



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**RESISTENCIA ANTIMICROBIANA DE BACTERIAS
CONTAMINANTES EN CARNE BOVINA EXPENDIDOS EN LOS
MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO - 2020**

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. FRANK VLADIMIR LAZARTE VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

A Nuestro Señor Dios, por haberme dado la vida, salud, sabiduría y fortaleza en los momentos difíciles, para seguir siempre adelante con el fin de lograr mis objetivos y metas trazadas, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

A mi familia Lazarte Vilca por su amor, reconocimiento, apoyo y comprensión, por su abnegado esfuerzo que hicieron posible que alcance mis anhelos y por su apoyo incondicional durante toda la investigación que hicieron posible la culminación de este trabajo.

A mi abuelo René Lazarte Ramos que desde el cielo guía mi camino, se lo dedico a él porque siempre ha estado conmigo en los momentos cuando más lo necesitaba.

Frank Vladimir Lazarte Vilca



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, por haberme brindado la oportunidad de forjarme mi futuro, en especial a la Escuela Profesional de Biología y cuerpo docente por sus conocimientos impartidos durante mi formación profesional.

A mi director de tesis, Dra. María Trinidad Romero Torres, por el tiempo, sugerencias, orientación que me brindó para la culminación del trabajo de investigación.

A los miembros del jurado: Dra. Youri Teresa del Carpio Condori, Dra. Vicky Cristina Gonzales Alcos y Mg. Dante Mamani Sairitupac, por la revisión, las sugerencias, las observaciones y haciendo posible la culminación del trabajo de tesis.

A mi círculo de amigos y compañeros por su apoyo incondicional y por compartir momentos memorables durante el tiempo que realizamos nuestros estudios.

Frank Vladimir Lazarte Vilca



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 9

ABSTRACT..... 10

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO GENERAL 12

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES 13

2.2. MARCO TEÓRICO 19

2.2.1. Carne Bovina..... 19

2.2.2. Calidad de la carne 20

2.2.3. Contaminación de la carne bovina 21

2.2.4. Origen, terapéutica y promotor de crecimiento de los antimicrobianos 22

2.2.5. Bacterias de interés para la salud pública 24

2.2.5.1. Mesófilos aerobios 25

2.2.5.2 *Escherichia coli*..... 25

2.2.5.3. *Staphylococcus aureus* 27

2.2.6. Resistencia antimicrobiana 29

2.2.6.1. Tipos de resistencia antimicrobiana 30

2.2.6.2. Desafíos futuros sobre la resistencia bacteriana..... 30



2.2.6.3 Penicilina.....	31
2.2.6.4. Eritromicina.....	32

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO.....	33
3.2. TIPO DE ESTUDIO	34
3.3. RECUENTO DE MESÓFILOS AEROBIOS, <i>Escherichia coli</i> Y <i>Staphylococcus aureus</i> EN CARNE BOVINA EXPENDIDOS EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO.	35
3.4. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA DE <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i> Por El Método Disco Difusión.	38

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RECUENTO DE MESÓFILOS AERÓBIOS, <i>Escherichia coli</i> Y <i>Staphylococcus aureus</i> EN CARNE BOVINA.....	41
4.1.1. Mesófilos aerobios	41
4.1.2. <i>Escherichia coli</i>	45
4.1.3. <i>Staphylococcus aureus</i>	48
4.2. RESPUESTA A LA SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA DE LAS BACTERIAS <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i>	51
4.2.1. <i>Escherichia coli</i>	51
4.2.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	55
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	70

Área: Ciencias Biomédicas.

Línea: Diagnóstico y Epidemiología.

Fecha de sustentación: 27 de julio del 2022.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los mercados Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota de la ciudad de Puno.	34
Figura 2.. Recuento de mesófilos aerobios (UFC/g) en carne bovino expendidos en tres mercados de la ciudad de Puno.....	342
Figura 3. Recuento de <i>Escherichia coli</i> en carne bovina expendidos en tres mercados de la ciudad de Puno.....	47
Figura 4. Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> en carne bovina expendidos en tres mercados (Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota) en la ciudad de Puno.....	50
Figura 5. Promedios de los halos de inhibición del perfil de susceptibilidad antimicrobiana de cepas de <i>Escherichia coli</i> en repuesta a los antibióticos ampicilina, gentamicina y amikacina en los tres mercados de la ciudad de Puno.	52
Figura 6. Promedio de los halos de inhibición del perfil de susceptibilidad antimicrobiana de cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> en repuesta a los antibióticos: penicilina, eritromicina y clindamicina	56
Figura 7. Muestras de carne bovina procedentes de los puestos de venta en los tres mercados de la ciudad de Puno, laboratorio de microbiología de los alimentos... ..	72
Figura 8. Medios de cultivo para los recuentos bacterianos, en el laboratorio de microbiología de los alimentos.....	72
Figura 9. Crecimiento de colonias de recuento de mesófilos, <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i>	73
Figura 10. Recuento de colonias de mesófilos aerobios totales, en el laboratorio de microbiología de los alimentos, FCCBB – UNA Puno.....	73
Figura 11. Cultivo en agares para pruebas bioquímicos, prueba de catalasa para el reconocimiento bacteriano, laboratorio de Microbiología de los alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas UNA PUNO.	74
Figura 12. Muestras de las pruebas bioquímicas procesadas en el laboratorio de microbiología de los alimentos, para la identificación bacteriana de <i>Escherichia coli</i> y <i>Staphylococcus aureus</i>	74



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones de incubación para cuenteo de placas de diferentes grupos.....	25
Tabla 2. Propiedades y síntomas causados por cepas patógenas de <i>Escherichia coli</i> ..	27
Tabla 3. Muestras realizadas en los mercados (Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota) de la ciudad de Puno, entre los meses enero-marzo del 2020.....	35
Tabla 4. Recuento de mesófilos aerobios en carne bovino expendidos en tres mercados de la ciudad de Puno.	41
Tabla 5. Carga bacteriana de <i>Escherichia coli</i> en carne bovina expendidos en tres mercados de la ciudad de Puno.	46
Tabla 6. Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> en carne bovina expendidos en tres mercados de la ciudad de Puno.	49
Tabla 7. Susceptibilidad antimicrobiana de cepas de <i>Escherichia coli</i> en porcentaje...	51
Tabla 8. Susceptibilidad antimicrobiana en cepas de <i>Staphylococcus aureus</i> en porcentaje.	55
Tabla 9. Análisis de normalidad aplicando test de Shapiro Wilk para los datos de recuento de bacteriano de mesófilos aerobios, <i>E. coli</i> y <i>S. aureus</i> en muestras de carne bovino en mercados de la ciudad de Puno.	70
Tabla 10. Análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de contraste de Tukey para el recuento de mesófilos aerobios en muestras de carne bovino de mercados de la ciudad de Puno.	70
Tabla 11. Análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de contraste de Tukey para la comparación del recuento <i>E. coli</i> en muestras de carne bovino de mercados de la ciudad de Puno.....	70
Tabla 12. Análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de contraste de Tukey para la comparación del recuento de bacteriano de mesófilos aerobios <i>S. aureus</i> en muestras de carne bovino.	71



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

°C: grados Celsius.

cm: centímetros.

EE: error estándar.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

g: gramo.

ml: mililitros.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

UFC: unidad formadora de colonia.

%: porcentaje.



RESUMEN

La carne bovina es rica en nutrientes (proteínas y vitaminas), por esta razón es un entorno adecuado para la proliferación de microorganismos como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, estos microorganismos son capaces de desarrollar mecanismos de resistencia frente a los antibióticos, esto ocurre por la inadecuada aplicación de antibióticos. El trabajo se ejecutó en el laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNA – Puno, durante los meses de enero - marzo del 2020. El objetivo fue determinar la carga bacteriana y resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* aisladas de carne bovina expandidas en mercados Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota de la ciudad de Puno. Se recolectó 9 muestras de carne bovina, con tres repeticiones en los tres mercados, para el análisis del recuento de mesófilos aerobios, *E. coli* y *S. aureus*, primero se realizó el análisis de normalidad de datos, aplicando test de Shapiro Wilk obteniendo $p=0.0629$ siendo mayor a 0.05, por tanto existe normalidad de datos, por lo cual se aplicó la prueba estadística análisis de varianza (ANDEVA) y el contraste de Tukey, con nivel de significancia de 0.05 utilizando el paquete estadístico Infostat 2020, asimismo, para evaluar la resistencia antimicrobiana se realizó la prueba de susceptibilidad antimicrobiana por el método de Disco Difusión (Kirby-Bauer). En los resultados; Se encontró una carga bacteriana de mesófilos aerobios que oscilaron entre $2,18 \times 10^6$ UFC/g y $3,20 \times 10^6$ UFC/g, *E. coli* entre $2,05 \times 10^6$ UFC/g y $2,36 \times 10^6$ UFC/g y *S. aureus* entre $0,44 \times 10^6$ y $1,50 \times 10^6$ UFC/g. En relación a la resistencia antimicrobiana, *E. coli* fue resistente frente a ampicilina con 44%, gentamicina 22% y amikacina 11%; *S. aureus* presentó resistencia a penicilina con 89%, eritromicina 22% y clindamicina 22%. Se concluye que el recuento de *E. coli* y *S. aureus* superan los límites permisibles y existe resistencia antimicrobiana en los tres mercados frente a ampicilina en bacterias aisladas de *E. coli*; *S. aureus* presenta resistencia frente a la penicilina en los tres mercados.

Palabras clave: Antibióticos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, carga bacteriana, resistencia antimicrobiana.



ABSTRACT

Beef is rich in nutrients (proteins and vitamins), for this reason it is a suitable environment for the proliferation of microorganisms such as *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, these microorganisms are able to develop resistance mechanisms against antibiotics, this occurs due to the inadequate application of antibiotics. The work was carried out in the Food Microbiology laboratory of the Faculty of Biological Sciences of the UNA - Puno, during the months of January - March 2020. The objective was to determine the bacterial load and antimicrobial resistance of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* isolated from beef sold in Union and Dignidad, Bellavista and Laykakota markets in the city of Puno. Nine samples of beef were collected, with three replicates in the three markets, For the analysis of the aerobic mesophilic count, *E. coli* and *S. aureus*, first the data normality analysis was performed, applying the Shapiro Wilk test, obtaining $p=0.0629$ being greater than 0.05, therefore there is normality of data, for which the statistical test analysis of variance (ANDEVA) and the Tukey contrast were applied, with a significance level of 0.05 using the Infostat 2020 statistical package, also, to evaluate the antimicrobial resistance, the antimicrobial susceptibility test was performed by the Diffusion Disc method (Kirby-Bauer). The results showed a bacterial load of aerobic mesophiles that ranged between 2.18×10^6 CFU/g and 3.20×10^6 CFU/g, *E. coli* between 2.05×10^6 CFU/g and 2.36×10^6 CFU/g and *S. aureus* between 0.44×10^6 and 1.50×10^6 CFU/g. In relation to antimicrobial resistance, *E. coli* was resistant to ampicillin with 44%, gentamicin 22% and amikacin 11%; *S. aureus* was resistant to penicillin with 89%, erythromycin 22% and clindamycin 22%. It is concluded that the *E. coli* and *S. aureus* counts exceed the permissible limits and there is antimicrobial resistance in the three markets to ampicillin in bacteria isolated from *E. coli*; *S. aureus* presents resistance to penicillin in the three markets.

Keywords: Antibiotics, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, bacterial load, antimicrobial resistance.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha incrementado la aplicación de antibióticos por los productores pecuarios y médicos veterinarios, para aumentar la rapidez en la capacidad de engorde y en el crecimiento en la producción del ganado vacuno (Vélez, 2013), asimismo, el uso inapropiado de antimicrobianos ocasiona resistencia bacteriana, ya que las bacterias son capaces de desarrollar mecanismos de resistencia adquirida y transmisible que consisten principalmente en la producción de enzimas bacterianas que inactivan los antibióticos (Bissio, 2017), provocando la generación de residuos de antibióticos en productos cárnicos, por ejemplo, la carne bovina adquirido del camal del distrito de Puno presentó el 36.69 % de residuos según (Calle, 2020).

Existen patógenos resistentes a antibióticos que están asociados a los alimentos en mayor frecuencia *Escherichia coli* y *Salmonella sp*, que podría ser producto a las malas prácticas pecuarias entorno al componente de sanidad animal (Arenas & Moreno, 2018), las enterobacteriáceas también se encuentran en los diferentes productos cárnicos, por lo que son parte de las mucosas, la piel y microbiota intestinal de los animales Baylis et al. (2011).

Esta investigación estuvo orientada a determinar la carga bacteriana de mesófilos aerobios, *E. coli* y *S. aureus* en muestras de carne bovina, con el propósito de determinar su calidad higiénico-sanitaria, y la resistencia antimicrobiana de *E. coli* frente a la (ampicilina, gentamicina y amikacina) y *S. aureus* frente a la (penicilina, eritromicina y clindamicina), que podrían provocar enfermedades leves y graves en los animales, las mismas que pueden propagarse en los productos que la gente consume como el filete, las frutas, verduras, los cuales podrían estar infectados, por el mal manejo, manipulación



inadecuada de los alimentos durante el procesado, almacenamiento y comercialización, lo que causa producción de enterotoxinas y el crecimiento del microorganismo. Además, la aplicación de antibióticos bactericidas con bacteriostáticos, en forma simultánea, para que los antibióticos bactericidas ejerzan su efecto, se necesita que las bacterias se estén multiplicando muy rápidamente, por lo tanto, el uso del antibiótico bacteriostático impide el efecto del bactericida y la efectividad del tratamiento (Carmona & Vindas, 2010)-

En tal razón se plantearon los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la carga bacteriana y resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* aisladas en carne bovina expandidas en los mercados Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota de la ciudad de Puno.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el recuento bacteriano de mesófilos aerobios, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en carne bovina expandidos en los mercados Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota de la ciudad de Puno.
- Evaluar la resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* frente a la ampicilina, gentamicina y amikacina y *Staphylococcus aureus* frente a la penicilina, eritromicina y clindamicina aisladas en carne bovina expandidas en mercados de la ciudad de Puno.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Cordero (2015), analizó 28 muestras de carne bovina del mercado municipal y establecimientos de venta de carne (tercenas) de cantón Arenillas de la provincia del Oro, Ecuador, la presencia de mesófilos aerobios superan el nivel de aceptación con 64,3% en el mercado municipal y en tercenas con 28,6%, asimismo, la presencia de *E. coli* presentó 100% en tercenas y en mercado 64%, la presencia de *S. aureus* en tercenas presentó 100% y en mercado 93%, asimismo, Vargas (2015) evaluó la carga bacteriana en carne bovina, de los mercados 25 de Junio y Central, con un promedio de 2×10^7 y $7,4 \times 10^6$ UFC/g respectivamente, así también el promedio para el Camal fue de 5×10^4 UFC/g, por tanto, ambos mercados no cumplen con las exigencias de aceptación microbiológica, en cuanto al cultivo para *E. coli* y *S. aureus* fueron positivos el 100% y para el Camal Municipal 0%, por otro lado, Hernández & Schneck (2016), evaluaron 90 muestras provenientes de dos plantas de faena en Uruguay, el promedio de recuento de los mesófilos aerobios fue 10^7 UFC/g para ambos frigoríficos, en cambio, Mantilla (2019), procesó 30 muestras de carne bovina obtenidas del Matadero Municipal de Cajamarca, reportó la presencia de aerobios mesófilos 80%, *E. coli* 70% y *Salmonella sp.* 10%, asimismo, los valores del recuento de mesófilos aerobios presentaron un mínimo de 01×10^4 UFC/g, un máximo de 99×10^4 UFC/g y un promedio de 50×10^4 UFC/g, para *E. coli* con mínimo de 0×10 UFC/g, un máximo de 186×10 UFC/g y un promedio de 93×10 UFC/g.

