



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de
Escherichia coli aislados en animales de compañía
con piómetra atendidos en una clínica veterinaria.**

**GARZÓN JARAMILLO DAYEN PATRICIA
MEDICA VETERINARIA**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

**Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de
Escherichia coli aislados en animales de compañía
con piómetra atendidos en una clínica veterinaria.**

**GARZÓN JARAMILLO DAYEN PATRICIA
MEDICA VETERINARIA**

**MACHALA
2024**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

**Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de
Escherichia coli aislados en animales de compañía
con piómetra atendidos en una clínica veterinaria.**

**GARZÓN JARAMILLO DAYEN PATRICIA
MEDICA VETERINARIA**

SANCHEZ PRADO ROBERT GUSTAVO

**MACHALA
2024**

PERFIL DE SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA DE Escherichia coli AISLADOS EN ANIMALES DE COMPAÑÍA CON PIOMETRA ATENDIDOS EN UNA CLÍNICA VETERINARIA

por Dayen Patricia Garzon Jaramillo

Fecha de entrega: 10-ago-2024 09:01p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2430133973

Nombre del archivo: DAYEN_GARZON.pdf (222.04K)

Total de palabras: 5570

Total de caracteres: 29633

PERFIL DE SUSCEPTIBILIDAD ANTIMICROBIANA DE Escherichia coli AISLADOS EN ANIMALES DE COMPAÑÍA CON PIOMETRA ATENDIDOS EN UNA CLÍNICA VETERINARIA

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repodigital.unrc.edu.ar

Fuente de Internet

1%

2

www.diarioveterinario.com

Fuente de Internet

1%

3

repository.unilasallista.edu.co

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 40 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, GARZÓN JARAMILLO DAYEN PATRICIA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Perfil de susceptibilidad antimicrobiana de Escherichia coli aislados en animales de compañía con piómetra atendidos en una clínica veterinaria., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



GARZÓN JARAMILLO DAYEN PATRICIA

0750672289

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía, a mi madre por estar presente y apoyarme en todo momento en cada paso importante de mi vida, a mis abuelitas Pilar y Leonor que me apoyaron con mucho cariño en estos años y me aconsejaron en cada momento, a mis hermanos que siempre me brindaron palabras de apoyo, a mis cuñadas y sobrinos. A mis tías Martha y Mayra por su preocupación y ser personas importantes en el transcurso de mi vida universitaria y a la Sra. Marlene por creer en mí y brindarme apoyo.

A mi tutor Dr, Robert Sánchez por guiarme en este proceso, a mis especialistas Dra. Ana Guerrero y Lorena Chalco que fueron parte de mi formación académica y he aprendido mucho de ellas. Al Dr. Lenín Aguilar e Ing. Irán Rodríguez por sus enseñanzas y paciencia.

A mis amigos que han estado presentes desde que inicié la carrera y estuvieron siempre animándome aún más en los momentos difíciles que se presentaron, a aquellos amigos que hice en el camino y formaron parte de mi vida, y a los estudiantes de microbiología.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por ser mi guía, a mi madre por ser un gran ejemplo de dedicación y superación y por su amor incondicional.

A mis abuelitas, a mis hermanos, cuñadas y sobrinos que siempre han estado presentes.

A mis amigos que siempre me apoyaron.

A mi gatita Nala por ser un gran apoyo emocional.

Y muy importante, a mí mismo, porque, aunque se presentaron momentos difíciles y dudaba logré continuar y con mucha perseverancia y esfuerzo y he logrado alcanzar este objetivo.

RESUMEN

La piometra es una infección uterina grave y potencialmente mortal que afecta a hembras caninas y felinas no esterilizadas. *Escherichia coli* es uno de los principales patógenos involucrados en esta condición lo cual es alarmante ya que actualmente hay la presencia de resistencia bacteriana siendo uno de los principales problemas a nivel mundial debido a que están surgiendo bacterias megaresistentes que se están propagando de manera rápida tal como la *E.coli*. y las BLEE

Este estudio destaca la creciente amenaza de la resistencia múltiple a antibióticos en *E. coli* aislada de piometra donde se recolectaron 80 muestras de 40 pacientes que luego de ser sometidos a intervención quirúrgica de OVH y luego de ser retirado el útero con pus se tomaba la muestra. En cada piometra se tomaban 2 muestras donde eran sembradas en dos tipos de agar, Cromogenico BLEE y McConkey con el fin de determinar la presencia de *E.coli* y cepas BLEE que han llegado a tener una propagación masiva y resistencia a los antibióticos comúnmente usados en la clínica veterinaria. De las 80 muestras obtenidas el 32,5%(26) dieron como positivo a la presencia de *E.coli* y la mayor resistencia bacteriana se presentó en Doxiciclina siendo del 61,5%, Suldametoxazol-trimetoprima y Nitrofurantoína del 34,6% y 57,7% de resistencia a BLEE. Una bacteria es considerada megaresistente cuando tiene resistencia a 3 o más familias de antibióticos y en este trabajo se encontró 14 aislados megaresistentes.

Palabras claves: Piometra, *E.coli*, resistencia bacteriana, antibióticos.

ABSTRACT

Pyometra is a serious and potentially fatal uterine infection that affects unsterilized female dogs and felines. *Escherichia coli* is one of the main pathogens involved in this condition, which is alarming since there is currently the presence of bacterial resistance, which is one of the main problems worldwide due to the emergence of mega-resistant bacteria that are spreading rapidly, such as *E. coli* and ESBLs.

This research highlights the growing threat of multiple antibiotic resistance in *E. coli* isolated from pyometra, where 80 samples were collected from 40 patients who underwent OVH surgery and after the uterus with pus was removed, the sample was taken. In each pyometra, 2 samples were taken and cultured on two types of agar, Chromogenic ESBL and McConkey, in order to determine the presence of *E. coli* and *ESBL* strains that have reached a massive spread and resistance to antibiotics commonly used in veterinary clinics. Of the 80 samples obtained, 32.5% (26) tested positive for the presence of *E. coli* and the highest bacterial resistance was found in Doxycycline at 61.5%, Sulfamethoxazole-trimethoprim and Nitrofurantoin at 34.6% and 57.7% resistance to ESBL. A bacterium is considered mega-resistant when it is resistant to 3 or more families of antibiotics and in this research 14 mega-resistant isolates were found.

Keywords: Pyometra, *E. coli*, bacterial resistance, antibiotics, ESBL

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	1
DEDICATORIA	2
RESUMEN	3
ABSCTRAT	4
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1 OBJETIVOS.....	9
1.1.1 Objetivo general	9
1.1.2 Objetivos específicos	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
JUSTIFICACIÓN	10
1.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
1.2.1 Resistencia bacteriana	11
1.2.2Tipos de resistencia	11
1.2.3 Mecanismos de resistencia bacteriana	12
1.2.4 Resistencia bacteriana en la salud pública	13
1.2.5 Resistencia antibiótica de <i>E. coli</i>	14
1.2.5.1 Betalactamasas de espectro extendido	15
1.2.5.2 Carbapenemasas	16
1.2.6 Antecedentes de la resistencia de <i>E. coli</i>	17
1.2.7 <i>E. coli</i>	18
1.2.7.1 Patogenicidad de la bacteria.....	18
1.2.7.2 Transmisión	18
1.2.8 Factores de riesgo de resistencia antimicrobiana	19
1.2.8.1 Mal uso de antimicrobianos.....	19
1.2.8.2 Alimentar con carne cruda a los animales de compañía	19
1.2.8.3 Hospitalizaciones	20
1.2.8.4 Contaminación ambiental.....	20
1.2.8.5 Condiciones de hacinamiento y falta de medidas de bioseguridad	21
1.2.8.6 Transferencia de genes de resistencia	21
1.2.9 Piometra en animales de compañía.....	21
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	23
2.3 EQUIPOS Y MATERIALES	23
2.3.1 Equipos	23

2.3.2 Materiales	24
2.4 VARIABLES DE ESTUDIO	24
2.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	25
2.6 CRITERIOS DE SELECCIÓN	25
2.7 TÉCNICAS.....	25
2.7.1 Perfil de susceptibilidad.....	25
2.7.2 Prueba de doble disco	26
2.7.3 Identificación bioquímica	26
2.8 METODOLOGÍA DE CAMPO.....	27
2.8.1 Toma de muestra.....	27
2.8.2 Procesamiento en el laboratorio.....	27
2.8.2.1 Agar Cromogénico	27
2.8.2.2 Agar MacConkey	28
2.8.2.3 Agar BHI.....	28
2.8.2.4 Agar Mueller	28
2.8.2.5 Antibiograma.....	29
2.8.2.6 Lectura del antibiograma	29
2.9 PRUEBA ESTADÍSTICA	30
3 RESULTADOS	31
3.1 IDENTIFICACIÓN DE AISLADOS DE <i>E.coli</i> EN PIOMETRA.....	31
3.2 IDENTIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE <i>E.coli</i> EN PERRAS Y GATAS CON PIOMETRA.....	32
3.3 CRUCE DE RESULTADO DEL PERFIL/COMIDA EN PERRAS Y GATAS CON PIOMETRA	35
3.4 CRUCE DE RESULTADO DEL PERFIL/AUTOMEDICACIÓN.....	39
4. CONCLUSIONES	42
5. RECOMENDACIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA	44
ANEXOS	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Porcentaje de tratamientos antimicrobianos por compuesto activo	13
Gráfico 2 Ubicación geográfica de clínica veterinaria	23
Gráfico 3 Gráfico de barras de positivos y negativos	31
Gráfico 4 Representación gráfica en porcentajes de susceptibilidad	33

Gráfico 5 Gráfico de barras de resultado de perfil de BLEE con tipo de alimentación	37
Gráfico 6 Preparación de agar BLEE y MacConkey	49
Gráfico 7 Agar BLEE, BHI MacConkey y Mueller	49
Gráfico 8 Crecimiento de colonias de E.coli.....	49
Gráfico 9 Siembra de bacteria.....	49
Gráfico 10 Discos de antibióticos	50
Gráfico 11 Crecimiento de colonias de BLEE	50
Gráfico 12 Colocación de discos de antibióticos.....	50
Gráfico 13 Antibiograma	50
Gráfico 14 Antibiograma	50
Gráfico 15 Prueba de doble disco	50
Gráfico 16 Tinción de gram para confirmación de E.coli	50
Gráfico 17 Observación en el microscopio	50
Gráfico 18 Reacción de la prueba	50
Gráfico 19 Realización de prueba enterosystem 18R.....	50
Gráfico 20 Tabla de reacción	50
Gráfico 21 Tabla de reacción	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Representación de positivos y negativos a la presencia de <i>E.coli</i>	31
Tabla 2 Representación de susceptibilidad de antibióticos del perfil	32
Tabla 3 Tabla cruzada resultado de perfil/tipo de alimentación	35
Tabla 4 Prueba de chi cuadrado de perfil/tipo de alimentación en perras y gatas con piometra	36
Tabla 5 Tabla cruzada resultado de perfil/automedicación	39
Tabla 6 Prueba del chi cuadrado de resultado de perfil/automedicación	40

I. INTRODUCCIÓN

La resistencia bacteriana es uno de los problemas que se presentan a nivel mundial que afecta a la eficacia de tratamientos antimicrobianos que se aplican para distintos casos, los nuevos mecanismos de resistencia de las bacterias han ocasionado una alarmante propagación mundial provocando que las infecciones sean más difíciles de tratar y esto lleve a un aumento morbilidad y mortalidad con el paso del tiempo.

