



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS
AGENTES CAUSALES DE LINFADENITIS EN CUYES DE LA
GRANJA CUY ANDINO”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médico
Veterinario

Autor:

Villalva Montoya Luis Olmedo

Tutora:

Herrera Yunga Vanessa del Rosario

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Villalva Montoya Luis Olmedo, con cédula de ciudadanía No. 0503615858, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES CAUSALES DE LINFADENITIS EN CUYES DE LA GRANJA CUY ANDINO”**, siendo la Medica Veterinaria Zootecnista Mtr, Vanessa del Rosario Herrera Yunga, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 15 de agosto del 2024



Luis Olmedo Villalva Montoya
C.C: 0503615858
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 **VILLALVA MONTOYA LUIS OLMEDO**, identificado con cédula de ciudadanía **0503615858** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, 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. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES CAUSALES DE LINFADENITIS EN CUYES DE LA GRANJA CUY ANDINO”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Marzo 2019 – Agosto 2019

Finalización de la carrera: Abril 2024 – Agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutor: MVZ. Mtr. Vanessa del Rosario Herrera Yunga

Tema: **“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES CAUSALES DE LINFADENITIS EN CUYES DE LA GRANJA CUY ANDINO”**

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, **EL 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 **EL 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.
- e) 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 EL 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 EL 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 EL CEDENTE en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula 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.



Luis Olmedo Villalva Montoya
EL CEDENTE

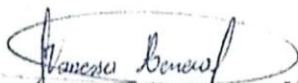
Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES CAUSALES DE LINFADENITIS EN CUYES DE LA GRANJA CUY ANDINO” de Villalva Montoya Luis Olmedo, 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, el postulante: Villalva Montoya Luis Olmedo, con el título de Proyecto de Investigación: **"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES CAUSALES DE LINFADENITIS EN CUYES DE LA GRANJA CUY ANDINO"** 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. Blanca Mercedes Toro Molina, Mg.
C.C: 0501720999
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Dra. Nancy Margoth Cueva Salazar, Mg
C.C: 0501616353
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Dra. Elsa Janeth Molina Molina, Mg.
C.C: 0502409634
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por guiarme en este largo camino de mi vida, para poder culminar con mi carrera profesional.

A mi madre Isabel Montoya, a mi hermana Rocío quienes desde el inicio me han enseñado valores y ser una buena persona, además con su dedicación, esfuerzo diario me han dado las fuerzas para seguir adelante, gracias por confiar en mí y ni con todas las palabras del mundo podría expresar lo mucho que les quiero.

A mi familia en Zamora y a las personas que han llegado a mi vida, muchas gracias por su apoyo cada día sin duda será el día que recuerde siempre porque este camino lo forme gracias a su apoyo.

A mi tutora Vanessa del Rosario Herrera Yunga por haberme guiado en el transcurso de mi proyecto de investigación, gracias a sus enseñanzas logro que sea posible la formación profesional de mi carrera, gracias por impartirme de muchos conocimientos a lo largo de mi trayectoria.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por haberme dado la oportunidad de estudiar dentro de sus instalaciones, así como a todos los docentes que impartieron sus conocimientos para la culminación de mi proceso de formación como profesional.

Luis Olmedo Villalva Montoya

DEDICATORIA

Este presente proyecto de investigación con todo el cariño para mi madre y hermana quienes han sido los pilares fundamentales dentro de mi vida diaria, por todo el apoyo gracias por su esfuerzo y sacrificio para alcanzar mi meta este logro es nuestro.

A mi tutora Vanessa que con su ayuda, paciencia y apoyo ha sido fundamental para poder realizar este proyecto, gracias por creer en mi esta tesis es tanto suya como mía.

La vida sigue debemos continuar no importa que tan duro sea, vivir con la frente en alto no dejemos que nuestros miedos y debilidades nos alejen de nuestros objetivos no importa que pase toca seguir avanzando y no rendirnos si un día caemos, valores, esfuerzo, dedicación han sido la manera para terminar mi carrera académica, gracias a las personas que me han brindado su apoyo a cumplir con mi logro de ser un profesional.

Luis Olmedo Villalva Montoya

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ANTIBIÓTICA DE LOS AGENTES CAUSALES DE LINFADENITIS EN CUYES DE LA GRANJA CUY ANDINO”.

Autor:

Villalva Montoya Luis Olmedo

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar la resistencia antibiótica de los agentes causales de la Linfadenitis en cuyes de la granja Cuy Andino a partir de 36 muestras bioquímicamente identificadas, las cuales fueron sujetas a una serie de pases hasta la obtención de un cultivo puro, esto con la finalidad de realizar la técnica de difusión en disco de agar (Kirby-Bauer) y su interpretación con base a las normas de “El Comité Nacional de Estándares de Laboratorio Clínicos, realizando la preparación de medios de cultivo (Mueller Hinton Agar II) para la siembra e interpretación. Los resultados evidenciaron que un mayor porcentaje de resistencia 100% (36/36) Penicilina y Eritromicina, un 60% (21/36) resistencia a Tetraciclina, 58% (20/36) resistencia a Sulfametoxazol/trimetoprim y Ampicilina, 52% (19/36) resistencia Amoxicilina, 50% (18/36) resistencia Amoxicilina/ácido clavulánico, 48% (17/36) resistencia a Florfenicol, 39% (15/36) resistentes a Sulfametazol/Ampicilina y Fosfomicina, 37% (14/36) resistente a Norfloxacin, 35% (13/36) resistente a Ciprofloxacina, 30% (11/36) resistente a Enrofloxacin y un 29% (10/36) resistente a Gentamicina. Sin embargo, los resultados obtenidos dentro del rango intermedio mostro 65% (23/36) a Gentamicina y 56% (19/36) Sulfametazol/Ampicilina. Finalmente, con un 65% (23/36) sensible a Enrofloxacin, 63% (22/36) sensible a Ciprofloxacina, 50% (18/36) sensible a Norfloxacin y un 48% (17/36) sensibles a Fosfomicina y Florfenicol. En conclusión, existe multiresistencia para penicilina y eritromicina, y sensibilidad en un porcentaje relativamente aceptable al resto de antibióticos con base a los resultados del perfil antibiótico como respuesta de cuales fármacos utilizar dentro de la granja.

Palabras clave: Linfadenitis, cuyes, resistencia, antibiótica

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES FACULTY

TOPIC: "ANTIBIOTIC RESISTANCE ASSESSMENT FROM THE CAUSATIVE AGENTS FROM LYMPHADENITIS IN GUINEA PIGS FROM THE CUY ANDINO FARM."

Author:

Villalva Montoya Luis Olmedo

ABSTRACT

The research project had as to evaluate the causal agents antibiotic resistance from lymphadenitis in guinea pigs from the Cuy Andino farm, starting 36 biochemically identified samples, which were subjected to a passes series until getting a pure farming, this with the purpose by performing the technique diffusion in agar disk (Kirby-Bauer) and its interpretation based on the standards from "National Committee for Clinical Laboratory Standards", making the preparation the (Mueller Hinton Agar II) farming mediums for sowing and interpretation. The results evinced, which a resistance higher percentage 100% (36/36) Penicillin and Erythromycin, 60% (21/36) resistance to Tetracycline, 58% (20/36) resistance to Sulfamethoxazole/Trimethoprim and Ampicillin, 52% (19/36) resistance Amoxicillin, 50% (18/36) resistance Amoxicillin/Clavulanic acid, 48% (17/36) resistance to Florfenicol, 39% (15/36) resistant to Sulfamethazole/Ampicillin and Fosfomycin, 37% (14/36) resistant to Norfloxacin, 35% (13/36) resistant to Ciprofloxacin, 30% (11/36) resistant to Enrofloxacin, and 29% (10/36) resistant to Gentamicin. However, the got results within the intermediate range showed 65% (23/36) to Gentamicin and 56% (19/36) Sulfamethazole/Ampicillin. Finally, with 65% (23/36) sensitive to Enrofloxacin, 63% (22/36) sensitive to Ciprofloxacin, 50% (18/36) sensitive to Norfloxacin and 48% (17/36) sensitive to Fosfomycin and Florfenicol. In conclusion, there is multi-resistance to penicillin and erythromycin, and sensitivity in a relatively acceptable percentage to the rest from antibiotics based on the antibiotic profile results in response to which drugs to use on the farm.

