



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

---

**“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS  
AGENTES BACTERIANOS EN CUYES EN LAS GRANJAS EN  
LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

---

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de  
Médica Veterinaria

**Autor:**

Fuentala Veloz Jennifer Vanessa

**Tutor:**

Herrera Yunga Vanessa del Rosario

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Agosto 2024**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Fuentala Veloz Jennifer Vanessa con cédula de ciudadanía No. 1754487971, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: “**ESTUDIO DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES BACTERIANOS EN CUYES EN LAS GRANJAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI**”, siendo la Médica Veterinaria y Zootecnista Mtr. Vanessa del Rosario Herrera Yunga, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 15 de agosto del 2024



Jennifer Vanessa Fuentala Veloz

C.C: 1754487971

**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **FUENTALA VELOZ JENNIFER VANESSA**, identificada con cédula de ciudadanía N° 1754487971, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema, en calidad de Rectora y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES BACTERIANOS EN CUYES EN LAS GRANJAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico:

Fecha de inicio de la carrera: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Fecha de finalización: Abril 2024 – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de febrero del 2024

Tutora: MVZ.Vanessa del Rosario Herrera Yunga ,Mtr.

Tema: **“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES BACTERIANOS EN CUYES EN LAS GRANJAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

**CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** – **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusulas cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 15 días del mes de agosto del 2024.



Jennifer Vanessa Fuentala Veloz

**LA CEDENTE**

Dr. Idalia Eleonora Pacheco Tigsalema

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación sobre el título:

**“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES BACTERIANOS EN CUYES EN LAS GRANJAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, de Fuentala Veloz Jennifer Vanessa, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 15 de agosto del 2024

MVZ. Vanessa del Rosario Herrera Yunga, Mtr.

C.C: 1103758999


**DOCENTE TUTORA**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN


En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Fuentala Veloz Jennifer Vanessa, con el título de Proyecto de Investigación: **“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES BACTERIANOS EN CUYES EN LAS GRANJAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 15 de agosto del 2024

  
Dra. Elsa Janeth Molina Molina, Mg.  
C.C: 0502409634  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

  
MVZ. Cristian Fernando Beltrán Romero, Mg.  
C.C: 0501942940  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**

  
Dra. Patricia Marcela Andrade Aulestia, Mg.  
C.C. 0502237555  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Hoy, mientras reflexiono sobre mi viaje a lo largo de la carrera de Veterinaria, me llena de una profunda gratitud y emoción recordar todos los momentos y las personas que me han acompañado en este camino*

*Primero, quiero dedicar un agradecimiento especial a mi tutora Vanessa del Rosario Herrera Yunga. Gracias a su paciencia y guía, aprendí a enfrentar desafíos con valentía y a no rendirme. Su influencia ha sido fundamental para que me convierta en la profesional que soy hoy.*

*A mi familia, no tengo palabras suficientes para expresar mi gratitud. Han sido mi apoyo incondicional durante todo este tiempo. En especial a mi abuelita Fabiola Alomoto, quien fue un pilar importante en todo el recorrido de mi carrera, estuvo apoyándome desde un inicio hasta el final, sin ella no hubiera podido conseguir todo lo que ahora logré. La distancia no fue un reto ya que regresaba los fines de semana a casa exhausta pero llena de satisfacción. Sus palabras de aliento me dieron la fuerza para seguir adelante y enfrentar cada desafío. Gracias por estar siempre a mi lado y por celebrar cada pequeño triunfo conmigo.*

*Mis compañeros de clase también han sido una parte invaluable de este viaje. Compartimos risas, largas noches de estudio y momentos inolvidables. Estoy agradecida por cada uno de ustedes y por todo lo que hemos aprendido juntos.*

*Y por último quiero agradecer a mi perrito Puky, quien fue mi motivación para seguir la carrera, por quien luchaba día a día por aprender más y poder ayudarlo de alguna manera, ahora ya no está conmigo, pero en vida fue mi más grande motivación.*

*Al comenzar esta nueva etapa en mi vida profesional, llevo conmigo el conocimiento y la experiencia que he adquirido, así como el cariño y el apoyo de todos ustedes. Estoy emocionada por lo que el futuro me depara y por la oportunidad de seguir haciendo una diferencia en la vida de los animales y sus familias.*

**Jennifer Vanessa Fuentala Veloz**

## **DEDICATORIA**

*Queridos papá y mamá,*

*Hoy quiero dedicar unas palabras muy especiales a dos personas que han sido mi mayor apoyo en este viaje. Mamá, tu cariño y tus palabras de aliento han sido mi refugio constante. En cada momento de duda y cansancio, tu apoyo incondicional y tu habilidad para escucharme me han dado la fuerza para seguir adelante. Recuerdo las veces que me llamabas para saber cómo me encontraba, que necesitaba, preparando mi comida y brindándome palabras de ánimo, y cómo tus abrazos eran el mejor consuelo cuando las cosas se ponían difíciles. Tu amor ha sido el pilar sobre el cual he construido mis sueños.*

*Papá, gracias por ser mi roca en los momentos de incertidumbre. Siempre sabía que podía contar con tus consejos sabios y tu habilidad para pensar con claridad. Tus soluciones prácticas y tu forma de enfrentar los problemas con serenidad me han enseñado a mantenerme firme y a no perder la calma. Cada vez que logramos resolver juntos los problemas que se presentan, hasta los dilemas de mi carrera, sentí que tenía un verdadero aliado a mi lado.*

*También quiero extender mi agradecimiento a todas las personas maravillosas que han sido parte de este viaje, a mis hermanos, primos, tíos, tías, que han aportado con un granito de arena para formarme como profesional. Cada uno de ustedes ha contribuido de una manera especial y significativa, y aunque no pueda nombrar a todos, sepan que su apoyo ha sido fundamental para mí.*

*Gracias a todos por estar a mi lado, por creer en mí y por hacer posible este logro.*

*Con todo mi cariño y gratitud,*

***Jennifer Vanessa Fuentala Veloz***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ESTUDIO DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES BACTERIANOS EN CUYES EN LAS GRANJAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI”.

**Autora:**

Fuentala Veloz Jennifer Vanessa

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó para evaluar la resistencia de 16 antibióticos en bacterias (*Cavibacter spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Actinomyces.*, *Streptococcus spp.*, *Trueperella spp.*, *Bacillus spp.*, *Escherichia coli.*, *Salmonella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*) presentes en cuyes en granjas de la provincia de Cotopaxi, en los cantones de Pujilí, Saquisilí, y Latacunga. Se realizó en muestras de cultivos identificados bioquímicamente, se hizo tres pases para purificar las muestras, se ocupó la técnica de Kirby-Bauer en aislados, y se interpretó los resultados con las normas del CLSI (Clinical & Laboratory Standards Institute). Para la siembra de las bacterias se utilizó NaCl al 0,9%, y el agar Muller Hinton II. Los resultados con mayor porcentaje de sensibilidad de 100 % fue Ceftriaxona (4/4), y Ciprofloxacina (7/7), Fosfomicina+Trometamol (51/55) 93%, Sulfametoxazol+Trimetoprim (53/63) 84%, Florfenicol (13/16) 81%, Gentamicina (51/64) 80 %, Fosfomicina (28/37) 76%, Norfloxacina (26/35) 74%, Enrofloxacina (46/68) 68%, Oxitetraciclina (35/56) y Tetraciclina (10/16) 63%, Cefotaxima (3/7) 43%, y Ceftazidima (4/11) 36%. En la sensibilidad intermedia, Oxitetraciclina tiene mayor porcentaje con un 18% (10/56), Cefotaxima (1/7) 14%, Enrofloxacina (7/68) 10%, Gentamicina (5/64) 8%, Norfloxacina (2/35) y Sulfametoxazol+Trimetoprim (4/63) 6%, y Fosfomicina (2/37) 5%. Los antibióticos resistentes con 100% fueron Cefalexina (2/2) y Penicilina G (14/14), Amoxicilina (5/6) 83%, Ceftazidima (7/11) 64%, Cefotaxima (3/7) 43%, Tetraciclina (6/16) 38%, Enrofloxacina (15/68), Norfloxacina (7/35) y Oxitetraciclina (11/56) con 20%, Florfenicol (3/16) y Fosfomicina (7/37) el 19%, Gentamicina (8/64) 12%, Sulfametoxazol+Trimetoprim (6/63) 10%, Fosfomicina+Trometamol (4/55) 7%. En° conclusión, se observa que hay una resistencia elevada hacia Penicilina G y Cefalexina, mientras que los antibióticos más sensibles para tratar a los animales de las granjas a estudio son Ceftriaxona y Ciprofloxacina.

**Palabras claves:** Agentes bacterianos, cuyes, resistencia, antibiótica, Kirby-Bauer.

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "STUDY OF ANTIBIOTIC RESISTANCE OF BACTERIAL AGENTS IN GUINEA PIGS IN FARMS IN THE PROVINCE OF COTOPAXI".

**Author:**

Fuentala Veloz Jennifer Vanessa

## ABSTRACT

The research work was carried out to evaluate the resistance of 16 antibiotics in bacteria (*Cavibacter spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Actinomyces*, *Streptococcus spp.*, *Trueperella spp.*, *Bacillus spp.*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*) present in guinea pigs in farms of Cotopaxi province, in the cantons of Pujilí, Saquisilí, and Latacunga. It was performed on biochemically identified culture samples, three passes were made to purify the samples, the Kirby-Bauer technique was used on isolates, and the results were interpreted according to CLSI (Clinical & Laboratory Standards Institute) standards. For bacterial seeding, 0.9% NaCl and Muller Hinton II agar were used. The results with the highest sensitivity percentage of 100 % were Ceftriaxone (4/4), and Ciprofloxacin (7/7), Fosfomycin+Trometamol (51/55) 93%, Sulfamethoxazole+Trimethoprim (53/63) 84%, Florfenicol (13/16) 81%, Gentamicin (51/64) 80%, Fosfomycin (28/37) 76%, Norfloxacin (26/35) 74%, Enrofloxacin (46/68) 68%, Oxytetracycline (35/56) and Tetracycline (10/16) 63%, Cefotaxime (3/7) 43%, and Ceftazidime (4/11) 36%. In intermediate sensitivity, Oxytetracycline has higher percentage with 18% (10/56), Cefotaxime (1/7) 14%, Enrofloxacin (7/68) 10%, Gentamicin (5/64) 8%, Norfloxacin (2/35) and Sulfamethoxazole+Trimethoprim (4/63) 6%, and Fosfomycin (2/37) 5%. Resistant antibiotics with 100% were Cephalexin (2/2) and Penicillin G (14/14), Amoxicillin (5/6) 83%, Ceftazidime (7/11) 64%, Cefotaxime (3/7) 43%, Tetracycline (6/16) 38%, Enrofloxacin (15/68), Norfloxacin (7/35) and Oxytetracycline (11/56) with 20%, Florfenicol (3/16) and Fosfomycin (7/37) 19%, Gentamicin (8/64) 12%, Sulfamethoxazole+Trimethoprim (6/63) 10%, Fosfomycin+Trometamol (4/55) 7%. In conclusion, it is observed that there is high resistance to Penicillin G and Cephalexin, while the most sensitive antibiotics to treat the animals in the farms under study are Ceftriaxone and Ciprofloxacin.

Keywords: Bacterial agents, guinea pigs, resistance, antibiotic, Kirby-Bauer.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
3.1 Directos.....	3
3.2 Indirectos.....	3
4. PROBLEMÁTICA.....	3
5. OBJETIVOS.....	4
General.....	4
Específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS .....	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
7.1 Generalidades del cuy andino ( <i>cavia porcellus</i> ) .....	6
7.2 Problemas sanitarios en cuyes .....	6
7.2.1 Enfermedades bacterianas .....	6
7.3 Antimicrobianos.....	10
7.3.1 Mecanismos de resistencia de las bacterias.....	10
7.3.2 Mecanismos de los antibióticos.....	11
7.3.3 Pruebas de sensibilidad antibiótica .....	15
8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS .....	20
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	20
9.1 Metodología.....	20
9.2 Ubicación.....	20
9.2.1 Fase de campo .....	20

9.2.2 Fase de laboratorio .....	21
9.3 Población y muestra.....	21
9.5.1 Recolección y análisis de datos.....	21
9.6 Selección de discos .....	22
9.7 Esterilización del material.....	22
9.8 Preparación del inocuo.....	22
9.9 Escala de escala de MacFarland .....	23
9.10 Preparación del medio de cultivo (Mueller Hinton Agar II).....	23
9. 11 Siembra e incubación de los discos de sensibilidad.....	23
9. 12 Interpretación de resultados de los halos de inhibición .....	24
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	25
10. 1 Perfil de resistencia antibiótica de afecciones bacterianas en cuyes.....	25
10. 2 Perfil antibiótico para bacterias gran positivas y gram negativas presentes en cuyes.	27
10. 3 Perfil antibiótico de cada bacteria.....	29
10.3.1 <i>Escherichia coli</i> .....	29
10.3.2 <i>Salmonella spp.</i> .....	30
10.3.3 <i>Klebsiella spp.</i> .....	31
10.3.4 <i>Proteus spp.</i> .....	32
10.3.5 <i>Cavibacter spp.</i> .....	33
10.3.6 <i>Staphylococcus spp.</i> .....	34
10.3.7 <i>Actinomyces spp.</i> .....	35
10.3.8 <i>Staphylococcus spp.</i> y <i>Streptococcus spp.</i> .....	36
10.3.9 <i>Trueperella spp.</i> .....	37
10.3.10 <i>Streptococcus spp.</i> .....	38
10.3.11 <i>Bacillus spp.</i> .....	39
11. IMPACTOS .....	40
11. 1 Impacto técnico.....	40
11.2 Impacto Económico .....	40
12. CONCLUSIONES .....	40
13. RECOMENDACIONES .....	41
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados .....	4
Tabla 2. Antibióticos clasificados según su mecanismo .....	12
Tabla 3. Principales enfermedades bacterianas y su antibioterapia.....	15
Tabla 4. Escala de MacFarland.....	16
Tabla 5. Patrones del halo de inhibición para enterobacterias. ....	17
Tabla 6. Patrones estándar del halo de inhibición, puntos de corte equivalente a la CMI (concentración mínima inhibitoria) para enterobacterias .....	18
Tabla 7. Identificación de bacterias causantes de problemas respiratorios en cuyes del cantón Latacunga.....	21
Tabla 8. Frecuencia de linfadenitis en cuyes e identificación de los agentes bacterianos de la provincia de Cotopaxi.....	22
Tabla 9. Valores de halo de inhibición utilizados para describir sensible, intermedio y resistente. ....	25
Tabla 10. Perfil de resistencia antibiótica de las bacterias presentes en cuyes. ....	25
Tabla 11. Perfil de resistencia antibiótica de las bacterias Gram positivas presentes en cuyes. ....	27
Tabla 12. Perfil de resistencia antibiótica de las bacterias Gram negativas presentes en cuyes. ....	28
Tabla 13. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Escherichia coli</i> .....	29
Tabla 14. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Salmonella spp.</i> ....	30
Tabla 15. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Klebsiella spp.</i> .....	31
Tabla 16. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Proteus spp.</i> .....	32
Tabla 17. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Cavibacter spp.</i> .....	33
Tabla 18. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Staphylococcus spp.</i> ....	34
Tabla 19. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Actinomyces spp.</i> .....	35
Tabla 20. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Staphylococcus spp.</i> y <i>Streptococcus spp.</i> .....	36
Tabla 21. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Trueperella spp.</i> .....	37
Tabla 22. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Streptococcus spp.</i> .....	38
Tabla 23. Perfil de resistencia antibiótica de <i>Bacillus spp.</i> .....	39

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

Estudio de la resistencia antibiótica de los agentes bacterianos en cuyes en las granjas en la provincia de Cotopaxi.

**Fecha de inicio:** Octubre 2023

**Fecha de finalización:** Agosto 2024

**Lugar de ejecución:**

Provincia Cotopaxi, en los cantones de: Latacunga, Pujilí, y Saquisilí

**Facultad que auspicia:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Medicina Veterinaria

**Proyecto de investigación vinculado:** Salud y Bienestar en animales de Producción y compañía del cantón Latacunga.

**Equipo de Trabajo:**

**Postulante:** Jennifer Vanessa Fuentala Veloz

**Docente:** MVZ. Mtr. Vanessa del Rosario Herrera Yunga

**Área de Conocimiento:** 64 Veterinaria.

**Línea de investigación:** Producción y biotecnología animal.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Microbiología, Parasitología, Inmunología y Sanidad Animal.