Las enterobacterias tienen un papel principal en las resistencias bacterianas ya que ocasionan múltiples infecciones y tienen una gran resistencia antimicrobiana como es el caso de la *Escherichia coli* (*E. coli*) que desde el punto de vista de salud pública destaca como uno de los agentes causales más comunes de infecciones adquiridas de manera hospitalaria y en la comunidad. Su reconocimiento es por la alta prevalencia y también por su elevada resistencia a los antimicrobianos.

La *E. coli* se considera como uno de los principales organismos de infección del tracto urinario en animales de compañía y humanos y se aísla comúnmente en piometras, es una de las principales enfermedades de la perra, y representa un riesgo potencial para la salud pública, ya que la secreción vaginal puede ser una fuente de infección para los humanos ya que la mayoría de las cepas de *E. coli* están aisladas del útero y del tracto urinario (1)

La afinidad que tiene *E.coli* con el epitelio y endometrio del tracto urinario es alta principalmente cuando se encuentra sensibilizada por el nivel elevado de progesterona ocasionando así la piometra(2) fundamental identificar casos de piometras causantes de *E.coli* para poder realizar un buen diagnóstico y una intervención antibiótica adecuada (3)

El presente trabajo de investigación tiene como propósito dar a conocer los tipos de resistencias que presenta la *E. coli* que es una bacteria que representa importancia a nivel de salud pública

en casos de piometra canina y felina para que al momento de tratar esta infección tenga una adecuada información del uso de los antibióticos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

Determinar el perfil de susceptibilidad antimicrobiana de aislados de *E. coli* en animales de compañía con piometra a través de metodología fenotípica.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar aislados de *E.coli* de animales de compañía a través de pruebas bioquímicas.
- Identificar los tipos de resistencia antimicrobiana en aislados de *E.coli* en piometra de animales de compañía mediante discos de antibióticos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La resistencia de *Escherichia coli* en casos de piometra canina y felina presenta una preocupación significativa en el ámbito veterinario. Esta condición, caracterizada por la acumulación de pus en el útero, a menudo requiere tratamiento antimicrobiano para combatir la infección. Sin embargo, la resistencia creciente de *E. coli* a diversos antibióticos complica la eficacia de los tratamientos convencionales.

La piometra ya es una condición seria de por sí, pero cuando las cepas de *E. coli* desarrollan resistencia a los antibióticos comúnmente utilizados, se plantea un desafío adicional en la gestión de esta enfermedad. Esto puede llevar a una disminución de las opciones de tratamiento efectivo y, en última instancia, a la necesidad de abordar estrategias más complejas para controlar la infección.

La resistencia antimicrobiana en *E. coli* asociada con piometra canina y ocasionalmente felina, destaca la importancia de la vigilancia constante, la elección prudente de antibióticos y la implementación de prácticas veterinarias responsables para preservar la eficacia de los tratamientos y garantizar la salud a largo plazo de los animales afectados.

JUSTIFICACIÓN

La piometra canina es una enfermedad común en perras o gatas no esterilizadas y puede causar complicaciones graves y siendo *E. coli* es una de las bacterias más comúnmente asociadas con esta enfermedad. Realizar un perfil de susceptibilidad es crucial para el tratamiento efectivo y la prevención de infecciones recurrentes, lo que no solo beneficia a las mascotas, sino también a la salud pública al reducir la propagación de bacterias resistentes a los antibióticos y también

a prevenir la aparición de resistencia antibiótica. Estudiar el perfil de susceptibilidad de *E. coli* en piometra canina puede contribuir al conocimiento científico en el campo de la medicina veterinaria, ayudando a desarrollar nuevas estrategias terapéuticas y preventivas.

1.2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.2.1 Resistencia bacteriana

En la actualidad, el empleo de antimicrobianos es de gran relevancia ya que ha permitido controlar enfermedades y reducir la mortalidad. No obstante, el uso inapropiado de estos fármacos ha llevado a las bacterias a desarrollar resistencias a los antibióticos más comúnmente utilizados. La resistencia bacteriana puede ser de dos tipos: natural, que es propia de la bacteria, y adquirida, que ocurre por mutaciones cromosómicas o por la adquisición de fragmentos adicionales de ADN que contienen genes capaces de alterar la eficacia de los antibióticos usados cotidianamente (4)

1.2.2 Tipos de resistencia

- **Natural o intrínseca:** Las bacterias que pertenecen a una misma especie son resistentes a ciertas familias de antibióticos logrando así tener ventaja con respecto a otras cepas cuando se emplee el antibiótico (5)
- **Adquirida:** La resistencia adquirida es de vital importancia desde una perspectiva clínica, ya que se debe a la alteración de la carga genética de la bacteria. Este fenómeno puede surgir a través de mutaciones cromosómicas o mediante mecanismos de transferencia genética (6)

1.2.3 Mecanismos de resistencia bacteriana

- **Inactivación del antibiótico por enzimas:** La bacteria puede producir enzimas que inactivan los antibióticos, siendo las más importantes las betalactamasas, generadas por muchas bacterias. En las bacterias gram positivas, estas enzimas suelen estar en los plásmidos, ser inducibles y extracelulares, mientras que en las gramnegativas pueden tener origen plasmídico o estar asociadas a transposones, y son constitutivas y periplásmicas. Además, existen enzimas que modifican aminoglucósidos, y aunque este no sea su principal mecanismo de resistencia, también pueden inactivar el cloranfenicol, las tetraciclinas y los macrólidos (7)
- **Modificaciones bacterianas que impiden la llegada del antibiótico al punto diana:** Las bacterias pueden generar mutaciones en las porinas de su pared, lo que dificulta la entrada de ciertos antibióticos, como los betalactámicos, o altera los sistemas de transporte, como sucede con los aminoglucósidos en organismos anaerobios. En otras situaciones, pueden activar mecanismos de expulsión activa del antibiótico, evitando que se acumule en concentraciones suficientes para ser eficaz(7)
- **Alteración por parte de la bacteria de su punto diana:** Estas modificaciones interfieren o complican la acción del antibiótico. En este contexto, se observan alteraciones en la ADN girasa (resistencia a quinolonas), en el ARNr 23S (resistencia a macrólidos) y en las enzimas PBPs (proteínas fijadoras de penicilina) esenciales para la formación de la pared celular (resistencia a betalactámicos) (7)
- **Expulsión de antibiótico:** del agente antimicrobiano. Se trata de una bomba expulsora que las bacterias emplean para desechar productos residuales o tóxicos, y mediante la cual pueden eliminar varios de estos agentes antibacterianos (8)

1.2.4 Resistencia bacteriana en la salud pública

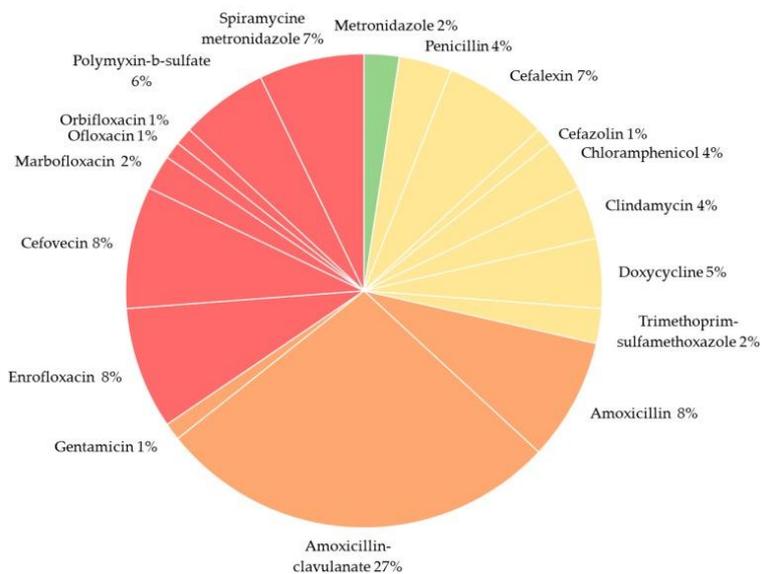


Gráfico 1 Porcentaje de tratamientos antimicrobianos por compuesto activo

Fuente: (9)

Cada parte del gráfico circular está coloreada con el código de color asignado correspondiente según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

- Color verde = antimicrobiano importante
- Color amarillo = antimicrobiano de gran importancia
- Color naranja = antimicrobiano de importancia crítica de alta prioridad
- Color rojo = antimicrobiano de importancia crítica de máxima prioridad ((10)

La evolución y difusión de la resistencia a los antimicrobianos están determinadas por una serie de factores interrelacionados, que incluyen tanto la atención sanitaria como la agricultura. Adicionalmente, aspectos relacionados con los productos farmacéuticos, la gestión inadecuada de residuos, el comercio y las finanzas también pueden contribuir a este problema. Esta complejidad convierte la resistencia a los antimicrobianos en uno de los problemas más apremiantes de la salud pública a nivel global. (11)

Existe una propagación rápida a nivel mundial de las "superbacterias" se denominan así a los microorganismos que muestran resistencia a la mayoría de los antimicrobianos conocidos, la situación de los patógenos resistentes a los medicamentos ha adquirido un carácter real y alarmante. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha identificado la resistencia a los antimicrobianos como una de las tres principales amenazas para la salud pública. Las infecciones resistentes a los antimicrobianos han sido clasificadas en tercer lugar como la principal causa de muerte(12)

La mediana de las tasas informadas en 76 países asciende al 42% para la resistencia de *E.coli* a las cefalosporinas de tercera generación lo cual representa una preocupación significativa. En el caso de las infecciones del tracto urinario causadas por *E. coli*, el 20% de los casos exhibieron una susceptibilidad reducida a antibióticos estándar como la ampicilina, el cotrimoxazol y las fluoroquinolonas en el año 2020. Este panorama dificulta el tratamiento efectivo de infecciones comunes. (12)

1.2.5 Resistencia antibiótica de *E. coli*

En los últimos años las enterobacterias han evolucionado teniendo la capacidad de desarrollar mecanismos de resistencia por el uso indiscriminado de antibióticos, se ha propiciado el surgimiento y propagación de enterobacterias multirresistentes. Entre los diversos mecanismos de resistencia que estas bacterias pueden manifestar, se destacan aquellos mediados por varios tipos de betalactamasas, como las betalactamasas de espectro extendido (BLEE) (13)

Recientemente, la Organización Mundial de la Salud ha publicado una lista prioritaria de bacterias resistentes a los antibióticos, incluidas las de espectro extendido, Enterobacterias productoras de betalactamasas (BLEE-E) y Enterobacterias productoras de carbapenemasas

(CPE). Las infecciones por BLEE-E o CPE se asocian con un aumento de la tasa de mortalidad, el tiempo de tratamiento, la duración de la estancia hospitalaria y los gastos sanitarios (14)

En 2017, la OMS publicó una lista de prioridades para el desarrollo nuevos y eficaces tratamientos antibióticos. Con el fin de fundamentar las investigaciones relacionados con los nuevos antibióticos y poner el mayor énfasis en patógenos con multirresistencia que causan e infecciones a menudo mortales en la atención de la salud. (15)