Keywords: Lymphadenitis, guinea pigs, resistance, antibiotic

INDICE DE CONTENIDOS

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
INDICE DE CONTENIDOS.....	xi
INDICE DE TABLAS.....	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
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
5.1 Objetivo General:	4
5.2 Objetivos específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO	6
7.1 Generalidades del cuy.....	6
7.2 Agentes causales de enfermedades infecciosas en cuyes	6
7.3 Linfadenitis	7

7.3.1 Agentes etiológicos de la Linfadenitis en cuyes y mecanismos de resistencia.....	7
7.3.1.1. <i>Staphilococcus sp</i>	7
7.3.1.2. <i>Streptococcus sp</i>	8
7.3.1.3. <i>Salmonella sp</i>	8
7.3.1.4 <i>E. coli sp</i>	9
7.3.1.5 <i>Trueperella sp</i>	9
7.3.1.6 <i>Erysipelothrix sp</i>	9
7.3.1.7. <i>Bacillus sp</i>	9
7.4 Mecanismo de resistencia antibiótica de las bacterias.....	10
7.4.1 Norfloxacino.....	10
7.4.2. Gentamicina	10
7.4.3 Penicilina.....	11
7.4.4. Amoxicilina.....	11
7.4.5. Enrofloxacina.....	11
7.4.6. Ciprofloxacina.....	11
7.4.7. Sulfametoxazol/Trimetoprim.....	11
7.4.8. Fosfomicina.....	12
7.4.9 Tetraciclina.....	12
7.4.10. Florfenicol.....	12
7.4.11. Ácido clavulánico/ Amoxicilina.....	12
7.4.12. Eritromicina.....	13

7.4.13. Ampicilina.....	13
7.5 Sensibilidad antimicrobiana.....	13
7.5.1 Interpretación del antibiograma.....	13
7.5.2 Antibiograma (KIRBY-BAUER).....	14
7.5.3 Escala de McFarland.....	14
8 VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS.....	15
9 METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	16
9.1 Metodología.....	16
9.1.1 Ubicación.....	16
9.1.2 Fase de laboratorio.....	16
9.1.3 Método Científico.....	16
9.1.4 Técnica Científica.....	16
9.1.5 Instrumentos Científicos.....	17
9.1.6 Manejo de la investigación.....	17
9.2 Análisis de los aislados identificados.....	17
9.3 Selección de los discos.....	17
9.4 Preparación del medio de cultivo (Mueller Hinton Agar II).....	18
9.5 Preparación del inóculo.....	18
9.6 Escala de McFarland.....	18
9.7 Siembra e incubación.....	19
9.8 Interpretación.....	19

10 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
10.1 Perfil de resistencia antibiótica de Linfadenitis.....	20
10.2. Perfil de resistencia antibiótica por bacteria identificada.....	22
10.2.1 <i>Staphylococcus sp</i>	22
10.2.2 <i>Streptococcus sp</i>	22
10.2.3 <i>Trueperella sp</i>	23
10.2.4. <i>Erysipelothrix sp</i>	24
10.2.5. <i>Bacillus sp</i>	25
10.2.6. <i>Salmonella sp</i>	25
10.2.7. <i>E. coli sp</i>	26
10.2.8 Socialización de los resultados.....	27
11 IMPACTOS.....	27
11.1 Impacto técnico.....	27
11.2 Impacto económico.....	28
12 CONCLUSIONES.....	28
13 RECOMENDACIONES.....	28
14 BIBLIOGRAFIA.....	29
15 ANEXOS.....	37

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos.....	5
Tabla 2: Escala de McFarland.....	15
Tabla 3: Valores de CIM o el halo de inhibición utilizados para indicar sensible, intermedio y resistente.....	20
Tabla 4: Número de muestras recolectadas apartir de órganos alterados en el cantón Pusuchisi de la provincia de Cotopaxi.....	39
Tabla 5: Tabla del perfil de resistencia antibacteriana de Linfadenitis en cuyes	40
Tabla 6: Perfil de resistencia antibacteriana de <i>Staphylococcus sp</i>	41
Tabla 7: Perfil de resistencia antibacteriana de <i>Streptococcus sp</i>	42
Tabla 8: Perfil de resistencia antibacteriana de <i>Trueperella sp</i>	43
Tabla 9: Perfil de resistencia antibacteriana de <i>Erysipelothrix sp</i>	44
Tabla 10: Perfil de resistencia antibacteriana de <i>Bacillus sp</i>	45
Tabla 11: Perfil de resistencia antibacteriana de <i>Salmonella sp</i>	46
Tabla 12: Perfil de resistencia antibacteriana de <i>E. coli sp</i>	47
Tabla 13: Entrega del perfil de resistencia antibacteriana de Linfadenitis en cuyes.....	48

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sitio de la granja “Cuy Andino”.....	16
Figura 2: Cultivos puros de <i>Erysipelothrix sp.</i>	50
Figura 3: Cultivos puros de <i>Staphilococcus sp.</i>	50
Figura 4: Discos de sensibilidad.....	50
Figura 5: Siembra del inculo	51
Figura 6: Interpretación de la siembra del inculo.....	51
Figura 7: Realización del antibiograma.....	52
Figura 8: Colocación de los discos de sensibilidad.....	52
Figura 9: Presencia de colonias de un microorganismo.....	52
Figura 10: Interpretación de los halos de inhibición de <i>E.coli sp.</i>	53

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: Evaluación de la resistencia antibiótica de los agentes causales de la Linfadenitis en cuyes de la granja cuy andino

Fecha de inicio: Octubre 2023

Fecha de finalización: Febrero 2024

Lugar de ejecución: Provincia Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Juan Montalvo, Sector Pusuchisi, Granja “Cuy Andino”

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Carrera de Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado: Salud y bienestar animal del cantón Latacunga

Equipo de Trabajo:

MVZ. Herrera Yunga Vanessa. Mtr.

Villalva Montoya Luis Olmedo

Área de Conocimiento: Ciencias Agropecuarias

SUB ÁREA: Veterinaria

Línea de investigación: Producción y biotecnología animal.

Sub líneas de investigación de la Carrera: Microbiología, Parasitología, Inmunología y Salud animal

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La caviicultura en el Ecuador es de suma importancia para garantizar la soberanía alimentaria, la crianza de los cuyes tiene bajo costo y permite obtener carne de alto valor nutritivo. La Granja Cuy Andino tiene varios años dedicándose a la crianza de cuyes y uno de los puntos críticos en esta actividad es el control de las enfermedades que afectan a los cuyes debido a que generan importantes pérdidas económicas.

Una enfermedad de suma importancia en la granja es la Linfadenitis que etiológicamente puede ser producida por diferentes tipos de bacterias, caracterizada por la presencia de abscesos de gran tamaño en los ganglios linfáticos especialmente en los linfonodos cervicales. Debido a la presencia de estos abscesos se tiene que sacrificar los animales por la apariencia desagradable que presentan y al momento de faenar el animal presenta daño en la carcasa y se debe desechar porque no es apto para el consumo humano.

Para el tratamiento de la linfadenitis y cualquier otra enfermedad que se presenta en la granja, hacen uso de antibióticos que les recetan en los almacenes o que son recomendadas por otras personas sin conocer el agente causal y muchas veces en dosis inadecuadas, que generan resistencia bacteriana y provocan la ineficacia en el tratamiento.