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La crianza de cuyes es una de las actividades más importantes en las comunidades rurales de Ecuador, con 15 millones de crías y más de 710 mil familias dedicadas a esta actividad (1). En la provincia de Cotopaxi, para el año 2000, había aproximadamente 498,178 cuyes, representando el 9.8% de la producción nacional según el III Censo Agropecuario (INEC). Se estima que la tasa de crecimiento anual es del 9%. Del total de la producción de cuyes en Cotopaxi, el 40% se destina a la reproducción y el 60% al consumo familiar y la comercialización (2). El sistema familiar es el más común, pero presenta un nivel de productividad muy bajo debido a las altas tasas de mortalidad, causadas por el escaso conocimiento sobre el manejo animal, y las medidas de higiene y salubridad. Esta especie sufre de numerosas enfermedades bacterianas, virales, parasitarias, metabólicas y fúngicas, las causas que provocan estas enfermedades son factores como cambios repentinos en el entorno, fluctuaciones de temperatura, alta humedad, exposición directa a corrientes de aire, hacinamiento, falta de higiene y una alimentación inadecuada (3), lo que lleva a descartar por completo a los animales enfermos, todo esto provoca riesgosa para la salud humana. Esto representa un problema grave, ya que reduce la rentabilidad de la producción.

Para evitar pérdidas económicas, los productores aplican cualquier tipo de medicamentos o productos que puedan ayudar a sus animales. Sin embargo, esto provoca resistencia bacteriana, ya que al usar terapias antibióticas de forma indiscriminada sin identificar previamente el agente causal de la enfermedad ni realizar antibiogramas, tiene como consecuencia que los antibióticos pierdan su capacidad de matar o detener el crecimiento de las bacterias (4), reduciendo las opciones para tratar las enfermedades.

La solución a este problema es recomendar a las granjas los antibióticos más eficientes para establecer una terapia adecuada frente a infecciones. Al realizar pruebas de sensibilidad antibiótica, se pueden identificar los antibacterianos apropiados para cada bacteria en las granjas y conocer los antibióticos que presentarán resistencia. La técnica a utilizar será el método de Kirby-Bauer en aislado, esto permite categorizar los antibióticos como resistentes, intermedios o sensibles, basándose en los parámetros del Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI) (5). De esta manera, los productores pueden conocer los perfiles terapéuticos adecuados para tratar a sus animales.

### **3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

#### **3.1 Directos**

Propietarios de las granjas de los cuyes en los diferentes cantones de la provincia de Cotopaxi, en los que se realizó la investigación.

#### **3.2 Indirectos**

Productores que se dediquen a la crianza de cuyes en la provincia de Cotopaxi.

### **4. PROBLEMÁTICA**

En la sierra del Ecuador, el sistema típico es el tradicional de crianza de cuyes, se desarrolla en la cocina de la casa o en pequeñas jaulas, ya que son pequeños comerciantes. La producción mayormente, es destinada para el autoconsumo y en menor porcentaje para su comercialización. Debido a que no les resulta rentable porque el manejo no es el adecuado, principalmente tienen mal cuidado en cuanto a sanidad, por lo que existen altas tasas de mortalidad de crías por la presencia de agentes bacterianos (2).

La crianza familiar, es la que prevalece en la crianza de cuyes, todos los animales se crían juntos sin importar de edad, clase y sexo. El destino de la mayoría de producción es el autoconsumo. Mantienen aproximadamente cincuenta cuyes que son alimentados con base de desperdicios de cocina, malezas y subproductos agrícolas. Su baja productividad o rendimiento individual se debe a la forma de crianza (1). Uno de los problemas más difíciles que tienen los productores es el control sanitario de sus cuyes. En muchos casos no saben cómo se enferman y porqué se mueren. Muchas enfermedades no se pueden curar, su curación es costosa, o muchas de las veces los animales ya no reaccionan de manera positiva a los tratamientos o antibióticos que se les administra, ya que el uso inadecuado de antibióticos acelera el desarrollo de la resistencia antimicrobiana y la futura ineffectividad del producto contra las enfermedades (6). Siendo este un problema muy grave, puesto que aproximadamente 60% de los patógenos que originan enfermedades en el hombre provienen de los animales, y al preservar la sanidad de los animales y el medio ambiente también se resguarda la salud humana (7)

En 2019, se estimó que 1,27 millones de personas murieron a causa de una infección causada por una bacteria resistente a los medicamentos (8)

En 2015, la Organización Mundial de la Salud (OMS) lanzó el “Plan de acción mundial sobre la resistencia a los antimicrobianos”. Este plan resalta la importancia entre la salud pública, la seguridad alimentaria y la sanidad animal. Además, la OMS sugiere implementar programas de concientización sobre la resistencia a los antimicrobianos, realizar vigilancia epidemiológica y llevar a cabo investigaciones sobre cepas resistentes. Todo esto con el objetivo de reducir la incidencia de casos y asegurar el uso adecuado de antimicrobianos tanto en animales como en humanos (9).

## 5. OBJETIVOS

### General

Determinar la resistencia antibiótica de los agentes causantes de enfermedades bacterianas en los cuyes de las granjas de la provincia de Cotopaxi.

### Específicos

- Categorizar por medio de porcentajes a los antibióticos, como sensibles, intermedios o resistentes, según los mm de su halo de inhibición.
- Analizar que antibióticos tienen mayor eficacia frente a bacterias gram positivas y gram negativas que están presentes en cuyes.
- Realizar un perfil antibiótico por cada agente bacteriano encontrado en cuyes.

## 6. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

*Tabla 1.* Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

<b>Objetivo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
Categorizar a los antibióticos como sensibles, intermedios o resistentes, según	Técnica de Kirby Bauer en aislados.	Los resultados obtenidos, demostraron que hay una sensibilidad del 100% frente a Ceftriaxona y Ciprofloxacina. Una sensibilidad intermedia del 18%	Se realizó por medio del método Kirby Bauer en aislados, el cual consiste en medir el halo que se forma alrededor del disco

<p>los mm de su halo de inhibición.</p>	<p>para Oxitetraciclina, y una resistencia del 100% en Cefalexina y Penicilina G.</p>	<p>de antibiótico, y clasificarlo sensible resistente, intermedio o sensible, según las directrices del CLSI (Clinical and Laboratory Institute Standard).</p>
<p>Analizar que Tabla de antibióticos Excel. tienen mayor eficacia frente a bacterias gram positivas y gram negativas presentes en cuyes.</p>	<p>Para gram positivas hay mayor sensibilidad del 92% para Fosfomicina+Trometamol, el 67% tiene una sensibilidad intermedia, y el 67% de resistencia para Amoxicilina. Mientras que para gram negativas existe una mayor sensibilidad para Ceftriaxona y Ciprofloxacina con un 100%, una sensibilidad intermedia presenta para Cefalexina con un 100%, y se encuentra resistente para Amoxicilina y penicilina G con un 100%.</p>	<p>Una vez se obtuvo los resultados de los antibióticos que se probó en las diferentes bacterias, se analizó los datos tabulados en una tabla de Excel para observar los antibióticos que presentaban una mayor resistencia frente a las bacterias.</p>
<p>Realizar un perfil antibiótico por cada agente bacteriano encontrado en cuyes.</p>	<p>Se encontró los siguientes resultados para los agentes bacterianos: <i>Cavibacter spp.</i>: 7 antibióticos sensibles y 1 resistente, <i>Staphylococcus spp.</i>: 10 antibióticos sensibles y 4 resistentes, <i>Actynomyces spp.</i>: 10 antibióticos sensibles y 1 resistente, <i>Streptococcus spp.</i>: 6 antibióticos sensibles y 4 resistente, <i>Trueperella spp.</i> 4 antibióticos resistentes y 4 sensibles, <i>Bacillus spp.</i>: 7 antibióticos sensibles y 6 resistentes, <i>Escherichia coli.</i>: 8 antibióticos sensibles y 2 resistentes, <i>Salmonella spp.</i>: 7 antibióticos sensibles y 3 resistentes, <i>Klebsiella spp.</i>: 8 antibióticos sensibles y 2 resistentes,</p>	<p>Los datos de las bacterias encontradas se clasificaron por separado, tabulando los antibióticos que se probaron para ver con que medicamento se puede combatir a cada bacteria en específico.</p>

*Proteus spp.*: 7 antibióticos sensibles y 2 resistentes.

---

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1 Generalidades del cuy andino (*cavia porcellus*)

*Cavia porcellus*, conocido como cuy, es una especie de roedor que pertenece a la familia Caviidae y al género *Cavia*. Originario de los Andes en América del Sur, fue domesticado inicialmente para el consumo humano debido a su carne (9), que es rica en proteínas, baja en grasa y contiene minerales y vitaminas. Criar cuyes tiene varias ventajas, como su naturaleza herbívora, su corto ciclo reproductivo, su capacidad de adaptarse a diversos entornos y su dieta variada (10).

En las comunidades rurales de la sierra del Ecuador, es común que las familias críen cuyes. Esta práctica se refleja especialmente en las grandes cantidades de carne de cuy que se consumen durante las festividades locales. La crianza de cuyes se realiza de manera tradicional y sin técnicas avanzadas, ya que las investigaciones realizadas en el país para mejorar la producción no han llegado a los pequeños comerciantes, quienes constituyen la mayoría de los criadores. Esto resulta en una producción deficiente en términos de calidad y cantidad, destinada principalmente al consumo familiar (11).

### 7.2 Problemas sanitarios en cuyes

Las enfermedades en los cuyes son provocadas por factores como cambios bruscos en el medio ambiente, variaciones de temperatura, alta humedad, exposición directa a corrientes de aire, falta de limpieza en su área y una alimentación deficiente, entre otros. La alta mortalidad en la crianza de cuyes, debido al desconocimiento de alternativas en el área de salud animal, limita significativamente el desarrollo de esta actividad (9)

#### 7.2.1 Enfermedades bacterianas

Los cuyes pueden contraer enfermedades infecciosas causadas por microorganismos, las cuales pueden resultar en una alta mortalidad. Estas enfermedades ocurren cuando un agente vivo invade el organismo, provocando una serie de síntomas clínicos. Esta invasión de microorganismos genera signos específicos para cada enfermedad, y pueden transmitirse tanto entre cuyes como a otras especies (11). Entre las enfermedades más

comunes que se pueden encontrar en cuyes son: neumonía, bronconeumonía, salmonelosis, colibacilosis, y linfadenitis cervical (2)

### 7.2.1.1 Gram positivas

- *Streptococcus pneumoniae*: esta bacteria es Gram positiva, anaerobia facultativa, catalasa negativa, inmóvil y de forma ovalada, con una longitud de 1,2-1,8  $\mu\text{m}$ . Está rodeada por una cápsula y no presenta antígenos de Lancefield. Se agrupa en cadenas de dos (diplococos) o más bacterias. Crece en agar sangre formando colonias redondas, mucosas y rodeadas de un halo de  $\alpha$ -hemólisis verdoso. Se conocen más de 90 serotipos de *S. pneumoniae*, pero aproximadamente el 80% de las infecciones neumocócicas invasoras son causadas por unos 12 serotipos: 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 18, 19 y 23. (12). Es catalasa negativa, DNAsa positiva y oxidasa negativa. Provoca neumonía en cuyes, produciendo una lesión inflamatoria en los pulmones, especialmente debido a cambios bruscos de temperatura, ya que estos animales son poco resistentes a las corrientes de aire y la humedad (13). Los síntomas particulares que presentan los animales enfermos son secreciones nasales, disminución del apetito, y respiración dificultosa (9)
- *Staphylococcus spp.*: son cocos Gram positivos de aproximadamente 1  $\mu\text{m}$  de diámetro, que suelen aparecer en grupos irregulares, formando racimos de uva. Se estima que alrededor de 30 especies de *Staphylococcus* son responsables de problemas en la piel y mucosas. La mayoría de los estafilococos son anaerobios facultativos y catalasa positivos. Son inmóviles, oxidasa negativos y no forman esporas, a excepción de *S. aureus.*, y *S. intermedius.*, que son anaerobios y catalasa negativos (14). Su metabolismo puede ser aerobio o anaerobio facultativo, produciendo ácido acético (respiración aerobia) o ácido láctico (fermentación de glucosa) como productos finales. En cuyes adultos, la presencia de *Staphylococcus spp.* se ha asociado con un tipo de linfadenitis estafilocócica (15)
- *Streptococcus zooepidermicus.*: esta bacteria es uno de los principales agentes infecciosos en cuyes de crianza familiar y comercial. Provoca linfadenitis cervical, evidenciada por abscesos crónicos en los ganglios linfáticos. Se transmite por vía oral, a través de la piel y mucosas con pequeñas abrasiones, mordeduras, aerosoles o genitales. Son cocos Gram positivos, no esporulantes, anaerobios inmóviles, catalasa y oxidasa negativos, con un diámetro de 0,5 a 1,5  $\mu\text{m}$ , y son circulares y de color opaco (16). Está encapsulada con un polisacárido

capsular que contiene ácido hialurónico, lo que contribuye a su virulencia<sup>1</sup>. En agar sangre, *S. zooepidermicus* es beta-hemolítica, lo que significa que puede destruir los glóbulos rojos (17)

- *Cavibacter spp.*: es un género de bacterias que pertenece a la familia Microbacteriaceae. Estas bacterias son Gram-positivas, no esporuladas y aerobias, miden entre 0.5 a 1.0 micrómetros de ancho y 1.0 a 2.5 micrómetros de largo. Se caracterizan por su morfología coryneforme, quiere decir que tiene una forma similar a la de los corinebacterios. No producen micelio ni esporas, lo que las distingue de otros géneros de bacterias. Positiva para catalasa y esculina, y negativa para oxidasa (18).
- *Trueperella spp.*: estas bacterias son pleomórficas, inmóviles, no formadoras de esporas y catalasa negativas, con un tamaño de 0.5 a 2.0 micrómetros. Pueden presentarse como bacilos pleomórficos o coccoides. Para su aislamiento inicial, requieren medios enriquecidos con sangre de ovino o bovino, donde todas las cepas muestran  $\beta$ -hemólisis cuando se incuban en condiciones de microaerofilia (19). Anteriormente clasificadas como *Corynebacterium pyogenes*, *Actinomyces pyogenes* y *Arcanobacterium pyogenes*, pertenecen a la familia Actinomycetaceae. Este género abarca cinco especies: *Trueperella abortusis*, *Trueperella bernardiae*, *Trueperella bialowiezensis*, *Trueperella bonasi* y *Trueperella pyogenes* (20).
- *Bacillus spp.*: estas bacterias pueden crecer en condiciones aeróbicas o, en ocasiones, como anaerobios facultativos. Tienen una morfología bacilar, son móviles gracias a sus flagelos y presentan un tamaño variable que oscila entre 0.5 y 10  $\mu\text{m}$ . Su crecimiento óptimo se da a un pH neutro y pueden crecer en un amplio rango de temperaturas, aunque la mayoría de las especies son mesófilas, prosperando entre 30 y 45 °C. Su diversidad metabólica está asociada a la promoción del crecimiento vegetal y al control de patógenos. Además, destacan por su capacidad de producir endosporas (ovales o cilíndricas) como mecanismo de resistencia a diversos tipos de estrés (21)

#### 7.2.1.2 Gram negativas

- *Klebsiella spp.*: esta bacteria pertenece a la familia de las Enterobacteriaceae y se convierte en patógena bajo ciertas condiciones, especialmente cuando el animal está debilitado (22). No produce esporas y tiene forma de bacilo, con un tamaño

de 1-2 micrómetros de largo y 0,5-0,8 micrómetros de ancho. Es inmóvil y fermenta la lactosa, produciendo gas en 48 horas. Puede desarrollarse tanto en presencia como en ausencia de oxígeno, por lo que se considera una especie anaeróbica facultativa (23). Las cepas que presenta esta bacteria son: *K. pneumoniae.*, *K. ozaenae.*, *K. rhinoscleromatis.*, *K. oxytoca.*, *K. ornithinolytica.*, *K. planticola.*, y *K. terrigena* (24)

- *Bordetella bronchiseptica.*: responsable de la bronconeumonía, esta bacteria es un cocobacilo aerobio y móvil, con un tamaño de 0,2 a 0,5  $\mu\text{m}$  de ancho por 0,5 a 2  $\mu\text{m}$  de largo. Responde a ureasa positiva, y de igual manera a catalasa positiva, oxidasa positiva e indol negativa. Se caracteriza por tener una cápsula que rodea la célula bacteriana y flagelos en su superficie. Los signos clínicos en los animales incluyen anorexia, pérdida de peso y dificultad respiratoria con descarga nasal serosa a purulenta (25)
- *Salmonella spp.*: este bacilo Gram negativo es anaerobio facultativo, generalmente móvil y no formador de esporas, con un tamaño de 2 a 3  $\mu\text{m}$  de largo por 0,4 a 0,6  $\mu\text{m}$  de ancho. Crece fácilmente en agar sangre, formando colonias de 2 a 3 mm. Tiene un metabolismo oxidativo y fermentativo, produciendo ácido y, a menudo, gas durante la fermentación de la glucosa u otros carbohidratos. Es catalasa positiva (con raras excepciones) y oxidasa negativa. (26). El serotipo más frecuente en cuyes es *Salmonella* entérica subespecie entérica serovar *Typhimurium*, presente en el 95% de los casos en comparación con otros serotipos (27)
- *Pasteurella multocida.*: este cocobacilo pleomórfico Gram negativo puede observarse en la tinción de gram como formas cocoides, bacilos cortos o filamentosos, con una tinción bipolar. Puede aparecer suelto o agrupado en parejas o cadenas cortas. Es anaerobio facultativo e inmóvil, y crece bien en medios de agar sangre, chocolate y Mueller-Hinton. Puede comportarse como un patógeno oportunista, invadiendo los tejidos desde la mucosa respiratoria colonizada y causando neumonía, bronquitis, empiema y abscesos pulmonares (28)
- *Escherichia coli.*: causante de colibacilosis en cuyes, manifestándose con diarreas profusas, caquexia y pelo erizado, entre otros síntomas, y puede generar altos grados de mortalidad (29). Es un bacilo Gram negativo, no formador de esporas y

móvil gracias a sus flagelos peritricos. Mide aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$  de ancho por 3  $\mu\text{m}$  de largo. Es catalasa positiva y oxidasa negativa (30)

- *Proteus spp.*: este género son bacilos gramnegativos, móviles, con flagelos peritricos, aerobios y facultativos anaerobios (31). No fermentan lactosa y son oxidasas negativas, pero presentan una fuerte actividad de ureasa, lo que les permite alcalinizar la orina y formar cálculos renales de estruvita. Las especies más relevantes clínicamente son *Proteus mirabilis*. y *Proteus vulgaris*., conocidas por causar infecciones del tracto urinario (32).