1.2.5.1 Betalactamasas de espectro extendido

Las alternativas terapéuticas efectivas contra las infecciones en humanos y animales son limitadas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) resaltó que los enterobacteriales que muestran actividad de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE) son considerados patógenos de alta prioridad a nivel mundial(16). Las enzimas ESBL permiten a las bacterias hidrolizar cefalosporinas, penicilinas y monobactamas de espectro extendido y requieren el uso de inhibidores de β -lactamasas como tazobactam y ácido clavulánico(17)

El grupo importante a nivel epidemiológico, las BLEE son serinas β -lactamasas, pertenecientes a la clasificación molecular y estructural de Ambler como clase A. Se caracterizan bioquímicamente por su capacidad para hidrolizar antibióticos β -lactámicos de espectro expandido y la inhibición por inhibidores de la β -lactamasa, específicamente clavulanato(18)

En particular, *E. coli* resistente a BLEE se ha aislado en alimentos, medio ambiente, ganado, vida silvestre y animales de compañía y se ha correlacionado positivamente con el uso extensivo de antibióticos β -lactámicos en entornos veterinarios(19) Enterobacteriales productoras de β -lactamasas de espectro extendido (BLEE) son una fuente ampliamente distribuida de RAM, para animales (20) En un estudio realizado se ha encontrado que ciertas

cepas de *E. coli* causan infecciones del tracto urinario en perros y gatos (21) Además, se han identificado factores de virulencia asociados con diferentes tipos de *E. coli* en estos animales(22)

1.2.5.2 Carbapenemasas

Las infecciones clínicas provocadas por bacterias que producen carbapenemasas son una preocupación crítica para la salud pública, ya que las opciones de tratamiento son limitadas y casi todas las enfermedades están relacionadas con la resistencia a los antimicrobianos. En los últimos años, se han reportado estudios que muestran el surgimiento y la diseminación de microorganismos productores de carbapenemasas en la familia *Enterobacteriaceae*, lo que tiene importantes repercusiones para la salud pública. (23). Durante la última década, es notable la aparición de cepas productoras de carbapenemasas entre los bacilos gram negativos en *Enterobacteriaceae*(24)

En *Enterobacteriaceae*, las carbapenemasas pertenecen a tres tipos:

- Metallo-b-lactamasas (MβL)
- Klebsiellanpneumoniae tipo carbapenemasas (KPC)
- OXA-48 tipo enzimas (30)

Las carbapenemasas son betalactamasas codificadas por genes cromosómicos y plásmidos que hidrolizan antibióticos carbapenémicos, penicilinas, cefalosporinas y aztreonam. También hidrolizan el ácido clavulánico, el sulfactam y el tazobactam. El único antimicrobiano capaz de inhibirlos es el avibactam, pero la hidrólisis se produce de forma más lenta ((10)

Las carbapenemasas adquiridas plantean una de las amenazas para la salud relacionadas con la resistencia a los antibióticos. Confieren resistencia no solo a los carbapenémicos, sino a casi

todos los b-lactámicos, la clase de antibióticos más utilizada, y están codificados por genes que son transferibles entre bacterias (25)

1.2.6 Antecedentes de la resistencia de *E. coli*

La administración de antibióticos a animales ha favorecido el surgimiento y la difusión de diversas cepas bacterianas resistentes como la *E. coli* que tiene la capacidad de transmitirse a los humanos tanto por la interacción directa con animales como a través del consumo de alimentos contaminados (26). *E. coli* tiene la capacidad de adquirir características de resistencia a medicamentos de bacterias presentes en el entorno y, puede compartir sus genes de resistencia con patógenos potenciales en diversos hábitats (26)

El porcentaje de cepas aisladas que expresan resistencia a la tercera generación de cefalosporinas es más bajo en Suecia (3,0%), Noruega (3,6%) y Finlandia (5,1%) y más alto en Bulgaria (22,9%), Eslovaquia (31%) y Chipre (36,2%). Las cepas de *E. coli* resistentes a las fluoroquinolonas estuvieron presentes en números bajos en Suecia (7,9%), Noruega (9,0%) y Estonia (9,9%), mientras que predominaron en Italia (40,5%), Eslovaquia (41,9%) y Chipre (47,4%) (27)

En otro estudio realizado en perros que visitaban veterinarios en el Reino Unido, se encontró un nivel más alto de resistencia para ambos antibióticos; el 37,2% de los aislados mostraron resistencia a la ampicilina y el 30% a la tetraciclina (28) En otro estudio realizado en China se demostró que la mayoría de los aislamientos mostraron resistencia a TET (64,6%), DOX (59,5%) y AM (53,2%), resultados similares a informes de aislamientos de *E. coli* en otros estudios(29)

En una investigación realizada en China se presentan los resultados del análisis de susceptibilidad antimicrobiana de 79 aislamientos de *E. coli*. Siendo la resistencia a tetraciclina

la mayor observada de (64,6%) y también se registraron tasas elevadas de resistencia para doxiciclina (59,5%) y ampicilina (52,6%) (30)

En un estudio realizado de resistencia bacteriana la *E.coli* en Quito se encontró que todo los aislados fueron resistentes a cefotaxima y tetraciclina. Se observó un alto porcentaje de resistencia a ceftazidima, aztreonam, cefepima, ciprofloxacina, ácido nalidíxico, norfloxacina, levofloxacina y trimetoprim/sulfametoxazol, mientras que <50% de resistencia doxiciclina, gentamicina, netilmicina, fosfomicina, nitrofurantoína, se observó cloranfenicol, cefoxitina y azitromicina; ninguno de los aislados fueron resistentes a imipenem, tigeciclina o amikacina. Todos los aislados fueron MDR (resistentes a tres o más antibióticos familias)(31)

1.2.7 *E. coli*

Es una bacteria tipo gram negativo no esporulante con forma de bastoncillo, es anaerobica facultativa y se clasifica como bacteria coliforme. Pertenece al género *Escherichia* habita comúnmente en el entorno, en los alimentos, en el intestino inferior de animales de sangre caliente(32)

1.2.7.1 Patogenicidad de la bacteria

La mayor parte de las cepas de *E. coli* presentes en el colon no resultan perjudiciales. Sin embargo, las variantes patógenas aisladas de *E. coli* pueden provocar infecciones en el intestino y fuera de él según los genes de virulencia que contengan. La mayor parte de las infecciones provienen de fuentes internas, como la presencia de *E. coli* en el microbiota habitual del individuo. Estas infecciones se desarrollan cuando las defensas del paciente se ven comprometidas, ya sea debido a un traumatismo o a la supresión del sistema inmunológico (33)

1.2.7.2 Transmisión

Las bacterias resistentes a los antimicrobianos (*E.coli*) pueden propagarse a través del medio ambiente. Esto sucede principalmente por la contaminación de fuentes de agua, suelo y alimentos con residuos de antibióticos y bacterias resistentes. Abordar este problema requiere una gestión adecuada de antibióticos, prácticas agrícolas responsables y una mayor conciencia sobre el impacto ambiental de los antimicrobianos (34)

1.2.8 Factores de riesgo de resistencia antimicrobiana

1.2.8.1 Mal uso de antimicrobianos

La resistencia a los antimicrobianos es un fenómeno que aparece de forma natural con el tiempo, generalmente por modificaciones genéticas. Los organismos resistentes a los antimicrobianos están presentes en las personas, los animales, los alimentos, las plantas y el medio ambiente (agua, suelo y aire). (12) Recientemente El uso de antimicrobianos se identificó como un factor de riesgo para la colonización con *E. coli* productora de BLEE y AmpC en perros(35)

La práctica excesiva de administrar antibióticos como medida preventiva o para tratar enfermedades menores puede aumentar la presión selectiva sobre las bacterias, promoviendo así la aparición de resistencia y la administración inadecuada de antibióticos, como dosis incorrectas, duraciones inapropiadas o la falta de seguimiento de las pautas de prescripción, puede fomentar el desarrollo de resistencia en las bacterias, incluida *E. coli* (43)

1.2.8.2 Alimentar con carne cruda a los animales de compañía

Un estudio informó que los cachorros alimentados con carne cruda tenían un mayor riesgo de resistencia a la ciprofloxacina, siendo esto un principal factor de riesgo para la resistencia

antimicrobiana ((36). Los animales de compañía consumen regularmente carne cruda contaminada con bacterias resistentes, pueden estar expuestos repetidamente a dosis subterapéuticas de antibióticos presentes en la carne, lo que puede favorecer el desarrollo de resistencia bacteriana en su microbiota intestinal (43)

Se deben implementar estrategias para aumentar la conciencia de los dueños de mascotas sobre los riesgos que implica alimentar a sus perros con carne cruda y, por lo tanto, reducir cualquier riesgo potencial para ellos mismos, su familia y sus mascotas (37)

1.2.8.3 Hospitalizaciones

Un estudio llevado a cabo en una UCI veterinaria mostró que la proporción de perros portadores de *E. coli* aumentó con la duración de la hospitalización y con el uso de medicamentos antimicrobianos(38) La presencia de animales infectados con *E. coli* resistente en un entorno hospitalario aumenta el riesgo de transmisión de estas cepas entre otros animales hospitalizados, lo que puede llevar a brotes de infecciones resistentes, cuanto más tiempo permanezca un animal en un entorno hospitalario, mayor será la exposición a agentes antimicrobianos y a otros factores de riesgo asociados con la resistencia bacteriana.

1.2.8.4 Contaminación ambiental

La liberación de antibióticos en el medio ambiente a través de excreciones animales o de la eliminación inapropiada de medicamentos no utilizados puede promover la resistencia bacteriana en entornos naturales y agrícolas, lo que puede afectar a los animales de compañía(43)

1.2.8.5 Condiciones de hacinamiento y falta de medidas de bioseguridad

En entornos donde los animales de compañía están hacinados, como en criaderos o refugios superpoblados, existe un mayor riesgo de propagación de enfermedades y el uso excesivo de antibióticos, lo que puede aumentar la prevalencia de bacterias resistentes. La falta de prácticas adecuadas de higiene y bioseguridad en entornos donde se crían, albergan o tratan animales de compañía puede facilitar la transmisión de bacterias resistentes entre los animales y el personal que los atiende (43)

1.2.8.6 Transferencia de genes de resistencia

La capacidad de las bacterias para transferir genes de resistencia a través de plásmidos u otros elementos genéticos móviles puede acelerar la propagación de la resistencia a los antibióticos en las poblaciones bacterianas, incluidas las cepas de *E. coli* (43)

1.2.9 Piometra en animales de compañía

La piometra es una infección grave caracterizada por la acumulación de un exudado purulento en la cavidad uterina. Cuando se trata de animales de compañía como perras y gatas, la piometra generalmente se presenta de manera aguda y puede ser potencialmente mortal, esto implica la necesidad de intervención quirúrgica específicamente mediante la realización de una ovariectomía. Aunque aún no se comprende completamente la patogénesis de la piometra, se cree que las condiciones hormonales y la virulencia bacteriana son factores que contribuyen a los cambios en el endometrio ((34)

La enfermedad está mediada por hormonas, se observa con mayor frecuencia en el diestro cuando hay un aumento de la progesterona y disminución de estrógenos. El predominio de progesterona da lugar a la proliferación endometrial, aumento de la secreción glandular uterina, disminución de la contracción del útero y el cierre inducido del cuello uterino ((39) Además, se observa supresión inmunológica debido a la inhibición de la maduración de las células dendríticas, que induce indirectamente un aumento en la incidencia de la enfermedad (40)

La piómetra representa la enfermedad reproductiva más común en los perros, afectando a hasta el 25% de las hembras no esterilizadas (41) En gatas, la piómetra no es tan frecuente, y se cree que esto se debe a una menor influencia de la progesterona debido a la estacionalidad y la ovulación inducida. El 2,2% son diagnosticados con la enfermedad antes de los 13 años, con una tasa de incidencia de 17 gatos por cada 10.000 gatos al año en riesgo (42)

E. coli es parte de la microbiota intestinal y se ha sugerido que este microorganismo podría ascender desde el recto hasta el útero, desencadenando la piómetra. Esta hipótesis ha recibido respaldo mediante estudios que muestran que las cepas de *E. coli* responsables de la piómetra suelen ser prácticamente idénticas a aquellas que colonizan el tracto gastrointestinal del mismo (43)En conclusión, la progesterona y la *E. coli* fueron dos factores esenciales para inducir piometra (44)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en una clínica veterinaria de la ciudad de Machala, Provincia de El Oro, en el periodo de febrero-agosto del año 2024.