Debido a esta problemática se crea la necesidad de evaluar la resistencia antibiótica de los agentes causales de la Linfadenitis, a los antibióticos más usados para el tratamiento de enfermedades en cuyes. Para la evaluación, se realizó un cultivo in vitro en un medio de cultivo (Mueller-Hilton II), que es el utilizado para realizar el antibiograma.

Mediante la identificación de la resistencia bacteriana a los antibióticos, se quiere implementar mejores protocolos de tratamiento y disminuir la incidencia de esta enfermedad en la granja. Al lograr un mejor control de la Linfadenitis aspiramos minimizar los gastos producidos por el tratamiento con antibióticos con alta resistencia y también disminuir el sacrificio y descarte de las carcasas, mejorando la producción y logrando aumentar los ingresos económicos de la granja.

También con esta investigación pretendemos generar un importante conocimiento científico para futuras investigaciones sobre técnicas alternativas del control para Linfadenitis y contribuir con conocimientos a esta línea de investigación.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Directos

- Propietario de la granja Cuy Andino del sector Pusuchisi de la provincia de Cotopaxi.
- Población que consume carne de cuy en diversos sectores de la provincia de Cotopaxi.

3.2. Indirectos

- Otras granjas cavícolas, criadores y comerciantes de cuyes de la provincia de Cotopaxi

4. PROBLEMÁTICA

En Perú, Bolivia, Colombia y Ecuador, es común la tradición de producir y consumir cuy. La población de los países andinos oscila entre 35 millones de cuyes. Esta especie tiene una amplia población en Perú y Ecuador (1).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos, el 65% de los cuyes en Ecuador se encuentran en las provincias de Azuay, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi, donde el consumo de carne de cuy por persona en 2019 es un incremento del 30% (62). En Ecuador, hay alrededor de 21 millones de cuyes que, debido a su capacidad de reproducción, producen alrededor de 47 millones de cuyes al año, lo que genera 14.300 toneladas de carne destinada al consumo humano. (61)

Existen dos enfermedades que ocasionan pérdidas económicas muy importantes en la crianza de cuyes que son la salmonella y la linfadenitis que causan pérdidas de animales reproductores.

Debido a que el producto no puede ser vendido, los criadores suelen ignorarlo y esto causa retrasos en el crecimiento y la mortalidad, lo que genera pérdidas económicas como una disminución de la producción debido a la mortalidad de los cuyes por enfermedades y no son aptas para el consumo humano (63).

La prevalencia de las enfermedades que afectan al cuy no está documentada a gran escala sin embargo encontramos pequeños estudios que nos dan una idea de cómo se encuentra diseminada las principales enfermedades de los cuyes.

La Linfadenitis según Yáñez L, 2019, en su estudio realizado en sectores de Tungurahua indica que hay una prevalencia aproximada del 26% de la enfermedad en las granjas (8).

Esta información es importante debido a que la provincia de Cotopaxi con la de Tungurahua y sus mercados guardan una estrecha relación en donde los comerciantes y productores venden animales en pie para el consumo o muchas personas compran animales de reemplazo o para engorde.

Se emplean antibióticos para tratar la Linfadenitis sin saber si son efectivos, además de consumir recursos de los propietarios sin obtener resultados y mantener la prevalencia de la enfermedad en las explotaciones caviolas.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general:

- Evaluar la resistencia antibiótica de los agentes causales de la Linfadenitis en cuyes de la Granja “Cuy Andino” a través del uso de la técnica con difusión en disco para aplicar mejores tratamientos específicos para cada uno de los agentes etiológicos.

5.2. Objetivos Específicos:

- Desarrollar un perfil de resistencia antibiótica de la Linfadenitis.
- Realizar un perfil de susceptibilidad antibiótica por cada agente etiológico “*Staphylococcus sp*, *Streptococcus sp*, *Salmonella sp*, *Bacillus sp*, *E.coli sp*, *Erysipelothrix sp* y *Trueperella sp*”.
- Socializar los resultados del perfil de resistencia antibacteriana de la Linfadenitis a los productores de la granja “Cuy Andino”.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS

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

Objetivo	Actividad	Resultado de la Actividad	Medios de verificación
Desarrollar un perfil de resistencia antibiótica de la Linfadenitis	Se realizó la siembra de bacterias causales de la linfadenitis y se evaluó la resistencia antibiótica con la ayuda de los discos de antibiótico según las normas (NCCLS) análisis y reportes tanto en enfermedades y medicamentos.	Los resultados nos dan que existe cultivos con mayor resistencia PORCENTAJES a: Penicilinas 100%, amoxicilina 52%, sulfametoxazol/trimetoprim 58%, tetraciclinas 60%, florfenicol 48%, amoxicilina/ácido clavulánico 50%, eritromicina 100% y ampicilina 58%. Resistencia intermedia: Gentamicina 65% y sulfametazol/ampicilina 56%. Sensibles: Norfloxacin 50%, enrofloxacin 65%, ciprofloxacina 63% y fosfomicina 48%.	Informe de laboratorio del perfil de resistencia antibacteriana de Linfadenitis en cuyes
Realizar un perfil de susceptibilidad antibiótica por cada agente etiológico “ <i>Staphylococcus sp</i> , <i>Streptococcus sp</i> , <i>Salmonella sp</i> , <i>Bacillus sp</i> , <i>E.coli sp</i> , <i>Erysipelothrix sp</i> y <i>Trueperella sp</i> ”	Se verifico el crecimiento bacteriano basándonos en la escala de MacFarland 1.0 y se realizó la siembra de bacterias causales de la Linfadenitis y se evaluó la resistencia antibiótica por cada agente etiológico con la ayuda de los discos de sensibilidad antibiótica.	Se mostró cuál es la sensibilidad antibiótica que tienen las bacterias en estudio a los antibióticos evaluados. <i>Staphylococcus sp</i> : es sensible a 2 antibióticos y resistente a 12. <i>Streptococcus sp</i> : sensible a 4 antibióticos y resistente a 10. <i>Salmonella sp</i> : sensible a 9 antibióticos, resistente a 2 e intermedio a 3. <i>Bacillus sp</i> : sensible a 0 antibióticos, resistente a 13 e intermedio a 1. <i>Erysipelothrix sp</i> : sensible a 6 antibióticos, resistente a 6 e intermedio a 2. <i>Trueperella sp</i> ”: sensible a 3 antibióticos, resistente a 8 e intermedio a 3.	Informe de laboratorio del perfil de resistencia antibacteriana de “ <i>Staphylococcus sp</i> , <i>Streptococcus sp</i> , <i>Salmonella sp</i> , <i>Bacillus sp</i> , <i>E.coli sp</i> , <i>Erysipelothrix sp</i> y <i>Trueperella sp</i> ”
Socializar los resultados a los productores de la granja Andino	Entrega del informe de los resultados del perfil de resistencia antibiótica de Linfadenitis en cuyes	Aceptación del perfil de resistencia antibiótica de Linfadenitis en cuyes	Informe de los resultados del perfil de resistencia antibacteriana de Linfadenitis en cuyes de la Granja “Cuy Andino”

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO

7.1. Generalidades del cuy

El cuy (*Cavia porcellus*) es un mamífero que vive en la región andina de América del Sur y es ancestralmente la base proteica animal de la dieta de los pobladores rurales. Se distinguen por su gran rusticidad y adaptabilidad a diferentes medios, su corto ciclo de vida y su buena fertilidad. Es muy apreciado por su alto valor nutricional y la posibilidad de generar ingresos adicionales para las familias a través de la venta de cuyes. (8).