### 7.3 Antimicrobianos

Los cuyes son fermentadores del intestino grueso, especialmente del ciego, y dependen de la producción bacteriana de ácidos grasos volátiles para obtener energía. Esta capacidad les permite aprovechar mejor el forraje, pero también los hace muy susceptibles a los cambios en la microbiota del tracto digestivo. Por esta razón, los cuyes son un excelente ejemplo de cuando una prueba de sensibilidad in vitro no siempre es la mejor opción terapéutica. Es crucial seleccionar cuidadosamente el fármaco a utilizar, especialmente en presentaciones orales que puedan causar disbiosis iatrogénica (33)

#### 7.3.1 Mecanismos de resistencia de las bacterias

Las bacterias han desarrollado varios mecanismos de resistencia a los antibióticos, lo que representa un desafío significativo para el tratamiento de infecciones. La resistencia puede ser natural o intrínseca, como en el caso de *Mycoplasma*, que carece de pared celular y, por lo tanto, es resistente a los betalactámicos. La resistencia adquirida ocurre cuando hay una modificación en la carga genética de la bacteria, ya sea por mutación cromosómica o por mecanismos de transferencia genética. Sin embargo, la resistencia transmisible es la más preocupante, ya que está mediada por plásmidos, transposones o integrones, que pueden transferirse de una bacteria a otra (34).

Las bacterias pueden desarrollar al menos tres mecanismos para volverse resistentes a los antibióticos, los cuales son independientes entre sí pero pueden actuar de manera sinérgica: la alteración de las enzimas diana (como las proteínas de unión a penicilina, PBPs), la modificación de la membrana externa y la producción de enzimas inactivantes (como las betalactamasas) (35).

- **Inactivación del antibiótico por enzimas:** Las bacterias producen enzimas que inactivan los antibióticos; las más importantes son las betalactamasas, que muchas

bacterias pueden generar. La producción de betalactamasas es uno de los principales mecanismos de resistencia bacteriana, especialmente en bacterias Gram negativas. Estas enzimas pueden inactivar los antibióticos betalactámicos (penicilinas, cefalosporinas, monobactames y carbapenemes). Los genes que codifican las betalactamasas pueden estar en el cromosoma de algunas especies bacterianas o en el ADN plasmídico. En este último caso, el gen de resistencia puede transferirse entre distintas especies (36). En las bacterias Gram positivas, suelen ser plasmídicas, inducibles y extracelulares, mientras que en las Gram negativas son de origen plasmídico o por transposones, constitutivas y periplásmicas. También existen enzimas que modifican los aminoglucósidos y, aunque este no es su principal mecanismo de resistencia, el cloranfenicol, las tetraciclinas y los macrólidos también pueden ser inactivados por enzimas (35).

- **Modificaciones bacterianas que impiden la llegada del antibiótico al punto diana:** Las bacterias pueden desarrollar mutaciones en las porinas de su pared celular, lo que impide la entrada de ciertos antibióticos (como los betalactámicos) o altera los sistemas de transporte (como los aminoglucósidos en los anaerobios). En otros casos, pueden expulsar activamente el antibiótico, evitando que se acumule en cantidades suficientes para ser eficaz (35).
- **Alteración por parte de la bacteria de su punto diana, impidiendo o dificultando la acción del antibiótico.** Podemos observar alteraciones en la ADN girasa (resistencia a quinolonas), en el ARNr 23S (resistencia a macrólidos) y en las enzimas PBPs (proteínas fijadoras de penicilina) necesarias para la formación de la pared celular (resistencia a betalactámicos). Una misma bacteria puede desarrollar varios mecanismos de resistencia frente a uno o varios antibióticos, y de igual manera, un antibiótico puede ser inactivado por distintos mecanismos en diversas especies bacterianas. Todo esto complica enormemente el estudio de las resistencias bacterianas a los diferentes antimicrobianos (36)

### 7.3.2 Mecanismos de los antibióticos

Estos tipos de mecanismos se dan por diferentes vías, que se usan para actuar y provocar daño en rutas metabólicas de bacterias indispensables para su supervivencia (37). Estas son:

- **Alteración de la membrana celular:** los antibióticos se unen a proteínas específicas de la pared celular durante su ensamblaje, lo que resulta en una

formación celular incompleta y provoca la lisis de la bacteria. Los fármacos que tienen esta acción son bactericidas, eliminan las bacterias al causar daños considerables en sus estructuras vitales, como la pared celular o el ADN (38).

- **Daño en la membrana celular bacteriana:** el antibiótico se muestra como agentes tensoactivos que proceden como detergentes, causando una alteración de la función y composición de la membrana. Estos antibióticos se unen a los fosfolípidos de la membrana, desorganizando su estructura y aumentando su permeabilidad. Como resultado, la célula bacteriana pierde su integridad, lo que lleva a la salida de componentes esenciales y la entrada de sustancias tóxicas, provocando la muerte de la bacteria (39).
- **Inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos o daño del ADN/ARN:** al unirse a otras enzimas bacterianas, inhibiendo la síntesis de ácidos nucleicos. Estos procesos son fundamentales para la reproducción y la función celular, por lo que su interrupción puede ser letal para las bacterias (37).
- **Inhibición de la síntesis proteínicas:** actúan interfiriendo con la maquinaria ribosómica de las bacterias. Los ribosomas son esenciales para la traducción del ARN mensajero (ARNm) en proteínas, un proceso vital para la supervivencia y reproducción de las bacterias. Al unirse a los ribosomas, estos antibióticos impiden que el ARN de transferencia (ARNt) se una correctamente, lo que detiene la producción de proteínas (38)

### 7.3.2.1 Antibióticos

Los antibióticos actúan a través de 2 mecanismos principales: Matando los microorganismos existentes (acción bactericida), e impidiendo su reproducción (acción bacteriostática) (37)

**Tabla 2.** Antibióticos clasificados según su mecanismo

Bactericidas	Bacteriostáticos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beta-lactámicos (Penicilinas y cefalosporina)</li> <li>• Glicopéptidos (Vancomicina, teicoplanina)</li> <li>• Aminoglucósidos (Grupo estreptomicina)</li> <li>• Quinolonas (Grupo norfloxacino)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macrólidos (</li> <li>• Tetraciclinas</li> <li>• Cloranfenicol</li> <li>• Clindamicina</li> <li>• Sulfamidas</li> </ul>

La tabla indica los grupos de antibióticos con los que se va a trabajar. Fuente: Vázquez L, 2023

- **Penicilinas:** inhiben selectivamente diferentes etapas de la síntesis del péptidoglicano (mureína), una sustancia que proporciona forma, rigidez y estabilidad a la membrana celular de casi todas las bacterias de importancia médica, excepto los Mycoplasmas (40). Interfieren con procesos enzimáticos, especialmente las reacciones de transpeptidación, que son cruciales para la síntesis de compuestos para la formación de la pared celular. La importancia de la pared celular radica en su capacidad para proteger la integridad microbiana frente a las diferencias de osmolaridad entre el interior de la bacteria y el medio externo. Las penicilinas, al interferir con la “construcción” de esta pared, facilitan la lisis del microorganismo. Este efecto ha sido comprobado en numerosos géneros de bacterias Gram positivas y en algunos Gram negativas (41)
- **Monobactámico:** interfieren en la síntesis de la pared bacteriana tanto en bacterias Gram negativas como Gram positivas, aunque tienen menos efecto en estas últimas, y son bactericidas (42). Actúan como inhibidores de la formación de la pared celular bacteriana. Este agente antimicrobiano atraviesa fácilmente la membrana externa de las bacterias aeróbicas Gram negativas y tiene una alta afinidad para interactuar con las proteínas fijadoras de penicilina 3 (PBP-3) de los microorganismos (37,43–46)
- **Cefalosporinas:** inhiben el crecimiento bacteriano al interferir con un paso específico en la síntesis de la pared celular bacteriana. La cefalosporina se une a la proteína fijadora de cefalosporinas, inhibiendo la reacción de transpeptidación, lo que bloquea la síntesis del peptidoglicano y provoca la muerte de la célula bacteriana (47).
- **Fluoroquinolonas:** también conocidas como quinolonas, son un grupo de antibióticos sintéticos, bactericidas y de amplio espectro que actúan inhibiendo las enzimas topoisomerasa II (girasa de ADN) y topoisomerasa IV bacterianas, necesarias para la replicación, transcripción, reparación y recombinación del ADN bacteriano (48). Tienen una actividad bactericida dependiente de la concentración, inhibiendo la actividad de la girasa de ADN y la topoisomerasa, enzimas esenciales para la replicación del ADN (49).
- **Fosfomicinas:** inhibe la etapa inicial de la síntesis de peptidoglicano. Este antimicrobiano, al tener una estructura química similar al fosfoenolpiruvato, se une a la MurA (UDP-GlcNAc enolpiruvil transferasa), una enzima crucial para la síntesis de peptidoglicano (50). Penetra en las bacterias a través de un sistema de

permeasas y, una vez dentro, inhibe la enzima piruviltransferasa, responsable de la primera etapa de la biosíntesis del heteropolímero del peptidoglicano. Su acción se lleva a cabo a nivel citoplasmático y entra en la célula mediante transporte activo (51).

- **Aminoglucósidos:** son una clase de antibióticos bactericidas que incluyen gentamicina, tobramicina, amikacina, neomicina, plazomicina y estreptomycin. Estos medicamentos se unen a la subunidad ribosomal 30S para inhibir la síntesis de proteínas bacterianas. Proporcionan cobertura contra patógenos Gram negativos aerobios, incluyendo Pseudomonas. También pueden utilizarse de forma sinérgica con inhibidores de la síntesis de la pared celular bacteriana (como los  $\beta$ -lactámicos) para tratar patógenos Gram positivos (52).
- **Tetraciclinas:** Son eficaces contra microorganismos Gram positivos y Gram negativos, tanto aerobios como anaerobios. También son activos contra gérmenes resistentes a los antibióticos beta-lactámicos (53). Actúan inhibiendo la biosíntesis de proteínas a nivel de los ribosomas 70S y 80S, bloqueando la transcripción del mensaje genético al impedir la entrada del ARN mensajero en la subunidad 30S del ribosoma. De esta manera, impiden la unión del aminoacil, incluyendo el de iniciación, el formil, con el sitio receptor en dicha unidad, lo que bloquea la iniciación de la cadena polipeptídica (54).
- **Fenicoles:** al ser una sustancia liposoluble, difunde a través de la membrana celular bacteriana y se une de manera reversible a la subunidad 50S de los ribosomas bacterianos. Allí, evita la transferencia de aminoácidos a las cadenas peptídicas en formación, posiblemente mediante la supresión de la peptidiltransferasa, inhibiendo así la formación del enlace peptídico y la síntesis subsiguiente de proteínas (55).
- **Sulfonamida:** son análogos del ácido p-aminobenzoico (PABA), un componente esencial para la síntesis de ácido fólico en las bacterias. Los folatos son cruciales para la síntesis de precursores de ADN y ARN tanto en bacterias como en mamíferos. Sin embargo, mientras los mamíferos obtienen los folatos de la dieta, las bacterias necesitan sintetizarlos. El mecanismo de acción de estos análogos consiste en competir con el PABA por la enzima dihidropteroato-sintetasa, inhibiendo así la síntesis de folatos (56).

**Tabla 3. Principales enfermedades bacterianas y su antibioterapia**

<b>Enfermedades bacterianas</b>	<b>Agente etiológico</b>	<b>Antibioterapia</b>
Respiratorias	- <i>Streptococcus spp.</i>	- Enrofloxacina
	- <i>Bordetella spp.</i>	- Ciprofloxacina
	- <i>Salmonella spp.</i>	- Gentamicina
	- <i>Klebsiella spp.</i>	- Doxiciclina
	- <i>Pasteurella spp.</i>	- Sulfametoxazol + trimetoprim
Digestivas	- <i>Clostridium spp.</i>	- Vancomicina
	- <i>Escherichia coli.</i>	- Metronidazol
	- <i>Salmonella spp.</i>	- Enrofloxacina - Ciprofloxacina - Gentamicina
Piel	- <i>Staphylococcus spp.</i>	- Enrofloxacina
	- <i>Corynebacterium spp.</i>	- Gentamicina
	- <i>Pseudomonas spp.</i>	- Sulfametoxazol + trimetoprim
Genitourinarias	- <i>Escherichia coli.</i>	- Enrofloxacina
	- <i>Proteus spp.</i>	- Ciprofloxacina
	- <i>Pseudomonas spp.</i>	- Gentamicina - Ceftriaxona - Sulfametoxazol + trimetoprim

Se muestran antibióticos más comunes ocupados para infecciones bacterianas. **Fuente:**

Cárdenas M, 2012

### 7.3.3 Pruebas de sensibilidad antibiótica

Las pruebas de sensibilidad, o antibiogramas, determinan la susceptibilidad de un microorganismo a los medicamentos antimicrobianos mediante la exposición del germen a una concentración estandarizada de estos fármacos. Estas pruebas pueden realizarse para bacterias, hongos o virus (44).

#### 7.3.3.1 Difusión en agar (Técnica de Bauer & Kirby)

Es una prueba cualitativa cuyos resultados se interpretan como sensible, intermedio o resistente. En esta técnica, el inóculo bacteriano se ajusta a una concentración equivalente al estándar 0.5 de McFarland y se aplica sobre la superficie de una placa seca de agar Müeller-Hinton, que debe tener un pH entre 7.2 y 7.4, medido a temperatura ambiente, una vez que el medio de cultivo se ha solidificado (46).

**Tabla 4. Escala de MacFarland**

N°	BACL2/0,048M ml	H2SO4 0,36M ml	Vf ml	N° Células
0.5	0,05	9,95	10	1,5 . 10 <sup>8</sup>
1	0,1	9,9	10	3 . 10 <sup>8</sup>
2	0,2	9,8	10	6 . 10 <sup>8</sup>
3	0,3	9,7	10	9 . 10 <sup>8</sup>
4	0,4	9,6	10	12 . 10 <sup>8</sup>
5	0,5	9,5	10	15 . 10 <sup>8</sup>
6	0,6	9,4	10	18 . 10 <sup>8</sup>
7	0,7	9,3	10	21 . 10 <sup>8</sup>
8	0,8	9,2	10	24 . 10 <sup>8</sup>
9	0,9	9,1	10	27 . 10 <sup>8</sup>
10	1	9	10	30 . 10 <sup>8</sup>

La tabla indica los valores de turbidez con la que se trabajó. **Fuente:** Herrera M, 2015

La cepa debe ser extendida sobre la superficie del medio de manera que se logre un crecimiento confluyente. Una vez hecho esto, en un plazo no mayor a 15 minutos, se colocan los discos o pastillas con el antibiótico. Luego, la placa se incuba a 35°C. Cada placa se observa bajo luz indirecta y cada halo de inhibición se mide utilizando un calibrador o. Si no se presenta un halo, no se debe reportar 0 mm, sino 6 mm, que es el diámetro del disco. Cada antibiótico tiene su halo de inhibición específico, el cual depende del tamaño de la molécula del antibiótico y su polaridad; así, un antibiótico con un peso molecular bajo, como la penicilina, tendrá una gran capacidad de migración, por lo que su halo, en el caso de una cepa sensible, tendrá un diámetro muy amplio (46).

- **Sensible:** indica que la infección causada por la cepa, para la cual se ha determinado la CMI o su correspondiente halo de inhibición, puede tratarse adecuadamente utilizando las dosis habituales del antimicrobiano, dependiendo del tipo de infección y la especie considerada (57)
- **Intermedio:** muestra que el halo de inhibición, se aproxima a las concentraciones de antimicrobiano alcanzables en sangre o tejidos. Puede esperarse altas concentraciones de antimicrobiano o cuando se emplean dosis más elevadas de lo habitual. El NCCLS también incluye en esta categoría aquellos casos de antimicrobianos con márgenes de toxicidad estrechos, en los que pequeños errores técnicos podrían suponer cambios en la interpretación de la categoría clínica (58).