Farfán (2012), reporta el recuento de aerobios mesófilos totales en el camal municipal Tacna, con un promedio de $2,3 \times 10^3$ UFC/g, también la presencia de *Salmonella sp.* con 54,76%, *Shigella sp.* 50%, *Proteus sp* 47,62% y *E.coli* 47,62%,



asimismo, Espino (2006) evaluó en el camal de Lima metropolitana el recuento de mesófilos aerobios totales, obtuvo un promedio de $1,8 \times 10^2$ UFC/g, de los cuales corroboró con los límites microbiológicos, con un nivel de aceptabilidad de 43,33 %, área dudosa 53,3 % y con 3,3 % de inaceptabilidad, por otro lado, Nina (2019), sostiene que las muestras analizadas en *Salmonella spp.* obtuvieron 14,67% y el recuento de mesófilos superaron los límites permisibles con un 17,33%, por tanto, concluye que el 30,67% no cumplen con los parámetros de calidad microbiológica.

Perez & Serrano (2013), estudiaron 60 muestras de carne de pollo obtenidas de los proveedores de Lima y Huancayo, donde en el caso avícola “Roció” los aerobios totales fueron de 63 a 79×10^2 UFC/g, de los cuales 26 muestras fueron positivas para *Staphylococcus sp.*, para el caso avícola “La chacra” los aerobios totales se encuentran entre $1,5 \times 10$ a 2×10^3 UFC/g y 29 muestras son positivas para *Staphylococcus sp.*, además, Huanca & Sánchez (2019), indican que en los mercados Sol Divino y Mercado Central, el recuento en vísceras de carne de pollo para *E. coli* fue 51×10^7 UFC/g, por otro lado, Aldana (2011) refiere que en los expendios del mercado Municipal de La Gomera Escuintla, se encuentran por debajo de los estándares permitidos por COGUANOR (<3 UFC/g); por lo que considera como una carne apta para el consumo humano en relación a *Escherichia coli*, el 71% de los expendios clasificados como semi equipados superaron los niveles permitidos (<3 UFC/g) y los expendios clasificados como artesanales no superaron los estándares permitidos (<3 UFC/g).

Ruiz-Roldán et al. (2018), sostienen que la presencia de enterobacteriaceas en muestras de carnes recolectadas en los mercados tradicionales de Lima, presentaron resistencia a trimetoprima-sulfametoxazol, ampicilina, tetraciclina, ácido nalidixico, ciprofloxacino y cloranfenicol, asimismo, Reyes et al. (2013), refieren que *E. coli* O157:H7 aislada de carnes bovinas, resultaron resistentes a la cefalotina 75 %, a la



carbencilina 62,5%, a amikacina y gentamicina con 50%, por otro lado, Medina (2011), evaluó 348 aislados de *Escherichia coli* de los conejos tratados, el 89,4% fueron resistentes a doxiciclina, 18,7% fueron resistentes a amoxicilina, 16,2% a tetraciclina, por otra parte, Montes (2014), en aislamientos de *E. coli* obtenidos de carne de bovino en México, indica que fueron resistentes a los antibióticos con 64% para ácido nalidíxico, con 32% para la ampicilina, con 10% para ciprofloxacino y 1,3% para ceftazidima y cefotaxima, en cambio, Luyo (2020), indica que en muestras obtenidas del Hospital Gustavo Lanatta Lujan Huacho, *E. Coli* presenta una resistencia de 66,6 % para amoxicilina + ácido clavulánico y 40,8 % para Ceftriazona, mientras tanto, Piedrahita et al. (2001), indican que en productos cárnicos para consumo humano en el departamento de Córdoba, presentó un 89,4% de resistencia a la tetraciclina y un 21% de resistencia a la trimetoprim/sulfametoxazol en cepas de *E. coli* 0157: H7, también los antibióticos como: ciprofloxacina, gentamicina, ampicilina sulbactam, amikacina, cefaclor y ampicilina resultaron sensibles 100%.

Sánchez (2018), detalla que las muestras aisladas de *E. coli* de los expendios de productos hidrobiológicos del terminal pesquero de Chorrillos, presentaron resistencia a la ampicilina y tetraciclina el 46,9%, 40,6 % a ácido nalidíxico y oxitetraciclina, por otro lado, en el terminal pesquero de Ancón, las muestra de carne de pescado aisladas presentaron una resistencia de 40,6 % a la ampicilina, 31,3% a tetraciclina y ácido nalidíxico, 15,6% a sulfatrimetopim y solo 3,1% a cloranfenicol, mientras tanto, Garcia (2014), señala que de 1,500 aislamientos de *E. coli* fueron resistentes a la ticarcilina y ampicilina, lo que indica la presencia de BLEA, *E. coli* presentó 415 aislamientos BLEA (95,8%) y 65 aislamientos de tipo BLEE (89,2%), también, Carvajal et al. (2019), indican que de 46 cepas de *E. coli* el 91% son resistentes a la ampicilina y el 80% a las cefalosporinas, confirmando la presencia de BLEES en 63%, por otro lado, Flores (2017),



indica que las cepas de *E. coli* que fueron aisladas del proceso de beneficio bovino, fueron resistentes a la cefalexina con 93%, intermedios a ácido nalidixico con 44 %, ampicilina con 39 % y estreptomicina con 54%, además, es sensible a sulfametoxazol - trimetropin 93%, cloranfenicol 92%, gentamicina 76%, tetraciclina 72 %, para ciprofloxacina y amikacina 75%, asimismo, Morocho (2018), indica que las cepas de *E. coli* es sensible a carbapenémicos 100%, 91% a Cefoxitina, 86% a Nitrofurantoína, 80% a Amikacina, 61% a Ceftazidima y también son resistentes a Ciprofloxacino 57%, Cefazolina 43%, Trimetropim- Sulfametoxazol 42%;

Sandoval (2017), indica que, *Staphylococcus aureus*, es una bacteria que generalmente desencadena enfermedades de tipo nosocomial, *S. aureus* es resistente a la Meticilina, por otro lado, Mulato (2018), indica que *Staphylococcus aureus* es causante de mastitis bovina, donde el 83 % es sensible a Enrofloxacina, el 67 % a Gentamicina y 92 % a Amoxicilina. Además, es resistente Tetraciclina 83 % y el 75% a Penicilina, también, Villanueva & Morales (2017), refiere que las bacterias que causan mastitis clínica en bovinos, como *S. aureus* presentan resistencia a la Penicilina con 65,63 % y *S. agalactiae* a Cefalexina con 56 %, Penicilina con 56% y Cefalotina con 52%, en cambio, Cortez (2017), refiere que las enterobacterias aisladas que la carne molida distribuidas en los supermercados del distrito de Miraflores, presentan resistencia de 28,94 % a los antibióticos Cefotaxima, Ceftazidima, Ceftriaxona, Aztreonam y Cefpodoxima y el 13,64% meticilino-resistentes en *Staphylococcus spp.*, por lo que, Sánchez et al. (2015), indican que de las 8 a 16 especies aisladas, tales como: *Staphylococcus intermedius*, *Acinetobacter baumannii*, *Pantoea agglomerans*, *Klebsiella pneumoniae* y *Burkholderia cepacia*, son potencialmente patógenas multirresistentes a amoxicilina y cloranfenicol.



López (2016), aisló 31 cepas de *S. aureus* coagulasa positivas, de las cuales 96,77 % son resistentes a la penicilina, a oxacilina 77,42 %, a gentamicina 3,23 % y a norfloxacino 3,23 %, además, resultaron sensibles a la vancomicina con 100%, gentamicina con 96,77 % y norfloxacino con 96,77%, además, Buzón (2017), indica que de 30 cepas de estafilococos son resistentes a la meticilina (MRS) de origen alimentario obtenidos en establecimientos de venta al público de la ciudad de León, presentaron resistencia frente a Eritromicina (76,7%), Trobamicina (66,7%), Ceftazidima (66,7%), ciprofloxacina (56,7%) y Fosfomicina (53,3%), en cambio, Mamani et al. (2006), refieren que de 217 cepas de *S. aureus* provenientes de pacientes hospitalizados en el Hospital Nacional Hipólito Unanue presentaron resistencia a oxacilina con 32%, gentamicina 35% y ciprofloxacina 58% y resultaron sensibles 100% para la vancomicina.

Moreno et al. (2018), evidenciaron que las bacterias comunes son resistentes a los antibióticos en animales pequeños tales como: *S. aureus*, *Enterococcus sp*, *Salmonella*, *Typhimurium*, *E. coli* y *Streptococcus sp*. por lo que, Cayul (2012), refiere que de 393 muestras de vacas lecheras de las provincias de Valdivia y Osorno, *E. coli* resulto ser el patógeno aislado más frecuentemente con 38,4 %, seguido de *Streptococcus uberis* con 15,5 %, y *Staphylococcus coagulasa negativa* (SCN) con 12,0 %, donde *E. coli* fue resistente a la lincomicina, *Streptococcus uberis* a la cloxacilina y SCN a la amoxicilina, por otro lado, Canales & Perla (2017), evaluaron 46 muestras positivas a mastitis bovina identificaron *S. aureus* (22,61%), *E. coli* (17,85%) y *E. durans* (9,52%), de los cuales presentaron resistencia 57,14 % a Penicilina, 53,24 % a Ampicilina, 48,0 % a Oxitetraciclina y 45,4 % a Eritromicina y resultaron sensibles a Enrofloxacina con 98,61 %, 97,41 % a Trimetoprim-sulfametoxazol, 94,81 % a Ciprofloxacina, 88,32 % a la Gentamicina, 84,5 % a la Amoxicilina más ácido clavulánico y 84,5% a la Neomicina.

Avellaneda & Pecho (2001), reportan que las cepas de *E. coli* fueron resistentes



frente a los siguientes antibióticos: penicilinas, ampicilina/sulbactam, cefalotina, cotrimoxazol y tetraciclina con un porcentaje mayor a 50% y 41% a ciprofloxacino, por otro lado, *S. aureus* fue resistente a la ampicilina con un 98%, oxacilina con 17,3% y vancomicina con 5%, mientras tanto, San Martín et al. (2002), indican que *S. aureus*, *Streptococcus spp* y *Staphylococcus coagulasa* negativo, mostraron resistencia >25% a amoxicilina, ampicilina, penicilina, estreptomicina y lincomicina y las cepas de *E. coli* fueron más sensibles, no obstante la resistencia antimicrobiana no superó 25%, por otra parte, Cardona et al. (2013), evaluaron las muestras con casos de onfalitis en terneros *S. aureus* y *E. coli* presentaron 22,5%, asimismo, las Gram positivas resultaron sensibles a la oxacilina, eritromicina, clindamicina y vancomicina, sin embargo, fueron resistentes a la gentamicina, norfloxacina y trimetoprim-sulfametoxazol.

Además, Quesada et al. (2016), refieren que existe resistencia frente a los antibióticos como: ácido nalidíxico, estreptomicina, tetraciclina, cloranfenicol, ampicilina, trimetoprim/sulfametoxazol, gentamicina, ciprofloxacina y cefalosporinas, en cepas aisladas de *Salmonella typhimurium* y *Salmonella enteritidis* obtenidos de alimentos de origen animal, también, Ríos et al. (2019), indican que de las 148 cepas de *Salmonella enterica* presentaron resistencia frente a tetraciclina, cloranfenicol (90%), nitrofurantoína (80%), amoxicilina (50%), sulfametoxazol-trimetoprim (30%), neomicina (20%), gentamicina (10%) y ampicilina (10%), en cambio, Junod (2010), analizó 68 cepas de *Salmonella enterica* aisladas de origen animal y alimento, el 54,68 % fueron resistentes a 1 o más antibióticos, donde la Oxitetraciclina presentó mayor resistencia.



2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Carne Bovina

La carne es un alimento que posee niveles altos en nutrientes, también es de alto valor para la salud, asimismo es una fuente bastante importante en proteínas como: zinc, hierro, vitaminas y lípidos, donde los triglicéridos son la mayor parte de los lípidos en la carne, formados por ácidos grasos (Cepeda & Sánchez, 2007).

La carne es la parte muscular comestible de bovinos, ovinos, caprinos, equinos, aves y conejos, que está conformada por tejidos que envuelven el esqueleto, parte de su cobertura grasa, también tendones, vasos, nervios aponeurosis, ligamentos y cartílago, asimismo, es considerado carne el diafragma, mas no el esófago, el corazón, la lengua y músculos del aparato hioideo (Hernández & Schneck 2016), de igual forma el tejido muscular y tejidos blandos que rodean al esqueleto son declarados aptos para la alimentación humana por la Inspección Veterinaria (Robaina, 2012)

Las “carnes rojas” normalmente incluye no sólo a la carne bovina, sino también a la carne de cerdo, ovino como también los productos procesados como hamburguesas, embutidos y productos curados, entre otros, generalmente son productos con alto contenido de grasa y sodio (Larraín & Bello, 2016). La carne presenta aspectos interesantes como el color de la grasa, terneza, insaturación lipídica y velocidad de crecimiento, que varían según las dietas (Teira et al., 2006).

Según la FAO, indica que la producción de todos los productos cárnicos a nivel mundial tenga un incremento hasta 308,2 millones de toneladas, por otro lado, la carne bovina podría llegar a 68,1 millones de toneladas de producción mundial (Echávarri, 2012).



El proceso de producción y la calidad del producto cárnico en los últimos años han provocado la intensificación de los sistemas de engorde, se elevaron los precios de la carne y la apertura de nuevos mercados, sin alterar el bienestar animal y el medio ambiente y sin perturbar las características de los sistemas extensivos (Gigena, 2008), además, debido al incremento poblacional y los protocolos internacionales del mercado cárnico, se requiere el estudio de la calidad de la carne y alternativas de producción (Figuroa, 2019).

2.2.2. Calidad de la carne

a. pH

Según Bianchi (2011), el pH de la carne es de los atributos más importantes en la calidad del producto:

- **Cuando el pH es menor**, el desarrollo de microorganismos se mantiene inhibido, y crece la vida útil del producto y con ello las posibilidades de comercializarse exitosamente la carne enfriada, que tiene un mayor valor que la carne congelada.
- **Cuando el pH es mayor**, la carne procede de animales de edad avanzada y posee un color oscuro lo que hace especular al que lo consume que está en mal estado.

b. Color

Su color de la carne obedece a la cantidad de pigmentos, cuya concentración depende primordialmente de factores ante mortem (sexo, edad, raza), al estado químico del pigmento (tono) y al estado físico de la carne (claridad), la adición de vitamina E y otros antioxidantes actuarían de igual forma a este nivel, aumentando la permanencia del color (Bianchi, 2011).

c. Terneza

Se define a la terneza como un parámetro de calidad fundamental, porque únicamente pueden observarse otras características cualitativas del producto



cárnico, a partir de determinados umbrales de terneza, asimismo, los cortes de mayor valor suelen ser los más tiernos y, por lo tanto, admiten formas rápidas de cocción.

d. Flavor

Corresponde a un conjunto de impresiones olfativas y gustativas que se provocan en el momento del consumo, es más pronunciado el flavor de la carne cocinada que el de la carne fresca y cruda, originándose aromas característicos del tipo de cocción elaborada (Bianchi, 2011).

e. Calidad de grasa

El tipo de grasas como lo son las saturadas e insaturadas, constituyen las principales características que contemplan dentro de la calidad de grasas, de acuerdo al Departamento de Salud Americano el consumo de colesterol diario debería ser inferior a 300 mg (Bianchi, 2011).

2.2.3. Contaminación de la carne bovina

La contaminación de la carne depende de microorganismos, deteriorantes y patógenos, entre ellos se encuentra *E. coli* O157 y no-O157, *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes*, además, se ha impulsado el desarrollo de tecnologías alternativas de productos “similares a los frescos” con calidad sanitaria, organoléptica y nutricional con el objetivo de remplazar a las tradicionales y garantizar de esta forma lo que el consumidor requiere (Heredia et al., 2014).