Gráfico 2 Ubicación geográfica de clínica veterinaria

Fuente: Google Earth 2024

2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio fue felinos y caninos del sexo hembra que ingresaban a la clínica veterinaria. La muestra analizada fue en 40 hembras mayores a 1 año de edad que ingresaban a consulta por los síntomas característicos de piometra.

2.3 EQUIPOS Y MATERIALES

2.3.1 Equipos

- Autoclave
- Estufa
- Incubadora
- Agitador magnético
- Microscopio

2.3.2 Materiales

- Medio Stuart
- Agar McConkey
- Agar Cromogénico BLEE
- Agar Mueller
- Agar BHI
- Cajas Petri
- Discos de antibióticos
- Erlenmeyer
- Mechero
- Balanza
- Asa de platino
- Funda polifan
- Agua destilada
- Isopos estériles
- Algodón
- Cinta adhesiva
- Tubos de ensayo
- Vasos de precipitación
- Gradillas

2.4 VARIABLES DE ESTUDIO

- Presencia o ausencia de *E.coli*
- Susceptibilidad (resultado del antibiograma)

- Automedicación
- Tipo de alimentación

2.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es un estudio descriptivo, observacional transversal es de tipo descriptiva ya que se analizó durante un periodo determinado la presencia o ausencia de *E.coli* en las muestras analizadas.

2.6 CRITERIOS DE SELECCIÓN

- **Inclusión:** Paciente canino o felino de sexo hembra, a partir de 1 año de edad con presencia de síntomas de piometra.
- **Exclusión:** animales sanos o con otras patologías

2.7 TÉCNICAS

2.7.1 Perfil de susceptibilidad

Para la detección de la resistencia se usaron 7 antibióticos usados con frecuencia en la clínica veterinaria y se realizó mediante la técnica Kirby- Bauer procedimiento el cual se realizó según las instrucciones del CLSI (2024). Los antimicrobianos usados fueron Doxiciclina (30 µg), Gentamicina (10 µg), Meropenem (10 µg), Sulfametoxazol/Trimetoprim (1.25/23.75 µg), Nitrofurantoína (300 µg), Levofloxacino (5 µg) y Amoxicilina con ácido clavulánico (20/10 µg).

2.7.2 Prueba de doble disco

Para la técnica de doble disco se realizará mediante el método Kirby- Bauer en agar Mueller Hinton para lo cual se utilizarán discos de ceftazidima (30 µg) y cefotaxima (30 µg) cefotaxima/ácido clavulánico (30 µg/10 µg), y ceftazidima/ácido clavulánico (30 µg/10 µg). Se considera la presencia de BLEE si el halo del disco es ≤ 22 mm para cefotaxima y ≤ 17 mm para ceftazidima de acuerdo con las pautas del CLSI (2024). Luego de incubar de 18-24 h, se confirmará la presencia de BLEE si hay un aumento de 5mm del halo cefotaxima/clavulanato y ceftazidima/clavulanato comparando con los mismos sin clavulanato.

2.7.3 Identificación bioquímica

Las colonias rojas sospechosas de *E. coli* que crecieron en el agar cromogénico fueron aisladas y sometidas a pruebas de oxidasa y catalasa para confirmar su identificación como cepa de enterobacteria. Para determinar las especies de *E. coli*, se empleó la galería ENTEROSYSTEM 18R, que contenía una tira con 18 pocillos, diseñada para identificar diversas *Enterobacteriaceae*. Este sistema permitió la identificación de *Escherichia spp*, *Enterobacter spp*, *Klebsiella spp*, *Proteus spp*, *Salmonella spp*, *Citrobacter spp*, *Arizona spp*, *Yersinia spp* y *Serratia spp*. Las bacterias negativas para oxidasa se diluyeron en solución salina estéril y se colocaron en los pocillos del ENTEROSYSTEM 18R, siendo luego incubadas a 36 ± 1 °C según las indicaciones del fabricante.

2.8 METODOLOGÍA DE CAMPO

2.8.1 Toma de muestra

Cada paciente con síntomas de piometra que ingresa a la clínica se le realizó la anamnesis y para confirmar la presencia de piometra se realizó un exámen ecográfico para posteriormente proseguir con la cirugía.

Cuando la piometra fue retirada del paciente, se procede a la toma de muestra del contenido purulento mediante la ayuda del medio de transporte Stuart el cual mantiene los microorganismos en un ambiente adecuado para luego ser llevado y procesado en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

2.8.2 Procesamiento en el laboratorio

Previo a la siembra de la bacteria se realizó la preparación de los agares adecuados para el estudio.

2.8.2.1 Agar Cromogénico

Este agar sirve para la detección de especies de enterobacterias productoras de betalactamasas de espectro extendido. Se utilizó 9,24 gramos de CHROMagar™ mezclados con 280 ml de agua destilada para luego ser llevado a ebullición previo a la esterilización en autoclave. Una vez haya pasado por ebullición se procede a tapar el matraz con un capuchón de papel, funda polifan y sellado correctamente con cinta adhesiva luego es llevado al autoclave por 15 minutos a una temperatura de 121°C. Una vez que se retira del autoclave se tomó en cuenta que su temperatura baje a 40°C para agregar el suplemento para luego verter 7ml del agar en las cajas petri de 50 x 15mm, dejar que se enfríe y tome consistencia sólida para luego ser utilizados en la siembra.

2.8.2.2 Agar MacConkey

Este medio de cultivo se utilizó para la identificación de cepas de *E.coli*. Para su preparación se utilizó 19.81 gramos del agar mezclados en 400ml de agua destilada y llevado a la estufa a ebullición y posteriormente se ubica el capuchón, la funda polifán y la cinta adhesiva correctamente para trasladarlo al autoclave a una temperatura de 121°C por 15 minutos. Luego se trasvasa 7ml del agar en las caja petri 50 x 15mm, se deja enfriar y que su consistencia sea sólida para usarlos en la siembra.

2.8.2.3 Agar BHI

Se utilizó el medio de cultivo no selectivo BHI para el repique de aquellas colonias rosadas o rojas que crecieron en los agares anteriores. Se preparó 13.52 gramos en 280ml de agua destilada y fue llevado a ebullición por unos minutos, una vez realizada la mezcla se procedió a llevar al autoclave por 15 minutos. Finalmente se agregó 10ml del medio de cultivo en las cajas petri de 50 x 15mm , se dejó que se solidifique y luego se llevó a refrigeración para ser usados en el proceso del repique.

2.8.2.4 Agar Mueller

Se utilizó este medio de cultivo para la realización del antibiograma. Se preparó 91.2 gramos de agar en 2400 ml de agua destilada donde se llevó a su punto de ebullición, luego se llevó el medio al autoclave donde se dejó por 15 minutos a una temperatura de 121°C y una vez finalizado de vertió 10 ml en las cajas petri 90x 15mm . Una vez que se dejó enfriar y su consistencia se solidificó se dejó en refrigeración para ser usados posteriormente.

2.8.2.5 Antibiograma

Para el antibiograma se diluye las cepas bacterianas en solución salina al 0.9%, esta dilución alcanzó una turbidez de 0.5 Mcfarland siendo un importante indicativo del uso de la adecuada carga bacteriana (10^8 Mcfarland) para la obtención de correctos resultados. Con un hisopo estéril se tomó la dilución para luego ser sembrada por toda la superficie del agar. Para el perfil de susceptibilidad se colocaron cada disco de antibiótico separados 2cm en cada placa. Y para la prueba de doble disco se ubicaron los discos de ceftazidima y cefotaxima y los mismos más ácido clavulánico a la distancia de 2cm cada uno. Luego se agregó el código correspondiente a cada caja para luego ser ubicadas en la incubadora durante 24 horas para luego continuar con la lectura.

2.8.2.6 Lectura del antibiograma

Luego de 24 horas se retiraron las muestras de la incubadora para proceder a la lectura. Para el perfil de susceptibilidad la medición de los halos de cada disco de antibiótico se tomó de los puntos de corte establecidos por el CLSI VET01 2024

Para la técnica de doble disco se tomó los criterios de interpretación de los puntos de corte establecidos por CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute) del año 2024. Siendo positiva la inhibición de zona de diámetro ≤ 22 mm para cefotaxima y ≤ 17 mm para ceftazidima. Y se determinó como positiva aquellas muestras donde hubo un aumento de 5mm de la zona alrededor de los discos combinados. Indicando si existen una sensibilidad o resistencia a la familia de las cefalosporinas.

2.9 PRUEBA ESTADÍSTICA

Para la tabulación de los datos obtenidos se usó el programa IBM SPSS VERSION 26 en donde se realizó cruce de tablas, análisis de correspondencia y el análisis estadístico de Chi cuadrado de Pearson.

3 RESULTADOS

3.1 IDENTIFICACIÓN DE AISLADOS DE *E.coli* EN PIOMETRA

Se tomó 2 muestras en los 40 pacientes y se sembraron en dos tipos de agar dando como resultado el 32,5% a positivos a la presencia de *E.coli* y el 62,5% negativos. Representados en la siguiente tabla.