- **Resistente:** aquellos microorganismos que no se inhiben por las concentraciones habitualmente alcanzadas en sangre o tejidos del correspondiente antimicrobiano, o a aquellos microorganismos que poseen mecanismos de resistencia específicos para el agente estudiado, en los que no ha habido una respuesta clínica adecuada cuando se ha utilizado el antimicrobiano como tratamiento (57).

Los puntos de corte, en valores de halos de inhibición o de CMI, se utilizan para separar categorías (sensible, sensibilidad intermedia y resistente). EL CLSI (Clinical & Laboratory Standards Institute) establecen estos puntos de corte y tiene vocación internacional (59).

*Tabla 5. Patrones del halo de inhibición para enterobacterias.*

GRUPO	Antimicrobiano	Carga del disco (µg)	Diámetro del halo de inhibición (mm)			Punto de corte Equivalente a la CMI (µg/ml)	
			Resistente	Intermedia	Sensible	Resistente	Sensible
A	Ampicilina <sup>a,c</sup>	10	≤13	14-16	>17	≥32	<8
	Cefalotina <sup>c,d</sup>	30	≤14	15-17	>18	≥32	<8
	Cefazolina <sup>c,d</sup>	30	≤14	15-17	>18	≥32	<8
	Gentamicina <sup>c</sup>	10	≤12	13-14	≥15	≥8	≤4
B	Amoxicilina/ácido clavulánico	20/10	≤13	14-17	>18	≥16/8	≤8/4
	Ampicilina/sulbactam	10/10	≤11	12-14	>15	≥32/16	≤8/4
	Piperacilina/tazobactam	100/10	≤17	18-20	>21	≥128/4	≤16/4
	Ticarcilina/ácido clavulánico	75/10	≤14	15-19	>20	≥128/2	≤16/2
	Mezlocilina	75	≤17	18-20	>21	≥128	≤64
	Ticarcilina	75	≤14	15-19	>20	≥128	≤16
	Piperacilina	100	≤17	18-20	>21	≥128	≤16
	Cefamandol	30	≤14	15-17	>18	≥32	≤8
	Cefonicid	30	≤14	15-17	>18	≥32	≤8
	Cefuroxima (oral)	30	≤14	15-22	>23	≥32	≤4
	Cefpodoxima	10	≤17	18-20	>21	>8	≤2
	Cefixima	5	≤15	16-18	>19	>4	≤1
	Cefoxitina	30	≤14	15-17	>18	≥32	≤8
	Cefotetan	30	≤12	13-15	>16	≥64	≤16
	Cefmetazol	30	≤12	13-15	>16	≥64	≤16
	Cefoperazona <sup>a</sup>	75	≤15	16-20	>21	≥64	≤16
	Cefotaxima <sup>a,d</sup>	30	≤14	15-22	>23	≥64	≤8
	Ceftizoxima <sup>a</sup>	30	≤14	15-19	>20	≥32	≤8
	Ceftriaxona <sup>a,d</sup>	30	≤13	14-20	>21	≥64	≤8
	Cefepima	30	≤14	15-17	>18	≥32	≤8
	Imipenem	10	≤13	14-15	>16	≥16	≤4
	Meropenem	10	≤13	14-15	>16	≥16	≤4
	Amikacina	30	≤14	15-16	>17	≥32	≤16
	Ciprofloxacino <sup>a,c</sup>	5	≤15	16-20	>21	≥4	≤1
	Levofloxacino	5	≤13	14-16	>17	≥8	≤2
	Trimetoprim/sulfametoxazol <sup>a,c</sup>	1,25/23,75	≤10	11-15	>16	≥8/152	≤2/38
C	Ceftazidima <sup>a</sup>	30	≤14	15-17	>18	≥32	≤8
	Aztreonam <sup>a</sup>	30	≤15	16-21	>22	≥32	≤8
	Kanamicina	30	≤13	14-17	>18	≥25	≤6
	Netilmicina	30	≤12	13-14	>15	≥32	≤12
	Tobramicina	10	≤12	13-14	>15	≥8	≤4
	Tetraciclina <sup>c</sup>	30	≤14	15-18	>19	≥16	≤4
	Cloranfenicol <sup>f</sup>	30	≤12	13-17	>18	≥32	≤8
D	Carbenicilina	100	≤19	20-22	>23	≥64	≤16
	Cinoxacino	100	≤14	15-18	>19	≥64	≤16
	Lomefloxacino	10	≤18	19-21	>22	≥8	≤2
	Norfloxacino	10	≤12	13-16	>17	≥16	≤4
	Ofloxacino	5	≤12	13-15	>16	≥8	≤2
	Loracarbef	30	≤14	15-17	>18	≥32	≤8
	Nitrofurantoina	300	≤14	15-16	>17	≥128	≤32
	Sulfisoxazol	250 o 300	≤12	13-16	>17	≥350	≤100
	Trimetoprim	5	≤10	11-15	>16	≥16	≤4
	Fosfomicina	200	≤12	13-15	>16	≥256	≤64

La tabla con valores para clasificar a las bacterias gram negativas. **Fuente:** NCCLS, 2000

**Tabla 6.** Patrones estándar del halo de inhibición, puntos de corte equivalente a la CMI (concentración mínima inhibitoria) para enterobacterias

GRUPO	Antimicrobiano	Carga del disco (µg)	Diámetro del halo de inhibición (mm)			Punto de corte Equivalente a la CMI (µg/ml)		S. aureus ATCC 25923 intervalo <sup>a</sup>
			Resistente	Intermedia	Sensible	Resistente	Sensible	
A	Penicilina G <sup>b,c</sup>	10 U	<28	--	≥29	β-lactamasa <sup>b</sup>	<0.1	26-37
	Oxacilina <sup>b</sup> (S. aureus)	1	<10	11-12	≥13	≥4	<2	18-24
	(Estafilococos coagulasa -)	1	<17	--	≥18	>0.5	<0.25	--
B	Vancomicina <sup>d</sup>	30	--	--	≥15	≥32	<4	17-21
	Teicoplanina	30	<11	11-13	≥14	≥32	<8	15-21
	Eritromicina <sup>e</sup>	15	<13	14-22	≥23	≥8	<0.5	22-30
	Claritromicina <sup>e</sup>	15	<13	14-17	≥18	≥8	<2	26-32
	Azitromicina <sup>e</sup>	15	<13	14-17	≥18	≥8	<2	21-26
	Clindamicina <sup>e</sup>	2	<14	15-20	≥21	≥4	<0.5	24-30
	Trimetoprim / sulfametoxazol	1,25/23,75	<10	11-15	≥16	>8/152	<2/38	24-32
C	Gentamicina	10	<12	13-14	≥15	≥8	<4	19-27
	Ciprofloxacino	5	≤15	16-20	≥21	≥4	≤1	22-30
	Ofloxacino	5	<12	13-15	≥16	≥8	<2	24-28
	Levofloxacino	5	<13	14-16	≥17	≥8	<2	25-30
	Cloranfenicol <sup>f</sup>	30	<12	13-17	≥18	≥32	<8	19-26
	Rifampicina <sup>g,i</sup>	5	<16	17-19	≥20	≥4	<1	26-34
	Tetraciclina <sup>h,g</sup>	30	<14	15-18	≥19	≥16	<4	24-30
D	Norfloxacino	10	<12	13-16	≥17	≥16	<4	17-28
	Lomefloxacino	10	<18	19-21	≥22	≥8	<2	23-29
	Nitrofurantoina	300	<14	15-16	≥17	≥128	<32	18-22
	Sulfisoxazol	250 o 300	<12	13-16	≥17	≥350	≤100	24-34
	Trimetoprim	5	<10	11-15	≥16	≥16	<4	19-26

La tabla con valores para clasificar a las bacterias gram positivas. **Fuente:** NCCLS, 2000

### 7.3.3.1 Dilución en agar

Se incorpora el antimicrobiano a evaluar en un medio con agar, añadiéndolo cuando el medio aún está fundido. Para lograr el rango de dilución deseado, se preparan una serie de placas, cada una con una concentración específica de antimicrobiano. Una vez solidificado el medio de cultivo, las placas se inoculan con un replicador. El número de placas de cada concentración a preparar dependerá del número de microorganismos a estudiar, considerando que la mayoría de los replicadores permiten inocular entre 32 y 36 organismos(57). Las placas se incuban a 35°C durante 18 a 24 horas y se revisa el crecimiento, siempre comparándolo con el control positivo. Si la cepa logra crecer en la superficie del medio de cultivo, se reporta como resistente a esa concentración del antibiótico. Si, por el contrario, no crece, se reporta como sensible a esa concentración de antibiótico. Con esta técnica, se puede determinar la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), definida como la mínima concentración de antibiótico que inhibe el crecimiento de una cepa bacteriana determinada (46).

### 7.3.3.2 Macrodilución en caldo

Para cada combinación de microorganismo y antimicrobiano, se utiliza una serie de tubos. Habitualmente, se prepara la serie de tubos con 1 ml de medio estéril sin antimicrobiano. Al primero de ellos se le añade 1 ml de la solución inicial del antimicrobiano, logrando

así la concentración más alta a estudiar (teniendo en cuenta que este primer paso supone la dilución a la mitad de la solución madre, y que, una vez inoculados los tubos con 1 ml de inóculo, la concentración de antimicrobiano se diluirá nuevamente a la mitad). Tras mezclar adecuadamente, se transfiere 1 ml al siguiente tubo; este proceso se repite tantas veces como diluciones se deseen estudiar, eliminando 1 ml de medio con antimicrobiano del último tubo de la serie para mantener el volumen final de 1 ml. Para cada paso de dilución se debe utilizar una pipeta diferente. La serie de tubos se completa con un tubo de control sin antimicrobiano que contiene únicamente 1 ml de caldo (60).

### **7.3.3.3 Microdilución en caldo**

Se utilizan placas plásticas estériles con tapa, de 96 pozos y fondo en U. Cada placa permite realizar una CMI de un antibiótico contra ocho cepas diferentes, o una CMI de una cepa contra ocho antibióticos distintos. La cepa se prepara bajo las mismas condiciones de turbidez, pureza y crecimiento que en todas las pruebas de sensibilidad. Para preparar las diferentes diluciones del antibiótico, se parte de una solución madre que se diluye adecuadamente según el antibiótico específico. Esta solución madre varía según el tipo de antibiótico que se vaya a utilizar y la cepa que se desee ocupar (46). Con esta técnica, se pueden determinar dos valores diferentes: la CMI (mínima concentración de antibiótico que inhibe el crecimiento de un inóculo bacteriano estandarizado) y la CMB (mínima concentración de antibiótico que mata el 99,9% de las bacterias de un inóculo inicial). La interpretación es relativamente sencilla: la CMI se determina observando en qué pozo no hay crecimiento, usando como referencia el control positivo donde sí hay crecimiento. La CMI será la concentración del último pozo en el que no haya crecimiento. Para obtener la CMB, se extraen 10 µl de aquellos tubos en los que no se observe crecimiento, se inoculan en un medio de cultivo, se incuban y luego se cuentan las colonias que crecen, lo que se refiere al conteo bacteriano del inóculo inicial. Generalmente, la CMB es una o dos diluciones más alta que la CMI (60).

### **7.3.3.4 Epsilon test (E test)**

Es un método basado en agar para evaluar la susceptibilidad microbiana, desarrollado para superar las desventajas de la difusión en disco y los métodos de dilución convencionales, mientras mantiene los aspectos favorables de ambos procedimientos. Consiste en un gradiente definido y continuo de antibiótico precalibrado, que cubre 15 diluciones dobles. El Etest se procesa tan fácilmente como la prueba de disco y genera valores precisos y altamente reproducibles de la concentración inhibitoria mínima. La

prueba ha sido utilizada exitosamente contra microorganismos aerobios, anaerobios, organismos de difícil crecimiento y de crecimiento lento (61).

### **7.3.3.5 Métodos automatizados**

Este método utiliza tarjetas de plástico transparente para la prueba de sensibilidad. Las tarjetas, que tienen 30 pozos, se llenan con el inóculo bacteriano estandarizado mediante una bomba de vacío. Luego, las tarjetas se sellan herméticamente y se introducen en un incubador a 35°C. Cada 10 minutos, el sistema realiza una lectura y mide la concentración del inóculo bacteriano. Cada tarjeta tiene un pozo de control positivo de crecimiento, donde se construye una curva normal de crecimiento bacteriano. Cada uno de los pozos con antibióticos se compara con el control positivo de crecimiento, y la curva obtenida en cada uno se controla con la curva normal del pozo de control positivo. Así, una cepa resistente tendría una curva similar o idéntica a la normal; una cepa intermedia presentaría una curva menos amplia y con un menor recuento bacteriano que el control; y una cepa sensible no mostraría una curva, sino una línea recta (46).

## **8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS**

**HI:** Hay presencia de resistencia antibiótica hacia los agentes bacterianos (*Cavibacter spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Actinomyces.*, *Streptococcus spp.*, *Trueperella spp.*, *Bacillus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Escherichia coli.*, *Salmonella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*) presentes en cuyes.

## **9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **9.1 Metodología**

Para el empezar esta investigación, el tipo de muestra que se aplicó fue un muestreo aleatorio y por conveniencia, aplicando un método deductivo, el cual duró desde abril hasta julio.

### **9.2 Ubicación**

#### **9.2.1 Fase de campo**

El presente trabajo fue realizado en 5 criaderos familiares de la Provincia de Cotopaxi, el primer criadero “La Hueca del Cuy” ubicado en el cantón de Pujilí en las siguientes coordenadas latitud -0.958267 y una longitud -78.692103. El segundo criadero, es de crianza familiar está ubicado en el cantón de Saquisilí en las siguientes coordenadas

latitud -0.832121 y una longitud -78.681876. El resto de criaderos están ubicados en el cantón de Latacunga: el criadero “La Veci” ubicado en el Sector de Salache, área indicada con las siguientes coordenadas latitud -1.001663 y una longitud -78.619540. El criadero “Pro cuy” ubicado en la parroquia de Eloy Alfaro (Sector San Felipe, barrio Pautan) y el criadero “Criadero Herrera” localizado en la parroquia Aláquez (San Buenaventura, barrio Laigua Chico) ambas con una extensión de 512.18 kilómetros cuadrados una altitud 2,760 metros sobre el nivel y una longitud 78.6090° W.

### 9.2.2 Fase de laboratorio

El trabajo se realizó dentro del laboratorio de Microbiología de la Clínica Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubica en la ciudad de Latacunga en la facultad de Salache.

### 9.3 Población y muestra

Para la selección de los antibióticos se escogió aquellos que son más utilizados en las cuyícolas, y que son de amplio espectro, esto quiere decir que ayuden a combatir tanto bacterias gram negativas como bacterias gram positivas. Se seleccionó 16 antibióticos.

### 9.5.1 Recolección y análisis de datos

Los datos recolectados, fueron de estudios previos realizados en enfermedades bacterianas en cuyes. En los datos que se obtuvieron en las muestras identificadas hubo la presencia de *Cavibacter spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Actynomyces spp.*, *Streptococcus spp.*, *Trueperella spp.*, *Bacillus spp.*, *Escherichia coli.*, *Salmonella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*

**Tabla 7.** Identificación de bacterias causantes de problemas respiratorios en cuyes del cantón Latacunga.

<b>BACTERIAS</b>	
<b>Gram positivas</b>	<b>Gram negativas</b>
<i>Staphylococcus spp.</i>	<i>Klebsiella spp.</i>
<i>Streptococcus spp.</i>	<i>Escherichia coli.</i>
<i>Trueperella spp.</i>	<i>Proteus spp.</i>
<i>Bacillus spp.</i>	
<i>Actynomyces spp.</i>	

Los datos de la tabla muestras las bacterias en las que se realizó el estudio. **Fuente:** Ayala, K (2024).

**Tabla 8.** Frecuencia de linfadenitis en cuyes e identificación de los agentes bacterianos de la provincia de Cotopaxi.

<b>BACTERIAS</b>	
<b>Gram positivas</b>	<b>Gram negativas</b>
<i>Staphylococcus spp.</i>	<i>Salmonella spp.</i>
<i>Streptococcus spp.</i> y <i>Staphylococcus spp.</i>	<i>Escherichia coli.</i>
<i>Trueperella spp.</i>	
<i>Cavibacter spp.</i>	
<i>Actinomyces spp.</i>	

Los datos de la tabla muestran las bacterias en las que se realizó el estudio. **Fuente:** Benavides, S (2024).

### 9.6 Selección de discos

Se ocuparon antibióticos de amplio espectro que nos permiten tratar tanto a bacterias gram positivas como a gram negativas, y de esta manera se realizó los antibiogramas con los siguientes discos: Norfloxacin 10 µg, Gentamicina 10 µg, Gentamicina 30 µg, Penicilina G 10 µg, Amoxicilina 10 µg, Enrofloxacin 5 µg, Ciprofloxacina 5 µg, Sulfametoxazol/Trimetoprim 25 µg, Fosfomicina 50 µg, Tetraciclina 30 µg, Florfenicol 30 µg, Oxitetraciclina 30 µg, Fosfomicina/trometamol 200 µg, Aztreonam 30 µg, Cefalexina 30 µg, Ceftazidima 30 µg, Cefotaxima 30 µg, y Ceftriaxona 30 µg.