Los principales agentes causantes de intoxicación como: *Pseudomonas spp*, *Clostridium perfringens*, *Salmonella spp*, y *S. aureus*, los cuales están asociados frecuentemente con la carne cruda de mamíferos, así también, como bacterias emergentes y reemergentes tipo *Clostridium botulinum*, *Campylobacter spp*, *S. aureus* y el *Bacillus cereus*, además, según la Organización Mundial de la Salud diversos géneros causantes



de infecciones como *Listeria monocitogenes*, *Salmonella typhimurium* y *Escherichia coli* 0157H7, han sido descritas como una amenaza para la salud pública (Vásquez, 2003). Sin embargo, existe importantes fuentes de incertidumbre que deberían investigarse continuamente, es por ello que el actual modelo podría ser empleado en evaluaciones cuantitativas de riesgos del tipo “de la granja a la mesa” con ello reflejar las distintas fuentes de transmisión al humano por patógenos (Signorini & Frizzo, 2009).

2.2.4. Origen, terapéutica y promotor de crecimiento de los antimicrobianos

Los antimicrobianos son moléculas naturales (producidas por organismos vivos, hongos o bacterias), sintéticas o semisintéticas, con la capacidad de inducir la muerte o la detención del crecimiento de bacterias, virus u hongos (Seija & Vignoli, 2006). En la actualidad las moléculas de origen natural no son utilizadas, por lo tanto no se establece más la diferenciación con quimioterápicos, expresión usada que se refiere a las moléculas de origen sintético y sus derivados (Seija & Vignoli, 2006).

Así mismo, la actividad antimicrobiana, el desarrollo a bajas concentraciones y ser tolerado por el huésped son estas tres condiciones que como mínimo debe cumplir un agente antimicrobiano (Paredes & Roca, 2004).

a. Origen

El ser humano desde antaño buscó una explicación a los fenómenos y una solución a sus males, mediante el método de “ensayo-error” que fue el primer instinto del hombre para averiguar remedios con los cuales aliviar sus males lamiendo o limpiando sus heridas, asimismo, plantas y sustancias minerales fueron eficaces para el hombre prehistórico (Sierra Benítez & León Pérez, 2019).

Desde la edad media hasta el mundo moderno, la medicina Hipocrático-galénica tuvo, posterior a ello pasaron muchos científicos como Pasteur, Koch, Cantani, Emmerich, Low, Tiberio, entre otros, descubrieran y perfeccionaran la amplia gama de



antibióticos que hoy en día conocemos (Sierra Benítez & León Pérez, 2019), por otro lado, E. de Freudenreich descubrió el primer producto antibacteriano de origen natural, al estudiar la piocianasa, el pigmento azul liberado por el “bacilo piociánico”, las *Pseudomonas* en cultivo impedían el crecimiento de otras bacterias por la liberación de la piocianasa (Belloso, 2009).

b. Terapéutica

En veterinaria con fines terapéuticos y profilácticos se emplean sustancias antimicrobianas para tratar o bien prevenir infecciones, para ambos casos, un profesional veterinario debe suministrar los antibióticos bajo el control de la normativa vigente exige la prescripción de la receta veterinaria (Zarazaga & Torres, 2002). Asimismo, la eliminación o inhibición del crecimiento de los agentes infecciosos, no lesionando a las células del huésped es la finalidad de la terapéutica antimicrobiana, también el uso racional de estos fármacos y las buenas prácticas de prescripción, son cruciales para evitar la aparición de resistencias y ocasionar fallas terapéuticas (Montone et al., 2017).

Los médicos veterinarios deben capacitar a los vigilantes de los animales que administren la dosis adecuada del medicamento, también, la vía, la frecuencia y la duración del tratamiento (USDA, 2011). Para llegar a las concentraciones terapéuticas para el microorganismo específico en el cuerpo, se deben administrar tres veces al día, así también, otros sólo requieren dos dosis en veintiocho días (USDA, 2011).

Asimismo, los antimicrobianos permiten curar y prevenir la mayoría de las infecciones bacterianas de impacto sanitario, social y económico, la contribución de estos medicamentos a la terapéutica anti infecciosa continúa siendo vital, también cuando son correctamente utilizados (Fleitas, 2015).



c. Promotor de crecimiento

La utilización de antibióticos fue a fines de la década del “40” del siglo pasado, se comenzaron a utilizar en la dieta de los animales, con la finalidad de aumentar la producción de carne, los resultados fueron positivos desde el punto de vista productivo (Ardoino et al., 2017).

Así también como promotores del crecimiento en la producción animal se utilizan los antibióticos, en donde no es necesario el uso de la receta veterinaria, porque son considerados aditivos del pienso, en función de la especie animal existe una lista positiva de antibióticos autorizados (Zarazaga & Torres, 2002). Una vez administrado el antimicrobiano al animal, pasa por un proceso metabólico que favorece su eliminación, un gran porcentaje de sus metabolitos y del producto, se excretan por la orina y las heces, aunque el principio activo se administra al animal en dosis terapéuticas, con base en estudios científicos sobre la toxicidad de las sustancias es necesario analizar los riesgos que presentan los residuos para el consumidor (Parra, 2003).

2.2.5. Bacterias de interés para la salud pública

Las bacterias patógenas son las que causan enfermedades transmitidas por alimentos ingeridos. Asimismo, divide en dos clases:

- **Infeciones:** El microorganismo transmitido por el alimento es un agente patológico y posterior a ello se multiplica internamente en el tracto digestivo invadiendo al hospedero o produciendo toxinas: *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella spp.* excepto *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* y *S. typhi* (Espinales, 2012).
- **Intoxicaciones:** donde el agente patológico son toxinas preformadas y presentes en el alimento al momento de ser ingerido causan enfermedades (*Staphylococcus aureus* y *Clostridium botulinum*) (Espinales, 2012).

Entre las bacterias asociadas a enfermedades transmitidas por alimentos cárnicos tenemos:

2.2.5.1. Mesófilos aerobios

Son microorganismos con la capacidad de desarrollarse en presencia de oxígeno a una temperatura adecuada entre 30°C y 40°C, comprendida entre 20°C y 45°C, en condiciones establecidas el recuento de aerobios mesófilos, refleja la calidad sanitaria de los productos analizados, también la microflora total sin detallar la variedad de microorganismos, mostrando además de las condiciones higiénicas de la materia prima, la manera de cómo fue la manipulación durante su elaboración, un recuento elevado no significa presencia de flora patógena, asimismo, un recuento bajo de aerobios mesófilos no implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas, excepto en alimentos obtenidos por fermentación, ellos no son recomendables recuentos elevados (Passalacqua & Cabrera, 2014)

Tabla 1. Condiciones de incubación para conteo de placas de diferentes grupos

Grupo Bacteriano	Temperatura	Tiempo de Incubación
Termofílicos	55 ± 2°C	48 ± 2 h
Mesofílicos	35 ± 2°C	49 ± 2 h
Psicotrópicos	20 ± 2°C	de 3 a 5 días
Psicrofílicos	5 ± 2°C	de 7 a 10 días

Fuente: (Camacho et al., 2009)

2.2.5.2 *Escherichia coli*

Pertenece a la familia Enterobacteriaceae, es un bacilo corto Gram negativo, vive como comensal en el intestino delgado de animales y humanos, no obstante, algunas cepas patógenas de *E. coli* provocan enfermedades diarreicas, las mismas que se clasifican



según sus factores de virulencia y en base a las características que presentan, también en cada grupo provocan enfermedades por un mecanismo diferente (Camacho et al., 2009). Asimismo, su tamaño de *Escherichia coli* es de $0,5 \times 2 \mu\text{m}$ (Apella & Araujo, 2019).

La clasificación de *Escherichia coli* está constituido por : enterotoxigénica (ETEC), enterohemorrágica (EHEC), enteroinvasiva (EIEC), enteropatógena (EPEC), enteroagregativa (EAEC) y de adherencia difusa (DAEC), el aislamiento e identificación de esta bacteria es en base a sus características serológicas o bioquímicas, como también los mecanismos de patogenicidad se pueden estudiar mediante ensayos en cultivos celulares o modelos animales y últimamente, se están empleando técnicas de biología molecular que prueban que existe la presencia de genes involucrados en dichos mecanismos (Rodríguez, 2002).

Tabla 2. Propiedades y síntomas causados por cepas patógenas de *Escherichia coli*.

Propiedades y síntomas causados por algunas cepas de <i>Escherichia coli</i> patógenas				
	ETEC	EPEC	EHEC	EIEC
Toxina	Lábil/estable	-	Shiga o vero	-
Invasiva	-	-	-	+
Intiminas	-	+	+	-
Enterohemolisina	-	-	+	-
Aspecto de las heces	Aguadas	Aguadas sanguinolentas	Aguadas muy sanguinolentas	Mucoides y sanguinolentas
Presencia de leucocitos en heces	-	-	-	+
Fiebre	Baja	+	-	
Intestino involucrado	Delgado	Delgado	Colon	Colon y parte baja del delgado
Dosis infectiva	Alta	Alta	Baja	Alta
Serotipos	Varios	O26, O111 Y Otros	O157:H7, O26, O111 y otros	Varios

Fuente: (Camacho et al., 2009)

2.2.5.3. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus es una bacteria Gram positiva que crece como racimo de uvas, que está presente en la flora normal de los humanos, animales y en el medio ambiente, se diferencian de los estreptococos por ser catalasa positiva (Todd, 2005), son



facultativamente anaerobios, inmóviles, no formadores de esporas, generalmente no capsulados, también se encuentran microscópicamente aislados y su medida en promedio es de 0.5 a 1.5 μm de diámetro Garza (2015). Asimismo, *S. aureus* es uno de los patógenos más importante en el humano que coloniza e infecta a personas inmunocompetentes y a pacientes hospitalizados en la comunidad, también puede causar intoxicación por el consumo de alimentos ya que la ingestión de la enterotoxina B termoestable preformada puede ser la causante de intoxicación, que es producida por una cepa toxigénica, *Staphylococcus aureus* esta colonizado en la mayoría de los niños y adultos en forma intermitente, que son habitantes normales de la piel, vías respiratorias superiores, intestino y vagina, también, existe muchos elementos que prueban la capacidad patogénica y de protección ante las defensas del huésped (Hurtado et al., 2002).

El médico Alexander Ogston en 1880 descubrió a *Staphylococcus aureus*, considerado un patógeno muy virulento con gran potencial para causar múltiples infecciones y enfermedades en el humano y en los animales, que van desde infecciones de tejidos blandos y de la piel hasta infecciones peligrosas que amenazan con la vida, por otro lado, entre 25 y 50% de la población sana está colonizada por *S. aureus* que forma parte de la flora normal del humano (Cervantes et al., 2014).

El primer microorganismo en poner en manifiesto la resistencia a antibióticos y de desarrollar diversos mecanismos fue *Staphylococcus aureus*, una resistencia tanto adquirida como intrínseca para obtener resistencia a la mayoría de los antimicrobianos existentes (Lacueva, 2017), un porcentaje mayor al 90% de aislados de *S. aureus* producen betalactamasas que inactivan a la penicilina (Soriano et al., 2013), por otro lado, la contaminación cruzada se debe a prácticas inadecuadas de manipulación y preparación de alimentos que hacen que sean susceptibles a *S. aureus* enterotoxigénico y facilitan la producción de toxinas y su multiplicación (Alejo et al., 2013), asimismo, este



microorganismo es la causa común de infecciones piógenas en piel, como también diferentes padecimientos como: endocarditis, pericarditis, abscesos, osteomielitis, artritis séptica, infecciones profundas, neumonía, empiema, meningitis y patologías mediadas por sus toxinas incluyendo intoxicación alimenticia (Todd, 2005).

2.2.6. Resistencia antimicrobiana

En los últimos años la resistencia antimicrobiana ha generado uno de los problemas emergentes más peligrosos de sanidad animal y salud pública, debido a la acción de ciertos fármacos donde se pierde la susceptibilidad (De La Fuente et al., 2015), asimismo, debido a su impacto en la contaminación ambiental, en la salud animal y a su costo económico, existen diversos antecedentes sobre los antibacterianos y su utilización en la explotación pecuaria; sobre el porcentaje de antibacterianos detectados en la orina animal o en el estiércol, en su degradación en el ambiente y la consecuente degradación de varios ambientes tarda en el tiempo (Hernández-Barrera et al., 2017).

Sobre la resistencia a antimicrobianos se han descrito diferentes hipótesis, no obstante, para el desarrollo del mecanismo en los microorganismos, existen antecedentes sobre la utilización desmedida de los antibacterianos en la medicina humana y la protección pecuaria (Hernández-Barrera et al., 2017), siendo así podemos observar a diario en los reportes estadísticos de morbilidad y mortalidad de enfermedades infecciosas que son un fenómeno creciente con implicaciones económicas y sociales, también, el uso inadecuado tanto de la dosis y la presión selectiva de los microorganismos, así como en el tiempo de la terapia antimicrobiana (Baires, 2013), la selección de mutantes resistentes en la exposición a antibióticos, contribuye a la transferencia horizontal de elementos genéticos móviles como tranposones, integrones y plásmidos, los cuales en distintas familias de antibióticos portan varios genes de resistencia (Camou et al., 2018).



Por otro lado, el diseño de nuevos fármacos, se debe al conocimiento de los mecanismos de resistencia que permite una terapia antimicrobiana racional y dirigida (Valdés, 2017).

La capacitación al personal de los laboratorios, estandarizar los procedimientos, desarrollar normas técnicas y participar en un programa de control de calidad externo, todo ello se involucra en la vigilancia de la resistencia antimicrobiana (INS, 2002).

2.2.6.1. Tipos de resistencia antimicrobiana

Existe dos tipos de resistencia bacteriana: intrínseca o adquirida.

a. Resistencia intrínseca

Es una propiedad natural de cada grupo bacteriano respecto a la resistencia intrínseca, por ejemplo, la resistencia de las bacterias gram negativas frente a la vancomicina, para este tipo de bacterias la condición es invariable; así también, la resistencia de los micoplasmas no son sensibles a la acción de los β -lactámicos, antimicrobianos cuyo blanco es la síntesis de esta estructura de las bacterias, además, estas bacterias carecen de pared celular (Baires, 2013).

b. Resistencia adquirida

Una cepa bacteriana de una especie determinada puede estar presente en la resistencia adquirida y es variable, la resistencia adquirida puede deberse a mutaciones de genes cromosómicos existentes, mutaciones del material genético externo o adquirido, como también a la adquisición de material genético externo, estos son rasgos que están en función directa de la variabilidad genética bacteriana (Baires, 2013).

2.2.6.2. Desafíos futuros sobre la resistencia bacteriana

La aparición de nuevos antibióticos se debe al crecimiento en el número de infecciones causadas por bacterias multirresistentes, porque el uso de estos métodos



terapéuticos y profilácticos requiere un alto gasto para el sistema de salud, pero ello, representa en tiempo y dinero una inversión necesaria, con la finalidad de iniciar y mantener la lucha contra la resistencia bacteriana (Cárdenas et al., 2018).

El uso de antimicrobianos en la producción animal ha generado una alta necesidad de desarrollar estrategias y productos que permitan reemplazarlos o disminuirlos, no obstante, es necesario continuar con la concientización sobre su uso responsable y prudente de los antimicrobianos, también se debe reforzar de las medidas para la gestión sanitaria que permitan disminuir la necesidad de su aplicación de la producción animal (Gatica Eguiguren & Rojas, 2018).

El Programa Nacional de Vigilancia de la Resistencia Antimicrobiana creado por SENASA tiene la finalidad de promover el uso responsable de antimicrobianos en animales destinados al consumo humano, asimismo, la prevención de la generación y difusión de bacterias que resisten la acción de los fármacos que las controlan (Rovere, 2018), por otro lado, la propuesta por la OMS, la Organización Mundial de Salud Animal y la FAO respecto al Plan de acción mundial para controlar el RAM comprende cinco objetivos: optimizar el uso de antimicrobianos; mejorar la conciencia y el conocimiento sobre la resistencia antimicrobiana; reducir la incidencia de la infección; reforzar la vigilancia y la investigación; y asegurar una financiación duradera que asegure la persistencia de las acciones de control, además, las antibioticoterapias ejercen presiones selectivas que favorecen el predominio de mutantes bacterianas resistentes, el empleo de las vacunas y los ensayos de terapias alternativas son mecanismos que evitan las infecciones (Camou et al., 2018).