Tabla 1 Representación de positivos y negativos a la presencia de E.coli

Presencia de <i>E.coli</i> en perras y gatas con piometra		
	Frecuencia	Porcentaje
Positivo	26	32,5
Negativo	54	67,5
Total	80	100

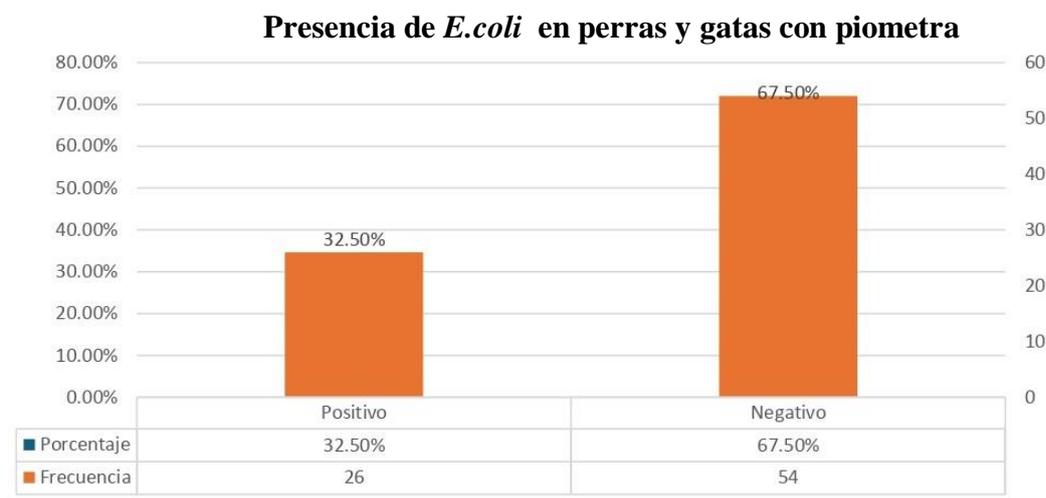


Gráfico 3 Gráfico de barras de positivos y negativos

El porcentaje de resultados positivos en este estudio fue comparable al de la investigación llevada a cabo por Agostinho y colaboradores en el año 2014. En este trabajo recolectaron un total de 84 muestras de tres sitios distintos, obteniendo un 32.1% de resultados positivos para *E. coli* en las muestras de contenido purulento uterino(45). Sin embargo, este resultado muestra una diferencia con la investigación realizada por Paudel y colaboradores en el 2023, en ese

estudio, de 45 muestras tomadas, 41 resultaron positivas para la presencia bacteriana, pero la positividad de *E. coli* se presentó en 16 de ellas siendo el porcentaje de 36,05%(46) en ese mismo año el estudio realizado por Naiheak sobre la presencia de *E.coli* en el ambiente y en perras con piometra y diarrea, se destacó que la presencia de *E.coli* en casos de piometra fue de 16,67% en una muestra de 24 pacientes con piometra. (47)

Es importante destacar que la presencia de *E.coli* en piometra parte del microbiota intestinal, asciende y coloniza el tracto urinario ocasionándola, por lo tanto, el estudio realizado en el 2019 en Quito por Ortega y colaboradores indicó que de 50 muestras aisladas dieron positivas el 40% y siendo consideradas multirresistente(31) sin embargo en el 2022 en el estudio de Cui de 79 aislados dio como positivo el 80,6% de las muestras(30). La comparación de estos resultados nos indica que *E.coli* es la bacteria que se encuentra con más frecuencia y su positividad siempre estará presente existiendo una pequeña variación en cada trabajo.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE *E.coli* EN PERRAS Y GATAS CON PIOMETRA

Tabla 2 Representación de susceptibilidad de antibióticos del perfil

RESULTADO DEL PERFIL			
Perfil de susceptibilidad		Porcentaje	Frecuencia
Amoxicilina+ac. clavulánico	Sensible	92,30%	24
	Resistente	7,70%	2
Meropenem	Sensible	92,30%	24
	Resistente	7,70%	2
Gentamicina	Sensible	76,90%	20
	Resistente	15,40%	4
	Intermedio	7,70%	2
Doxiciclina	Sensible	34,60%	9
	Resistente	61,50%	16
	Intermedio	3,80%	1
	Sensible	65,40%	17

Sulfametoxazol-trimetoprima	Resistente	34,60%	9
Levofloxacino	Sensible	73,10%	19
	Resistente	26,90%	7
Nitrofurantoína	Sensible	65,40%	17
	Resistente	34,60%	9
BLEE	Sensible	42,30%	11
	Resistente	57,70%	15

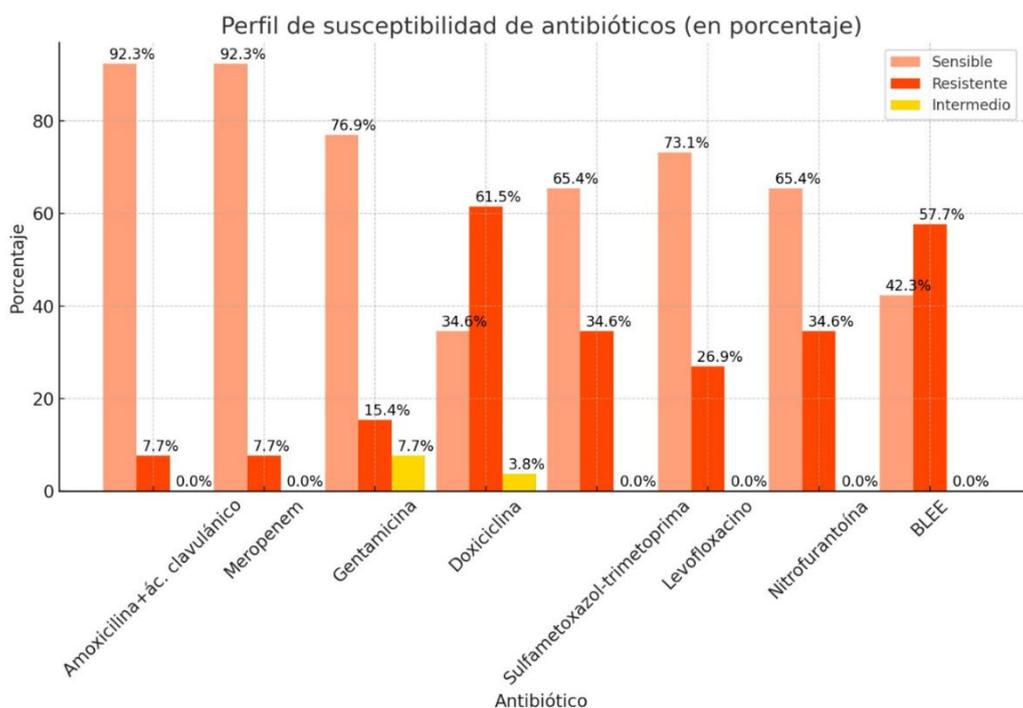


Gráfico 4 Representación gráfica en porcentajes de susceptibilidad

El perfil de susceptibilidad muestra que tanto la Amoxicilina con ácido clavulánico como el Meropenem tienen una sensibilidad del 92,3%. Este resultado coincide con Cui y colaboradores donde en su trabajo realizado en China encontró que existen un 100% de susceptibilidad al Meropenem(30) al igual que el trabajo de Lansubsakul y colaboradores en el 2022 donde indicaron la sensibilidad del 100% del meropenem e imipenem

En el estudio realizado por Ghanbarpour en 2012, se encontró que el 3,7% de los 27 aislados presentaban resistencia a la amoxicilina con ácido clavulánico teniendo un resultado similar al

hallado en este trabajo(48). Sin embargo, se muestra una gran diferencia con un trabajo llevado a cabo en el 2022 por Vignesh y colaboradores donde indica que tuvo un 100% de resistencia a este antibiótico (49) al igual que Bertero y colaboradores en el 2024 indicando que la resistencia a la amoxicilina con clavulánico fue de 72.7 % (50)

La sensibilidad de la Gentamicina fue de 76,9% siendo un resultado aproximado a un trabajo realizado por Paudel donde indica que obtuvo una sensibilidad de 93,33% (46) y hay una similitud con el trabajo de Vignesh siendo del 100% de sensibilidad al antibiótico mencionado(49). La gentamicina es nefrotóxica y es por lo tanto se debe inhibir su uso en la clínica diaria debido a que el sistema renal de pacientes con piometra puede verse alterado por deshidratación o toxemia

Un resultado que destaca en este presente trabajo es la presencia de una resistencia elevada a la doxiciclina siendo del 61,5% esta información destaca ya que coincide con en el trabajo que realizó Cui en el 2022 acerca de un perfil de susceptibilidad en aislados de *E.coli* donde mencionó que la resistencia más observada fue a la doxiciclina siendo de 59,5%(30), en otro trabajo realizado con 16 positivos de 45 muestras el porcentaje de resistencia de la doxiciclina fue del 75%(46) estos resultados demuestran que el antibiótico con mayor resistencia es la doxiciclina siendo este uno de los más usados en la rutina diaria de la clínica veterinaria.

El antibiótico sulfametoxazol/trimetoprima también mostró un porcentaje elevado en comparación con otros, siendo esencial en el tratamiento de enfermedades urinarias. En este estudio, se observó una resistencia del 34,6%, un resultado similar al obtenido por Abab-Feu en el 2024, quien encontró un 30,77% de resistencia en 52 aislados de *E.coli* del tracto urinario(51)Es importante destacar que esta bacteria, al estar presente en la microbiota vaginal y vulvar puede emigrar al útero y ocasionar la piometra, siendo esta una de las más comunes. Existe otro estudio donde el resultado es distinto, Fernandes y colaboradores en el 2022 obtuvo

un resultado del 10,8% de resistencia, los aislamientos fecales se obtuvieron de perras sanas sin antecedentes clínicos de piometra o infecciones del tracto urinario. (52). La nitrofurantoína es el antibiótico usado para tratar infecciones urinarias en los últimos años debido a que combate contra las bacterias megaresistentes como la *E.coli*. En este trabajo destaca que su resistencia fue de 34,6% siendo diferente al estudio realizado por Liao y colaboradores en el 2020 en 55 aislados dando como resultado un 17,5%(53)

3.3 CRUCE DE RESULTADO DEL PERFIL/COMIDA EN PERRAS Y GATAS CON PIOMETRA

Tabla 3 Tabla cruzada resultado de perfil/tipo de alimentación

Tabla cruzada Resultado del perfil*Tipo de alimentación					
Perfil de susceptibilidad		Tipo de alimentación			
		Alimento crudo	Balanceado	Mixta	Total
Amoxicilina+ac. clavulánico	Sensible	10	8	6	24
		41,70%	33,30%	25,00%	100,00%
	Resistente	1	0	1	2
		50,00%	0,00%	50,00%	100,00%
Meropenem	Sensible	9	8	7	24
		37,50%	33,30%	29,20%	100,00%
	Resistente	2	0	0	2
		100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Gentamicina	Sensible	8	6	6	20
		40,00%	30,00%	30,00%	100,00%
	Resistente	3	1	0	4
		75,00%	25,00%	0,00%	100,00%
	Intermedio	0	1	1	2
		0,00%	50,00%	50,00%	100,00%
Doxiciclina	Sensible	5	4	0	9
		55,60%	44,40%	0,00%	100,00%
	Resistente	6	3	7	16
		37,50%	18,80%	43,80%	100,00%
	Intermedio	0	1	0	1
		0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
Sulfametoxazol-trimetoprima	Sensible	6	6	5	17
		35,30%	35,30%	29,40%	100,00%

	Resistente	5	2	2	9
		55,60%	22,20%	22,20%	100,00%
Levofloxacino	Sensible	8	5	6	19
		42,10%	26,30%	31,60%	100,00%
	Resistente	3	3	1	7
		42,90%	42,90%	14,30%	100,00%
Nitrofurantoína	Sensible	6	4	7	17
		35,30%	23,50%	41,20%	100,00%
	Resistente	5	4	0	9
		55,60%	44,40%	0,00%	100,00%
BLEE	Sensible	2	8	1	11
		18,20%	72,70%	9,10%	100,00%
	Resistente	8	1	6	15
		53,30%	6,70%	40,00%	100,00%

Tabla 4 Prueba de chi cuadrado de perfil/tipo de alimentación en perras y gatas con piometra