Alrededor de 35 millones de cuyes viven de manera permanente en los territorios andinos. El Perú es el país con la mayor población y consumo de cuyes, con una producción anual de 16.500 toneladas de carne de más de 65 millones de cuyes, gracias a una población estable de 22 millones de animales criados principalmente con sistemas de producción familiar. En la mayoría de los territorios de Perú y Ecuador, la población de cuyes reside en áreas regionales y con poblaciones más pequeñas, mientras que en Colombia y Bolivia reside en áreas regionales y con poblaciones más pequeñas. (14).

Según un estudio de Marjorie K., Meylin H. y Lilia Ch. de 2019, el cuy representa el 9,2% de los animales criados en el sector agropecuario del Perú, siendo una de las crianzas más frecuentes del país después del pollo. Sin embargo, las crianzas comerciales y familiares carecen de tecnificación y conocimientos de crianza adecuados, lo que resulta en altos índices de mortalidad y morbilidad de enfermedades, así como bajos índices productivos y reproductivos. Los productores no están familiarizados con las causas y procedimientos a seguir en casos de mortalidad y enfermedad (2).

De esta manera en muchas partes se convierte en una fuente de proteína para consumo de la población, la crianza de esta especie ha aumentado además de la disminución de insumos como fuente de alimentación. (3)

7.2. Agentes causales de enfermedades infecciosas en cuyes

Los cuyes son animales que son muy predispuestos a ser afectados por diferentes tipos de enfermedades donde actúan diversos agentes causales entre ellos son: *Salmonella*, *Pasteurella*, *Klebsiella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, por consecuencia estos agentes

causan enfermedades diferentes como: Linfadenitis, mastitis, Yersiniosis y Popodermatitis. (12)

Por ello la bioseguridad es crucial para la salud animal ya que los cuyes pueden ser sujetos a diversos tipos de enfermedades. (6) En caso de *Erysipelothrix*, *Bacillus*, *E. coli*, *Trueperella* son agentes que pueden estar presentes por el medio ambiente o por factores como el estrés.

7.3. Linfadenitis

La linfadenitis cervical es una de las enfermedades crónicas de los cuyes que se caracteriza por la presencia de abscesos a nivel de los ganglios o nódulos linfáticos; estos abscesos se encuentran principalmente en las cervicales, pero también en otros órganos (4). La explicación dado que otros órganos también pueden verse afectados y otros agentes pueden producir una apariencia similar. (9) Una vez que ocurre la supuración la descarga es espontánea y la formación de fistulas. (50)

La linfadenitis y la antibioterapia no tienen un tratamiento efectivo porque no dan buenos resultados. Sin embargo, en esta especie, la extirpación quirúrgica completa de los ganglios linfáticos afectados es el tratamiento más efectivo, seguido de una terapia antibiótica adecuada basada en cultivos y pruebas de sensibilidad, a lo largo del tiempo se viene observando la resistencia bacteriana a diferentes antibióticos. (5)

La linfadenitis se presenta en los cuyes de todas las edades y al ser transmisible y bajo las condiciones epidemiológicas de un criadero y sin ningún control sanitario adecuado, las enfermedades se manifiestan de manera invasiva que puede causar grandes pérdidas dentro de los pequeños productores (15).

7.3. 1. Agentes etiológicos de la Linfadenitis en cuyes y mecanismos de resistencia.

7.3.1.1 *Staphylococcus sp.*

Los estafilococos son cocos gram positivos con un diámetro de alrededor de 1 μm y una apariencia típica de racimos de uva. Alrededor de treinta especies de *Staphylococcus* viven en la piel y las mucosas, algunas de las cuales causan infecciones. La mayoría de los estafilococos son catalasas positivas y anaerobios facultativos. No producen esporas y permanecen inmóviles. *S. aureus* y *S. intermedius* son anaerobios y carecen de catalasa. (64).

La propagación de la resistencia antimicrobiana de las cepas de *S. aureus* es crucial porque este microorganismo ha desarrollado resistencia a todos los antibióticos que se han utilizado en la práctica clínica. Por lo tanto, la producción de penicilinasas (β -lactamasas) es responsable de la resistencia a penicilina. (19)

7.3.1.2. *Streptococcus sp.*

Las bacterias *Streptococcus* son gram positivas con forma esférica y un tamaño máximo de 2 μ m. Estas bacterias se desarrollan en cadenas o pares. Los abscesos, la septicemia y otras condiciones supurativas están vinculados a *Streptococcus piógenos*. (64).

Con más frecuencia que las cepas sensibles a la penicilina, las cepas de *Streptococcus pneumoniae* resistentes a la penicilina muestran resistencia a otros grupos de antibióticos, como eritromicina, tetraciclina, cloranfenicol y cotrimoxazol. En los casos de alergia a este antibiótico, la eritromicina se ha utilizado como alternativa a la penicilina. (20)

7.3.1.3. *Salmonella sp.*

La salmonella es una bacteria gramnegativa que afecta a muchos animales y humanos. La salmonelosis es la enfermedad bacteriana más común en las explotaciones caviícolas debido a su alta susceptibilidad a los cuyes. Por lo que tanto las edades y sexos se ven afectadas por la salmonelosis. (64)

La *Salmonella* es considerada como uno de los principales microorganismos patógenos de importancia en la generación de enfermedades por productos alimenticios de origen animal y actualmente es uno de los patógenos con niveles altos de resistencia a antibióticos no solo de uso veterinario, sino también humano y en ocasiones hasta hospitalario, donde se evidenció una resistencia de 40% a nitrofurantoina en los individuos de estudio (21).

La detección de cepas resistentes a antimicrobianos que se utilizan con frecuencia plantea limitaciones significativas en las posibilidades de tratamiento efectivo (22).

La resistencia antimicrobiana de cepas de *Salmonella spp* aisladas de alimentos de origen animal ha aumentado en los últimos años. La creciente resistencia antimicrobiana de

Salmonella spp se ha relacionado con el uso extensivo de antibióticos en la atención humana y animal. (23). A diferencia de los animales sin tratamiento estos animales tratados tendrían una mayor mortalidad por salmonelosis. (28)

7.3.1.4. *E. coli sp.*

Los registros muestran el patrón de resistencia bacteriana de *E.coli* en muestras de ambos ámbitos, con valores en porcentaje. La bacteria más común aislada durante el estudio fue *E. coli*. La resistencia a las cefalosporinas de tercera generación se ha mantenido por debajo del 12%, así como por debajo del 4% a la fosfomicina y la nitrofurantoina. (24).

7.3.1.5. *Trueperella sp.*

Arcanobacterium pyogenes es una bacteria grampositiva y comensal que causa infecciones oportunistas después de trauma físico. *T. pyogenes* es un bacilo corto que no se mueve, no produce esporas y crece en pequeñas colonias blancas en ambientes tanto aerobios como anaerobios severos. (25)

7.3.1.6. *Erysipelothrix sp.*

La *Erysipelothrix* se encuentra distribuida ampliamente en diferentes especies de animales y su distribución es a nivel mundial. Dentro de ellas existen dos tipos de especies: *Rhusiopathiae*, así como *fontinalium*. La enfermedad de la erisipela causada por *E. Rhusiopathiae* causa importantes pérdidas económicas en los animales. En animales como ovejas, cobayos, aves y peces, *Erysipelothrix rhusiopathiae* puede ser un comensal o saprofito (26).

La sensibilidad a la nitrofurantoina y la resistencia a la penicilina fueron reveladas por el antibiograma. Posiblemente porque la penicilina es el medicamento más utilizado en la región, seguido de los productos a base de trimetoprima/sulfametoxazol, tetraciclinas, cefalexina y amoxicilina, la resistencia a la penicilina es crucial (27)

7.3.1.7 *Bacillus sp.*

Es un bacilo recto con una longitud de 1 a 3 μm y una longitud de 5 a 8 μm . No se mueve y es grampositivo. Existe una cápsula, se forman esporas elipsoidales de ubicación central, se

produce la esporulación en la fase final de crecimiento y se desintegra el protoplasma residual después de que se forman las esporas. (44).