2.2.6.3. Penicilina

De *Penicillium glaucum*, *P. notatum* y *P. chrysogenum*, se puede obtener la penicilina, además, hoy en día se obtiene del *Penicillium chrysogenum*, gracias a este



hongo se obtienen las diversas penicilinas semisintéticas y con diferentes técnicas (Patiño, 2009).

a. Tipos de penicilina:

- **Las penicilinas:** oxacilina, meticilina y otras, son variedades de las penicilinas semisintéticas resistente a la penicilinas pero también ha quedado demostrado que tienen menor potencia contra microorganismos susceptibles a la penicilina G, sin embargo tienen eficacia contra *S. aureus* productor de la penicilinas (Patiño, 2009).
- **La ampicilina, amoxicilina y otras,** estos medicamentos son hidrolizados por betalactamasas de amplio espectro de bacterias gramnegativas como *Escherichia coli*, se administran vía oral porque son semisintéticas estables en medios ácidos (Patiño, 2009).

2.2.6.4. Eritromicina

Muchos compuestos han aparecido en el mercado desde el descubrimiento de la Eritromicina en 1942, que fueron desarrollados para uso exclusivo en medicina veterinaria, antibióticos como tilmicosina y tulatromicina (Lucas et al., 2007). También la eritromicina se ha utilizado usado como tratamiento alternativo en pacientes alérgicos a la penicilina, alternativa en Acné, *Campylobacter jejuni*, infecciones por gérmenes atípicos, y para la tos convulsiva (Maguiña, 2018).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

Los mercados seleccionados para la investigación se encuentran en el Distrito de Puno, Provincia de Puno, Región de Puno, donde se comercializan los diferentes productos cárnicos tanto como carne bovina, ovina, porcina, carne de camélidos, entre otros, en distintos puestos de venta, estos productos son adquiridos del camal provincial y también de camales no autorizados.

El mercado Unión y Dignidad está ubicado en la Av. Simón Bolívar con Jr. Carabaya en la ciudad de Puno, ubicado a $15^{\circ}50'23.75''$ latitud Sur y $70^{\circ} 1'10.03''$ longitud Oeste; cuenta con 40 puestos de venta de carne en promedio, donde se comercializa carne de bovino, ovino, porcino, entre otros. El mercado Bellavista se encuentra en la intersección de la Av. El sol con el Jr. Lampa de la ciudad de Puno, ubicado a $15^{\circ}50'1.38''$ latitud Sur y $70^{\circ} 1'23.94''$ longitud Oeste; cuenta 10 puestos de venta de carne en promedio, donde comercializa tanto carne bovina y ovina. El mercado Laykakota, ubicado a latitud Sur $70^{\circ} 1'13.87''$ longitud Oeste $70^{\circ}50'1'46.56''$; existe un promedio de 20 puesto de venta donde expenden de carne de pollo, bovino, ovino y otros (Figura 1).

La evaluación de recuento y resistencia antimicrobiana, se ejecutó en el laboratorio de Microbiología de los Alimentos de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano, donde inicialmente se realizó una prueba piloto, para luego ejecutar el proyecto de investigación.



Figura 1. Ubicación de los mercados Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota de la ciudad de Puno.

Fuente: Google earth pro (2022)

3.2. TIPO DE ESTUDIO

El diseño de la investigación fue observacional y el tipo de estudio descriptivo, porque evaluó el recuento bacteriano de mesófilos aerobios, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* aislados de carne bovina, y se determinó la resistencia antimicrobiana de *E. coli* y *S. aureus* frente a los antibióticos.

3.3. RECUENTO DE MESÓFILOS AEROBIOS, *Escherichia coli* Y

Staphylococcus aureus en carne bovina EXPENDIDOS EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO.

a. Frecuencia y muestreo

Los muestreos se realizaron en los mercados, Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota de la ciudad de Puno, donde mensualmente (enero, febrero y marzo del 2020) se recolectó 200 gramos de muestra de carne bovino por mercado, con tres repeticiones cada una, los cuales fueron recolectados aleatoriamente entre todos los puestos de venta existentes en la sección de carnes, donde finalmente he trasladado un total de 09 muestras de carne bovino al laboratorio de microbiología de los alimentos durante los tres meses analizadas en esta investigación (Tabla 3).

Tabla 3. Muestreos realizados en los mercados (Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota) de la ciudad de Puno, entre los meses enero-marzo del 2020.

MERCADO	UNIÓN Y DIGNIDAD			BELLAVISTA			LAYKAKOTA			TOTAL
	En.	Feb.	Mzo.	En.	Feb.	Mzo.	En.	Feb.	Mzo.	
200 g de CARNE BOVINA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
TOTAL	3			3			3			9



b. Recuento de mesófilos aerobios.

Una vez que las muestras fueron trasladadas al laboratorio de microbiología de los alimentos, se pesó 10 g de carne por mercado (Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota), rápidamente se colocó cada muestra en 90 ml de agua peptonada en tres matraces todos adecuadamente esterilizados, luego agitamos para homogenizar la muestra con el agua peptonada, obteniendo la dilución madre 10^{-1} , posterior a ello preparamos las siguientes diluciones decimales utilizando una pipeta estéril donde se tomó 1 ml de la dilución primaria 10^{-1} que se vertió a un tubo con 9 ml de diluyente (10^{-2}), la operación anterior se repitió transfiriendo 1 ml de la dilución 10^{-2} a un tubo con 9 ml de diluyente, preparando así la dilución 10^{-3} , y así continuamos con la misma operación hasta llegar a la dilución 10^{-5} , asimismo, de estas diluciones 10^{-4} y 10^{-5} de donde se tomó 1 ml de cada dilución que se vertieron en placas Petri vacías y en seguida a cada placa se añadió 20 ml de Agar Plate Count, una vez vertido el agar en las placas se procedió a mezclar el inóculo con el agar agitando suavemente con movimientos circulares y de vaivén sobre la superficie de la mesa. una vez gelificado el agar pasamos a incubarlo a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 48 horas, una vez culminado el tiempo de incubación, se hizo el conteo de colonias, y el cálculo de UFC/g donde la fórmula es:

$$\text{UFC/g} = \text{Número de colonias} \times \text{factor de dilución.}$$

c. Método de recuento en placa para *Escherichia coli*: Cultivo por extensión en Agar Endo.

Las muestras de carne bovina previa preparación de diluciones, se cultivó en el medio de cultivo agar Endo donde se vertió 1 ml de dilución sobre la superficie de agar gelificado y rápidamente con el asa de Digralsky se hizo el extendió del inóculo sobre la superficie, luego trasladamos para incubarlo por un tiempo de 48 horas a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, finalmente en el equipo cuenta colonias se realizó el conteo de



colonias para *E. coli*. Por otro lado se hicieron pruebas bioquímicas de TSI, LIA, CS e indol para la identificación de la bacteria y la tinción Gram para la identificación de *Escherichia coli*, método aplicado por (Campuzano et al., 2015).

d. Recuento de *Staphylococcus aureus*: Cultivo por extensión en medio de cultivo Agar Baird-Parker.

Para realizar el recuento de *S. aureus*, se pesó 10 g de muestra de carne bovina en la balanza analítica, luego se adicionó 90 ml de agua peptonada estéril al 0.1%, seguidamente se homogenizó de 05 a 10 segundos, en seguida en tubos de 16 x 150 mm se realizó las diluciones decimales hasta la 10^{-5} (la cantidad de diluciones fue en función de la procedencia de la muestra), cada tubo con 9.0 ml del mismo diluyente, se transfirió 0.1 ml de las diluciones 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} a placas Petri con agar Baird-Parker, Se extendió el volumen inoculado a cada una de las placas Petri con una espátula de Digrafsky (método de inoculación por extensión en superficie). Las placas se mantuvieron en su posición hasta que el inóculo fue absorbido por el agar, entre 5 y 10 minutos aproximadamente, las placas Petri fueron invertidas e incubadas a 37 °C, durante 48 h, finalmente se observó y contabilizó las colonias del microorganismo en el agar Baird-Parker, las cuales se multiplicaron por la dilución, dando los resultados en UFC/g de carne.

e. Variables que se analizó

- **Variable independiente:** Carne bovina de los mercados (Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota).
- **Variable dependiente:** Recuento de mesófilos aerobios, *E. coli* y *S. aureus*.



f. Análisis estadístico

En el recuento bacteriano realizado en los mercados de la ciudad de Puno (Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota), se aplicó el diseño experimental completamente al azar, tres repeticiones por mercado y uno por cada mes, evaluados durante tres meses (enero a marzo del 2020), con un total de nueve evaluaciones. Se aplicó la prueba estadística análisis de varianza (ANDEVA) y el contraste de Tukey ($p \leq 0.05$), con un nivel de confianza del 95%, para evaluar los recuentos de colonias de bacterias, utilizando el paquete estadístico Infostat 2020.

3.4. EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA DE *Escherichia coli* Y *Staphylococcus aureus* POR EL MÉTODO DISCO DIFUSIÓN.

a. Frecuencia y muestreo

Luego de la identificación bacteriana de las cepas de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en carne bovina, estas fueron sometidas a la prueba de susceptibilidad antimicrobiana mediante el método de disco difusión (Kirby – Bauer) (INS, 2002), frente a seis antibióticos: Ampicilina, Gentamicina, Amikacina para *E. coli* y Penicilina, Eritromicina y Clindamicina para *S. aureus*. La evaluación fue de manera mensual, con tres repeticiones por mercado (Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota), durante los meses enero – marzo del 2020.

b. Descripción de los procedimientos para determinar la resistencia antimicrobiana mediante el método de disco difusión

- Método Kirby – Bauer

Se fundamenta en el uso de una cantidad constante del antimicrobiano, que está impregnado en un reservorio del papel filtro, el cual al ser aplicado sobre la superficie del medio en el que anteriormente se ha sembrado el microorganismo en cuestión, forma por difusión un gradiente de concentración del



antimicrobiano, cuya sensibilidad está indicada por el tamaño del halo de inhibición de crecimiento alrededor del disco.

- **Preparación del inóculo**

Una vez aisladas las bacterias, se cultivaron en agar Müller Hinton, se hizo la dilución bacteriana según al estándar 0.5 de McFarland, también, con el asa de siembra se agregó una porción de colonia en un tubo de ensayo de 5 ml de suero fisiológico, seguidamente el tubo se disolvió en el vórtex, para llegar al equivalente se comparó con la lámina comparativa con franjas en blanco y negro con el estándar 0.5 McFarland, prontamente con un hisopo estéril se colectó la muestra de la dilución bacteriana de *E. coli* y *S. aureus* para realizar el cultivo sobre la placa de Müller Hinton, se esperó 5 minutos.

- **Aplicación de los discos de antimicrobianos**

Se colocó los discos individuales sobre la superficie del agar con la ayuda de una pinza estéril presionando suavemente sobre cada disco para asegurar un contacto completo con la superficie del agar, de modo que estén a una distancia mínima de 25 mm uno del otro, ni más de 6 discos en una placa de 100mm de diámetro interno, para evitar la superposición de las zonas de inhibición, el disco no debe ser removido una vez que tomó contacto con la superficie del agar debido a que algunos antibióticos se difunden rápidamente.

Los discos de antimicrobianos utilizados para *Escherichia coli* fueron: Ampicilina, Gentamicina y Amikacina, para *Staphylococcus aureus* fueron: Penicilina, Eritromicina y Clindamicina.

- **Incubación**

Se incubó las placas en forma invertida a una temperatura de 37 °C dentro de los 15 minutos posteriores a la aplicación de los discos, en un lapso de 48 horas.



- **Lectura de las placas e interpretación de los resultados**

Se midió los diámetros de las zonas de inhibición completa (incluyendo el diámetro del disco), usando una regla, los mismos que fueron comparados con los diámetros estándares para determinar el resultado de la respuesta antimicrobiana según (INS, 2002). Los ensayos se realizaron con tres repeticiones para ambos casos.

c. **Variables analizadas:**

- **Variable independiente:** Antibióticos (Ampicilina, Gentamicina y Amikacina) para *Escherichia coli* y (Penicilina, Eritromicina y Clindamicina) para *Staphylococcus aureus*.
- **Variable dependiente:** Resistencia antimicrobiana en *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

d. **Análisis estadístico.**

En la comparación para la prueba de sensibilidad antimicrobiana, el diseño experimental aplicado fue completo al azar con tratamientos que están conformados por discos de antibióticos. Para esta prueba el análisis estadístico fue innecesario, porque los diámetros de los halos de inhibición obtenidos se compararon con lo establecido según el manual del INS (2002).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RECUENTO DE MESÓFILOS AERÓBIOS, *Escherichia coli* Y *Staphylococcus aureus* EN CARNE BOVINA.

4.1.1. Mesófilos aerobios

El recuento de mesófilos aerobios en las muestras de carne bovina expendidos en los tres mercados de la ciudad de Puno, oscilaron entre $2,18 \times 10^6$ y $3,20 \times 10^6$ UFC/g con un promedio de $2,61 \times 10^6$ UFC/g para el mercado Unión y Dignidad, para el mercado Bellavista entre $2,15 \times 10^6$ y $3,04 \times 10^6$ UFC/g con un promedio de $2,64 \times 10^6$ UFC/g y para el mercado Laykakota entre $2,76 \times 10^6$ y $2,29 \times 10^6$ UFC/g con un promedio de $2,88 \times 10^6$ UFC/g (Tabla 4), con un EE (Error Estándar) de 23.46 para las tres muestras en los tres mercados.

Tabla 4. Recuento de mesófilos aerobios en carne bovino expendidos en tres mercados de la ciudad de Puno.

Mercado	N° Muestra	Recuento de mesófilos aerobios UFC/g	Promedio (UFC/g)
Unión y Dignidad	M1	$2,18 \times 10^6$	$2,61 \times 10^6$
	M2	$2,44 \times 10^6$	
	M3	$3,20 \times 10^6$	
Bellavista	M1	$3,04 \times 10^6$	$2,64 \times 10^6$
	M2	$2,72 \times 10^6$	
	M3	$2,15 \times 10^6$	
Laykakota	M1	$2,76 \times 10^6$	$2,88 \times 10^6$
	M2	$2,96 \times 10^6$	
	M3	$2,92 \times 10^6$	

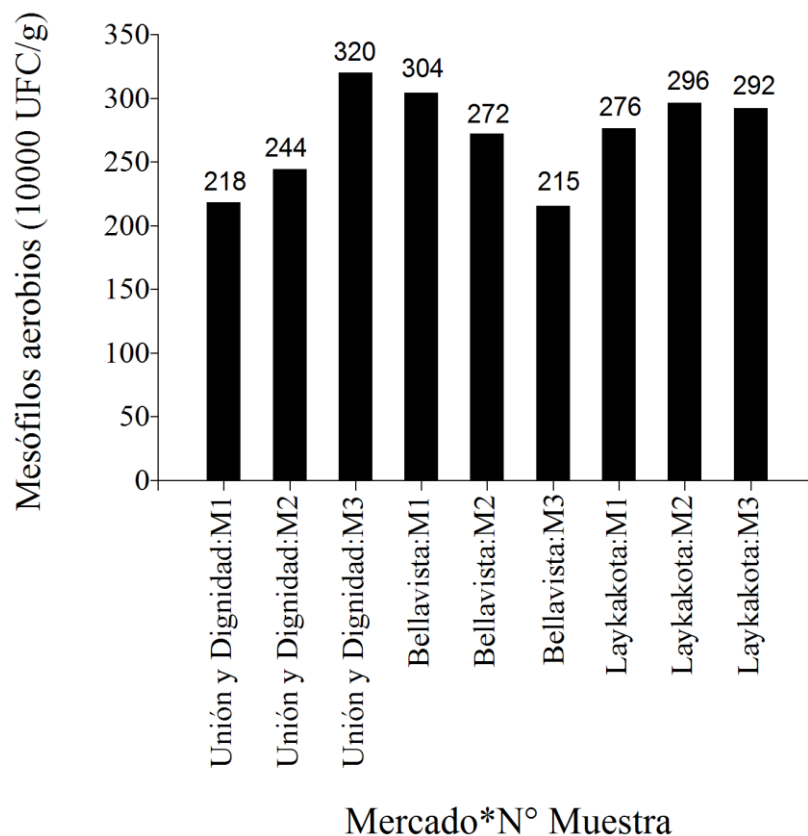


Figura 2. Recuento de mesófilos aerobios (UFC/g) en carne bovino expendidos en tres mercados de la ciudad de Puno.