### 9.7 Esterilización del material

Antes de proceder con la práctica, se deberá esterilizar todo el material que se ocupará, como son las cajas Petri, tubos de ensayo, NaCl al 0.9%, hisopos, pinzas anatómicas, y frascos boeco.

### 9.8 Preparación del inocuo

- Se coloca 4ml de NaCl al 0.9% en cada tubo de ensayo, en este caso se manejó esta cantidad por el tamaño del tubo.
- Se selecciona las cajas que sus colonias contengan las bacterias ya previamente identificadas, para realizar la siembra de estas, en esta ocasión las cajas de las cuales se escogieron, fueron las que estaban en manitol y bismuto. Y las cajas de manitol fueron entregadas en un tercer pase, para purificar las bacterias.
- Con la ayuda de un aza de siembra, se cogerá un poco del cultivo y será pasado al tubo de ensayo que contiene NaCl 0.9%, este será tapado completamente con Parafilm, para evitar contaminación, así como también deberá estar ya etiquetado.

- Los tubos ya preparados serán llevados a la incubadora durante 8h, y deberán estar a una temperatura de 37°C, para que haya crecimiento de bacterias en el medio.
- Una vez haya pasado el tiempo límite, se analizarán los tubos su grado de turbidez, basándonos en la escala de MacFarland.

### **9.9 Escala de escala de MacFarland**

- Esto se utiliza para estandarizar el número aproximado de bacterias en una suspensión líquida, esto quiere decir que los tubos deberán haber alcanzado una turbidez en una escala del 0.5 al 10.
- Después de que pasó las 8 horas, se observó que los tubos alcanzaron una escala de turbidez de 0.5. según la escala de MacFarland. Y a los tubos que no tenían este nivel de turbidez, se les igualó agregando más NaCl 0.9%, para que todos tuvieran un mismo nivel.

### **9.10 Preparación del medio de cultivo (Mueller Hinton Agar II)**

Para preparar el medio, se deberá agregar 38gr de polvo en 1000ml de agua destilada, el cálculo se realizará tomando en cuenta que se debe colocar 20ml del agar en cada caja petri. Una vez se haya calculado la cantidad de polvo a ocupar, se vacía en un frasco boeco que tenga ya el agua destilada que se ocupará, esta mezcla se llevará a calentar en al calentador digital hasta que todo este disuelto y empiece a hervir, luego la preparación será llevada a la autoclave durante 15minutos a 121°C. Una vez que salga del autoclave, se dejara enfriar hasta que esté tibio, para luego proceder a colocar el agar en las cajas Petri, que ya estaban previamente esterilizadas, y se deja enfriar completamente unos minutos, para luego proceder a taparlas.

### **9. 11 Siembra e incubación de los discos de sensibilidad**

Una vez preparadas las cajas Petri, el material esterilizado (hisopos, pinzas), la lámpara de alcohol, y con el los cultivos de las muestras, se empezará con la siembra de las muestras, esto se deberá realizar en la cabina de flujo laminar, para evitar contaminación.

- Se debe agitar el tubo con la suspensión del microorganismo y luego se procederá a introducir un hisopo para cargar contenido en el mismo.
- Se sembrará el inóculo uniformemente en la superficie del medio de agar Mueller Hinton, se lo hará en cuatro direcciones distintas, para que el medio quede cubierto completamente.

- Se dejará secar aproximadamente unos 3 min con la caja cerrada, antes de colorar los discos de sensibilidad.
- Pasado este tiempo, se colocará cuatro discos de sensibilidad a elección, dependiendo el tipo de bacteria, para colocar los discos se utilizó pinzas estériles, y al momento de poner en la plata se deberá hacer una pequeña presión para que se pueda adherir al agar, deberá haber un espacio prudente entre discos y las paredes de la caja petri, para que pueda crecer el halo de inhibición.
- Después de deberá sellar con Parafilm para evitar contaminación de las muestras, y deberán ser identificadas correctamente.
- Ya con todas las muestras listas, serán llevadas a la incubadora y se deberá poner las cajas al revés, se incubarán a 37 °C, durante 12h a 24h, esto dependerá de la bacteria a la que se le esté realizando el antibiograma, ya que hay bacterias que necesitan más tiempo para poder interpretar los resultados.

### **9. 12 Interpretación de resultados de los halos de inhibición**

Una vez que ya transcurrió el tiempo de espera de las muestras, se sacan las muestras de la incubadora y se empezó a interpretar los halos que se formaron alrededor del disco. Esto se hará midiendo el halo de inhibición que se formó alrededor del disco de sensibilidad, se medirá los milímetros de toda la circunferencia, y para esto nos ayudaremos de un calibrador o pie de rey. Se debe tomar en cuenta que, para medir el halo, este deberá estar bien definido, con bordes claros, y sin ningún tipo de colonias dentro del halo, caso contrario, se procederá a realizar de nuevo la siembra en el agar. Si la segunda vez que se realiza la siembra, vuelven a salir colonias dentro del halo, se realizará una tinción Gram. para descartar que no haya algún microorganismo que esté siendo resistente a ese antibiótico.

En caso de que no se haya formado un halo alrededor del disco, o que este halo sea muy pequeño, quiere decir que el antibiótico es resistente, a parte de esta clasificación también tenemos que un antibiótico puede ser sensible o intermedio, esto dependerá de los valores que nos den en el CLSI (Clinical & Laboratory Standards Institute), y a veces varía dependiendo de la bacteria a la que se le esté realizando el antibiograma.

**Tabla 9.** Valores de halo de inhibición utilizados para describir sensible, intermedio y resistente.

Halos de inhibición (mm)	
Sensible	$\geq 20$
Intermedio	15-19
Resistente	$\leq 14$

La tabla es un ejemplo de valores de sensible, intermedio y resistente **Fuente:** Carlos G. Malbrán, 2012

## 10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 10. 1 Perfil de resistencia antibiótica de afecciones bacterianas en cuyes.

**Tabla 10.** Perfil de resistencia antibiótica de las bacterias presentes en cuyes.

ANTIBIÓTICOS	CARGA ( $\mu\text{g}$ )	TOTAL DE MUEST RAS	VALORES					
			S		I		R	
			Nº	%	Nº	%	Nº	%
Amoxicilina	10	6	1	17%	0	0%	5	83%
Cefalexina	30	2	0	0%	0	0%	2	100%
Cefotaxima	30	7	3	43%	1	14%	3	43%
Ceftazidima	30	11	4	36%	0	0%	7	64%
Ceftriaxona	30	4	4	100%	0	0%	0	0%
Ciprofloxacina	5	7	7	100%	0	0%	0	0%
Enrofloxacina	5	68	46	68%	7	10%	15	22%
Florfenicol	30	16	13	81%	0	0%	3	19%
Fosfomicina	50	37	28	76%	2	5%	7	19%
Fosfomicina + Trometamol	200	55	51	93%	0	0%	4	7%
Gentamicina	10	64	51	80%	5	8%	8	12%
Norfloxacina	10	35	26	74%	2	6%	7	20%
Oxitetraciclina	30	56	35	63%	10	18%	11	20%
Penicilina G	10	14	0	0%	0	0%	14	100%
Sulfametoxazol + Trimetoprim	25	63	53	84%	4	6%	6	10%
Tetraciclina	30	16	10	63%	0	0%	6	38%

Como se muestra en la tabla, se utilizaron un total de 16 antibióticos, en los que hubo una mayor sensibilidad con un 100 % fue Ceftriaxona (4/4) muestras, y Ciprofloxacina (7/7), seguidos por Fosfomicina + Trometamol de (51/55) muestras con un 93% , después está Sulfametoxazol + Trimetoprim (53/63) con un 84%, Florfenicol (13/16) con 81%, Gentamicina (51/64) tiene el 80 %, Fosfomicina (28/37) con 76%, Norfloxacina (26/35) tiene el 74%, Enrofloxacina (46/68) representa el 68%, Oxitetraciclina (35/56) y Tetraciclina de (10/16) muestras, tienen un 63%, Cefotaxima (3/7) con 43%, Ceftazidima

(4/11) presenta el 36%, por último tenemos con un 0% de (0/2) muestras de Cefalexina , (0/14) muestras en Penicilina G.

También se observó una sensibilidad intermedia en donde Oxitetraciclina presenta un mayor porcentaje con el 18% de (10/56) muestras, con un 14% le sigue Cefotaxima con (1/7) muestras, Enrofloxacin representa el 10% con (7/68) muestras, Gentamicina (5/64) tiene el 8%, Norfloxacin (2/35) y Sulfametoxazol + Trimetoprim (4/63) tienen el mismo porcentaje con un 6%, Fosfomicina (2/37) con un 5%, y por último con un 0% se encuentra Amoxicilina (0/6), Cefalexina (0/2), Ceftazidima (0/11), Ceftriaxona (0/4), Ciprofloxacina (0/7), Florfenicol (0/16), Fosfomicina + Trometamol (0/55), Penicilina G (0/14), y Tetraciclina (0/16)

Los antibióticos que presentaron mayor resistencia con un 100% fueron Cefalexina con (2/2) muestras y Penicilina G (14/14), Amoxicilina con (5/6) muestras tuvo un 83%, Ceftazidima (7/11) tiene un 64%, Cefotaxima (3/7) con 43%, Tetraciclina (6/16) con 38%, Enrofloxacin (15/68), Norfloxacin (7/35) y Oxitetraciclina (11/56) presentaron un 20%, Florfenicol (3/16) y Fosfomicina (7/37) tuvieron el 19%, Gentamicina (8/64) con el 12%, Sulfametoxazol + Trimetoprim (6/63) con 10%, Fosfomicina + Trometamol (4/55) con el 7%, de último quienes no presentaron resistencia fue Ceftriaxona (0/4), y Ciprofloxacina (0/7) con el 0%.

En un estudio realizado por Angulo. J, Jara. L, Pacheco. J, Pezo. D, en un perfil de antibiograma de cepas bacterianas a partir de lesiones respiratorias y enterohepáticas (n=227), se observa que ciprofloxacina ocupa un 96% de sensibilidad, siendo este el mayor porcentaje frente al resto de antibióticos. La sensibilidad intermedia la ocupó la Enrofloxacin con un 21,3 %, y de igual manera presentó mayor resistencia con un 5,4% (62). Al igual que en nuestra investigación, ciprofloxacina fue uno de los antibióticos con mayor porcentaje de sensibilidad, sin embargo, la sensibilidad intermedia se obtuvo en oxitetraciclina, y en el estudio con el que se compara, este antibiótico ocupó de los últimos porcentajes, por otro lado, en nuestro estudio Enrofloxacin casi no presentó mucha resistencia, y en el estudio mencionado fue el de mayor porcentaje, esto puede deberse a la cantidad de muestras en las que se probó el antibiótico.

## 10.2 Perfil antibiótico para bacterias gram positivas y gram negativas presentes en cuyes.

*Tabla 11. Perfil de resistencia antibiótica de las bacterias Gram positivas presentes en cuyes.*

ANTIBIÓTICOS PARA GRAM POSITIVAS	CARGA (µg)	TOTAL DE MUESTRAS	SENSIBILIDAD					
			S		I		R	
			Nº	%	Nº	%	Nº	%
Amoxicilina	10	3	1	33%	0	0%	2	67%
Cefotaxima	30	3	1	33%	2	67%	0	0%
Ceftazidima	30	11	4	36%	0	0%	7	64%
Ciprofloxacina	5	53	41	77%	7	13%	5	9%
Enrofloxacina	5	56	39	70%	8	14%	9	16%
Florfenicol	30	16	13	81%	0	0%	3	19%
Fosfomicina	50	32	25	78%	1	3%	6	19%
Fosfomicina + Trometamol	200	50	46	92%	0	0%	4	8%
Gentamicina	10	52	39	75%	6	12%	7	13%
Norfloxacina	10	11	8	73%	0	0%	3	27%
Oxitetraciclina	30	44	26	59%	1	2%	17	39%
Penicilina G	10	12	6	50%	0	0%	6	50%
Sulfametoxazol + Trimetoprim	25	51	44	86%	2	4%	5	10%
Tetraciclina	30	16	10	63%	0	0%	6	38%

Se utilizó 14 antibióticos para observar cuales son los que presentan mayor eficacia frente a las bacterias gram positivas (*Cavibacter spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Actinomyces.*, *Staphylococcus spp.* y *Streptococcus spp.*, *Streptococcus spp.*, *Trueperella spp.*, *Bacillus spp.*) presentes en cuyes.

De estos datos se obtuvo que Fosfomicina+Trometamol presentan el mayor porcentaje de sensibilidad con un 92% de (46/50) muestras, seguido de Sulfametoxazol + Trimetoprim (44/51) con 86%, Florfenicol (13/26) con 81%, Fosfomicina (25/32) con 78%, Ciprofloxacina (41/53) con 77%, Gentamicina (39/52) con un 75%, Norfloxacina (8/11) tiene el 73%, Enrofloxacina (39/56) presenta el 70%), Tetraciclina (10/16) con el 63%, Oxitetraciclina (26/44) con el 59%, Penicilina G (6/12) tiene el 50%, Ceftazidima (4/11) con el 36%, y con un porcentaje del 33% Amoxicilina y Cefotaxima con (1/3) muestras, están de último.

La susceptibilidad intermedia, con un 67% está representada Cefotaxima con (2/3) muestras, le sigue Enrofloxacina (8/56) con el 14%, Ciprofloxacina (7/53) tiene el 13%, Gentamicina (6/52) con el 12%, Sulfametoxazol + Trimetoprim (2/51) con el 4%, Fosfomicina (1/32) con 3%, Oxitetraciclina (1/44) con el 2%, por último con un porcentaje de 0% tenemos a Amoxicilina (0/3), Ceftazidima (0/11), Florfenicol (0/16),

Fosfomicina+Trometamol (0/50), Norfloxacin (0/11), Penicilina G (0/12), y Tetraciclina (0/16) muestras.

El antibiótico que presentó mayor resistencia fue Amoxicilina con (2/3) muestras presentó el 67%, Ceftazidima (7/11) con 64%, Penicilina G (6/12) con 50%, Oxitetraciclina (17/44) obtuvo el 39%, Tetraciclina (6/16) con el 38%, Norfloxacin (3/11) con 27%, Florfenicol (3/16) y Fosfomicina (6/32) obtuvieron un 19%, Enrofloxacin (9/56) con 16%, Gentamicina (7/52) con 13%, Sulfametoxazol + Trimetoprim (5/51) con el 10%, Ciprofloxacina (5/53) con 9%, Fosfomicina+Trometamol (4/50) con el 8%, y Cefotaxima con (0/3) estuvo representado por el 0%.

**Tabla 12.** Perfil de resistencia antibiótica de las bacterias Gram negativas presentes en cuyes.

ABTIÓTICOS PARA GRAM NEGATIVAS	CARGA ( $\mu$ g)	TOTAL DE MUESTRAS	SENSIBILIDAD					
			S		I		R	
			Nº	%	Nº	%	Nº	%
Amoxicilina	10	3		0%		0%	3	100%
Cefalexina	30	1		0%	1	100%		0%
Cefotaxima	30	3	2	67%		0%	1	33%
Ceftriaxona	30	2	2	100%		0%		0%
Ciprofloxacina	5	12	12	100%		0%		0%
Enrofloxacin	5	12	7	58%	5	42%		0%
Fosfomicina + Trometamol	200	12	9	75%	1	8%	2	17%
Gentamicina	10	12	10	83%		0%	2	17%
Oxitetraciclina	30	9	7	78%		0%	2	22%
Penicilina G	10	11		0%		0%	11	100%
Sulfametoxazol + Trimetoprim	25	12	11	92%		0%	1	8%

En cuanto a los antibióticos probados en bacterias gram negativas (*Escherichia coli.*, *Salmonella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*), fueron 11 en total, los antibióticos con mayor sensibilidad fueron Ceftriaxona con (2/2) muestras y Ciprofloxacina con (12/12) muestras, ambas representando el 100%, Sulfametoxazol + Trimetoprim (11/12) con el 92%, Gentamicina (10/12) con el 83%, Oxitetraciclina (7/9) con 78%, Fosfomicina + Trometamol con (9/12) muestras tuvo el 75%, Cefotaxima (2/3) con 67%, Enrofloxacin (7/12) con 58%, con un 0% están Amoxicilina (0/3), Cefalexina (0/1), y Penicilina G con (0/12) muestras.