7.4. Mecanismo de resistencia antibiótica de las bacterias

En la actualidad, existe una gran cantidad de microorganismos que pueden desarrollar una resistencia a varios antibióticos, lo que hace que los tratamientos sean menos efectivos contra las bacterias patógenas que causan enfermedades transmitidas por alimentos y bacterias importantes para la salud pública. Algunas de las rutas metabólicas esenciales para la supervivencia de las bacterias pueden ser alteradas por los antibióticos para ejercer su acción antimicrobiana (17).

El presente estudio examina la eficacia de varios fármacos antibacterianos aislados de cuyes mediante antibiogramas (10). La resistencia bacteriana, traducida por la aparición de cepas al efecto bacteriostático y bactericida de los antibióticos, constituye un problema mundial de salud pública, ya que afecta de manera dramática el tratamiento de las infecciones producidas por esos microorganismos (18).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que alrededor del 50% de los antibióticos se administran innecesariamente, lo que aumenta la resistencia bacteriana y aumenta la mortalidad por enfermedades infecciosas, lo que representa un problema importante para la salud pública. (17).

7.4.1. Norfloxacin

Uno de los antibióticos del grupo de las fluoroquinolonas, Norfloxacin, que se combina con otros como levofloxacin o ciprofloxacino, interfiere con la síntesis de ADN y la reparación de algunos genes de las bacterias, lo que provoca su muerte. (30).

7.4.2 Gentamicina

La gentamicina va a través de la membrana celular de cada una de las bacterias susceptibles y esta se puede unir de manera irreversible a las subunidades ribosómicas 30S ya que tiene la acción de impedir el inicio de la síntesis proteica y al final puede ocasionar la muerte celular (31).

7.4.3 Penicilinas

Las penicilinas, junto con las cefalosporinas, fosfomicina, cicloserina, vacitracina y los glicopeptidos relcoplanina y vancomicina, inhiben la síntesis del péptido glicán (mureína) en diferentes momentos. Además, esta sustancia puede dar forma, rigidez y estabilidad a la membrana celular de casi todas las bacterias de importancia médica, excepto los Mycoplasmas. (32).

7.4.4 Amoxicilina

La amoxicilina inhibe los procesos bioquímicos que involucran la síntesis de la pared bacteriana, como las transpeptidasas, endopeptidasas y carboxipeptidasas, de manera selectiva e irreversible. En las bacterias en fase de crecimiento, la falta de formación de pared bacteriana puede causar la lisis de la célula bacteriana (33).

7.4.5 Enrofloxacin

La enrofloxacin actúa mediante la inhibición de la enzima ADN girasa. La doble hélice de ADN debe desenrollarse o activarse momentáneamente durante las funciones esenciales de multiplicación para que vuelva a ensamblarse de la manera original después de las acciones de replicación. La dosis recomendada es de 2,5 a 10 mg por kg de peso (34). Tomas Michael menciona en que el estudio la Enrofloxacin es utilizado como un promotor de crecimiento y podría causar un impacto negativo. (7)

7.4.6 Ciprofloxacina

Este es un antibacteriano de la familia de las fluoroquinolonas que inhibe la ADN-girasa y la topoisomerasa IV de las bacterias (35). La extensión de la metabolización depende del tipo de compuesto y la especie animal, pero algunos metabolitos originados, excepto ciprofloxacina, son activos y no revisten mayor importancia. (36).

7.4.7 Sulfametoxazol/Trimetoprim

Por lo general, es bactericida porque actúa e inhibirá las enzimas secuenciales que participan en la síntesis del ácido fólico bacteriano.

El sulfametoxazol y el ácido p-aminobutírico (PABA) comparten la capacidad de inhibir la formación de ácido fólico. Sin embargo, el trimetoprim se une a la enzima dihidrofolato reductasa, lo que impide la formación de ácido tetrahidrofólico a partir del dihidrofolato (37).

7.4.8 Fosfomicina

La función de la fosfomicina es detener la síntesis de la pared bacteriana, lo que impide uno de los primeros pasos de la producción de peptidoglicano. La fosfomicina ingresa a las bacterias a través de un sistema de permeasas e impide la enzima piruvitransferasa, que es responsable de la primera etapa de la biosíntesis del heteropolímero del peptidoglicano. Su efecto comienza a nivel citoplasmático y llega a la célula a través del transporte activo. (38).

7.4.9 Tetraciclinas

Las tetraciclinas funcionan fijándose a la subunidad 30s del ribosoma. Esto impide que los aminoacil-t-ARNs, que no pueden unirse a la proteína en crecimiento, se unan a la proteína. Como resultado, se detiene la síntesis de proteínas, lo que provoca la muerte celular de la bacteria. Como resultado, las tetraciclinas penetran en la membrana externa de las bacterias entéricas gram-negativas a una dosis de 22 mg/kg (39).

7.4.10 Florfenicol

La dosis de 30 mg por kg es uno de los antibióticos más populares para tratar infecciones bacterianas respiratorias en animales mayores. Actúa uniéndose al ribosoma 50S, impidiendo la producción de proteínas bacterianas (40).

7.4.11 Ácido clavulánico/ Amoxicilina

El ácido clavulánico posee una actividad antibacteriana muy escasa. Dentro de la estructura betalactámica le permite unirse selectivamente al centro activo de las betalactamasas II a VI por lo que tiene una afinidad superior a la que presenta la amoxicilina (41).

7.4.12 Eritromicina

Al detener la síntesis de proteínas en la bacteria a nivel ribosómico, se fijan a la unidad 50S. Esto evita la reacción de translocación, en la que la cadena de péptido en crecimiento se desplaza del sitio aceptor al sitio donador. En conjunto con otros medicamentos, compiten por un sitio de fijación comparable en el ribosoma (42).

7.4.13 Ampicilina

Su funcionamiento se basa en la inhibición de la síntesis de la pared bacteriana, lo que impide la síntesis de peptidoglicano al bloquearlo en la última etapa de su producción. También funcionan al activar la autolisina bacteriana endógena, que destruye el peptidoglicano (43).

7.5 Sensibilidad antimicrobiana

Las pruebas de sensibilidad antimicrobiana es una de las ramas con las que disponen los laboratorios para ayudar tanto profesionales como aprendizaje del mismo así mismo en medicina para controlar los procesos infecciosos que se desarrolla en los pacientes. Por lo tanto para desarrollar este proceso hay que cumplir con el respectivo aislamiento del agente productor del cuadro clínico mediante cultivos correspondientes (52).

Debido a la pérdida de susceptibilidad a la acción de ciertos fármacos la resistencia o multiresistencia adquirida por microorganismos a los antibióticos ha generado inconvenientes en la salud animal. (16)

Así como el análisis de la sensibilidad de una bacteria a diferentes tipos de antimicrobianos. (46). Es posible utilizar una variedad de métodos para determinar la sensibilidad bacteriana a estos antimicrobianos in vitro. (47). En muchos laboratorios clínicos, la prueba de difusión en agar se utiliza con frecuencia para determinar la sensibilidad a los antimicrobianos de bacterias comunes que se desarrollan rápidamente, así como sobre algunas bacterias que requieren una dieta particular. (48)

7.5.1. Interpretación del antibiograma

Desde la interpretación de los antibiogramas se ha tomado en cuenta al momento de clasificar los microorganismos aislados dentro de la sensibilidad es por ello que la *International*

Organization for Standardization determino los conceptos y puntualizo las categorías clínicas la probabilidad de resultados favorables en los siguientes (53).

- **Sensible:** la inhibición in vitro de una cepa por la dosis recomendada de un antimicrobiano que se relaciona con alta probabilidad de éxito terapéutico.