En Sudamérica nuestro país ocupa el último lugar en consumo de carne bovina, según Minagri (2019) indica que en el Perú el consumo de carne bovina promedio es 6.062 kg por habitante/año, en Lima 8.31 kg/hab/año y es la ciudad que consume más carne, seguida de Arequipa. Según la FAO, los consumos per cápita menores a 10 kg deben considerarse insuficientes.

Al determinar el recuento de mesófilos aerobios en carne bovina expendidos en los mercados de la ciudad de Puno, durante los meses de enero-marzo del 2020, se aceptó la hipótesis nula ($p = 0.6820$), porque, no hubo diferencia significativa en el recuento de mesófilos aerobios de carne bovina expendidos en los tres mercados (Unión y Dignidad,



Bellavista y Laykakota).

Estos resultados nos indican que el proceso de manejo de carne bovina en la provincia de Puno está siendo controlada en la contaminación bacteriológica, desde el proceso de sacrificio del bovino hasta poner a la venta la carne fresca en los mercados. Estos resultados son contrarios a lo estudiado por Choi et al. (2020) que menciona que la contaminación por patógenos en la carne de res influye en su deterioro, así como en el desarrollo de enfermedades transmitidas por los alimentos, por lo tanto, se debe analizar la influencia de la contaminación por patógenos en el microbiota de la carne de vacuno para evaluar la seguridad alimentaria.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos, tal como indica la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, la cual indica que deberían estar en un rango de 10^5 a 10^7 UFC/g, el recuento bacteriano de mesófilos aerobios en las muestras de carne bovina expandidos en los tres mercados de la ciudad de Puno presentó promedios con valores de $2,63 \times 10^6$ UFC/g en el mercado Unión y Dignidad, $2,60 \times 10^6$ UFC/g en el mercado Bellavista y $2,88 \times 10^6$ UFC/g en el mercado Laykakota, estos resultados son inferiores a los obtenidos por Nina (2019), sostiene que el recuento de mesófilos superó los límites permisibles con un 17,33%, por tanto, concluye que el 30,67% no cumplen con los parámetros de calidad microbiológica, en muestras de carne de pollo en el mercado mayorista Miguel Grau de Tacna. La presencia de mesófilos aerobios varía de acuerdo a la discontinuada cadena de frío de la carne bovina para el almacenamiento en los sitios de venta, al permanecer expuesta encima de las mesas de venta por varias horas durante su comercialización, para luego ser refrigerada nuevamente cuando el producto no es vendido. La provincia de Puno se encuentra a una altitud de 3, 827 msnm, esto ayuda a que la carne bovina no pueda perder sus propiedades organolépticas (color, sabor,



olor y ternura), a medida que la temperatura y humedad aumentan, existe mayor reproducción de bacterias en carne bovina.

El recuento de mesófilos aerobios en los mercados Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota tuvieron los siguientes promedios : $2,61 \times 10^6$ UFC/g, $2,64 \times 10^6$ UFC/g y $2,88 \times 10^6$ UFC/g respectivamente, estos promedios no superan los límites permisibles según NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, del mismo modo Espino (2006) obtuvo un promedio de $1,8 \times 10^2$ UFC/g en el camal de Lima metropolitana donde el recuento de mesófilos aerobios totales en carne bovino no supera los límites permisibles , asimismo, Farfán (2012), obtuvo un promedio de $2,3 \times 10^3$ UFC/g en el recuento de aerobios mesófilos totales, en 42 canales bovinas en el camal municipal Tacna. Sin embargo, existe un riesgo de contaminación a la carne bovina en los camales no autorizados ubicados en los alrededores de la ciudad de Puno, que abastecen a los diferentes mercados, estos productos son consumidos por la población puneña. Solo el camal azoguini está autorizado por SENASA.

En otra investigación Hernández & Schneck (2016), evaluaron 90 muestras provenientes de dos plantas de faena en Uruguay, el promedio de recuento de los mesófilos aerobios fue 10^7 UFC/g para ambos frigoríficos, en cambio, Mantilla (2019), procesó 30 muestras de carne bovina obtenidas del Matadero Municipal de Cajamarca, reportó la presencia de aerobios mesófilos 80%, *E. coli* 70% y *Salmonella sp.* 10%, asimismo, los valores del recuento de mesófilos aerobios presentaron un mínimo de 01×10^4 UFC/g, un máximo de 99×10^4 UFC/g y un promedio de 50×10^4 UFC/g, para *E. coli* con mínimo de 0×10 UFC/g, un máximo de 186×10 UFC/g y un promedio de 93×10 UFC/g, finalmente Cordero (2015), en 14 locales que expenden carne bovina en Cantón Arenillas, el recuento de mesófilos aerobios en el mercado municipal tuvo un promedio de $3,9 \times 10^7$ UFC/g, que se encuentra fuera del nivel de aceptación, en cambio, en tercena



el promedio es 5.6×10^6 UFC/g, este resultado se encuentra dentro de los límites permisibles según NTE INEM 1529-5, donde los valores establecidos para mesófilos aerobios (UFC/g) indica un mínimo de $1,0 \times 10^6$ UFC/g y un máximo de $1,0 \times 10^7$ UFC/g, por lo que el resultado obtenido en el mercado municipal es superior al resultado de esta investigación, sin embargo, el promedio en tercena también se encuentra dentro de los límites máximos permisibles según NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, se concluye que las Normas Técnicas sanitarias de Ecuador y Perú son similares en cuanto al nivel de aceptación microbiológica con un máximo de $1,0 \times 10^7$ UFC/g.

4.1.2. *Escherichia coli*

Para recuento de *E. coli*, las muestras evaluadas del mercado Unión y Dignidad variaron entre $2,13 \times 10^6$ y $3,36 \times 10^6$ UFC/g con un promedio de $2,56 \times 10^6$ UFC/g, Bellavista fue entre $2,11 \times 10^6$ y $2,29 \times 10^6$ UFC/g con una media de $2,20 \times 10^6$ UFC/g y para el mercado Laykakota fue entre $2,05 \times 10^6$ y $2,19 \times 10^6$ UFC/g con una media de $2,13 \times 10^6$ UFC/g (Tabla 5 y Figura 4).

Tabla 5. Carga bacteriana de *Escherichia coli* en carne bovina expendidos en tres mercados de la ciudad de Puno.

Mercado	N° Muestra	Recuento de <i>E. coli</i> (UFC/g)	Promedio (UFC/g)
Unión y Dignidad	M1	2,13 x 10 ⁶	2,56 x 10 ⁶
	M2	2,19 x 10 ⁶	
	M3	3,36 x 10 ⁶	
Bellavista	M1	2,19 x 10 ⁶	2,20 x 10 ⁶
	M2	2,11 x 10 ⁶	
	M3	2,29 x 10 ⁶	
Laykakota	M1	2,05 x 10 ⁶	2,10 x 10 ⁶
	M2	2,07 x 10 ⁶	
	M3	2,19 x 10 ⁶	

El recuento de *E. coli* en los tres mercados de la ciudad de Puno, superaron los parámetros permisibles según NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, que establece la eficacia sanitaria e inocuidad para los alimentos de consumo humano, donde el producto aceptable es un valor menor o igual a 50 UFC/g, lo contrario es si el producto tiene un valor mayor o igual a 5×10^2 UFC/g en este caso son inaceptables los valores, el alimento representa riesgo para la salud.

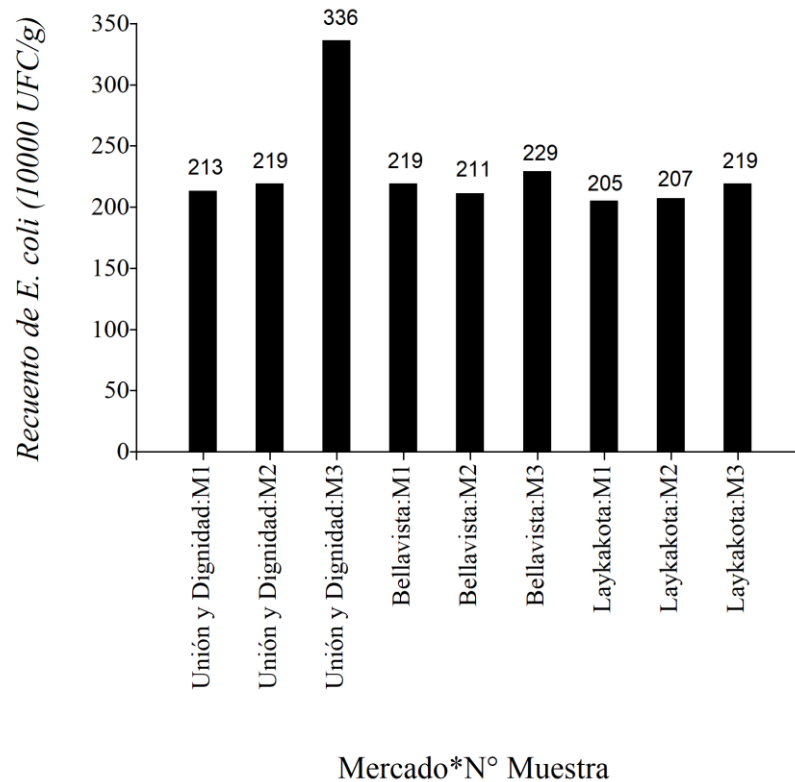


Figura 3. Recuento de *Escherichia coli* en carne bovina expandidos en tres mercados de la ciudad de Puno.

Las bacterias patógenas como: *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella sp*, son bacterias que pueden provenir del ambiente de trabajo, la fuente primaria puede originarse a partir del mismo animal, en el que habitan estas bacterias, las cuales implican amenazas para la salud humana, la familia Enterobacteriaceae constituye a las bacterias Gram negativa, este nombre se debe porque se localizan habitualmente como saprófitos en el tubo digestivo, también forman parte de la flora intestinal normal de diversos ganados, además del hombre (Iezzi et al. 2016).

El recuento de *Escherichia coli* en carne bovina adquiridos de los mercados de la ciudad de Puno variaron en los promedios: $2,17 \times 10^6$ UFC para el mercado Unión y Dignidad, para el mercado Bellavista $2,19 \times 10^6$ y para el mercado Laykakota fue $2,10 \times 10^6$ UFC, estos resultados son inferiores a la investigación realizada por Huanca &



Sánchez (2019), donde en los mercados Sol Divino y Mercado Central el recuento en vísceras de *Escherichia coli* fueron mayores 51×10^7 UFC/g. Además, Cordero (2015), en 28 muestras recolectadas de bovina en Cantón de Arenillas, Ecuador, la presencia de *E. coli* en el mercado municipal fue del 64%, y en tercena del 100%.

El recuento de *E. coli* en los tres mercados de la ciudad de Puno, superaron los límites permisibles según NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, que establece la eficacia sanitaria e inocuidad para los alimentos de consumo humano, donde el producto aceptable es un valor menor o igual a 50 UFC/g, lo contrario es si el producto tiene un valor mayor o igual a 5×10^2 UFC/g en este caso son inaceptables los valores, el alimento representa riesgo para la salud, no obstante, Aldana (2011) en los expendios del mercado Municipal de La Gomera Escuintla, la presencia de *Escherichia coli* se mantuvo por debajo de los estándares permitidos por COGUANOR (<3 UFC/g); por lo que se considera la carne bovina apta para el consumo humano, debido a que los expendios del mercado Municipal cumplen con las exigencias de calidad sanitarias, además, los puestos de venta se encuentran equipados, por el contrario, los mercados de la ciudad de Puno ya tienen muchos años de funcionamiento donde el equipamiento en los puestos de venta es deficiente, la infraestructura está deteriorada y la procedencia de los productos cárnicos son del camal Azoguini y camales clandestinos. Se concluye que las carnes bovinas expandidas en los mercados de la ciudad de Puno no son aptas para el consumo humano.

4.1.3. *Staphylococcus aureus*

El recuento de *Staphylococcus aureus*, para el mercado Unión y Dignidad osciló entre $1,12 \times 10^6$ y $1,50 \times 10^6$ UFC/g con un promedio de $1,27 \times 10^6$ UFC/g, para el mercado Bellavista entre $1,02 \times 10^6$ y $1,08 \times 10^6$ UFC/g con un promedio de $1,05 \times 10^6$ UFC/g y para el mercado Laykakota fue entre $0,44 \times 10^6$ y $1,10 \times 10^6$ UFC/g con un promedio de $0,89 \times 10^6$ UFC/g (Tabla 6 y Figura 5).

Tabla 6. Recuento de *Staphylococcus aureus* en carne bovina expendidos en tres mercados de la ciudad de Puno.

Mercado	N° Muestra	Recuento de <i>S. aureus</i> (UFC/g)	Promedios (UFC/g)
Unión y Dignidad	M1	1,50 x 10 ⁶	1.27 x 10 ⁶
	M2	1,12 x 10 ⁶	
	M3	1,18 x 10 ⁶	
Bellavista	M1	1,06 x 10 ⁶	1.05 x 10 ⁶
	M2	1,02 x 10 ⁶	
	M3	1,08 x 10 ⁶	
Laykakota	M1	0,44 x 10 ⁶	0.89 x 10 ⁶
	M2	1,14 x 10 ⁶	
	M3	1,10 x 10 ⁶	

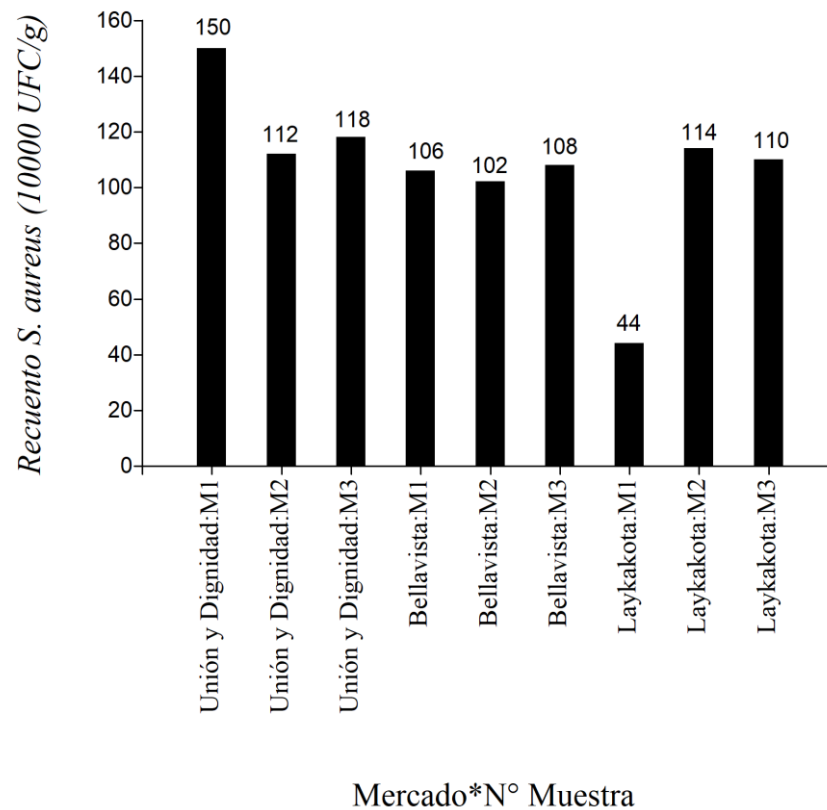


Figura 4. Recuento de *Staphylococcus aureus* en carne bovina expendidos en tres mercados (Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota) en la ciudad de Puno.