Pruebas de chi-cuadrado				
Perfil de susceptibilidad		Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Amoxicilina+ac. clavulánico	Chi-cuadrado de Pearson	1,126a	2	0,57
	Razón de verosimilitud	1,658	2	0,436
	Asociación lineal por lineal	0,074	1	0,786
	N de casos válidos	26		
Meropenem	Chi-cuadrado de Pearson	2,955a	2	0,228
	Razón de verosimilitud	3,671	2	0,16
	Asociación lineal por lineal	2,231	1	0,135
	N de casos válidos	26		
Gentamicina	Chi-cuadrado de Pearson	3,712b	4	0,446
	Razón de verosimilitud	5,326	4	0,255
	Asociación lineal por lineal	0,008	1	0,929
	N de casos válidos	26		
Doxiciclina	Chi-cuadrado de Pearson	8,115c	4	0,087
	Razón de verosimilitud	10,401	4	0,034
	Asociación lineal por lineal	2,71	1	0,1
	N de casos válidos	26		
Sulfametoxazol-trimetoprima	Chi-cuadrado de Pearson	1,011d	2	0,603
	Razón de verosimilitud	1,01	2	0,603

	Asociación lineal por lineal	0,638	1	0,425
	N de casos válidos	26		
Levofloxacino	Chi-cuadrado de Pearson	1,024e	2	0,599
	Razón de verosimilitud	1,072	2	0,585
	Asociación lineal por lineal	0,24	1	0,625
	N de casos válidos	26		
Nitrofurantoína	Chi-cuadrado de Pearson	5,113d	2	0,078
	Razón de verosimilitud	7,293	2	0,026
	Asociación lineal por lineal	3,194	1	0,074
	N de casos válidos	26		
BLEE	Chi-cuadrado de Pearson	12,291f	2	0,002
	Razón de verosimilitud	13,397	2	0,001
	Asociación lineal por lineal	0,017	1	0,896
	N de casos válidos	26		

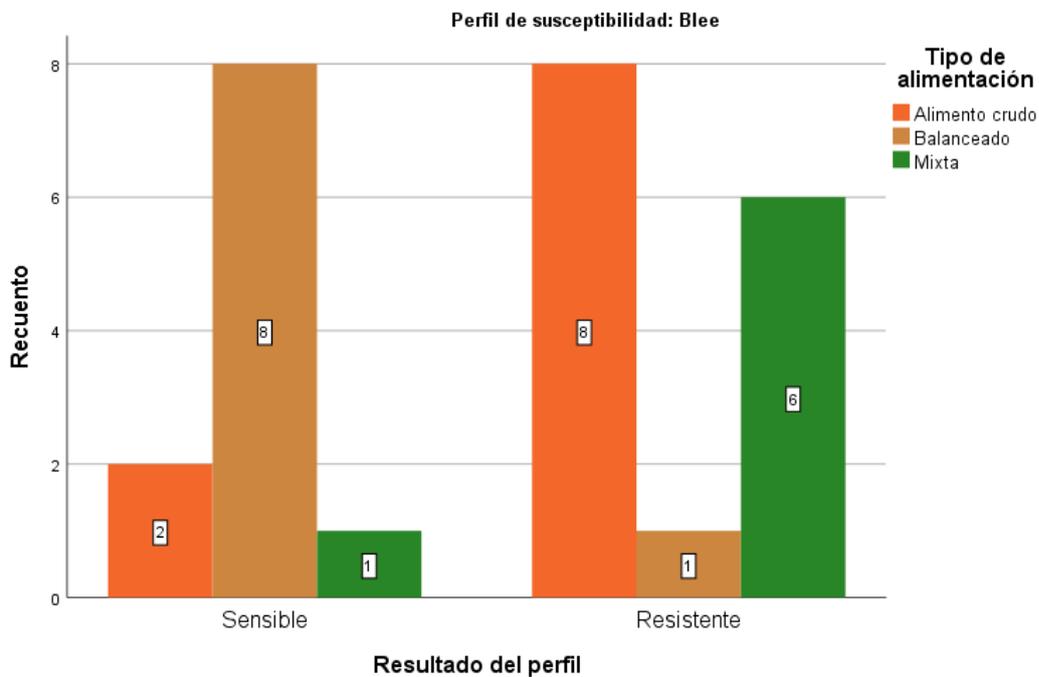


Gráfico 5 Gráfico de barras de resultado de perfil de BLEE con tipo de alimentación

Existe una relación entre la resistencia bacteriana de las BLEE y el tipo de alimento donde se obtuvo un p valor de 0,002 siendo menor al nivel de significancia de 0,05 indicando que existe una asociación estadística.

En varios estudios realizados previamente indican que la resistencia bacteriana a la *E. coli* en las mascotas está asociada a la inclusión de productos crudos en la alimentación. Sin embargo, estos son los mismos productos que suelen ser destinados al consumo humano.

En un estudio realizado por Kaesbohrer, destaca que la prevalencia de *E. coli* como productora de BLEE en la carne de pollo es elevada siendo esta del 74.9% (54). Al igual que una investigación italiana en el 2019, donde examinaron productos dietéticos de carne cruda de "consumo humano" para mascotas, pero que ya no se destinan al consumo humano debido a defectos, problemas de fabricación o razones comerciales, encontró la presencia de *E. coli* en el 100% de las muestras de aves, en el 100% de las muestras de cerdo y en el 93% de las muestras de carne de vacuno analizadas(55)

Un estudio reciente realizado en Suiza sobre alimentos crudos para mascotas disponibles comercialmente reveló que más del 60% de los productos contenían enterobacterias productoras de BLEE. Estas cepas suelen poseer genes idénticos a los que provocan enfermedades en animales y humanos a nivel mundial, resaltando así los riesgos que este tipo de alimentos representa tanto para las mascotas como para sus dueños, según Nüesch-Inderbinen(56)

En otro estudio realizado por Groat y colaboradores en el 2022 donde quiso determinar la presencia de *E. coli* y *Salmonella.spp* resistentes a antibióticos, detectó especies de *Salmonella* en el 4 % de todos los perros (8/190), todos ellos alimentados con alimentos crudos y de *E. coli* resistentes a los antibióticos en el 40 % (75/190) y presencia de BLEE en las heces de 35 perros de 75 alimentados con alimentos crudos(37). Y por lo tanto, se puede deducir que la

eliminación fecal de *E. coli* multirresistente podría estar vinculada a la inclusión de productos crudos en la dieta de los animales. Diversos estudios han identificado esta bacteria resistente a los antimicrobianos en carne cruda destinada tanto al consumo humano como animal(55)

3.4 CRUCE DE RESULTADO DEL PERFIL/AUTOMEDICACIÓN

Tabla 5 Tabla cruzada resultado de perfil/automedicación

Tabla cruzada Resultado del perfil*Automedicación				
Perfil de susceptibilidad		Automedicación		Total
		Sí	No	
Amoxicilina+ac. clavulánico	Sensible	13	11	24
		54,20%	45,80%	100,00%
	Resistente	0	2	2
		0,00%	100,00%	100,00%
Meropenem	Sensible	13	11	24
		54,20%	45,80%	100,00%
	Resistente	0	2	2
		0,00%	100,00%	100,00%
Gentamicina	Sensible	9	11	20
		45,00%	55,00%	100,00%
	Resistente	2	2	4
		50,00%	50,00%	100,00%
	Intermedio	2	0	2
		100,00%	0,00%	100,00%
Doxiciclina	Sensible	3	6	9
		33,30%	66,70%	100,00%
	Resistente	9	7	16
		56,30%	43,80%	100,00%
	Intermedio	1	0	1
		100,00%	0,00%	100,00%
Sulfametoxazol-trimetoprima	Sensible	11	6	17
		64,70%	35,30%	100,00%
	Resistente	2	7	9
		22,20%	77,80%	100,00%
Levofloxacino	Sensible	8	11	19
		42,10%	57,90%	100,00%
	Resistente	5	2	7

		71,40%	28,60%	100,00%
Nitrofurantoína	Sensible	7	10	17
		41,20%	58,80%	100,00%
	Resistente	6	3	9
		66,70%	33,30%	100,00%
BLEE	Sensible	4	7	11
		36,40%	63,60%	100,00%
	Resistente	9	6	15
		60,00%	40,00%	100,00%

Tabla 6 Prueba del chi cuadrado de resultado de perfil/automedicación

Prueba de chi-cuadrado				
Perfil de susceptibilidad		Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Amoxicilina+ac. clavulánico	Chi-cuadrado de Pearson	2,167a	1	0,141
	Razón de verosimilitud	2,939	1	0,086
	Asociación lineal por lineal	2,083	1	0,149
	N de casos válidos	26		
Meropenem	Chi-cuadrado de Pearson	2,167a	1	0,141
	Razón de verosimilitud	2,939	1	0,086
	Asociación lineal por lineal	2,083	1	0,149
	N de casos válidos	26		
Gentamicina	Chi-cuadrado de Pearson	2,200c	2	0,333
	Razón de verosimilitud	2,973	2	0,226
	Asociación lineal por lineal	1,613	1	0,204
	N de casos válidos	26		
Doxiciclina	Chi-cuadrado de Pearson	2,250d	2	0,325
	Razón de verosimilitud	2,656	2	0,265

	Asociación lineal por lineal	2,041	1	0,153
	N de casos válidos	26		
Sulfametoxazol-trimetoprima	Chi-cuadrado de Pearson	4,248e	1	0,039
	Razón de verosimilitud	4,434	1	0,035
	Asociación lineal por lineal	4,085	1	0,043
	N de casos válidos	26		
Levofloxacino	Chi-cuadrado de Pearson	1,759f	1	0,185
	Razón de verosimilitud	1,804	1	0,179
	Asociación lineal por lineal	1,692	1	0,193
	N de casos válidos	26		
Nitrofurantóina	Chi-cuadrado de Pearson	1,529e	1	0,216
	Razón de verosimilitud	1,552	1	0,213
	Asociación lineal por lineal	1,471	1	0,225
	N de casos válidos	26		
BLEE	Chi-cuadrado de Pearson	1,418g	1	0,234
	Razón de verosimilitud	1,433	1	0,231
	Asociación lineal por lineal	1,364	1	0,243
	N de casos válidos	26		

Para determinar la relación de automedicación con antibióticos usados se realiza la prueba de chi cuadrado donde se determina que solo el sulfametoxazol/trimetoprima tiene asociación estadística con un p valor de 0,03.