La resistencia intermedia obtuvo un 100% Cefalexina con (1/1) muestra, seguido de Enrofloxacin con (5/12) muestras con 42%, Fosfomicina+Trometamol (1/12) con 8%,

el 0% está representado por Amoxicilina (0/3), Cefotaxima (0/3), Ceftriaxona (0/2), Ciprofloxacina (0/12), Gentamicina (0/12), Oxitetraciclina (0/9), Sulfametoxazol + Trimetoprim (0/12) y Penicilina G con (0/12) muestras. Los antibióticos que presentaron mayor resistencia con un 100%, fueron Amoxicilina (3/3) muestras y Penicilina G (11/11) muestras, Cefotaxima (1/3) con el 67%, Oxitetraciclina con (2/9) muestras con 22%, Fosfomicina+Trometamol (2/12) y Gentamicina (2/12) tuvieron el 17 %, Sulfametoxazol + Trimetoprim (1/12) con el 8%, por último están los que tuvieron un 0%, estos son Cefalexina (0/1), Ceftriaxona (0/2), Ciprofloxacina (0/12), y Enrofloxacin (0/12).

En un estudio realizado por Vázquez. J, nos indica que Enrofloxacin presenta un 51,7% de sensibilidad, un 13.3% de sensibilidad intermedia, y un 35% de resistencia, frente a *Escherichia coli.*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri*, y *Klebsiella pneumonia* (39). Y en nuestra investigación que realizamos tenemos que un 58% es sensible a este antibiótico, teniendo un porcentaje similar, sin embargo, nosotros no presentamos resistencia de ningún tipo, a diferencia del estudio a comparación, que su porcentaje si es representativo.

### 10.3 Perfil antibiótico de cada bacteria

#### 10.3.1 *Escherichia coli.*

*Tabla 13. Perfil de resistencia antibiótica de Escherichia coli.*

<i>Escherichia coli. (Gram -)</i>								
Antibiótico	Carga (µg)	Nº Total de muestras	Sensibilidad					
			S		I		R	
			Nº	%	Nº	%	Nº	%
Aztreonam	30	1	1	100%	0	0%	0	0%
Cefalexina	30	1	0	0%	1	100%	0	0%
Ceftriaxona	30	1	1	100%	0	0%	0	0%
Ciprofloxacina	5	3	3	100%	0	0%	0	0%
Enrofloxacin	5	3	2	67%	1	33%	0	0%
Fosfomicina+Trometamol	200	3	2	67%	0	0%	1	33%
Gentamicina	10	3	2	67%	0	0%	1	33%
Oxitetraciclina	30	3	2	67%	0	0%	1	33%
Penicilina G	10	3	0	0%	0	0%	3	100%
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	3	2	67%	0	0%	1	33%

En la tabla se puede observar que, de los 10 antibióticos, los más sensibles con el 100% son Aztreonam (1/1), Ceftriaxona (1/1), y Ciprofloxacina (3/3), seguimos con un 67% con (2/3) muestras para Enrofloxacin, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina,

Oxitetraciclina y Sulfametoxazol + Trimetoprim, y con un 0% para Cefalexina (0/1) y Penicilina G (0/3).

La sensibilidad intermedia tiene el 100% Cefalexina con (1/1), le sigue con el 33% Enrofloxacin con (1/3) muestras, y con el 0% están con (0/1) muestra Aztreonam y Ceftriaxona, y con (0/3) muestras están Ciprofloxacina, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, Oxitetraciclina, Penicilina G y Sulfametoxazol + Trimetoprim.

La Penicilina G muestra mayor resistencia con el 100% con (3/3) muestras, el 33% con 1/3) muestras está con Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, Oxitetraciclina y Sulfametoxazol + Trimetoprim, y por último el 0% está con (0/1) muestra de Aztreonam, Cefalexina, Ceftriaxona, con (0/3) muestras esta Ciprofloxacina y Enrofloxacin.

Según un estudio que realizó Noriega. J, muestra que Enrofloxacin presenta un 84.06% de sensibilidad, Tetraciclina presenta un porcentaje de 11. 06% para resistencia intermedia, y Oxitetraciclina es resistente con un 21.06%, estos resultados fueron tomados de 17 granjas (63). En nuestro estudio vemos que Enrofloxacin no presenta sensibilidad, así como tetraciclina tampoco tuvo una sensibilidad intermedia, los datos pueden variar por la cantidad de animales a los que se les realizó pruebas.

Se encontró presencia de cepas resistentes de *Actinomyces* y *Staphylococcus*, frente a Ciprofloxacina y Fosfomicina+Trometamol. Y resistencia de cepas de *Citrobacter spp.*, a Fosfomicina+Trometamol y *Trueperella*, frente a Aztreonam (Figura 11 y 12).

### 10.3.2 Salmonella spp.

*Tabla 14. Perfil de resistencia antibiótica de Salmonella spp.*

<i>Salmonella spp. (Gram -)</i>								
Antibiótico	Carga (µg)	N° Total de muestras	Sensibilidad					
			S		I		R	
			N°	%	N°	%	N°	%
Amoxicilina	10	1		0%		0%	1	100%
Aztreonam	30	2	2	100%		0%		0%
Cefotaxima	30	2	1	50%		0%	1	50%
Ciprofloxacina	5	4	4	100%		0%		0%
Enrofloxacin	5	4		0%	4	100%		0%
Fosfomicina+Trometamol	200	4	2	50%		0%	2	50%
Gentamicina	10	4	4	100%		0%		0%
Oxitetraciclina	30	3	2	67%		0%	1	33%
Penicilina G	10	3		0%		0%	3	100%
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	4	4	100%		0%		0%

Son 10 antibióticos, en los que en la tabla podemos ver que los antibióticos con 100% sensibles con Aztreonam (2/2) muestras, Ciprofloxacina (4/4), Gentamicina (4/4), y Sulfametoxazol+trimetoprim (4/4) muestras, le sigue el 67% con Oxitetraciclina (2/3) muestras, el 50% con Fosfomicina+Trometamol (2/4) y Cefotaxima (1/2), y el 0% con Amoxicilina (0/1), Enrofloxacin (0/4), Penicilina G (0/3).

La sensibilidad intermedia solo representó un 100% en Enrofloxacin con (4/4) muestras, el resto obtuvo un 0%, Aztreonam (1/1) muestra, con (0/2) muestras Aztreonam y Cefotaxima, (0/3) muestras tienen Oxitetraciclina y Penicilina G, y (0/4) muestras Ciprofloxacina, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, y Sulfametoxazol+trimetoprim.

La mayor resistencia con el 100% tiene Amoxicilina (1/1), y Penicilina G (3/3), el 50% está representado por Cefotaxima (1/2), y Fosfomicina+Trometamol (2/4), el 33% tiene Oxitetraciclina con (1/3), y el 0% tiene Aztreonam con (0/2) muestras y con (0/4) muestras por Ciprofloxacina, Enrofloxacin, Gentamicina, y Sulfametoxazol+trimetoprim.

En el estudio de Tisoc.A, presenta que en (n=40) muestras el porcentaje de la susceptibilidad se presentó de la siguiente manera: Sulfametoxazol+trimetoprim, Enrofloxacin, estreptomycin, y amoxicilina presentaron un 100% de sensibilidad, Oxitetraciclina, presentó el porcentaje más alto frente a una resistencia intermedia con el 42.5%, y Amoxicilina no presentó ningún porcentaje de resistencia (62). Mientras que en nuestro estudio coincidimos que Sulfametoxazol+trimetoprim, es uno de los antibióticos que presentó mayor sensibilidad, mientras que oxitetraciclina no nos presentó ningún porcentaje para la resistencia media, y mientras que en este estudio Enrofloxacin no les dio porcentaje, para nuestra investigación fue el que tuvo un 100% de sensibilidad intermedia. Por otro lado, nosotros si tuvimos resistencia en cuanto a Amoxicilina.

### 10.3.3 *Klebsiella spp.*

*Tabla 15. Perfil de resistencia antibiótica de Klebsiella spp.*

<i>Klebsiella spp. (Gram -)</i>							
Antibiótico	Carga (µg)	N° Total de muestras	Sensibilidad				
			S		I		R
			N°	%	N°	%	N°
Amoxicilina	10	1		0%	0%	1	100%
Aztreonam	30	1	1	100%	0%		0%
Cefotaxima	30	1	1	100%	0%		0%
Ciprofloxacina	5	3	3	100%	0%		0%

Enrofloxacin	5	3	3	100%	0%	0%
Fosfomicina+Trometamol	200	3	3	100%	0%	0%
Gentamicina	10	3	2	67%	0%	1 33%
Oxitetraciclina	30	3	3	100%	0%	0%
Penicilina G	10	3		0%	0%	3 100%
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	3	3	100%	0%	0%

Hay 10 antibióticos que se puso a prueba, en los cuales se puede ver que la sensibilidad del 100% está representada por (1/1) muestras para Aztreonam y Cefotaxima, y con (3/3) muestras con Ciprofloxacina, Enrofloxacin, Fosfomicina+Trometamol, Oxitetraciclina y Sulfametoxazol+trimetoprim, el 67% tiene Gentamicina con (2/3) muestras, y el 0% tiene Penicilina G (0/3), y Amoxicilina (0/1).

La sensibilidad intermedia no se presentó ni un solo porcentaje para, todos obtuvieron el 0% con (0/1) muestra para Amoxicilina, Aztreonam, Cefotaxima y con (0/3) muestras para Ciprofloxacina, Enrofloxacin, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, Oxitetraciclina, Penicilina G, y Sulfametoxazol+trimetoprim.

El antibiótico más resistente con el 100% fue Amoxicilina con (1/1) muestra y Penicilina G (3/3) muestras, el 33% tiene Gentamicina con (1/3) muestras, y el 0% el resto de antibióticos, con (0/1) muestra para Aztreonam y Cefotaxima, y con (0/3) muestras con Ciprofloxacina, Enrofloxacin, Fosfomicina+Trometamol, Oxitetraciclina y Sulfametoxazol+trimetoprim.

#### 10.3.4 *Proteus spp.*

*Tabla 16. Perfil de resistencia antibiótica de Proteus spp.*

<i>Proteus spp. (Gram -)</i>							
Antibiótico	Carga (µg)	Nº Total de muestras	Sensibilidad				
			S		I		R
			Nº	%	Nº	%	Nº
Amoxicilina	10	1		0%	0%	1	100%
Ceftriaxona	30	1	1	100%	0%		0%
Ciprofloxacina	5	2	2	100%	0%		0%
Enrofloxacin	5	2	2	100%	0%		0%
Fosfomicina+Trometamol	200	2	2	100%	0%		0%
Gentamicina	10	2	2	100%	0%		0%
Oxitetraciclina	30	2	1	50%	0%	1	50%
Penicilina G	10	2		0%	0%	2	100%
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	2	2	100%	0%		0%

Se realizo el antibiograma con 9 antibióticos, donde el 100% de sensibilidad presentaron Ceftriaxona con (1/1) muestra, y con (2/2) muestras para Ciprofloxacina, Enrofloxacina, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina y Sulfametoxazol+trimetoprim, el 50% tuvo Oxitetraciclina con (1/2) muestras, y el 0% Amoxicilina (0/1) y Penicilina G (0/2).

No hubo presencia de sensibilidad intermedia para ninguno de los antibióticos con (0/1) muestra estuvieron Amoxicilina y Ceftriaxona, y con (0/2) muestras para Ciprofloxacina, Enrofloxacina, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, Oxitetraciclina, Penicilina G, y Sulfametoxazol+trimetoprim.

Los antibióticos con mayor resistencia del 100% fueron Amoxicilina con (1/1) muestra, y Penicilina G con (2/2) muestras, con el 50% sigue Oxitetraciclina (1/2), y el 0% para Ceftriaxona con (0/1) muestra, y con (0/2) muestras para Ciprofloxacina, Enrofloxacina, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, y Sulfametoxazol+trimetoprim.

### 10.3.5 *Cavibacter spp.*

*Tabla 17. Perfil de resistencia antibiótica de Cavibacter spp.*

<i>Cavibacter spp. (Gram +)</i>								
Antibiótico	Carga (µg)	N° Total de muestras	Sensibilidad					
			S		I		R	
			N°	%	N°	%	N°	%
Ciprofloxacina	5	1	1	100%	0%	0%		
Enrofloxacina	5	1	1	100%	0%	0%		
Fosfomicina	50	1		0%	0%	1	100%	
Fosfomicina+Trometamol	200	1	1	100%	0%	0%		
Gentamicina	10	1	1	100%	0%	0%		
Oxitetraciclina	30	1	1	100%	0%	0%		
Penicilina G	10	1	1	100%	0%	0%		
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	1	1	100%	0%	0%		

Se utilizaron 8 antibióticos para (n=1) muestra, en los cuales en la tabla se puede ver que la sensibilidad del 100% fue para Ciprofloxacina, Enrofloxacina, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, Oxitetraciclina, Penicilina G, y Sulfametoxazol+trimetoprim, y el 0% para Fosfomicina con (0/1) muestra.

La sensibilidad intermedia no hubo porcentajes para Ciprofloxacina, Enrofloxacina, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, Oxitetraciclina, Penicilina G, Sulfametoxazol+trimetoprim, y fosfomicina.

Por otro lado, Fosfomicina obtuvo el 100%, mientras que el resto de antibióticos estuvieron con el 0%, Ciprofloxacina, Enrofloxacina, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, Oxitetraciclina, Penicilina G, y Sulfametoxazol+trimetoprim.

### 10.3.6 Staphylococcus spp.

*Tabla 18. Perfil de resistencia antibiótica de Staphylococcus spp.*

<i>Staphylococcus spp. (Gram +)</i>								
Antibiótico	Carga (µg)	N° Total de muestras	Sensibilidad					
			S		I		R	
			N°	%	N°	%	N°	%
Amoxicilina	10	2	1	50%		0%	1	50%
Cefotaxima	30	1		0%	1	100%		0%
Ceftazidima	30	7	3	43%		0%	4	57%
Ciprofloxacina	5	31	21	68%	5	16%	5	16%
Enrofloxacina	5	33	21	64%	6	18%	6	18%
Florfenicol	30	12	10	83%		0%	2	17%
Fosfomicina	50	18	15	83%		0%	3	17%
Fosfomicina+Trometamol	200	28	26	93%		0%	2	7%
Gentamicina	10	30	22	73%	3	10%	5	17%
Norfloxacina	10	7	4	57%	3	43%		0%
Oxitetraciclina	30	25	14	56%		0%	11	44%
Penicilina G	10	6	3	50%		0%	3	50%
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	30	26	87%	2	7%	2	7%
Tetraciclina	30	9	7	78%		0%	2	22%

Se utilizaron 14 antibióticos, donde la tabla muestra que el antibiótico con mayor sensibilidad es Fosfomicina+Trometamol, presenta un 93% con (26/28) muestras, Sulfametoxazol+trimetoprim tiene el 87% con (26/30), el 83% con Florfenicol (10/12) y Fosfomicina (15/18), Tetraciclina con el 78% con (7/9), Gentamicina (22/30) con el 73%, Ciprofloxacina (21/31) con el 68%, Enrofloxacina (21/33) con el 64%, Norfloxacina (4/7) tiene el 57%, Oxitetraciclina (14/25) con el 56%, Penicilina G (3/6) y Amoxicilina (1/2) con el 50%, Ceftazidima con el 43% con (3/7) muestras y Cefotaxima (0/1) con el 0%.

La sensibilidad intermedia tiene el 100% Cefotaxima con (1/1) muestra, Norfloxacina (3/7) con el 43%, Enrofloxacina (6/33) con el 18%, Ciprofloxacina (5/31) tiene el 16%, Gentamicina con (3/30) tiene el 10%, Sulfametoxazol+trimetoprim tiene el 7% con (2/30) muestras, y el 0% tiene Amoxicilina (0/2), Ceftazidima (0/7), Fosfomicina (0/18),

Fosfomicina+Trometamol, (0/28), Oxitetraciclina (0/25), Penicilina G (0/6), y Tetraciclina (0/9).

La mayor resistencia tiene el 57% con Ceftazidima con (4/7) muestras, Amoxicilina (1/2) y Penicilina G (3/6) presentan el 50%, Oxitetraciclina (11/25) con 44%, Tetraciclina (2/9) con el 22%, Enrofloxacina (6/33) con el 18%, Florfenicol (2/12), Fosfomicina (3/18), Gentamicina (5/30) con el 17%, Ciprofloxacina (5/31) con el 16%, Fosfomicina+Trometamol (2/28) y Sulfametoxazol+trimetoprim (2/30) con el 7%, y con el 0% están Cefotaxima (0/1) y Norfloxacina (0/7).