Estadísticamente no hubo diferencia significativa ($p = 0.277$) entre los mercados (Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota) en el recuento de *S. aureus* de carne bovina, debido a que los mercados presentan recuentos similares en los distintos puestos de venta.

Los promedios del recuento de *S. aureus* como muestra la Tabla 6, son superiores a lo establecido en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, en donde detalla que debería permanecer en el margen de 10^2 a 10^3 UFC/g, por lo tanto, la carne bovina expendidos en los tres mercados de la ciudad de Puno representa un riesgo para la salud humana. Los resultados obtenidos por **Vargas (2015)** fueron similares donde el recuento en cepas de *Staphylococcus aureus* en los mercados no cumplieron con los criterios de aceptación microbiológica según norma RTE INEN 056 con porcentajes de 33,33% para el mercado

25 de y 23,81% para el mercado central, encontraron valores de media 2×10^7 y 7.4×10^6 UFC/g.

4.2. RESPUESTA A LA SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA DE LAS BACTERIAS *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

4.2.1. *Escherichia coli*

Escherichia coli aislada de carne bovina expandidas en los mercados de la ciudad de Puno, fueron puestos a la prueba de susceptibilidad antimicrobiana por el método disco difusión a tres antibióticos (ampicilina, gentamicina y amikacina) de los cuales los resultados fueron: frente a la ampicilina mostró una respuesta sensible del 11%, resistencia del 44% y sensibilidad intermedia del 44%; frente a la gentamicina tuvo una respuesta sensible del 56%, resistencia del 22% y sensibilidad intermedia del 22%; frente a la amikacina mostró respuesta sensible fue del 33%, resistencia del 11% y sensibilidad intermedia del 56% (Tabla 7).

Tabla 7. Susceptibilidad antimicrobiana de cepas de *Escherichia coli* en porcentaje.

Antimicrobianos	N° de cepas	Sensible		Resistente		Intermedio	
		N°	%	N°	%	N°	%
Ampicilina	9	1	11%	4	44%	4	44%
Gentamicina	9	5	56%	2	22%	2	22%
Amikacina	9	3	33%	1	11%	5	56%

La respuesta a la prueba de susceptibilidad antimicrobiana en cepas de *Escherichia coli* frente a los tres antibióticos (Ampicilina, Gentamicina y Amikacina) aislados de los tres mercados de la ciudad de Puno, los resultados fueron: frente a la Ampicilina con los siguientes promedios : en los mercados Unión y Dignidad y Bellavista mostraron un valor intermedio de 14,3 mm y 15,0 mm respectivamente y el mercado

Laykakota 11,7 mm, por lo que existe resistencia a la Ampicilina; frente a la Gentamicina los promedios fueron: en el mercado Unión y Dignidad fue 12,0 mm el halo de inhibición, en el mercado Bellavista 17,0 mm y en el mercado Laykakota 17,7 mm, por lo cual existe una respuesta sensible en los mercados Laykakota y Bellavista, resistencia antimicrobiana en el mercado Unión y dignidad, finalmente, frente a la amikacina con promedios: en el mercado Unión y Dignidad fue 16,0 mm, en el mercado bellavista 17,7 mm y para el mercado Laykakota 17,3m, donde se considera que existe una respuesta sensible a la Amikacina en los tres mercados (Figura 6).

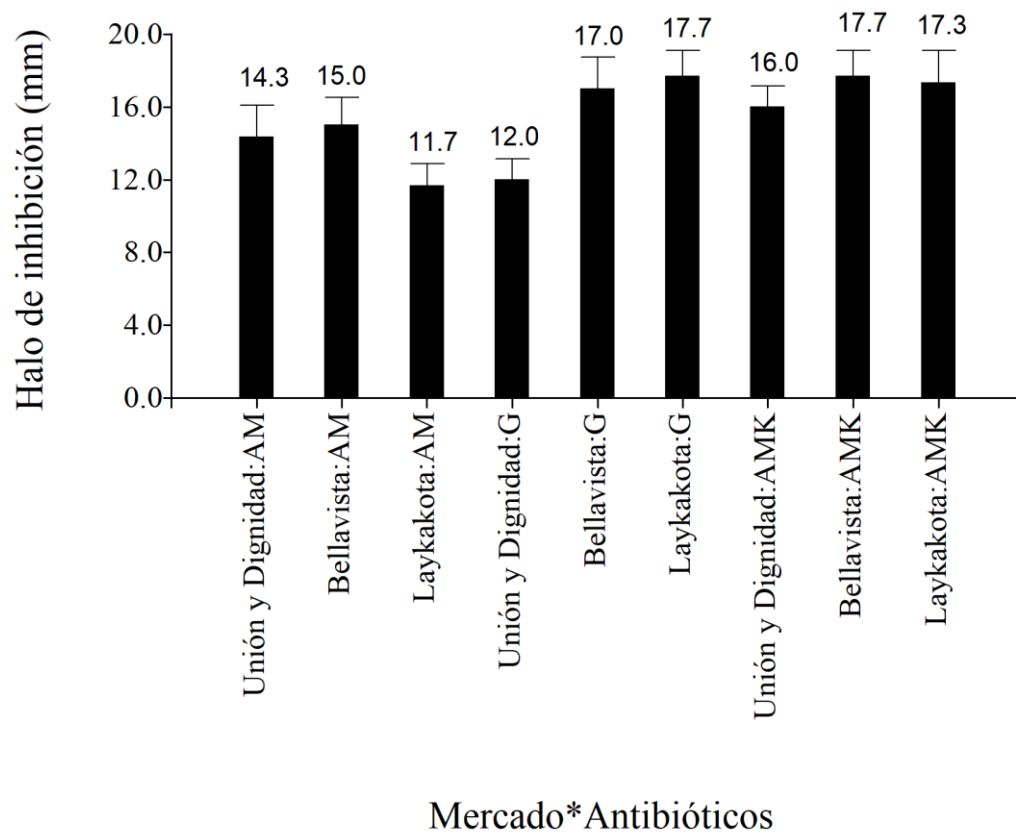


Figura 5. Promedios de los halos de inhibición del perfil de susceptibilidad antimicrobiana de cepas de *Escherichia coli* en repuesta a los antibióticos ampicilina, gentamicina y amikacina en los tres mercados de la ciudad de Puno.



En el presente estudio, se aisló *E. coli*, luego se puso a prueba de susceptibilidad antimicrobiana, en donde se encontró resistencia variable a los antimicrobianos. Según los resultados obtenidos frente a la ampicilina la resistencia fue del 44% y una respuesta sensible del 11%; gentamicina una resistencia del 22% y una sensibilidad del 56%; amikacina una resistencia del 11% y una sensibilidad del 33%. Estos resultados difieren con los hallazgos por Piedrahita et al. (2001), quienes detallan que los productos cárnicos para consumo humano en el departamento de Córdoba, indican que el 89.4% fue resistente a la tetraciclina y el 21% resistente a trimetoprim sulfametoxazol, asimismo, mostraron una sensibilidad del 100% a la amikacina, gentamicina, ampicilina, ciprofloxacina, ampicilina/sulbactam y cefaclor, en cepas de *Escherichia coli* 0157: H7, por otro lado, Quesada et al. (2016) obtuvieron resultados diferentes, donde la tetraciclina, cloranfenicol, ampicilina, ácido nalidixico, estreptomina, trimetoprim/sulfametoxazol, gentamicina, ciprofloxacina y cefalosporinas presentaron resistencia antibiótica en cepas de *Salmonella typhimurium* y *Salmonella enteritidis*.

La Organización Mundial de la Salud menciona que cerca del 80% del consumo de antibióticos de importancia médica también se da en el sector animal en diversos países, principalmente como promotores de crecimiento en animales sanos. El uso elevado de antibióticos resulta fácil de acceder y sin receta, sin embargo, la demanda de alimentos de origen animal puede llevar a nuevos aumentos en el uso de antibióticos OMS (2016)

De acuerdo a los resultados obtenidos para la ampicilina presentó una resistencia del 44%, debido a que siendo superior al resultado obtenido por Montes (2014), donde observó resistencia para la ampicilina de 32% en aislamientos de *Escherichia coli* obtenidos de carne de bovino en México; Ríos et al. (2019) de las 148 cepas de *Salmonella enterica* el 10% fue resistente para la ampicilina. Igualmente los resultados fueron



superiores a la investigación de Sánchez (2018) que indica que la resistencia antimicrobiana en cepas de *Escherichia coli* fueron: el 40,6 % de estos aislados mostró resistencia a la ampicilina en el terminal pesquero de Ancón; el 46,9% fue resistente a ampicilina en el terminal pesquero de Chorrillos. Por otro lado, los resultados obtenidos en esta investigación fueron inferiores a los resultados estudios por Carvajal et al. (2019), de 46 cepas de *E. coli* analizadas, la resistencia a la ampicilina fue del 91% y el 80% de resistencia a las cefalosporinas, confirmando la presencia de BLEES en 63% de las cepas obtenidas.

Ruiz-Roldán et al. (2018), refiere que la presencia de enterobacteriaceas en muestras de carne recolectadas en los mercados tradicionales de Lima, son resistentes a trimetropima-sulfametoxazol, ampicilina, tetraciclina, asimismo la carne bovina es un potencial reservorio de *Escherichia coli* productoras de BLEE pAmpC.

De acuerdo a los resultados logrados en cepas aisladas de *E. coli* se observó lo siguiente: frente a la gentamicina fue sensible con 56%, y frente a la amikacina con un 33%, siendo inferiores a los resultados obtenidos por Flores (2017) en donde indica que cepas aisladas de *E. coli*, fueron sensibles con un 75% para amikacina, un 76% a la gentamicina, un 72 % a la tetraciclina y un 75% a la ciprofloxacina, la resistencia con un 44% al ácido nalidixico, un 39% a la ampicilina y un 54% a la estreptomina, lo que indica que hubo un mal manejo en la terapia antimicrobiana durante la crianza de estos bovinos. El uso elevado de antibióticos resulta fácil de acceder y sin receta, sin embargo, la demanda de alimentos de origen animal puede llevar a nuevos aumentos en el uso de antibióticos OMS (2016). Sin embargo, Morocho (2018) muestra que la sensibilidad antibiótica presentó mayores porcentajes en el siguiente orden, un 100% a carbapenémicos, un 91% a la Cefoxitina, un 86% a la Nitrofurantoína, un 80% a la Amikacina, un 61% a la Ceftazidime y con porcentajes elevados de resistencia estuvieron

la Ciprofloxacina con un 57%, Cefazolina con un 43% y un 42% a Trimetropim/Sulfametoxazol. Asimismo, Reyes et al. (2013) confirman que, *E. coli* O157:H7 aislada de canales vacunos presento resistencia antimicrobiana de la siguiente manera: 75% a la cefalotina, 62,5% a la carbencilina, 50% a la amikacina y 50% de resistencia a la gentamicina. La carne bovina contaminada con bacterias resistentes a los antimicrobianos puede transferir sus genes además de sus toxinas, al no ser debidamente manipulados y cocinados.

4.2.2. *Staphylococcus aureus*

Las cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de la carne bovina expandidas en los mercados de la ciudad de Puno, fueron puestos a la prueba de susceptibilidad antimicrobiana por el método disco difusión a tres antibióticos (penicilina, eritromicina y clindamicina) de las cuales los resultados fueron: frente a la penicilina fue sensible con un 11%, resistente con un 89% ; frente a la eritromicina fue sensible con un 56%, resistente con 22% y una sensibilidad intermedia con un 22%; frente a la clindamicina fue sensible con un 45%, resistente con 22% y una sensibilidad intermedia con un 33% (Tabla 8).

Tabla 8. Susceptibilidad antimicrobiana en cepas de *Staphylococcus aureus* en porcentaje.

Antimicrobianos	N° de cepas	Sensible		Resistente		Intermedio	
		N°	%	N°	%	N°	%
Penicilina	9	1	11%	8	89%	0	0%
Eritromicina	9	5	56%	2	22%	2	22%
Clindamicina	9	4	45%	2	22%	3	33%

La respuesta a la prueba de susceptibilidad antimicrobiana en cepas de *Staphylococcus aureus* a los tres antibióticos (Penicilina, Eritromicina y Clindamicina), aislados de carne bovina de los tres mercados de la ciudad de Puno : frente a la penicilina en los mercados Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota los halos de inhibición tuvieron los siguientes promedios; 19,3 mm, 19,0 mm y 21,3 mm respectivamente, concluyendo que existe resistencia antimicrobiana en los tres; frente a la Eritromicina en el Mercado Unión y Dignidad con un promedio de 27,3 mm, se considera sensible a la eritromicina, en el mercado Bellavista con un promedio de 21,3 mm, y para el mercado Laykakota con un promedio de 20,3 mm, teniendo ambos un valor intermedio para la eritromicina; finalmente frente a la Clindamicina fueron sensibles en los mercados Unión y Dignidad y Bellavista con promedios de 24,7 mm y 21,7 mm, respectivamente, para el mercado Laykakota con un promedio de 16,0, que representa un valor intermedio a la Clindamicina (Figura 7).

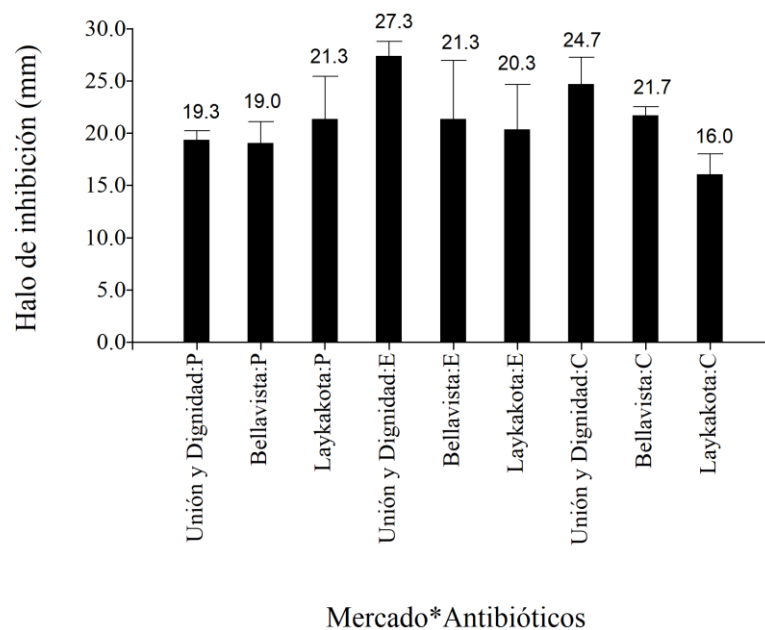


Figura 6. Promedio de los halos de inhibición del perfil de susceptibilidad antimicrobiana de cepas de *Staphylococcus aureus* en respuesta a los antibióticos: penicilina, eritromicina y clindamicina



En el presente estudio, a la prueba de susceptibilidad antimicrobiana en *Staphylococcus aureus*, la resistencia a la penicilina fue 89%, sensible con 11%; respecto a la eritromicina fue sensible con un 56%, resistente con 22%; frente a la clindamicina fue sensible con un 56%, y un 22% de resistencia antimicrobiana. Estos resultados difieren a los resultados obtenidos por López (2016), quien trabajó con 31 cepas de *Stafilococcus aureus*, donde los porcentajes de resistencia que mostraron fueron: 96,77% a la penicilina, 77,42% a la oxacilina, 3,23% a la gentamicina y 3,23% a norfloxacin, además fueron sensibles con porcentajes del 100% a la vancomicina, 96,77% a la gentamicina y 96,77% a norfloxacin; por otra parte, Buzón (2017), en 30 cepas de estafilococos resistentes a la meticilina (MRS), observó elevados porcentajes de resistencia frente a la Eritromicina (76,7%), Trobamicina (66,7%), Ceftazidima (66,7%), ciprofloxacina (56,7%) y Fosfomicina (53,3%); Roca (2013), en su trabajo de investigación indica que en el hospital Maciel y CASMU la valoración fue 80% de los aislamientos presenta resistencia a Meticilina, el 63% resistencia a Eritromicina, el 3,2% resistencia a Clindamicina y Telitromicina. Asimismo, Cardona et al. (2013), indican que presentaron resistencia a la eritromicina y clindamicina en cepas aisladas de bacterias como: *E. coli* (22,5%), *S. aureus* (22,5%), *Staphylococcus sp* (15%) y *Klebsiella sp* (9,68%), asimismo, las bacterias Gram positivas fueron sensibles a los siguientes antibióticos: eritromicina, vancomicina, oxacilina y clindamicina, pero mostraron resistencia a la norfloxacin, gentamicina, y trimetoprim/sulfametoxazol.