4. CONCLUSIONES

- El resultado de positivos fue de 32,50% lo que indica que esta bacteria es común encontrarla en casos de piometra y esto se debe a que existen factores de riesgos que cada vez están tomando mayor fuerza.
- En resultado del perfil de susceptibilidad se logró identificar más del 20% de resistencia a 5 familias de antibióticos que son usados con frecuencia en la clínica veterinaria lo que indica que esta bacteria mega resistente está teniendo una propagación alarmante.
- La detección de BLEE en este trabajo fue de 15/26 positivos lo cual podría estar relacionado con la alimentación de las mascotas ya que se encuentra con facilidad en alimentos crudos o mal procesados e incluso las personas optan por solo dar tipo de alimentación cruda a sus mascotas.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar la identificación de cepas de los aislados *de E.coli* para compararlos con otras investigaciones y determinar que cepas nuevas están presentándose en casos de piometras.
- Considerar otras técnicas como PCR para identificar genes de resistencia específicos y realizar estudios con mayor profundidad.
- Evitar la alimentación cruda a las mascotas debido a que esta bacteria se encuentra en el ambiente y contamina el producto.
- Disminuir el uso inadecuado de antibióticos en enfermedades fáciles de tratar y considerar otras alternativas eficientes para poder evitar que las bacterias ganen mayor resistencia y existan complicaciones en los tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hagman R, Kühn I. *Escherichia coli* strains isolated from the uterus and urinary bladder of bitches suffering from pyometra: comparison by restriction enzyme digestion and pulsed-field gel electrophoresis. *Vet Microbiol.* 2002;84:143–53.
2. Niyas E, Reshma S, Shravya GS, Jayakumar C, Kumar RHN, Sarika N, et al. Antibiogram of Isolated Organisms in Canine Pyometra. *Int J Curr Microbiol Appl Sci.* 2020 Jun 20;9(6):263–8.
3. Vignesh M, Vasu J, Nivedha D, Srinivas MV, Iyyanar S, Mukhopadhyay HK. Isolation and Antibiogram of *Escherichia coli* from Canine Pyometra in Puducherry Region. *Indian Journal of Veterinary Sciences & Biotechnology.* 2022 Nov 7;18(5):130–3.
4. León S. Vol. 16, Salud en Tabasco . 2010. p. 859–60 Resistencia bacteriana a los antimicrobianos. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48719442001>
5. Quiñones D. Resistencia antimicrobiana: evolución y perspectiva actuales ante el enfoque “una salud.” *Rev Cubana Med Trop [Internet].* 2017 [cited 2024 May 4];69(3). Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602017000300009
6. Martínez-Martínez L, Calvo J. Vol. 28, Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica. 2010 [cited 2024 May 7]. p. 25–31 El problema creciente de la resistencia antibiótica en bacilos gramnegativos: situación actual. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-pdf-S0213005X10700276>
7. Pérez D. Resistencia bacteriana a antimicrobianos: su importancia en la toma de decisiones en la práctica diaria. *Informacion terapéutica del sistema nacional de salud.* 1998;22(3).
8. Fernández F, López J, Ponce L, Machado C. Resistencia bacteriana. *Revista cubana de medicina militar [Internet].* 2003 [cited 2024 Jul 23];8(1). Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572003000100007
9. Joosten P, Ceccarelli D, Odent E, Sarrazin S, Graveland H, Van Gompel L, et al. Antimicrobial usage and resistance in companion animals: A cross-sectional study in three european countries. *Antibiotics.* 2020 Feb 1;9(2).
10. Adams RJ, Kim SS, Mollenkopf DF, Mathys DA, Schuenemann GM, Daniels JB, et al. Antimicrobial-resistant Enterobacteriaceae recovered from companion animal and livestock environments. *Zoonoses Public Health.* 2018 Aug 1;65(5):519–27.

11. Samreen IA, Malak AH, Abulreesh HH. Environmental antimicrobial resistance and its drivers: a potential threat to public health. *J Glob Antimicrob Resist*. 2021 Dec 1;27:101–11.
12. WHO. World Health Organization. 2023 [cited 2023 Dec 29]. Resistencia a los antimicrobianos. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
13. Ewers C, Bethe A, Semmler T, Guenther S, Wieler LH. Extended-spectrum β -lactamase-producing and AmpC-producing *Escherichia coli* from livestock and companion animals, and their putative impact on public health: A global perspective. *Clinical Microbiology and Infection*. 2012;18(7):646–55.
14. Wilson H, Török ME. Extended-spectrum β -lactamase-producing and carbapenemase-producing Enterobacteriaceae. Vol. 4, Microbial Genomics. Microbiology Society; 2018.
15. Murray CJ, Ikuta KS, Sharara F, Swetschinski L, Robles Aguilar G, Gray A, et al. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *The Lancet*. 2022 Feb 12;399(10325):629–55.
16. Duval RE, Grare M, Demoré B. Fight against antimicrobial resistance: We always need new antibacterials but for right bacteria. Vol. 24, *Molecules*. MDPI AG; 2019.
17. Hays JP, Safain KS, Almogbel MS, Habib I, Khan MA. Extended Spectrum- and Carbapenemase-Based β -Lactam Resistance in the Arabian Peninsula—A Descriptive Review of Recent Years. Vol. 11, *Antibiotics*. MDPI; 2022.
18. Bush K, Jacoby George A. Updated Functional Classification of β -Lactamases. *Antimicrob Agents Chemother*. 2020;54(3).
19. Bezabih YM, Sabiiti W, Alamneh E, Bezabih A, Peterson GM, Bezabhe WM, et al. The global prevalence and trend of human intestinal carriage of ESBL-producing *Escherichia coli* in the community. Vol. 76, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. Oxford University Press; 2021. p. 22–9.
20. Mughini-Gras L, Dorado-García A, van Duijkeren E, van den Bunt G, Dierikx CM, Bonten MJM, et al. Attributable sources of community-acquired carriage of *Escherichia coli* containing β -lactam antibiotic resistance genes: a population-based modelling study. *Lancet Planet Health*. 2019 Aug 1;3(8):e357–69.
21. Zogg AL, Zurfluh K, Schmitt S, Nüesch-Inderbinen M, Stephan R. Antimicrobial resistance, multilocus sequence types and virulence profiles of ESBL producing and non-ESBL producing uropathogenic *Escherichia coli* isolated from cats and dogs in Switzerland. *Vet Microbiol*. 2018 Mar 1;216:79–84.
22. Marques C, Belas A, Franco A, Aboim C, Gama LT, Pomba C. Increase in antimicrobial resistance and emergence of major international high-risk clonal lineages in dogs and cats with urinary tract infection: 16 year retrospective study. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2018 Feb 1;73(2):377–84.

23. Walsh T, Weeks J, Livermore DM. Dissemination of NDM1 positive bacteria in the New Delhi environment and its implications for human health: an environmental point prevalence study. *Lancet Infect Dis*. 2011;11:355–62.
24. Tzouveleki LS, Markogiannakis A, Psychogiou M, Tassios P, Daikos GL. Carbapenemases in *Klebsiella pneumoniae* and other Enterobacteriaceae: an evolving crisis of global dimensions. *Clin Microbiol*. 2012;25:682–707.
25. Woodford N, Wareham DW, Guerra B, Teale C. Carbapenemase-producing enterobacteriaceae and non-enterobacteriaceae from animals and the environment: An emerging public health risk of our own making? *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2014 Feb;69(2):287–91.
26. Da Costa PM, Loureiro L, Matos AJF. Transfer of multidrug-resistant bacteria between intermingled ecological niches: The interface between humans, animals and the environment. *Int J Environ Res Public Health*. 2013;10(1):278–94.
27. Allocati N, Masulli M, Alexeyev MF, Di Ilio C. *Escherichia coli* in Europe: An overview. Vol. 10, *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI; 2013. p. 6235–54.
28. Wedley AL, Dawson S, Maddox TW, Coyne KP, Pinchbeck GL, Clegg P, et al. Carriage of antimicrobial resistant *Escherichia coli* in dogs: Prevalence, associated risk factors and molecular characteristics. *Vet Microbiol*. 2017 Feb 1;199:23–30.
29. Marchetti L, Buldain D, Gortari Castillo L, Buchamer A, Chirino-Trejo M, Mestorino N. Pet and Stray Dogs as Reservoirs of Antimicrobial-Resistant *Escherichia coli*. *Int J Microbiol*. 2021;2021.
30. Cui L, Zhao X, Li R, Han Y, Hao G, Wang G, et al. Companion Animals as Potential Reservoirs of Antibiotic Resistant Diarrheagenic *Escherichia coli* in Shandong, China. *Antibiotics* [Internet]. 2022 Jun 1 [cited 2024 Aug 7];11(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35740235/>
31. Ortega-Paredes D, Haro M, Leoro-Garzón P, Barba P, Loaiza K, Mora F, et al. Multidrug-resistant *Escherichia coli* isolated from canine faeces in a public park in Quito, Ecuador. *J Glob Antimicrob Resist*. 2019;18:263–8.
32. Capbell Neilla, Reece JaneB. *Biología*. Séptima. 2005.
33. Hemm MR, Weaver J, Storz G. *Escherichia coli* Small Proteome . *EcoSal Plus*. 2020 Mar 20;9(1).
34. de Been M, Lanza VF, de Toro M, Scharringa J, Dohmen W, Du Y, et al. Dissemination of Cephalosporin Resistance Genes between *Escherichia coli* Strains from Farm Animals and Humans by Specific Plasmid Lineages. *PLoS Genet*. 2014 Dec 1;10(12).

35. Belas A, Salazar AS, Da Gama LT, Couto N, Pomba C. Paper: Risk factors for faecal colonisation with *Escherichia coli* producing extended-spectrum and plasmid-mediated AmpC β -lactamases in dogs. *Veterinary Record*. 2014 Aug 30;175(8).
36. Wareham K. Title: Risk factors for the carriage of antimicrobial-resistant *Escherichia coli* in puppies and adult dogs [Internet]. University of Bristol ; 2018. Available from: <http://research-information.bristol.ac.uk>
37. Groat EF, Williams NJ, Pinchbeck G, Warner B, Simpson A, Schmidt VM. UK dogs eating raw meat diets have higher risk of Salmonella and antimicrobial-resistant *Escherichia coli* faecal carriage. *Journal of Small Animal Practice*. 2022 Jun 1;63(6):435–41.
38. Ogeer-Gyles J, Mathews KarolA, Sears W, Prescott JohnF, Weese JS, Boerlin P. Development of antimicrobial drug resistance in rectal *Escherichia coli* isolates from dogs hospitalized in an intensive care unit. *American Veterinary Medical Association*. 2006;229(5):694–9.
39. Rupali R, Rahul K. Review on canine pyometra, oxidative stress and current trends in diagnostics. *Asian Pacific Journal of Reproduction*. 2019;8(2):45–55.
40. Wijewardana V, Sugiura K, Wijesekera DPH, Hatoya S, Nishimura T, Kanegi R, et al. Effect of ovarian hormones on maturation of dendritic cells from peripheral blood monocytes in dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2015 Aug 1;77(7):771–5.
41. Hagman R. Pyometra in Small Animals. Vol. 48, *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*. W.B. Saunders; 2018. p. 639–61.
42. Hagman R, Ström Holst B, Möller L, Egenvall A. Incidence of pyometra in Swedish insured cats - ScienceDirect. *ScienceDirect*. 2014;82(1):114–20.
43. Xavier RGC, Santana CH, da Silva PHS, Aburjaile FF, Pereira FL, Figueiredo HCP, et al. Transmission of *Escherichia coli* Causing Pyometra between Two Female Dogs. *Microorganisms*. 2022 Dec 1;10(12).
44. Qian C, Jiang C, Hou J. The endometrium histopathology and cell ultrastructure in bitches with pyometra induced using progesterone and *Escherichia coli*. *ScienceDirect*. 2020;67:1–5.
45. Agostinho JMA, De Souza A, Schocken-Iturrino RP, Beraldo LG, Borges CA, Ávila FA, et al. *Escherichia coli* strains isolated from the uteri horn, mouth, and rectum of bitches suffering from pyometra: Virulence factors, antimicrobial susceptibilities, and clonal relationships among strains. *Int J Microbiol* [Internet]. 2014 [cited 2024 Aug 3];2014. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24734047/>
46. Paudel M, Kafle S, Gompo TR, Khatri KB, Aryal A. Microbiological and hematological aspects of canine pyometra and associated risk factors. *Heliyon* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2024 Jul 26];9(12). Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10709193/#:~:text=The%20study%20findings%20showed%20that,with%20the%20type%20of%20pyometra.>