### 10.3.7 *Actinomyces spp.*

*Tabla 19. Perfil de resistencia antibiótica de Actinomyces spp.*

<i>Actinomyces spp. (Gram +)</i>							
Antibiótico	Carga (µg)	N° Total de muestras	Sensibilidad				
			S N°	S %	I N°	I %	R N°
Ceftazidima	30	1	1	100%	0	0%	0%
Ciprofloxacina	5	3	3	100%	0	0%	0%
Enrofloxacina	5	3	2	67%	0	0%	1 33%
Florfenicol	30	1		0%	0	0%	1 100%
Fosfomicina	50	2	1	50%	1	50%	0%
Fosfomicina+Trometamol	200	3	3	100%	0	0%	0%
Gentamicina	10	3	3	100%	0	0%	0%
Norfloxacina	10	1	1	100%	0	0%	0%
Oxitetraciclina	30	2	2	100%	0	0%	0%
Penicilina G	10	1		0%	0	0%	1 100%
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	3	3	100%	0	0%	0%
Tetraciclina	30	1	1	100%	0	0%	0%

Se probaron 11 discos de antibióticos, de los cuales la sensibilidad del 100% fue para Ceftazidima (1/1); Ciprofloxacina (3/3), Fosfomicina+Trometamol (3/3), Gentamicina (3/3), Norfloxacina (1/1), Oxitetraciclina (2/2), Sulfametoxazol+trimetoprim (3/3), Tetraciclina (1/1), con el 67% Enrofloxacina para (2/3) muestras, Fosfomicina con (1/2) con el 50%, y el 0% para Florfenicol (0/1) y Penicilina G (0/1).

La sensibilidad intermedia tuvo un 50% Fosfomicina con (1/2) muestras, y el 0% obtuvieron (0/1) muestra con Ceftazidima, Ciprofloxacina, Florfenicol, Norfloxacina, Penicilina G, Tetraciclina, con (0/2) muestras para Oxitetraciclina y con (0/3) muestras para Ciprofloxacina, Enrofloxacina, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, Sulfametoxazol+trimetoprim.

El antibiótico con mayor resistencia fue Florfenicol (1/1) y Penicilina G (1/1) con el 100%, Enrofloxacin con (1/3) muestras con el 33%, y el 0% con Cefotaxima (0/1), Ciprofloxacina (0/3), Fosfomicina (0/1), Fosfomicina+Trometamol (0/3), Gentamicina (0/3), Norfloxacina (0/1), Oxitetraciclina (0/2), Sulfametoxazol+trimetoprim (0/3), y Tetraciclina (0/1).

### 10.3.8 *Staphylococcus* spp. y *Streptococcus* spp.

*Tabla 20. Perfil de resistencia antibiótica de Staphylococcus spp. y Streptococcus spp*

<i>Staphylococcus</i> spp. y <i>Streptococcus</i> spp. (Gram +)								
Antibiótico	Carga (µg)	N° Total de muestras	Sensibilidad					
			S		I		R	
			N°	%	N°	%	N°	%
Ciprofloxacina	5	6	5	83%	0%	1	17%	
Enrofloxacin	5	6	5	83%	0%	1	17%	
Fosfomicina	50	6	6	100%	0%		0%	
Fosfomicina+Trometamol	200	6	6	100%	0%		0%	
Gentamicina	10	6	2	33%	2	33%	2	33%
Oxitetraciclina	30	5	2	40%	1	20%	2	40%
Penicilina G	10	1	1	100%	0%		0%	
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	6	4	67%	0%	2	33%	
Tetraciclina	30	3	1	33%	0%	2	67%	

En esta tabla se realizó ambas bacterias juntas, ya que después de un tercer pase de manitol, no lograron ser separadas. Se puede observar que se analizaron 9 antibióticos, de los cuales el 100% de sensibilidad obtuvieron Fosfomicina (6/6), Fosfomicina+Trometamol (6/6), Y Penicilina G (1/1), le sigue Ciprofloxacina (5/6) y Enrofloxacin (5/6) con el 83%, Sulfametoxazol+trimetoprim (4/6) con el 67%, Oxitetraciclina (2/5) con el 40%, Gentamicina (2/6) y Tetraciclina (1/3) con el 33%.

La sensibilidad intermedia obtuvo el 33% Gentamicina con (2/6) muestras, le siguió Oxitetraciclina con el 20% con (1/5) muestras, el 0% con (0/6) muestras tuvo Ciprofloxacina, Enrofloxacin, Fosfomicina, Fosfomicina+Trometamol, y Sulfametoxazol+trimetoprim, con (0/1) muestra Penicilina G, y con (0/3) muestras Tetraciclina.

La resistencia de un 67% fue presentada por Tetraciclina con (2/3) muestras, Oxitetraciclina con 40% con (2/5) muestras, y Gentamicina (2/6) y Sulfametoxazol+trimetoprim (2/6) con el 33%, Ciprofloxacina (1/6) y Enrofloxacin

(1/6) con un 17%, y el 0% con Fosfomicina (0/6), Fosfomicina+Trometamol (0/6), y Penicilina G con (0/1).

En la investigación de Suice. J, obtuvo un 92% de sensibilidad para Fosfomicina, un 57% de sensibilidad media para Sulfametoxazol+trimetoprim, y el mismo resultado resistente con un 3.6% en un total de 56 muestras (64). Comparando con nuestros resultados podemos observar que fosfomicina tiene un alto porcentaje de sensibilidad, al igual que el estudio visto, sin embargo, en la resistencia media nosotros obtuvimos un porcentaje nulo para Sulfametoxazol+trimetoprim, y, por otro lado, nuestro porcentaje en resistente fue diferente a este estudio, ya que el antibiótico que presento mayor resistencia fue tetraciclina.

### 10.3.9 Trueperella spp.

*Tabla 21. Perfil de resistencia antibiótica de Trueperella spp.*

<i>Trueperella spp. (Gram +)</i>								
Antibiótico	Carga (µg)	Nº Total de muestras	Sensibilidad					
			S		I		R	
			Nº	%	Nº	%	Nº	%
Ciprofloxacina	5	4	3	75%	1	25%	0	0%
Enrofloxacina	5	4	3	75%	0	0%	1	25%
Fosfomicina	50	3	2	67%	0	0%	1	33%
Fosfomicina+Trometamol	200	3	2	67%	0	0%	1	33%
Gentamicina	10	3	3	100%	0	0%	0	0%
Oxitetraciclina	30	3	3	100%	0	0%	0	0%
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	2	1	50%	0	0%	1	50%
Tetraciclina	30	2	1	50%	0	0%	1	50%

En la tabla se muestran que se ocuparon 8 antibióticos, de los cuales los antibióticos sensibles ocuparon el 100% siendo estos Gentamicina (3/3) y Oxitetraciclina (3/3), el 75% tiene Ciprofloxacina y Enrofloxacina con (3/4) muestras, le sigue el 67% con (2/3) muestras para Fosfomicina y Fosfomicina+Trometamol, por último, está el 50% con (2/2) muestras con Tetraciclina y Sulfametoxazol+trimetoprim.

La sensibilidad media tiene al Ciprofloxacina con el 25% con (1/4) muestras, el resto tienen un 0%, con (0/4) muestras para Enrofloxacina, con (0/3), para Fosfomicina, Fosfomicina+Trometamol, Gentamicina, Oxitetraciclina, y con (0/2) muestras para Sulfametoxazol+trimetoprim, y Tetraciclina.

Los antibióticos con el 50% resistentes fueron Sulfametoxazol+trimetoprim, y Tetraciclina. Con (1/2) muestras, Fosfomicina y Fosfomicina+Trometamol con (1/3)

muestras con el 33%, Enrofloxacin con el 25% para (1/4) muestras, y el 0% representa a (0/4) muestras a Ciprofloxacina, y (0/3) muestras para Gentamicina y Oxitetraciclina.

En la investigación de Vargas. L, no muestra que con 80% Amoxicilina y Ciprofloxacina presentan una sensibilidad mayor, y con un 20% Amoxicilina, Ciprofloxacina, y Cefalexina presentan una sensibilidad intermedia, y con un 100% Tetraciclina, Penicilina y Sulfametoxazol+trimetoprim presentan alta resistencia (65) En nuestro estudio, se puede observar que Ciprofloxacina no presenta una sensibilidad alta, sin embargo, concordamos que Ciprofloxacina presenta una sensibilidad intermedia notoria. Y en cuanto a antibióticos resistentes, nuestro estudio también arrojo resultados de que Sulfametoxazol+trimetoprim, y Tetraciclina presentas los porcentajes más altos.

### 10.3.10 *Streptococcus spp.*

*Tabla 22. Perfil de resistencia antibiótica de Streptococcus spp.*

<i>Streptococcus spp. (Gram +)</i>								
Antibiótico	Carga (µg)	N° Total de muestras	Sensibilidad					
			S		I		R	
			N°	%	N°	%	N°	%
Cefotaxima	30	1		0%	1	100%		0%
Ceftazidima	30	3		0%		0%	3	100%
Ciprofloxacina	5	6	5	83%	1	17%		0%
Enrofloxacin	5	6	4	67%	2	33%		0%
Florfenicol	30	2	2	100%		0%		0%
Fosfomicina	50	2	1	50%		0%	1	50%
Fosfomicina+Trometamol	200	6	5	83%		0%	1	17%
Gentamicina	10	6	5	83%	1	17%		0%
Norfloxacin	10	2	2	100%		0%		0%
Oxitetraciclina	30	5	1	20%		0%	4	80%
Penicilina G	10	2	1	50%		0%	1	50%
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	6	6	100%		0%		0%
Tetraciclina	30	1		0%		0%	1	100%

Se ocuparon 13 antibióticos, en los cuales se observa que el 100% tuvo Florfenicol con (2/2), Gentamicina (2/2), y Sulfametoxazol+trimetoprim con (6/6), le sigue el 83% con (5/6) muestras, para Ciprofloxacina, Fosfomicina+Trometamol y Gentamicina, el 67% tiene Enrofloxacin con (4/6) muestras, y el 50% con (1/2) muestras para Fosfomicina y Penicilina G, el 20% tiene Oxitetraciclina con (1/5) muestras, y el 0% tiene Cefotaxima (0/1), Ceftazidima (0/3), y Tetraciclina (0/1)

La sensibilidad intermedia está interpretada por Cefotaxima con el (1/1) con 100%, Enrofloxacin tiene 31 33% con (2/6) muestras, y el 17 % con (5/6) muestras están Ciprofloxacina, y Gentamicina, el resto representa a un 0% con Ceftazidima (0/3), Florfenicol (0/2), Fosfomicina (0/2). Fosfomicina+Trometamol (0/6), Norfloxacina (0/2), Oxitetraciclina (0/5), Penicilina G (0/2), Sulfametoxazol+Trimetoprim (0/6). Tetraciclina (1/1).

La resistencia con un 100% tiene Ceftazidima con (3/3) y tetraciclina (1/1)., el 80% tiene Oxitetraciclina con (5/5), un 50% esta con Fosfomicina (1/2), y Fosfomicina+Trometamol, con el 0% representan Ciprofloxacina (0/6), Enrofloxacin (0/6), Florfenicol (0/2), Gentamicina (0/6), Norfloxacina (0/2), Sulfametoxazol+trimetoprim (0/6).

### 10.3.11 *Bacillus* spp.

*Tabla 23. Perfil de resistencia antibiótica de Bacillus spp.*

<i>Bacillus</i> spp. (Gram +)								
Antibiótico	Carga (µg)	N° Total de muestras	Sensibilidad					
			S		I		R	
			N°	%	N°	%	N°	%
Amoxicilina	10	1		0%	0%	1	100%	
Cefotaxima	30	1	1	100%	0%		0%	
Ciprofloxacina	5	3	3	100%	0%		0%	
Enrofloxacin	5	3	3	100%	0%		0%	
Florfenicol	30	1	1	100%	0%		0%	
Fosfomicina+Trometamol	200	3	3	100%	0%		0%	
Gentamicina	10	3	3	100%	0%		0%	
Norfloxacina	10	2	2	100%	0%		0%	
Oxitetraciclina	30	3	3	100%	0%		0%	
Penicilina G	10	1		0%	0%	1	100%	
Sulfametoxazol+trimetoprim	25	3	3	100%	0%		0%	

En la tabla se muestra que se ocuparon 11 antibióticos, de los cuales los sensibles con un 100% fueron Cefotaxima (1/1), Ciprofloxacina (3/3), Enrofloxacin (3/3), Florfenicol (1/1), Fosfomicina+Trometamol (3/3), Gentamicina (3/3), Norfloxacina (2/2), Oxitetraciclina (3/3), Sulfametoxazol+trimetoprim (3/3), y con el 0% con (0/1) muestra están Amoxicilina y Penicilina G.

No hubo presencia de algún de estos antibióticos para sensibilidad intermedia Amoxicilina (0/1), Cefotaxima (0/1), Ciprofloxacina (0/3), Enrofloxacin (0/3),

Florfenicol (0/1), Fosfomicina+Trometamol (0/3), Gentamicina (0/3), Norfloxacin (0/2), Oxitetraciclina (0/3), Penicilina G (0/1), y Sulfametoxazol+trimetoprim (0/3).

Y los que fueron resistentes al 100% con (1/1) muestra fueron Amoxicilina y Sulfametoxazol+trimetoprim, el resto de antibióticos marcaron un 0%, Cefotaxima (0/1), Ciprofloxacina (0/3), Enrofloxacin (0/3), Florfenicol (0/1), Fosfomicina+Trometamol (0/3), Gentamicina (0/3), Norfloxacin (0/2), Oxitetraciclina (0/3), y Penicilina G (0/1).

## 11. IMPACTOS

### 11.1 Impacto técnico

Es crucial porque los propietarios de la granja conocerán los antibióticos sensibles “ceftriaxona, ciprofloxacina, Fosfomicina+Trometamol, Sulfametoxazol+trimetoprim”, intermedios “oxitetraciclina, cefotaxima, y Enrofloxacin” y resistentes “penicilina G y cefalexina” para instaurar un mejor tratamiento para las enfermedades y evitar el uso indiscriminado de antibióticos.

En base al perfil de susceptibilidad antibiótica de las bacterias y el tratamiento que se debe seguir para obtener una mayor producción, lo que a su vez reducirá la mortalidad y la morbilidad de los animales dentro de la granja.

### 11.2 Impacto Económico

Con la identificación de los antibióticos más eficaces para el tratamiento de Linfadenitis se reducirá mejores protocolos de tratamiento disminuyendo los gastos por la compra de antibióticos innecesarios y se aumentará la producción generando más ingresos económicos a la granja a través de las ventas.

## 12. CONCLUSIONES

- Los agentes bacterianos (*Cavibacter spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Actinomyces*, *Streptococcus spp.*, *Trueperella spp.*, *Bacillus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Escherichia coli.*, *Salmonella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*) en cuyes mostraron un mayor índice que sensibilidad para Ceftriaxona y Ciprofloxacina, y presentaron una resistencia elevada para Cefalexina y Penicilina G, esto puede deberse a que los criaderos hacen uso indiscriminado de estos antibióticos.

- Se pudo ver que para bacterias gram positivas (*Cavibacter spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Actinomyces.*, *Streptococcus spp.*, *Trueperella spp.*, *Bacillus spp.*, *Staphylococcus spp.*), tuvieron mejor sensibilidad para fármacos combinados (Fosfomicina+Trometamol y Sulfametoxazol+trimetoprim), y presentaron resistencia a Amoxicilina y Ceftriaxona. Mientras que las bacterias gram negativas (*Escherichia coli.*, *Salmonella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.*), hubo mayor sensibilidad para Ceftriaxona y Ciprofloxacina, y tuvieron un porcentaje de resistencia elevado hacia Amoxicilina y Penicilina G.
- La mayoría de bacterias fueron resistentes a Penicilina G, ese debe principalmente a que hay bacterias como *Trueperella spp.*, que producen enzimas capaces de inactivar la penicilina. Además, el uso frecuente y a veces inadecuado puede provocar cepas resistentes. Esto significa que las bacterias que sobreviven a los tratamientos con penicilina se multiplican y transmiten sus genes de resistencia a futuras generaciones

### 13. RECOMENDACIONES

- Realizar antibiogramas para el tratamiento de enfermedades en granjas, para así evitar resistencias que puedan afectar a la salud pública.
- Aplicar medidas de bioseguridad para evitar la propagación de enfermedades, tomando en cuenta el perfil antibiótico para obtener mejores resultados dentro del tratamiento tanto como beneficio de comerciantes y consumidores.
- Realizar más trabajos de investigación en esta especie animal, para actualizar conocimientos y avances científicos.

