.org/10.5604/12321966.1235180>
31. Li, L., Ye, L., Zhang, S., & Meng, H. Isolation and Identification of Aerobic Bacteria Carrying Tetracycline and Sulfonamide Resistance Genes Obtained from a Meat Processing Plant. *Journal of Food Science.* 2016 81(6), M1480–M1484. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13318>
32. Schwaiger K, Huther S, Hölzel C, Kämpf P, Bauer J. Prevalence of antibiotic-resistant enterobacteriaceae isolated from chicken and pork meat purchased at the slaughterhouse and at retail in Bavaria, Germany. *Int J Food Microbiol.* 2012;154(3):206–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.12.014>
33. Ojer-Usoz E, González D, Vitas AI, Leiva J, García-Jalón I, Febles-Casquero A, et al. Prevalence of extended-spectrum β -lactamase-producing Enterobacteriaceae

- in meat products sold in Navarra, Spain. *Meat Sci.* 2013;93(2):316–21.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.009>
34. Gwida M, Hotzel H, Geue L, Tomaso H. Occurrence of Enterobacteriaceae in Raw Meat and in Human Samples from Egyptian Retail Sellers. *Int Sch Res Not [Internet]*. 2014;2014:1–6. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/565671>
 35. Arriaga RF, Rojas MT, Navarrete J V, Vargas ES, Castillo AG. Presence of class I integrons in *Escherichia coli* isolated from meat products in Federal Inspection Type (TIF) plants in the Estado de Mexico. *Vet Mex.* 2013;44(1):23–30.
 36. Anaya PAF, Medina LMR, Ugarriza MEO, Gutiérrez LAL. Determinación de *Escherichia coli* e identificación del serotipo O157: H7 en carne de cerdo comercializada en los principales supermercados de la ciudad de Cartagena. *Rev Lasallista Investig.* 2013;10(1):91–100.
 37. Rúgeles LC, Bai J, Martínez AJ, Vanegas MC, Gómez-Duarte OG. Molecular characterization of diarrheagenic *Escherichia coli* strains from stools samples and food products in Colombia. *Int J Food Microbiol.* 2010;138(3):282–6.
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.034>
 38. Herrera A F, Suárez Q W. Isolation and identification of *Listeria* spp. from fresh fish samples, marketed in Pamplona (Norte de Santander). *Rev UDCA Actual Divulg Cient.* 2012;15:257–65.
 39. Shawish RR, Al-Humam NA. Contamination of beef products with staphylococcal classical enterotoxins in Egypt and Saudi Arabia. *GMS Hyg Infect Control.* 2016;11:8. <https://doi.org/10.3205/dgkh000268>
 40. Carrel M, Zhao C, Thapaliya D, Bitterman P, Kates AE, Hanson BM, et al. Assessing the potential for raw meat to influence human colonization with

- Staphylococcus aureus. *Sci Rep.* 2017;7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11423-6>
41. Das P, Mazumder P. Prevalence of Staphylococcus in raw meat samples in Southern Assam, India. *J Agric Vet Sci* [Internet]. 2016;9(1):23–9. doi:10.9790/2380-09122329
 42. Osman K, Badr J, Al-Maary KS, Moussa IMI, Hessain AM, Amin Girah ZMS, et al. Prevalence of the antibiotic resistance genes in coagulase-positive-and negative-staphylococcus in chicken meat retailed to consumers. *Front Microbiol.* 2016;7. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01846>
 43. Moreno KM. Carbapenémicos: tipos y mecanismos de resistencia bacterianos. *Rev Medica Costa Rica Y Centroam LXX* [Internet]. 2013;608:599–605. Available from: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/608/art8.pdf>
 44. Jans C, Sarno E, Colineau L, Meile L, Stärk KDC, Stephan R. Consumer exposure to antimicrobial resistant bacteria from food at Swiss retail level. *Front Microbiol.* 2018;9. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00362>
 45. Yassin AK, Gong J, Kelly P, Lu G, Guardabassi L, Wei L, et al. Antimicrobial resistance in clinical Escherichia coli isolates from poultry and livestock, China. *PLoS One.* 2017;12(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185326>
 46. Mateus-Vargas RH, Atanassova V, Reich F, Klein G. Antimicrobial susceptibility and genetic characterization of Escherichia coli recovered from frozen game meat. *Food Microbiol.* 2017;63:164–9. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.11.013>
 47. Buzón-Durán L, Capita R, Alonso-Calleja C. Microbial loads and antibiotic resistance patterns of Staphylococcus aureus in different types of raw poultry-based meat preparations. *Poult Sci.* 2017;96(11):4046–52.

<https://doi.org/10.3382/ps/pex200>

- 48 Kim MS, Lim TH, Jang JH, Lee DH, Kim BY, Kwon JH, et al. Characteristics of the antimicrobial resistance of *Staphylococcus aureus* isolated from chicken meat produced by different integrated broiler operations in Korea. *Poult Sci.* 2018;97(3):962-969. <https://doi.org/10.3382/ps/pey335>
- 49 Baylis C, Uyttendaele M, Joosten H, Davies A, Heinz HJ. The Enterobacteriaceae and their significance to the food industry. ILSI Europe Report Series. 2011:1-48.
50. Fajardo-Zapata ÁL, Méndez-Casallas FJ, Molina LH. Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. *Univ Sci.* 2011;16(1):77–91.
51. Aidara-Kane A. Containment of antimicrobial resistance due to use of antimicrobial agents in animals intended for food: WHO perspective. *Rev Sci Tech* [Internet]. 2012;31(1):277–87. Available from: <https://doi.org/10.20506/rst.31.1.2115>