47. Naiheak B, Bunna C, Vutey V, Kang K. Antimicrobial Resistance Profiles Found in a Case Study of *Escherichia coli* from Cohabitant Pets and Environmental Surfaces at Animal Clinics, Phnom Penh City. *IJERD-International Journal of Environmental and Rural Development*. 2023.
48. Ghanbarpour R, Akhtardanesh B. Genotype and antibiotic resistance profile of *Escherichia coli* strains involved in canine pyometra. *Comp Clin Path*. 2012 Oct 1;21(5):737–44.
49. Vignesh M, Vasu J, Nivedha D, Srinivas MV, Iyyanar S, Mukhopadhyay HK. Isolation and Antibiogram of *Escherichia coli* from Canine Pyometra in Puducherry Region. *Indian Journal of Veterinary Sciences & Biotechnology* [Internet]. 2022 Nov 7 [cited 2024 Jul 25];18(5):130–3. Available from: <https://0e10fm5h4-y-https-web-p-ebscohost-com.itmsp.museknowledge.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=62dc1ce4-7219-49b2-b774-7f03c58393e6%40redis>
50. Bertero A, Corrà M, Spagnolo E, Nervo T, Rota A. Antimicrobials administration, treatment outcome and bacterial susceptibility in canine pyometra cases subjected to ovariohysterectomy. *Veterinary Journal* [Internet]. 2024 Aug 1 [cited 2024 Jul 27];306. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090023324000960>
51. Abad-Fau A, Sevilla E, Oro A, Martín-Burriel I, Moreno B, Morales M, et al. Multidrug resistance in pathogenic *Escherichia coli* isolates from urinary tract infections in dogs, Spain. *Front Vet Sci*. 2024;11.
52. Fernandes V, Cunha E, Nunes T, Silva E, Tavares L, Mateus L, et al. Antimicrobial Resistance of Clinical and Commensal *Escherichia coli* Canine Isolates: Profile Characterization and Comparison of Antimicrobial Susceptibility Results According to Different Guidelines. *Vet Sci* [Internet]. 2022 Jun 1 [cited 2024 Jul 24];9(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35737336/>
53. Liao AT, Huang WH, Wang SL. BACTERIAL ISOLATION AND ANTIBIOTIC SELECTION AFTER OVARIOHYSTERECTOMY OF CANINE PYOMETRA: A RETROSPECTIVE STUDY OF 55 CASES. *Taiwan Veterinary Journal* [Internet]. 2020 Jun [cited 2024 Jul 24];46(02n03):67–74. Available from: https://www.researchgate.net/publication/343048771_BACTERIAL_ISOLATION_AND_ANTIBIOTIC_SELECTION_AFTER_OVARIOHYSTERECTOMY_OF_CANINE_PYOMETRA_A_RETROSPECTIVE_STUDY_OF_55_CASES
54. Kaesbohrer A, Bakran-Lebl K, Irrgang A, Fischer J, Kämpf P, Schiffmann A, et al. Diversity in prevalence and characteristics of ESBL/pAmpC producing *E. coli* in food in Germany. *Vet Microbiol*. 2019 Jun 1;233:52–60.
55. Bacci C, Vismarra A, Dander S, Barilli E, Superchi P. Occurrence and antimicrobial profile of bacterial pathogens in former foodstuff meat products used for pet diets. *J Food Prot*. 2019;82(2):316–24.

56. Nüesch-Inderbilen M, Treier A, Zurfluh K, Stephan R. Raw meat-based diets for companion animals: A potential source of transmission of pathogenic and antimicrobial-resistant Enterobacteriaceae. R Soc Open Sci. 2019;6(10).

ANEXOS



Gráfico 7 Agar BIEE, BHI MacConkey y Mueller



Gráfico 6 Preparación de agar BLEE y MacConkey



Gráfico 9 Siembra de bacteria



Gráfico 8 Crecimiento de colonias de E.coli



Gráfico 11 Crecimiento de colonias de BLEE



Gráfico 10 Discos de antibióticos



Gráfico 12 Colocación de discos de antibióticos

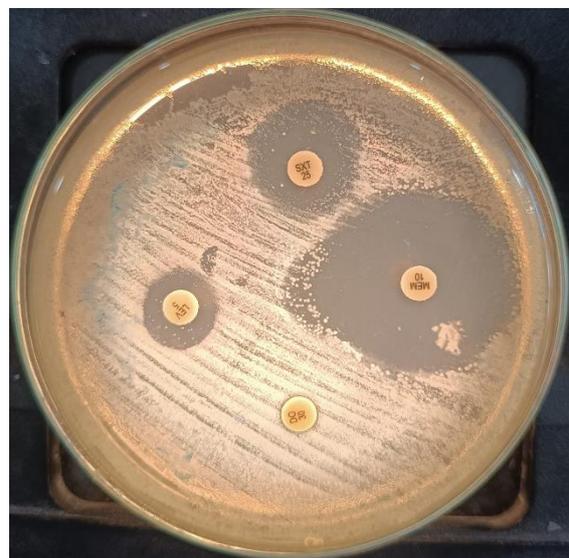


Gráfico 13 Antibiograma

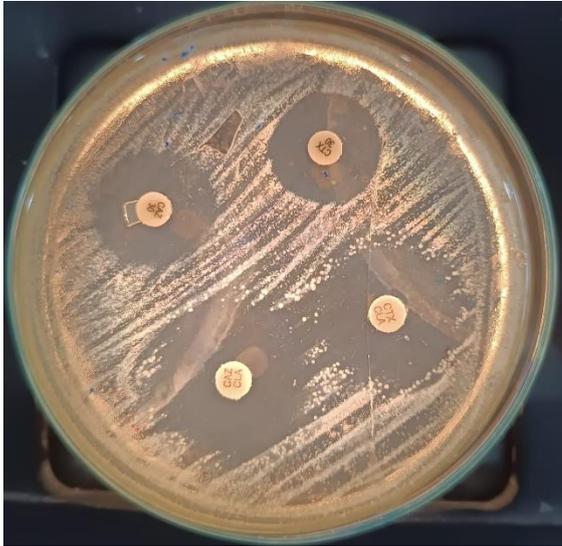


Gráfico 15 Prueba de doble disco



Gráfico 14 Antibiograma



Gráfico 17 Observación en el microscopio

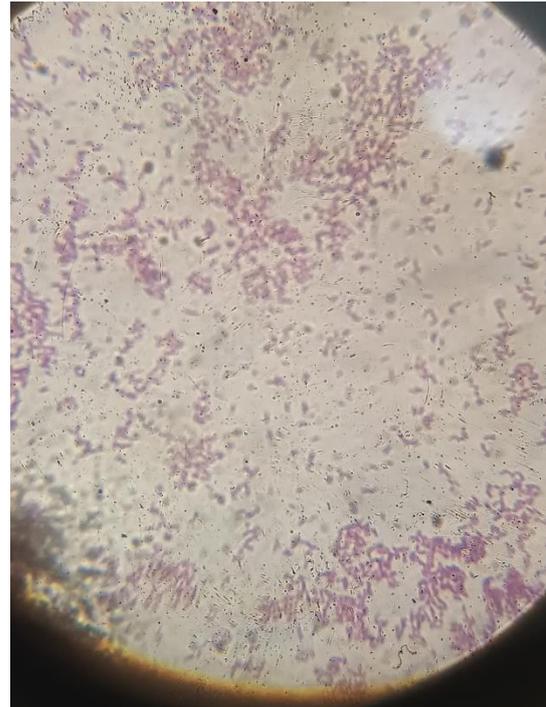


Gráfico 16 Tinción de gram para confirmación de E.coli



Gráfico 19 Realización de prueba enterosystem 18R



Gráfico 18 Reacción de la prueba

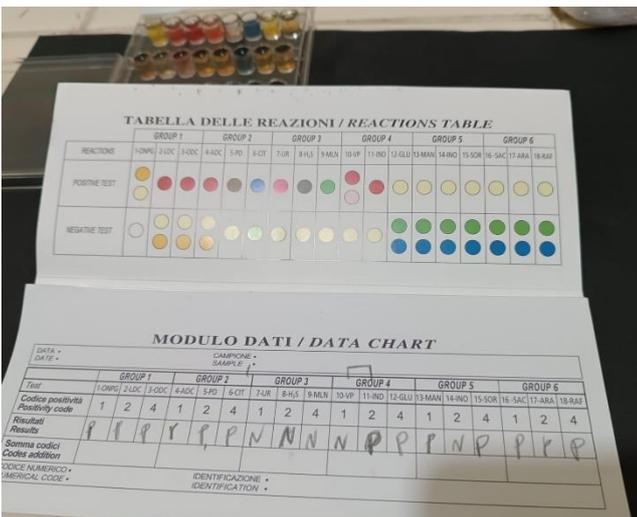


Gráfico 21 Tabla de reacción

© Liofilchem® - Enterosystem 18R - Rev.3 / 28.05.2014

REACCIONES BIOQUÍMICAS SIGNIFICATIVAS PARA DIFERENCIACIÓN DE ENTEROBACTERIACEAE

Microorganismo	ONPG	UR	H ₂ S	IND	VP	LDC	CIT	MLN
<i>Escherichia</i> spp	+	-	-	+	-	+	-	-
<i>Enterobacter</i> spp	±	±	-	-	+	±	+	+
<i>Klebsiella</i> spp	+	±	-	±	+	+	±	±
<i>Proteus</i> spp	-	+	±	±	-	-	±	-
<i>Salmonella</i> spp	-	-	±	-	-	±	-	-
<i>Citrobacter</i> spp	+	-	+	±	-	-	+	±
<i>Arizona</i> spp	±	-	+	±	-	+	±	±
<i>Yersinia</i> spp	±	±	-	±	±	-	-	±
<i>Serratia</i> spp	±	-	-	-	±	±	±	±

+: reacción positiva -: reacción negativa ±: reacción variable

CONTROL DE CALIDAD
Cada lote de ENTEROSYSTEM 18R es objeto de un control de calidad utilizando los siguientes microorganismos de referencia:
Enterobacter cloacae ATCC® 23355, *Escherichia coli* ATCC® 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC® 13883, *Proteus mirabilis* ATCC® 25933, *Salmonella typhimurium* ATCC® 14028, *Serratia marcescens* ATCC® 8100, *Shigella flexneri* ATCC® 12022, *Yersinia enterocolitica* ATCC® 9610.

FACTORES QUE PUEDEN INVALIDAR LAS PRUEBAS
Pobre estandarización del inóculo; material clínico inadecuado, el uso de sistemas y / o reactivos caducados, el incumplimiento de las temperaturas y los tiempos de incubación

PRECAUCIONES
El producto, ENTEROSYSTEM 18R, no está clasificado como peligroso bajo la regulación normativa vigente, sin embargo verifique la Hoja de Seguridad del producto para un uso correcto. EL ENTEROSYSTEM 18R es un dispositivo desechable para uso clínico.

Gráfico 20 Tabla de reacción