V. CONCLUSIONES

- El recuento bacteriano de mesófilos aerobios fue entre $2,18 \times 10^6$ UFC/g y $3,20 \times 10^6$ UFC/g en los tres mercados de la ciudad de Puno, los cuales no superaron el límite establecido según NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01. Sin embargo, el recuento de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* superaron los límites máximos permisibles establecidos por la norma, las carnes analizadas en los tres mercados de la ciudad de Puno no son aptas para el consumo humano.
- *Escherichia coli* fue resistente a la ampicilina en bacterias procedentes de los mercados (Unión y Dignidad, Bellavista y Laykakota), frente a la gentamicina y amikacina fue resistente en bacterias provenientes del mercado Unión y Dignidad; *Staphylococcus aureus* también fue resistente a la penicilina en bacterias aisladas de los tres mercados, frente a la eritromicina fue resistente en bacterias procedentes del mercado Bellavista y Laykakota; frente a la clindamicina solo las provenientes del mercado Laykakota resultaron resistentes, según el Manual de Procedimientos para la Prueba de Sensibilidad Antimicrobiana por el Método de Disco Difusión del INS (2002).



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda informar a la población sobre el seguimiento que realizan las autoridades locales respecto a la venta de carne bovina en los mercados de la ciudad de Puno, para así evitar el incremento de los recuentos bacterianos.
- Analizar el recuento y su resistencia antimicrobiana en otros productos cárnicos en los distintos mercados de nuestra región de Puno, donde existen pocas investigaciones locales.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, D. (2011). "Determinación de la calidad microbiológica de la carne de res expendida en el mercado municipal de la Gomera, departamento de Escuintla". Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Alejo, C., Chen, Y.-T., Cong, J., Ghodrat, M. A., Huang, M., Liu, C., Xiao, B., & Zou, Y. (2013). Evaluación de Riesgos de *Staphylococcus aureus* Enterotoxigénico en Alimentos Preparados no Industriales en Colombia. In *Proceedings of the 2013 IEEE 31st International Conference on Computer Design (ICCD)*. <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872017001201559>
- Apella, M., & Araujo, P. (2019). Microbiología de agua. Conceptos básicos. Centro de Referencia para Lactobacilos y Universidad Nacional de Tucumán. Chacabuco 145, San Miguel de Tucumán, Tucumán CP 4000 Argentina. *Dignos de Su Arte*, 13–30. <https://doi.org/10.31819/9783954871568-002>
- Ardoino, S., Toso, R., Toribio, M., Álvarez, H., Mariani, E., Cachau, P., Mancilla, M., & Oriani, D. (2017). Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo. *Ciencia Veterinaria*, 19(1), 50–66.
- Avellaneda, J., & Pecho, E. (2001). "Estudio de la resistencia a los antibacterianos en el Centro Medico Naval de enero a diciembre del 2000". Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Baires, A. L. (2013). Resistencia antibiótica. *Revista Medica Herediana*, 14(4), 155. <https://doi.org/10.20453/rmh.v14i4.699>
- Baylis, C., Uyttendaele, M., Joosten, H., Davies, A., & Heinz, H. J. (2011). The Enterobacteriaceae and their significance to the food industry. In *ILSI Europe Report Series*.
- Belloso, W. H. (2009). Historia de los antibióticos, Reseña Histórica. *Rev. Hosp. Ital. B.Aires*, 29(2), 104.111. https://www1.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias_attachs/47/documentos/7482_102-111-belloso.pdf
- Bianchi, G. (2011). "La Calidad De La Carne y Grasa". Departamento de Producción



- Animal y Pasturas. Universidad de la República, Uruguay.
- Buzón Durán. (2017). “ *Resistencia a antibióticos y capacidad para formar biofilm en cepas de MRSA (Staphylococcus aureus resistente a la meticilina) y Salmonella de origen alimentario*”
- Calle Pacompia, A. E. (2020). *Presencia de residuos de antibióticos de uso veterinario en bovinos (Bos taurus), faenados en los camales de la ciudad de Puno por el método microbiológico 2017.*
- Camacho, A., Giles, M., Ortigón, A., Palao, M., & Serrano, B. (2009). *Técnicas para analisis microbiológico.* 1–17.
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Colif-tot-fecales-Ecoli-NMP_6529.pdf
- Camou, T., Zunino, P., & Hortal, M. (2018). Cicatrización por segunda intención en carcinomas basocelulares extensos luego de la cirugía micrográfica de Mohs: a propósito de un caso clínico. *Revista Medica del Uruguay*, 34(3), 277–284.
<https://doi.org/10.29193/rmu.34.3.6>
- Campuzano, S., Mejía, D., Madero, C., & Pabón, P. (2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. *Rev. Nova*, 13(23), 81–92.
<https://doi.org/10.22490/24629448.1708>
- Canales, M. E., & Perla, A. X. (2017). *Evaluación in vitro de la multirresistencia antimicrobiana de bacterias causantes de mastitis subclínica y mastitis clínica identificadas en vacas en ordeño manual en tres ganaderías del Municipio de Agua Caliente, Chalatenango.*
- Cárdenas, J., Castillo, O., De Cámara, C., & González, V. (2018). Combatiendo la resistencia bacteriana: una revisión sobre las terapias alternas a los antibióticos convencionales. *Bol. Venez. Infectol*, 29(1), 11–19.
<http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/06/904945/02-cardenas-j-11-19.pdf>
- Cardona, J., Álvarez, J., & Arrieta, G. (2013). Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de bacterias aisladas desde onfalitis en terneros de 10 explotaciones ganaderas del departamento de Córdoba, Colombia. *Rev. Veterinaria y Zootecnia*, 7(1), 62–70.



- Carvajal B., E., Hernández A., W., Torres C., M., López V., D., Rueda G., E., & Vásquez de Díaz, M. C. (2019). Resistencia antimicrobiana de cepas de *Escherichia coli* aisladas de contenidos de bursa de Fabricio de aves para engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(1), 430–437. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14648>
- Cayul, A. (2012). *Estudio de resistencia a antimicrobianos de uso frecuente en Medicina Veterinaria, de patógenos bacterianos aislados de metritis bovina en rebaños lecheros de la décima región*. Universidad Austral de Chile.
- Cepeda, E., & Caicedo, G. (2007). Factores asociados a la calidad de la educación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43(4), 1–7. <https://doi.org/10.35362/rie4342318>
- Cervantes, E., García-gonzález, R., & Salazar-schettino, P. M. (2014). *Características generales del Staphylococcus aureus*. 61(1), 28–40.
- Choi, H. L., Hwang, B. K., Kim, B. S., & Choi, S. H. (2020). Influence of pathogen contamination on beef microbiota under different storage temperatures. *Food Research International*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109118>
- Cordero, C. F. (2015). *Evaluación microbiológica de la carne bovina en mercado tercenos del cantón de Arenillas, provincia de el Oro*. 4–40. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Cortez, V. (2017). *Aislamiento y caracterización de bacterias de la familia enterobacteriaceae y Staphylococcus spp, presentes en la carne molida comercializada en supermercados ubicados en el distrito de Miraflores, Lima - Perú: Evidencia de cepas productoras de B - lactam*. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima - Perú.
- De La Fuente, N., Villarreal, J., Díaz, M., & García, A. (2015). Evaluación de la actividad de los agentes antimicrobianos ante el desafío de la resistencia bacteriana Evaluation of the activity of antimicrobial agents against the challenge of bacterial resistance. *Rev Mex Cienc Farm*, 46(2), 7–16. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcf/v46n2/1870-0195-rmcf-46-02-00007.pdf>
- Echávarri, V. (2012). *Carne bovina. bovinos-carne-producción-comercio . Oficina de estudios y políticas agrarias www.odepa.gob.cl. Mdic, 2012–2013*. http://www.slideshare.net/cleberson.souza/carne-bovina-12157286?from_search=1



- Espinales, K. P. (2012). "*Análisis microbiológico para control cualitativo de carne ovina y caprina, seca y salada*". Instituto politécnico, Braganca.
- Espino, L. (2006). "*Recuento de bacterias aerobias mesofilas totales en canales bovinas mediante el método de hisopado en un camal de Lima Metropolitana*". Universidad Nacional Mayor De San Marcos.
- Farfán, R. (2012). "*Evaluación de bacterias aeróbias mesófilas totales en canales de bovinos (Bos taurus) en el camal municipal de Tacna - 2011*". Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Figueroa, L. Y. (2019). "*La calidad de la carne y canal bovina en Colombia*". Universidad Cooperativa de Colombia.
- Fleitas, A. S. (2015). Terapia antimicrobiana utilizada de forma empírica y prudente en los pacientes con enfermedades vasculares periféricas. *Revista Cubana de Angiología y Cirugía Vascolar*, 16(2), 190–204.
- Flores, C. (2017). *Resistencia antibacteriana en cepas de E. coli aisladas del proceso de beneficio bovino en Lima Metropolitana*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú.
- García, C. V. (2014). "*Resistencia antibiótica de Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae y Proteus sp., en el Hospital Regional de Occidente de Quetzaltenango*". Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Garza, E. (2015). "*Evaluación microbiológica de la carne bovina que se expende en los mercados municipales de la cabecera departamental de Chiquimula*". Universidad de San Carlos de Guatemala Centro.
- Gatica, M., & Rojas, H. (2018). Gestión sanitaria y resistencia a los antimicrobianos en animales de producción. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(1), 118. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.351.3571>
- Gigena, M. (2008). "*El Bienestar Animal y la Calidad de Carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena Animal*". Universidad Politécnica de Valencia.
- Heredia, N., Esteban, J., Aviña, D., Soto, L. S., & García, S. (2014). Productos cárnicos : principales patógenos y estrategias no térmicas de control. *Revista Nacameh*. 8(1),



S20–S42.

- Hernández-Barrera, J. C., Angarita-Merchán, M., & Prada-Quiroga, C. F. (2017). Impacto del uso de antimicrobianos en medicina veterinaria. *Ciencia y Agricultura*, 14(2), 27–38. <https://doi.org/10.19053/01228420.v14.n2.2017.7146>
- Hernández, F. M., & Schneck, M. V. (2016). "Calidad Microbiológica de carne bovina envasada al vacío y refrigerada". Universidad de la República - Uruguay.
- Huanca, L., & Sánchez, E. C. (2019). "Calidad microbiológica de la carne de pollo (*Gallus gallus domesticus*) comercializadas en los mercados de Jaén, 2019". Universidad Nacional de Jaén.
- Hurtado, M. P., De la Parte, M. A., & Brito, A. (2002). *Staphylococcus aureus*: Revisión de los mecanismos de patogenicidad y la fisiopatología de la infección estafilocócica. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 22(2), 112–118. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562002000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Iezzi, S., Sallovitz, J. M., & Purslow, P. (2016). Eficacia de la aspersion de ácido láctico (4 %) en el descenso de enterobacterias totales y *Escherichia coli* en reses bovinas. *Revista veterinaria*. 27(1), 41–44.
- INS. (2002). *Instituto Nacional De Salud. Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el metodo disco difusion. Serie de Normas Técnicas N ° 30 Lima - 2002.*
- Junod, T. (2010). "Susceptibilidad a antibióticos en cepas de *Salmonella* entérica de origen animal y alimentario". Universidad de Concepción - Chile.
- Lacueva, M. (2017). *Resistencia a antibióticos en Staphylococcus aureus. Evolución y perspectiva actual*". Universidad Complutense. <https://eprints.ucm.es/54765/>
- Larraín, R., & Bello, E. V. (2016). Composición de cortes de carne bovina nacional. Pontificia Universidad Católica de Chile. *In Economic and Political Weekly* 51, Issue 30.
- López, R. (2016). "Determinación de la resistencia microbiana de cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas de quesos frescos provenientes de mercados de Lima Metropolitana". Universidad Nacional Mayor de San Marcos.



- Lucas, M., Mestorino, N., Mestorino, N., & Errecalde, J. (2007). Dirección para correspondencia: macrólidos: novedades de un clásico grupo de antimicrobianos. *Analecta Veterinaria*, 27(1), 36–45.
- Luján, D. A. (2013). *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina asociado a la comunidad: aspectos epidemiológicos y moleculares. *Anales de La Facultad de Medicina*, 74(1), 57. <https://doi.org/10.15381/anales.v74i1.2053>
- Luyo, J. (2020). "Resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* aisladas en urocultivos hospital gustavo lanatta lujan 2016". Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Maguiña, C. P. (2018). Uso racional de antibioticos. Tercera edición.
- Mamani, E., Luján, D., & Pajuelo, G. (2006). Perfil de sensibilidad y resistencia de *Staphylococcus aureus*. Experiencia en el Hospital Nacional Hipólito Unanue. *An Fac Med Lima*. 67(2), 120–124.
- Mantilla, E. (2019). "Presencia de bacterias aerobias mesófilas, *Escherichia coli* y *Salmonetta sp.* en carne fresca de bovinos beneficiados en el Matadero Municipal de Cajamarca". Univerddidad Nacional de Cajamarca.
- Medina, A. (2011). "Resistencia antimicrobiana en aislados de *Escherichia coli* de conejos tratados por vía oral con diferentes pautas de doxiciclina". Universidad Complutense de Madrid.
- Minagri. (2019). *Minagri impulsa producción y consumo de carne para luchar contra la anemia infantil Gobierno del Perú*. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/52971-minagri-impulsa-produccion-y-consumo-de-carne-para-luchar-contr-la-anemia-infantil>
- Montes, S. (2014). "Resistencia a B-Lactámicos y Quinolonas en aislamientos de *Escherichia coli* obtenidos de canales de bovinos en el estado de México y Jalisco". Universidad Autónoma del Estado de México
- Montone, F., Dib, A., & Suárez, G. (2017). Antimicrobial prescribing patterns in small animal practice in Montevideo Resumen Introducción. *Veterinaria (Montevideo)*, 54(207), 24–31.
- Moreno, M., Castillo, M., Ferrebuz, A., Osorio, W., Torres, M., & López, D. (2018). Resistencia bacteriana en pequeños animales, potencial riesgo para la salud humana.