- **Intermedio:** la inhibición in vitro de una cepa por la dosis recomendada de un antimicrobiano se relaciona con un efecto incierto, esto implica la eficacia clínica así mismo dependerá de los niveles del antibiótico

- **Resistente:** la inhibición in vitro de una cepa por la dosis recomendada de un antimicrobiano se relaciona con alta probabilidad de fracaso terapéutico, por lo que demuestra mecanismos específicos de resistencia microbiana.

7.5.2. Antibiograma (KIRBY-BAUER)

Estas pruebas de sensibilidad determinaran la eficacia del antibiótico indicado para combatir la infección lo que lo hace muy importante. (11). Se utilizaron métodos recomendados para la prueba e interpretación de halos de inhibición. (29). La prueba con discos de papel fue una de las primeras pruebas realizadas y una de las más aceptadas. (49)

La técnica de difusión en agar donde sus resultados se pueden interpretar únicamente en sensible, intermedio o resistente mencionado anteriormente, diseñado para las bacterias como *Staphylococcus sp.* que crecen rápidamente. (51) Una lectura interpretada del antibiograma es común en el laboratorio de microbiología y ayuda en la interpretación de la categorización clínica de los resultados de sensibilidad. El reconocimiento fenotípico de los mecanismos de resistencia, así como la inferencia del fenotipo inicial, están incluidos (53).

7.5.3. Escala de McFarland

Para realizar el proceso del antibiograma este partió de los 36 cultivos puros e identificados ya que en microbiología las normas de McFarland se utilizan como referencia para ajustar la turbidez de las suspensiones bacterianas de modo que el número de bacterias será dentro de un rango determinado, donde se tomó en cuenta la escala de McFarland al 10 (54).

Tabla 2. Escala de McFarland

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

La tabla indica el valor trabajado al momento de la identificación **Fuente:** Trinimicrobiología, 2018

8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

H1: Existe resistencia antibiótica de las bacterias (*Streptococcus sp*, *Staphylococcus sp*, *Bacillus sp*, *E. coli sp*, *Salmonella sp*, *Erysipelothrix sp* y *Trueperella sp*) causantes de la Linfadenitis

H0: No existe resistencia antibiótica de las bacterias (*Streptococcus sp*, *Staphylococcus sp*, *Bacillus sp*, *E. coli sp*, *Salmonella sp*, *Erysipelothrix sp* y *Trueperella sp*) causantes de la Linfadenitis.

Se valida la hipótesis afirmativa, en el cual si existió resistencia antibiótica de las bacterias causantes de la linfadenitis “*Staphylococcus sp*, *Streptococcus sp*, *Salmonella sp*, *Bacillus sp*, *E.coli sp*, *Erysipelothrix sp* y *Trueperella sp*”

9. METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Metodología

9.1.1 Ubicación

El presente proyecto de investigación se realizó en la granja Cuy Andino ubicada en el sector Pusuchisi del cantón de Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi, con una latitud de -0,9237780 y longitud de -78.5705030 dedicados al sistema de crianza familiar-comercial



Figura 1: Sitio de la granja “Cuy Andino”

9.1.2 Fase de laboratorio

El laboratorio de microbiología de la Clínica Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubicado en el Campus Salache de Latacunga, fue el lugar donde se llevó a cabo el experimento.

9.1.3 Método científico

El presente trabajo se aplicó el método deductivo y de tipo exploratoria y descriptiva.

9.1.4 Técnicas científicas

Durante el presente trabajo de investigación, utilizamos el equipo de bioseguridad para clasificar los componentes utilizando muestras de varios sitios con abscesos en el cuy. Mediante este tipo de investigación se identificó la resistencia antibiótica.

9.1.5 Instrumentos científicos

Son parte del equipamiento de laboratorio para el proceso de identificación de las bacterias de la Linfadenitis utilizando muestras recolectadas para aislamiento y realizar el proceso del antibiograma.

9.1.6 Manejo de la investigación

La investigación actual se llevó a cabo en la Granja Cuy Andino. Se tomaron 36 muestras, incluidos ganglios inflamados en el cuello y la pierna, hígados con nódulos blanquecinos e intestinos con lesiones.

Las muestras fueron enviadas de inmediato al laboratorio de microbiología de la Clínica Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi para su posterior análisis una vez obtenidas, almacenadas en fundas ziploc y colocadas en un cooler a 4 °C.

9.2 Análisis de los aislados identificados

En este estudio como colaborador obtuve las 36 muestras previamente identificadas y purificadas (Anexo, Tabla 4), en las que se aislaron las siguientes bacterias: (3 *Streptococcus sp*, 6 *Staphylococcus sp*, 3 *Bacillus sp*, 6 *E. coli sp*, 13 *Salmonella sp*, 2 *Erysipelothrix sp* y 3 *Trueperella sp*). Estas muestras fueron proporcionadas por un estudio previo llamado "Identificación de los agentes etiológicos en lesiones y ganglios post mortem en la granja Cuy Andino de la ciudad de Latacunga"(44). Como ayuda en el análisis en el laboratorio para la identificación presuntiva de agentes infecciosos al realizar la tinción de Gram en microbiología. (45)

9.3. Selección de los discos

Como investigador utilice antibióticos para el desarrollo de esta investigación dentro del laboratorio de microbiología para la evaluación del antibiograma son: (Norfloxacin 10 µg, Gentamicina 10 µg, Penicilina G 10 µg, Amoxicilina 10 µg, Enrofloxacin 5 µg, Ciprofloxacina 5 µg, Sulfametazol/Trimetoprim 25 µg, Fosfomicina 50 µg, Tetraciclina 30 µg, Florfenicol 30 µg, Sulfametazol/Ampicilina 20 µg, Amoxicilina/Acido clavulánico 30 µg, Eritromicina 15 µg y Ampicilina 10 µg).

9.4. Preparación del medio de cultivo (Mueller Hinton Agar II)

Se utilizaron dos presentaciones una en caldo y otro en agar. Para la preparación del Agar Mueller-Hinton se debe suspender 38g de polvo en un litro de agua purificada, se mezcla bien hasta que solución este caliente y agitarlo frecuentemente y hervir durante 1 min para disolver completamente el polvo. Se lleva a la autoclave a 121 ° C durante 15 min siguiendo las instrucciones del fabricante.

9.5. Preparación del inóculo

- Con ayuda de una jeringa recolectamos 9 ml del caldo Mueller-Hinton y lo colocamos en un tubo de ensayo.
- Debemos seleccionar 4 o 5 colonias del microorganismo en estudio, preferencialmente de un cultivo puro con los microorganismos encontrados “*Streptococcus sp*, *Staphylococcus sp*, *E. coli sp*, *Salmonella sp*, *Bacillus sp*, *Erysipelothrix sp* y *Trueperella sp*”.
- Posteriormente, en la parte superior de cada muestra con ayuda de una asa bacteriológica transferimos estas colonias a un tubo que contenga 9 mililitros de caldo estéril de Mueller-Hinton.
- Una vez realizado el pase a los tubos estos se deben sellar con ayuda de papel parafilm para incubar a 35°C dentro de la incubadora por un tiempo prudencial de 12 horas hasta que se produzca un crecimiento moderado.
- Posteriormente analizar todas las muestras del producto final para verificar su rendimiento.

9.6. Escala de MacFarland

- Después de terminar los tubos, diluimos el contenido hasta que alcancemos una turbidez equivalente al tubo 0.5 a 10 de la escala de McFarland, que equivale aproximadamente a microorganismos viables por mililitro.
- Dentro del rango de las 12 horas se observó que las muestras de los tubos de la incubadora, estos fueron valorados donde no se obtuvo una turbidez de 0,5 pero se obtuvo una turbidez de 10 de la escala de McFarland.