### 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR. EL MISIONERO: Produciendo lo autóctono [Internet]. 2021 [citado 2 de julio de 2024]. Disponible en: [http://archivo.uagraria.edu.ec/web/el\\_misionero/El-Misionero-861.pdf](http://archivo.uagraria.edu.ec/web/el_misionero/El-Misionero-861.pdf)
- 2.Carrillo José, Cruz Hector, Silva Mónica, Tamayo Igor, Ortega José. Publicación Manual de Manejo de Cuyes Fundación Humana. [Internet]. 2012 [citado 19 de julio de 2024]. Disponible en: <https://humana-ecuador.org/wp->

<content/uploads/2021/09/Publicacion-Manual-de-Manejo-de-Cuyes-Fundaci%C3%B3n-Humana.pdf>

3. De Calacalí P. "Diseño, ejecución y evaluación de un proyecto comunitario que se dedicará a la crianza, producción y comercialización de cuyes en la parroquia de Calacalí. [Internet]. 2012 [citado 17 de abril de 2024]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/71898666.pdf>
4. Ventura-Gabarró C, Leung VH, Vlahović-Palčevski V, Machowska A, Monnet DL, Högberg LD, et al. Antimicrobial resistance (AMR). Eurosurveillance. 16 de noviembre de 2023;28(46).
5. Rossi, A, Discogramas. Laboratorios Britania. [Internet]. 2015 [citado 2 de julio de 2024]. Disponible en: [https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl\\_66200bd70102d.pdf](https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_66200bd70102d.pdf)
6. De Bioseguridad M, Sanidad Y, Cuyes EN. Ministerio de agricultura y riego instituto nacional de innovación agraria-inia dirección de desarrollo tecnológico agrario-ddta subdirección de productos agrarios-sdpa programa nacional de cuyes. [citado 27 de julio de 2024]; Disponible en: [www.inia.gob.pe](http://www.inia.gob.pe)
7. Resistencia a los antimicrobianos - OMSA - Organización Mundial de Sanidad Animal [Internet]. [citado 17 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.woah.org/es/que-hacemos/iniciativas-mundiales/resistencia-a-los-antimicrobianos/>
8. WOA. Combatir la resistencia a los antimicrobianos a través del enfoque «Una sola salud». [citado 7 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.woah.org/app/uploads/2024/06/combater-la-resistencia-a-los-antimicrobianos-a-traves-del-enfoque-una-sola-salud.pdf>
9. Chauca de Zaldívar L. FAO -. 1997 [citado 7 de julio de 2024]. Producción de cuyes (Cavia porcellus). Disponible en: <https://www.fao.org/4/w6562s/w6562s00.htm#TopOfPage>

10. Acosta Chiliquina AM. Evaluación de tres Concentrados Comerciales en la Etapa de Crecimiento - Engorde de Cuyes. 2012 [citado 27 de julio de 2024]; Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1255>
11. Zumárraga Dávila SB. Innovaciones gastronómicas del cuy en la provincia de Imbabura. 10 de abril de 2012 [citado 27 de julio de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/1139>
12. Barnett TC, Cole JN, Rivera-Hernandez T, Henningham A, Paton JC, Nizet V, et al. Streptococcal toxins: Role in pathogenesis and disease. Cell Microbiol [Internet]. 1 de diciembre de 2015 [citado 27 de julio de 2024];17(12):1721-41. Disponible en: <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/bacterias/streptococcus-pneumoniae>
13. Guerrero D. Descripción histopatológica de patrones neumónicos en cuyes (*Cavia porcellus*) de la mortalidad presentada en 30 días en la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño. 2015.
14. Flores D. Identificación del agente causal de linfadenitis cervical en cuyes (*Cavia porcellus*) mediante métodos microbiológicos en el centro experimental Pampa del Arco, Ayacucho - 2017. Repositorio UNSCH. 2018.
15. Lacambra García Director M, Antonio López González Codirectora J, Rosa Martínez Gallardo M. Universidad de Almería Facultad de Ciencias Experimentales.
16. Pelkonen S, Lindahl SB, Suomala P, Karhukorpi J, Vuorinen S, Koivula I, et al. Transmission of streptococcus equi subspecies zooepidemicus infection from horses to humans. Emerg Infect Dis. julio de 2013;19(7):1041-8.
17. Pelkonen S, Lindahl SB, Suomala P, Karhukorpi J, Vuorinen S, Koivula I, et al. Transmission of Streptococcus equi Subspecies zooepidemicus Infection from Horses to Humans - Volume 19, Number 7—July 2013 - Emerging Infectious Diseases journal - CDC. Emerg Infect Dis [Internet]. julio de 2013 [citado 17 de agosto de 2024];19(7):1041-8. Disponible en: [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/19/7/12-1365\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/19/7/12-1365_article)

18. Osdaghi E, Rahimi T, Mohsen Taghavi S, Ansari M, Zarei S, Portier P, et al. Comparative Genomics and Phylogenetic Analyses Suggest Several Novel Species within *Clavibacter* sp. Including Non-Pathogenic Tomato-Associated Strains. 2020 [citado 18 de agosto de 2024]; Disponible en: <https://hal.inrae.fr/hal-02624788>
19. De D, Animal S. Universidad de Córdoba facultad de veterinaria trabajo fin de máster máster de medicina, sanidad y mejora animal pcr y maldi-tof ms: dos alternativas a la identificación fenotípica de *Trueperella pyogenes*.
20. Pantozzi FL, Meneses ML, Ibar MP, Victorio Y, Nieves F. Caracterización de *Trueperella pyogenes* por métodos fenotípicos convencionales y por espectrometría de masas (MALDI-TOF). Congreso de Microbiología Veterinaria Libro de resúmenes [Internet]. 2021 [citado 18 de agosto de 2024];2. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/122990>
21. Villarreal-Delgado MF, Villa-Rodríguez ED, Cira-Chávez LA, Estrada-Alvarado MI, Parra-Cota FI, Santos-Villalobos S de los, et al. El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. Revista mexicana de fitopatología [Internet]. 4 de enero de 2018 [citado 18 de agosto de 2024];36(1):95-130. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33092018000100095&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092018000100095&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
22. *Klebsiella* SPP: Generalidades, Fisiopatología y Tratamiento - Arriba Salud [Internet]. [citado 27 de julio de 2024]. Disponible en: <https://arribasalud.com/klebsiella-spp/>
23. Podschun R, Ullmann U. *Klebsiella* spp. as nosocomial pathogens: Epidemiology, taxonomy, typing methods, and pathogenicity factors. Clin Microbiol Rev [Internet]. 1998 [citado 27 de julio de 2024];11(4):589-603. Disponible en: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/cmr.11.4.589>
24. *Klebsiella* species (*K. pneumoniae*, *K. oxytoca*, *K. ozaenae* and *K. rhinoscleromatis*) - Infectious Disease and Antimicrobial Agents [Internet]. [citado 28 de julio de 2024]. Disponible en: <http://www.antimicrobe.org/b107.asp#r1>

25. Ciencias Veterinarias Y Pecuarias Escuela De Ciencias Veterinarias F DE, Loreto Avezón Campos S. Universidad de Chile profesor guía: dra. maria luisa sánchez ch. 2009.
26. Parra M, Durango J, Máttar S, De Tema R. Microbiología, patogénesis, epidemiología, clínica y diagnóstico de las infecciones producidas por Salmonella. 2002;7(2):187-200.
27. Víctor Bazán R, Sandra Bezada Q, Fernando Carcelén C, Graciela Yamada A. Efecto de la infección subclínica de Salmonella Typhimurium sobre los parámetros productivos en la producción de cuyes de engorde (*Cavia porcellus*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [Internet]. 1 de diciembre de 2019 [citado 4 de agosto de 2024];30(4):1697-706. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172019000400032&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172019000400032&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
28. De Cueto López M, Pascual Hernández A. Pasteurella multocida. [Internet]. 2007 [citado 5 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/bacteriologia/p\\_multocida.pdf](https://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/bacteriologia/p_multocida.pdf)
29. R. CC, C. SM. Identificación de agentes bacterianos aislados de gazapos muertos de cuyes en una granja de crianza intensiva en Lima, Perú. REDVET Revista Electrónica de Veterinaria [Internet]. 2017 [citado 5 de agosto de 2024];18(12):1-13. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63654640041>
30. Escherichia Coli: características, patogenicidad y prevención (I) - Christeyns [Internet]. [citado 5 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.christeyns.com/es-es/escherichia-coli-caracteristicas-patogenicidad-y-prevencion-i-2/>
31. Cantón R, Paz M, Moreno S. Proteus penneri. 2001, [Internet]. [citado 5 de julio de 2024], Disponible en: [https://scholar.google.com.ec/scholar\\_url?url=https://journals.lww.com/ijmr/fulltext/2012/35030/isolation\\_identification\\_characterization\\_of.12](https://scholar.google.com.ec/scholar_url?url=https://journals.lww.com/ijmr/fulltext/2012/35030/isolation_identification_characterization_of.12)

[aspx&hl=es&sa=X&ei=thPDZpL6AfHhy9YP7YXOuAI&scisig=AFWwa  
eZAHcRfZR6nXQT92t1tIICf&oi=scholar](https://www.lecturio.com/es/concepts/proteus/)

32. Proteus | Concise Medical Knowledge [Internet]. [citado 18 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.lecturio.com/es/concepts/proteus/>
33. Crianza de cuyes, medicamentos y suplementos | Agrovvet Blog [Internet]. [citado 5 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://blog.agrovvetmarket.com/crianza-cuyes-medicamentos/>
34. PAHO. Manual de Pruebas de Susceptibilidad Antimicrobiana. [Internet]. 2005. [citado 18 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2005/susceptibilidad-antimicrobiana-manual-pruebas-2005.pdf>
35. Daza R. Resistencia bacteriana a antimicrobianos: su importancia en la toma de decisiones en la práctica diaria. 22(3).
36. Natalia T, Molina NB. Material de cátedra correspondiente a la clase: Generalidades de Bacteriología Antibióticos: mecanismos de acción y resistencia bacteriana.
37. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca: Evaluación de la resistencia bacteriana a los antibióticos en muestras de heces, obtenidas de cobayos (*Cavia porcellus*) en explotaciones de tipo familiar y familiar-comercial [Internet]. [citado 5 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/40783>
38. FAO. Uso De Antimicrobianos En Animales De Consumo. 2004 [Internet]. 2004 [citado 18 de agosto de 2024];2-4. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/y5468s/y5468s00.htm#Contents>
39. Vázquez Luis. Evaluación de la resistencia bacteriana a los antibióticos en muestras de heces, obtenidas de cobayos (*Cavia porcellus*) en explotaciones de tipo familiar y familiarcomercial. 16 de enero de 2023;
40. Lozano Valdés D, Hilev Larrondo Muguercia D, María Luisa Herrera Torres D, Rivero Arias E, Zamora Marín R, José Araújo Praderes L. Penicilinas. Acta Med. 1998;8(1):28-39.

41. Zurich LC, O. MV. Penicilinas en medicina veterinaria. Monografías de Medicina Veterinaria [Internet]. 1 de enero de 1979 [citado 5 de agosto de 2024];1(1). Disponible en: <https://monografiasveterinaria.uchile.cl/index.php/MMV/article/view/4825>
42. Rivero Arias E, María Luisa Herrera Torres D, Hilev Larrondo Muguercia D, Lozano Valdés D, David León Pérez Y. Carbapenémicos y monobactámicos. Acta Med. 1998;8(1):66-70.
43. Vidal J. Monobactama [Internet]. 2012 [citado 6 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/farmacos/v4n1/art7.pdf>
44. Pruebas de sensibilidad o antibiogramas - Enfermedades infecciosas - Manual MSD versión para profesionales [Internet]. [citado 6 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es-es/professional/enfermedades-infecciosas/diagn%C3%B3stico-de-laboratorio-de-las-enfermedades-infecciosas/pruebas-de-sensibilidad-o-antibiogramas>
45. Selección de cepas de Bacillus spp. productoras de antibióticos aisladas de frutos tropicales [Internet]. [citado 18 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2011000400002](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000400002)
46. Pruebas de sensibilidad antimicrobiana: metodología de laboratorio [Internet]. [citado 6 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1017-85461999000100010](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1017-85461999000100010)
47. Sergio Mella M, Claudia Zemelman M, Helia Bello T, Mariana Dominguez Y, Gerardo Gonzalez R, Raul Zemelman Z. Propiedades microbiológicas, clasificación y relación estructura-actividad de cefalosporinas e importancia de las cefalosporinas de cuarta generación. Revista chilena de infectología [Internet]. 2001 [citado 5 de agosto de 2024];18(1):7-19. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182001000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182001000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

48. Carrillo-Alduenda J, Flores-Murrieta F, Rodríguez-Alcocer A, Carrillo-Alduenda J, Flores-Murrieta F, Rodríguez-Alcocer A. Actualización en la prescripción de fluoroquinolonas. Medicina interna de México [Internet]. 1 de enero de 2018 [citado 5 de agosto de 2024];34(1):89-105. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-48662018000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-48662018000100011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
49. Fluoroquinolonas - Enfermedades infecciosas - Manual MSD versión para profesionales [Internet]. [citado 5 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es-ec/professional/enfermedades-infecciosas/bacterias-y-f%C3%A1rmacos-antibacterianos/fluoroquinolonas>
50. Cecília F, Vieira H, De Godoy Carvalhaes F. Manual de Mecanismos de Resistencia a Antibióticos.
51. Nör, D. Fosfomicina Tratamiento de enfermedades por enterobacterias multiresistentes. [Internet]. 2013. [citado 5 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/biblio-1006116>
52. Aminoglucósidos | Concise Medical Knowledge [Internet]. [citado 5 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.lecturio.com/es/concepts/aminoglucosidos/>
53. Mendoza Patiño N, Efraín Campos Sepúlveda A. Clortetraciclina-Cl-CH<sub>3</sub>-H Oxitetraciclina-H-CH<sub>3</sub>-OH Tetraciclina-H-CH<sub>3</sub>-H Demeclociclina-Cl-H-H Metaciclina-H =CH<sub>2</sub> \*-OH Doxyciclina-H-CH<sub>3</sub> \*-OH Minociclina-N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-H-H. Rev Fac Med UNAM [Internet]. 2008 [citado 5 de agosto de 2024];51(1). Disponible en: [www.medigraphic.com](http://www.medigraphic.com)
54. Morejón García M, Salup Díaz R, Cué Brugueras M. Actualización en tetraciclinas. Revista Cubana de Farmacia [Internet]. 2003 [citado 6 de agosto de 2024];37(3):1-1. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75152003000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152003000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
55. Farmacéutica Mexicana A, México Morales AG, Elizabeth Y, Carmen M. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas. Revista Mexicana de

- Ciencias Farmacéuticas [Internet]. 2007 [citado 6 de agosto de 2024];38(1):58-69. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57938108>
56. Escribano Moriana JC, Soto Cárdenas MJ, Tinoco Racero I. Sulfamidas. Cotrimoxazol. Quinolonas. Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado. 1 de enero de 2002;8(72):3887-96.
57. García Rodríguez Rafael Cantón J Elías García Sánchez Ma Luisa Gómez-Lus Luis Martínez Martínez Carmen Rodríguez-Avial Jordi Vila JA. Procedimientos en Microbiología Clínica.
58. Malbrán, G. Metodo de determinacion de sensibilidad antimicrobiana por difusion. [Internet]. [citado 1 de julio de 2024]. Disponible en: [http://antimicrobianos.com.ar/ATB/wp-content/uploads/2012/11/02-METODO\\_DE\\_DETERMINACION\\_DE\\_SENSIBILIDAD\\_ANTIMICROBIANA\\_POR\\_DIFUSION\\_2012.pdf](http://antimicrobianos.com.ar/ATB/wp-content/uploads/2012/11/02-METODO_DE_DETERMINACION_DE_SENSIBILIDAD_ANTIMICROBIANA_POR_DIFUSION_2012.pdf)
59. Cantn R. Lectura interpretada del antibiograma: una necesidad clínica. Enferm Infecc Microbiol Clin [Internet]. 1 de junio de 2010 [citado 17 de agosto de 2024];28(6):375-85. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-lectura-interpretada-del-antibiograma-una-S0213005X1000087X>
60. Malbrán C. Método de determinación de sensibilidad antimicrobiana por dilución [Internet]. [citado 18 de agosto de 2024]. Disponible en: <http://antimicrobianos.com.ar/ATB/wp-content/uploads/2012/11/04-DETERMINACION-DE-LA-SENSIBILIDAD-METODO-DE-DILUCION-2012.pdf>
61. Prueba épsilon (Etest): [revisión] | CES med;12(1): 34-41, ene.-jun. 1998. graf | LILACS [Internet]. [citado 6 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-468871>
62. Angulo-Tisoc JM, Jara LM, Pacheco JI, Pezo D. Frecuencia de agentes bacterianos asociados a mortalidad en cuyes de centros de crianza familiar-comercial en Canchis, Cusco. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [Internet]. 23 de junio de 2021 [citado 6 de agosto de

2024];32(3):e20415. Disponible en:  
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/20415>

63. Noriega, J. Determinación de resistencia bacteriana en enterobacterias aisladas de cobayos de producción mediante antibiogramas. Universidad politécnica salesiana sede cuenca carrera de medicina veterinaria. [Internet]. [citado 18 de agosto de 2024]. Disponible en:  
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22333>
64. Angulo-Tisoc J, Siuce J, Jara LM, Angulo-Tisoc J, Siuce J, Jara LM. Frecuencia de patógenos asociados a linfadenitis cervical en cuyes de centros de crianza familiar-comercial en Cusco, Perú. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [Internet]. 2021 [citado 6 de agosto de 2024];32(1). Disponible en:  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172021000100023&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172021000100023&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
65. Vargas-Rocha L, Malpartida-Aquino E, Medina-Sánchez W, Gómez-Sánchez J, Muñoz D, Bustamante-Cabrera AM. Isolation and sensitivity of cervical ganglion bacteria in guinea pigs (*Cavia porcellus*) with lymphadenitis in commercial family farms in Cajamarca, Peru. Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru. 2023;34(1).