- Rev. Electrón. Vet.*, 19(2), 1–24.
- Morocho, M. (2018). "*Susceptibilidad antimicrobiana de Escherichia coli causante de infección de vías urinarias en usuarios del Laboratorio Clínico MEDILAB-Loja*". Universidad Nacional de Loja Facultad de la Salud Humana.
- Mulato, J. (2018). "*Resistencia antibiótica a los agentes causales de mastitis en vacas*". Universidad Nacional de Huancavelica.
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1540>
- Nina, M. S. (2019). "*Calidad microbiológica de la carne de pollo expendida en el Mercado Mayorista Miguel Grau del distrito de Tacna*". Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- OMS, O. M. de la S. (2016). *Plan De Acción Mundial Sobre La Resistencia a Los Antimicrobianos*.
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255204/9789243509761-spa.pdf>
- Paredes, F., & Roca, J. J. (2004). Acción de los antibióticos Perspectiva de la medicación antimicrobiana. *Ámbito Farmacéutico Farmacología*, 23(3), 116–124.
[pps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13059414&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=4&ty=144&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=4v23n03a13059414pdf001.pdf](https://www.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13059414&pident_usuario=0&pcontactid=&pident_revista=4&ty=144&accion=L&origen=zonadelectura&web=www.elsevier.es&lan=es&fichero=4v23n03a13059414pdf001.pdf)
- Parra, M. (2003). "*Los residuos de medicamentos en la leche problemática y estrategias para su control*". Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica PRONATTA.
- Passalacqua, N., & Cabrera, J. (2014). *Análisis microbiológico de los alimentos. Metodología Analítica Oficial. Microorganismos indicadores* (ANMAT. & M. de Salud (eds.)). Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos.
- Patiño, N. M. (2009). Actualidades Farmacológicas Penicilina. *Departamento de Farmacología, Facultad de Medicina, UNAM*.
- Perez, J. C., & Serrano, F. R. (2013). "*Calidad microbiológica de la carne de pollo (Gallus gallus) comercializada en la ciudad de Huancavelica*". Universidad Nacional de Huancavelica.
- Piedrahita, D., Márquez, T., & Máttar, S. (2001). Detección de *Escherichia Coli* 0157:



- H7 en poblaciones porcinas, canal bovina y productos cárnicos en el departamento de Córdoba. *Revista MVZ Córdoba*. <https://doi.org/10.21897/rmvz.532>
- Quesada, A., Reginatto, G., Ruiz, A., Colantonio, L., & Burrone, M. (2016). Resistencia antimicrobiana de Salmonella spp aislada de alimentos de origen animal para consumo humano. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Pública*, 33(1), 32–44. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2016.331.1899>
- Reyes, N., Talavera, M., Varela, J., Barba, J., Gutiérrez, A., & Alonso, U. (2013). Prevalencia y resistencia a antibióticos de Escherichia coli O157:H7 aislada de canales de bovinos sacrificados en rastros del altiplano central Mexicano. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.*, 4(2), 235–242.
- Ríos C., A., Morales-Cauti, S., Vilca L., M., Carhuallanqui P., A., & Ramos D., D. (2019). Determinación del perfil de resistencia antibiótica de Salmonella enterica aislada de cerdos faenados en un matadero de Lima, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(1), 438–445. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.15701>
- Robaina, R. (2012). "Glosario recopilado y redactado por Ricardo Robaina. Presentado en el 2º Congreso del Campo al Plato (2002) y con actualizaciones en el 2009 y 2012". Instituto Nacional de Carnes Dirección de Control y Desarrollo de Calidad. 1–11.
http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf
- Rodríguez-Angeles, M. G. (2002). Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de Escherichia coli. *Salud Publica de Mexico*, 44(5), 464–475. <https://doi.org/10.1590/s0036-36342002000500011>
- Rovere, M. (2018). La Resistencia Antimicrobiana: Una Perspectiva Internacional e Intersectorial. *Inmanencia. Revista del Hospital Interzonal General de Agudos (HIGA) Eva Perón*, 6(1), 207–214.
- Ruiz-Roldán, L., Martínez-Puchol, S., Gomes, C., Palma, N., Riveros, M., Ocampo, K., Durand, D., Ochoa, T. J., Ruiz, J., & Pons, M. J. (2018). Presence of multidrug resistant enterobacteriaceae and escherichia coli in meat purchased in traditional markets of lima. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(3), 425–432. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.353.3737>



- Sacsquispe, R., & Velasquez, J. (2002). Manual de procedimientos para la prueba de sensibilidad antimicrobiana por el método de disco difusión. In Instituto Nacional del Perú (Ed.), *Serie de Normas Técnicas N° 30*. Instituto Nacional del Perú. <https://doi.org/1-56238-525-5>
- San Martin, B., Kruze, J., Morales, M., Agüero, H., Leon, B., Espinoza, S., Iragüen, D., Puga, J., & Borie, C. (2002). Resistencia bacteriana en cepas patógenas aisladas de mastitis en vacas lecheras de la V Región, Región Metropolitana y X Región, Chile. *Arch. Med. Vet.*, 34(2), 221–234.
- Sánchez, C. (2018). "*Detección Molecular y fenotípica de resistencia antimicrobiana de Escherichia coli, aislada de agua de mar utilizada en el expendio de productos hidrobiológicos en los terminales pesqueros de Ancón y Chorrillos*". Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Sánchez, M., Gutiérrez, N., Padilla, M., & Suárez, L. (2015). Resistencia antimicrobiana de bacterias aisladas de clínicas veterinarias de la ciudad de Ibagué, Colombia. *Rev. Univ. Salud.*, 17(1), 18–31.
- Sandoval, V. R. C. (2017). "*Aislamiento y caracterización de bacterias de la familia enterobacteriaceae y Staphylococcus spp. presentes en la carne molida comercializada en supermercados ubicados en el distrito de Miraflores, Lima-Perú: Evidencia de cepas productoras de β - lactamasa*". Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Seija, V., & Vignoli, R. (2006). *Temas de bacteriología y virología médica Principales grupos de antibióticos*. 631–648.
- Sierra Benítez, E. M., & León Pérez, M. Q. (2019). Terapia antibacteriana: origen y evolución en el tiempo. *Revista Médica Electrónica*, 41(5), 1300–1308.
- Signorini, & Frizzo, L. (2009). Modelo de contaminación cruzada por Escherichia coli verocitotoxigénica durante la elaboración de hamburguesas caseras y evaluación cuantitativa de riesgos. *Revista Argentina de Microbiología*. 41(4), 237-244.
- Soriano, A., Llinares, P., Montejo, M., Salavert, M., Maseda, E., Moreno, A., Pasquau, J., Gómez, J., & Soy, D. (2013). Guía de tratamiento antimicrobiano para Staphylococcus Aureus. *Sociedad Española de Quimioterapia*, 26, 1–84. <https://seq.es/seq/0214-3429/26/sup/guia.pdf>



- Teira, G., Perlo, F., Bonato, P., & Tisocco, O. (2006). Calidad de carnes bovinas . Aspectos nutritivos y organolépticos relacionados con sistemas de alimentación y prácticas de elaboración. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, XVII(3), 173-193.
- Todd, J. (2005). Infecciones estafilocócicas. *Resúmenes de Artículos de La Literatura Pediátrica*, 26, 438–443. http://www.med.ufro.cl/clases_apuntes/medicina-interna/infectologia/docs/infecciones-estafilococicas.pdf
- USDA. (2011). Programa Nacional de Acreditacion Veterinaria. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Servicio de Inspección de Salud Animal y Vegetal. Servicios Veterinarios. *Cfsph*, 8–11. <http://www.cfsph.iastate.edu/pdf-library/Acreditacion-Veterinaria/NVAP-Mod23-Antibiotics-in-Animals.pdf>
- Valdés, M. Á. S. (2017). La resistencia microbiana en el contexto actual y la importancia del conocimiento y aplicación en la política antimicrobiana. *Revista Habanera de Ciencias Medicas*, 16(3), 402–419.
- Vargas, M. (2015). "Evaluación microbiológica de la carne bovina en mercados y camal del Cantón Machala, Provincia de el Oro". Universidad Técnica de Machala.
- Vásquez, G. (2003). La Contaminación de los Alimentos, un Problema por Resolver. *Salud UIS*, 35, 48–57.
- Vélez, C. (2013). *Determinación de antibióticos en carne vacuna y porcina , proveniente del Norte Antioqueño en la planta Frigocolanta ubicada en el Municipio de Santa Rosa de Osos .* 1–67.
http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/889/1/Determinacion_de_antibioticos_en_cerdos_y_reses.pdf
- Villanueva, G., & Morales, S. (2017). Resistencia antibiótica de patógenos bacterianos aislados de mastitis clínica en bovinos de crianza intensiva. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(12), 1–12.
- Zarazaga, M., & Torres, C. (2002). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales. ¿Vamos por el buen camino?. *Gaceta Sanitaria*, 16(2), 109–112.

ANEXOS

Tabla 9. Análisis de normalidad aplicando test de Shapiro Wilk para los datos de recuento de bacteriano de mesófilos aerobios, *E. coli* y *S. aureus* en muestras de carne bovino en mercados de la ciudad de Puno.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
MUESTREOS	27	198.48	74.31	0.91	0.0629

p=0.0629 siendo >0.05 , por tanto, existe normalidad de datos.

Tabla 10. Análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de contraste de Tukey para el recuento de mesófilos aerobios en muestras de carne bovino de mercados de la ciudad de Puno.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Recuento (10000 UFC/g)	9	0.12	0.00	15.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1348.22	2	674.11	0.41	0.6820
Mercado	1348.22	2	674.11	0.41	0.6820
Error	9907.33	6	1651.22		
Total	11255.56	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=101.80083

Error: 1651.2222 gl: 6

Mercado	Medias	n	E.E.
Laykakota	288.00	3	23.46 A
Bellavista	263.67	3	23.46 A
Unión y Dignidad	260.67	3	23.46 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Tabla 11. Análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de contraste de Tukey para la comparación del recuento *E. coli* en muestras de carne bovino de mercados de la ciudad de Puno.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Recuento (10000 UFC/g)	9	0.35	0.13	23.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2104.89	2	1052.44	1.60	0.2772
Mercado	2104.89	2	1052.44	1.60	0.2772
Error	3944.00	6	657.33		
Total	6048.89	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=64.23051

Error: 657.3333 gl: 6

Mercado	Medias	n	E.E.
Unión y Dignidad	126.67	3	14.80 A
Bellavista	105.33	3	14.80 A
Laykakota	89.33	3	14.80 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Tabla 12. Análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de contraste de Tukey para la comparación del recuento de bacteriano de mesófilos aerobios *S. aureus* en muestras de carne bovino.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Recuento (10000 UFC/g)	9	0.26	0.01	17.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3492.67	2	1746.33	1.06	0.4038
Mercado	3492.67	2	1746.33	1.06	0.4038
Error	9895.33	6	1649.22		
Total	13388.00	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=101.73916

Error: 1649.2222 gl: 6

Mercado	Medias	n	E.E.
Unión y Dignidad	256.00	3	23.45 A
Bellavista	219.67	3	23.45 A
Laykakota	210.33	3	23.45 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Figura 7. Muestras de carne bovina procedentes de los puestos de venta en los tres mercados de la ciudad de Puno, laboratorio de microbiología de los alimentos.

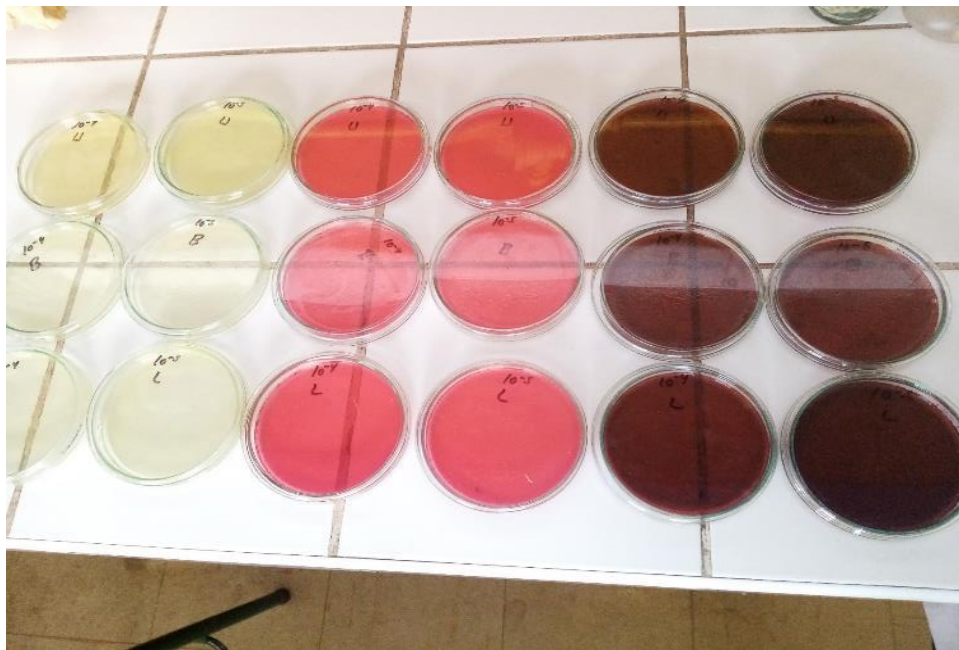


Figura 8. Medios de cultivo para los recuentos bacterianos, en el laboratorio de microbiología de los alimentos.



Figura 9. Crecimiento de colonias de recuento de mesófilos, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

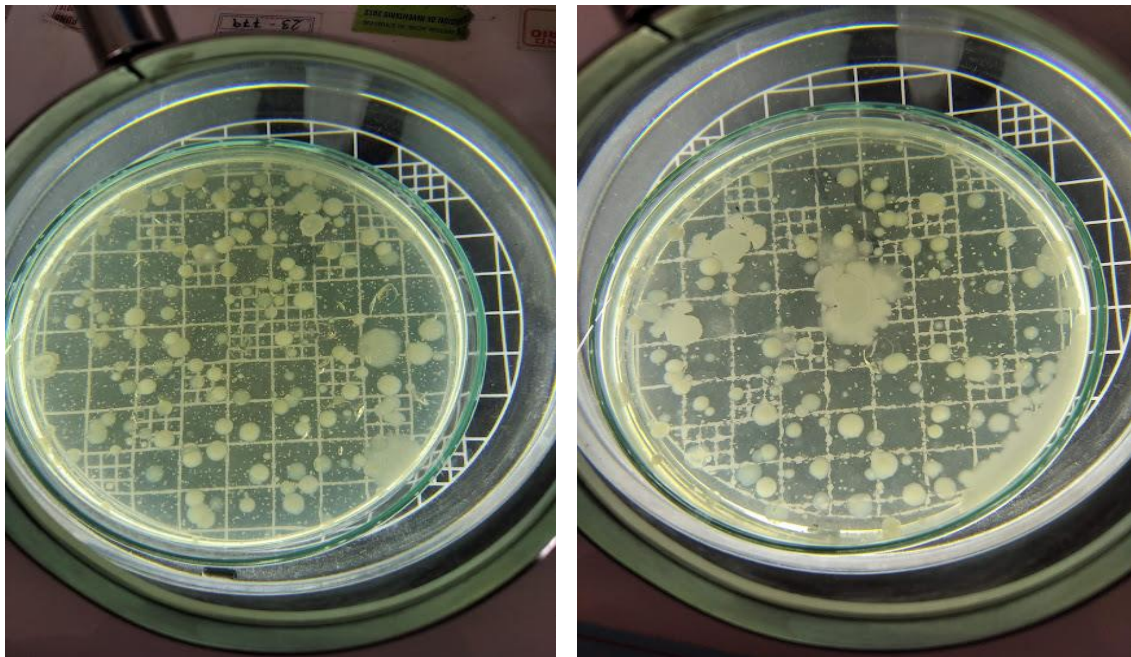


Figura 10. Recuento de colonias de mesófilos aerobios totales, en el laboratorio de microbiología de los alimentos, FCCBB – UNA Puno.



Figura 11. Cultivo en agares para pruebas bioquímicos, prueba de catalasa para el reconocimiento bacteriano, laboratorio de Microbiología de los alimentos de la Facultad de Ciencias Biológicas UNA PUNO.



Figura 12. Muestras de las pruebas bioquímicas procesadas en el laboratorio de microbiología de los alimentos, para la identificación bacteriana de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS



CONSTANCIA

LA JEFE DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS, PROGRAMA DE MICROBIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICA DE LA UNA-PUNO

HACE CONSTAR:

Que el señor Br. FRANK VLADIMIR LAZARTE VILCA egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas, Especialidad de Microbiología y Laboratorio Clínico, ha realizado la parte experimental de su tesis titulado "RESISTENCIA ANTIMICROBIANA DE BACTERIAS CONTAMINANTES EN CARNE BOVINA EXPENDIDOS EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE PUNO" en el laboratorio de Microbiología de los Alimentos y Control de Calidad de la Facultad de Ciencias Biológicas, durante el tiempo; 6 de Enero al 13 de marzo del año 2020 ejecutando su trabajo con responsabilidad, dedicación y puntualidad.

Se expide el presente a solicitud del interesado y para los fines convenientes.

Puno, 30 de mayo del 2022.


Rgo. M.Sc. Frank Lazarte Vilca
DOCTORADO EN MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS - UNP
EDUCACIÓN N° 965
JEFE DE LABORATORIO