9.7. Siembra e incubación

- Antes de realizar el proceso de la siembra de las muestras previamente identificadas, se debe esterilizar todo el material (cajas Petri, pinzas anatómicas, hisopos de algodón, jeringas y el Agar Mueller Hinton) para realizar el procedimiento
- Colocamos con ayuda de una jeringa 20 ml del Agar Mueller Hinton en una caja Petri.
- Procedemos a agitar el tubo con la suspensión del microorganismo y con un hisopo de algodón estéril introducimos en el tubo.
- Debemos extraer el inóculo de la parte inferior.
- Una vez que tengamos la muestra en el hisopo de algodón, sembramos el inóculo uniformemente sobre la superficie del medio. Esta siembra se debe realizar en cuatro direcciones con el fin de cubrir toda la parte superior del agar para evitar inóculos muy concentrados o muy diluidos.
- Después del proceso de la siembra con el hisopo, debemos permitir que la superficie del medio sembrado se seque durante 5 minutos, manteniendo la caja con la tapa cerrada.
- Para realizar la lectura de cada antibiótico, se colocaron cinco discos de sensibilidad en el agar con unas pinzas estériles y ligeramente presionar los discos para asegurar un contacto uniforme entre ellos.
- Se dejó un espacio uniforme entre los discos para evitar la imbricación de las zonas de inhibición.
- Una vez terminado todo el proceso se las sella con papel parafilm para obtener un mejor cierre de la caja y evitar cualquier tipo de contaminación.
- Todas las cajas se procede a incubar inmediatamente a 37°C.
- Finalmente se debe realizar la lectura de las cajas con los discos de sensibilidad antibiótica dentro de 12 horas máximo 24 horas.

9.8. Interpretación

Para la interpretación de los resultados de cada una de las cajas se tomó en cuenta el halo que se formó en cada uno de los antibióticos descritos utilizando una regla, en algunos casos durante la interpretación los halos eran bien definidos pero algunos se presentaron colonias.

Al presentarse esta situación se procedió a realizar un nuevo cultivo para saber si se trataba de otro microorganismo o mismo muto.

Dentro de la realización de los nuevos cultivos se debe realizar nuevamente todo el procedimiento para la verificación del microorganismo y realizando también la tinción Gram para su observación microscópica.

Dentro de la interpretación de las cajas con los discos de sensibilidad antibiótica se puede obtener un halo cuando la bacteria es sensible al antibiótico o cuando no se formó un halo cuando existe resistencia. Por lo tanto, los datos obtenidos al medir con la regla de cada halo del antibiótico el valor nos da en cm, pero dentro de las categorías de interpretación sensible, intermedia y resistente el valor debe transformarse de cm a mm donde nos indica el rango para la interpretación de los resultados finales. Donde se tomó como referencia la tabla de valores de halo de inhibición o CIM utilizados para la descripción de sensible, intermedio y resistente. (Tabla 3)

Tabla 3. Los valores de halo de inhibición o CIM se utilizados para describir sensible, intermedio y resistente.

	CIM [$\mu\text{g/ml}$]	Halos de inhibición [mm]
Sensible	≤ 4	≥ 20
Intermedio	8-16	15-19
Resistente	≥ 32	≤ 14

En la tabla muestra los valores de sensible, intermedio y resistente **Fuente:** Carlos G. Malbrán, 2012

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10.1. Perfil de resistencia antibiótica de Linfadenitis

Como se observa en la (Tabla 5) se muestra los 14 antibióticos usados la Penicilina y Eritromicina indico el 100% de resistencia de (36/36) muestras, la Tetraciclina con un 60% de (21/36) muestras, Sulfametoxazol/trimetoprim y ampicilina 58% de (20/36) muestras, Amoxicilina con un 52% de (19/36) muestras, Amoxicilina/ácido clavulánico 50% de (18/36) muestras, Florfenicol con un 48% de (17/36) muestras, Sulfametazol/Ampicilina y Fosfomicina

39% de (15/36) muestras, Norfloxacin con un 37% de (14/36) muestras, Ciprofloxacina con un 35% de (13/36) muestras, Enrofloxacin con un 30% de (11/36) muestras y Gentamicina con un 29% de (10/36) muestras de resistentes.

Sin embargo dentro del rango intermedio entre resistentes y sensibles se evidencia que la Gentamicina con un 65% de (23/36) muestras, Sulfametazol/Ampicilina con un 56% de (19/36) muestras, Ampicilina con un 30% de (11/36) muestras, Amoxicilina/ácido clavulánico con un 25% de (9/36) muestras, Norfloxacin y Fosfomicina con un 13% de (4/36) muestras, Enrofloxacin, Sulfametoxazol/Trimetoprim y Tetraciclina con un 5% de (2/36) muestras, Amoxicilina y Ciprofloxacina con un 2% de (1/36) de las muestras en el rango intermedio.

Así como dentro del porcentaje de sensibles de los antibióticos la Enrofloxacin con un 65% de (23/36) muestras, Ciprofloxacina con un 63% de (22/36) muestras, Norfloxacin con un 50% de (18/36) muestras, Fosfomicina y Florfenicol con un 48% de (17/36) muestras, Amoxicilina con un 46% de (16/36) muestras, Sulfametoxazol/Trimetoprim con un 37% de (14/36) muestras, Tetraciclina con un 35% de (13/36) muestras, Amoxicilina/ácido clavulánico con un 25% de (9/36) muestras, Ampicilina con un 12% de (5/36) muestras, Gentamicina con un 6% de (3/36) muestras y Sulfametazol/Ampicilina un 5% de (2/36) muestras de la interpretación sensible.

Según Vargas L, 2023, menciona que al realizar un antibiograma, se encontró una alta sensibilidad a la nitrofurantoína y una alta resistencia a la penicilina. Los productos a base de trimetoprima/sulfametoxazol, tetraciclinas, cefalexina y amoxicilina fueron los siguientes. (5). Esto concuerda con nuestro estudio realizado debido a que si se encontró una alta resistencia a penicilina y a los fármacos ya mencionados, esto posiblemente se puede dar debido a que son fármacos que son los fármacos más utilizados dentro de las granjas.

10.2. Perfil de resistencia antibiótica por bacteria identificada

10.2.1. *Staphylococcus sp.*

Como se observa en la (Tabla 6) la evaluación de resistencia a antimicrobianos de los *Staphylococcus sp* como resultado de la prueba del antibiograma dio como resultado que los antibióticos como penicilina, amoxicilina, tetraciclina, florfenicol, eritromicina y ampicilina dio un 100 % que son resistentes de (6/6) muestras, seguido de gentamicina, sulfametoxazol/trimetoprim, fosfomicina, sulfametazol/ampicilina y amoxicilina/ácido clavulánico con un 85% son resistentes de (5/6) muestras, norfloxacin con un 70% de (4/6) muestras, enrofloxacin y ciprofloxacina con un 50% de (3/6) muestras.

Sin embargo dentro del rango intermedio la norfloxacin con un 30% de (2/6) muestras, gentamicina, sulfametoxazol/trimetoprim, fosfomicina, sulfametazol/ampicilina y amoxicilina/ácido clavulánico con un 15% de (1/6) muestras.

Finalmente dentro del rango de sensibles solo enrofloxacin y ciprofloxacina con un 50% de (3/6) muestras.

Después de revisar la bibliografía de Estupiñan P, nos informa que en el análisis microbiológico, se descubrió que *Staphylococcus sp.* era altamente susceptible a los antibióticos gentamicina, estreptomycin, enrofloxacin, tetraciclina, cefalotina y amoxicilina/ácido clavulánico. El clorampicilina, la penicilina, el sulfametoxazol/trimetoprim y la ampicilina (13). Esto no concuerda con nuestro estudio debido a que los antibióticos mencionados si nos muestra un alto grado de resistencia.

10.2.2. *Streptococcus sp.*

Como se indica en la (Tabla 7) la evaluación de resistencia a los antimicrobianos *Streptococcus sp* demostró que gentamicina, penicilina. Sulfametoxazol/trimetoprim, tetraciclina, sulfametazol/ampicilina, eritromicina y ampicilina fue de un 100% de resistentes de (3/3) muestras, fosfomicina, florfenicol y amoxicilina/ampicilina con un 85% de (2/3) muestras, Norfloxacin, amoxicilina, enrofloxacin y ciprofloxacina con un 15% de (1/3) muestras resistentes.

Sin embargo el rango intermedio fosfomicina y amoxicilina/ácido clavulánico con un 15% (1/3) muestras y dentro del rango de sensibles norfloxacin, amoxicilina, enrofloxacin, ciprofloxacina con un 85% de (2/3) muestras y florfenicol con un 15% de (1/3) muestras de sensibilidad.

Un estudio realizado por Rony C. 2022, menciona que el agente bacteriano *Streptococcus sp* es altamente sensible a la gentamicina, enrofloxacin y estreptomycin, pero también muestra que hay una sensibilidad intermedia frente a la tetraciclina y oxitetraciclina y se observa resistencia ante vancomycin, ampicilina y penicilina (55). Esto concuerda en cierta parte con nuestro estudio ya que la gentamicina nos dio resistente pero la enrofloxacin si nos dio un rango de sensible, siguiendo con la tetraciclina que en nuestro estudio nos dio un rango de resistente, finalmente concuerda con nuestro estudio la resistencia de ampicilina y penicilina con un 100%.

En un estudio de Angulo J, 2021, se encontró que *Streptococcus sp* beta-hemolítico tuvo una sensibilidad intermedia más alta a enrofloxacin y trimetoprim/sulfametoxazol en comparación con otros antibióticos. También se observó una sensibilidad alta a gentamicina, ciprofloxacina, oxitetraciclina y fosfomicina. (4). Esto concuerda en cierta parte con nuestro estudio ya que debido a que si se sensibilidad a enrofloxacin y ciprofloxacina, sin embargo, trimetoprim/sulfametoxazol, gentamicina y fosfomicina indicaron una alta resistencia a las bacterias esto posiblemente se puede dar a que son los antibióticos utilizados en las granjas.

10.2.3. *Trueperella sp.*

Como se indica en la (Tabla 8) la evaluación de resistencia a antimicrobianos *Trueperella sp* los resultados son los siguientes penicilina, amoxicilina, sulfametoxazol/trimetoprim, tetraciclina, eritromicina y ampicilina mostro un 100% de resistentes de (3/3), florfenicol y amoxicilina/ácido clavulánico con un 85% de (2/3) muestras, norfloxacin, ciprofloxacina, fosfomicina y sulfametazol/ampicilina con un 15% de (1/3) muestras.

Sin embargo en la interpretación intermedia gentamicina mostro un 100% de (3/3) muestras, fosfomicina y sulfametazol/ampicilina con un 85% de (2/3) muestras, amoxicilina/ácido

Clavulánico con un 15% de (1/3) de muestras intermedias. Y dentro del rango de sensible la enrofloxacin mostró un 100% de sensible de (3/3) muestras, norfloxacin y ciprofloxacina con un 85% de (2/3) muestras y florfenicol con un 15% de (1/3) muestras.

Según un estudio el Vargas L de 2023, *Trueperella* sp era resistente a la penicilina y sensible a la nitrofurantoina. (5). Esto si concuerda con nuestro estudio ya que se encontró una alta resistencia a penicilina.

10.2.4. *Erysipelothrix* sp.

Como se indica en la (Tabla 9) la evaluación de resistencia a antimicrobianos *Erysipelothrix* sp la penicilina, fosfomicina, tetraciclina, sulfametazol/ampicilina, eritromicina y ampicilina mostró un 100% de resistentes de (2/2) muestras, norfloxacin, amoxicilina, enrofloxacin, ciprofloxacina, sulfametoxazol/trimetoprim, florfenicol y amoxicilina/ácido clavulánico con un 50% de (1/2) muestras.

Dentro del rango de intermedio la gentamicina mostró un 100% resistente de (2/2) muestras y amoxicilina/ácido clavulánico con un 50% de (1/2) muestras. Sin embargo dentro del rango de sensible la norfloxacin, amoxicilina, enrofloxacin, ciprofloxacina, sulfametoxazol/trimetoprim y florfenicol con un 50% (1/2) muestras.

En un estudio Martins F 2019, encontró una alta resistencia a la neomicina, apramicina, fosfomicina y sulfametoxazol/trimetoprima, así como una resistencia intermedia a la tetraciclina. También se encontró sensibilidad a la norfloxacin, amoxicilina y lincomicina/espectinomecina (56). Esto concuerda con nuestro estudio ya que, si hay una resistencia alta del 100% a fosfomicina, sin embargo, la tetraciclina dentro de nuestro estudio de una alta resistencia del 100% a tetraciclina y no en un rango intermedio, finalmente norfloxacin y amoxicilina mostró un 50% de sensible a estos antibióticos.

10.2.5. *Bacillus sp.*

Como se indica en la (Tabla 10) la evaluación de resistencia a antimicrobianos de *Bacillus sp* la penicilina, amoxicilina, sulfametoxazol/trimetoprim, fosfomicina, tetraciclina, florfenicol, sulfametazol/ampicilina, amoxicilina/ácido clavulánico, eritromicina y ampicilina demostró un 100% de resistentes de (3/3) muestras, gentamicina, enrofloxacin y ciprofloxacina con un 85% de (2/3) muestras y norfloxacin un 15% de (1/3) muestras.

Dentro de la sensibilidad intermedia norfloxacin mostro un 85% resistente de (2/3) muestras, gentamicina, enrofloxacin y ciprofloxacina un 15% de (1/3) muestras, sin embargo, todos los antibióticos utilizados para *Bacillus sp* no mostraron ninguna cifra dentro del rango de sensible.

Según un estudio Martin C, 2019, el *Bacillus* demostró ser sensible a la enrofloxacin durante la evaluación (57). Sin embargo, esto no concuerda con nuestro estudio ya que la enrofloxacin mostro una alta resistencia del 85% como a otros antibióticos que indican un 100% resistente como penicilina, amoxicilina, sulfametoxazol/trimetoprim, fosfomicina, tetraciclina, florfenicol, sulfametazol/ampicilina, eritromicina y ampicilina.

Otro estudio por Carhuapoma V. Ramos Y. 2022, menciona que presentaron multiresistencia antibiótica a ampicilina, oxitetraciclina, amoxicilina y cloranfenicol, con una respuesta de sensibilidad a penicilina del 26-29% y gentamicina del 23-26%. (60) Sin embargo concuerda en cierta parte con nuestro estudio ya que si presento resistencia ampicilina, amoxicilina, pero no hubo sensibilidad a penicilina y gentamicina porque en los resultados nos dio un 85-100% de resistencia.

10.2.6. *Salmonella sp.*

Como se indica en la (Tabla 11) la evaluación de resistencia a antimicrobianos de *Salmonella sp* la penicilina y eritromicina mostro un 100% indicando que son resistentes de (13/13) muestras, amoxicilina/ácido clavulánico un 7% de (4/13) muestras, norfloxacin con un 6% de (3/13) muestras, amoxicilina y fosfomicina un 5% de (2/13) muestras.

Dentro de la interpretación intermedia sulfametazol/ampicilina mostro un 95% de (11/13), gentamicina con un 94% de (10/13) muestras, ampicilina con un 93% de (9/13) muestras, florfenicol con un 5% de (2/13) muestras, sulfametoxazol/trimetoprim y tetraciclina con un 3% de (1/13) muestras.

Finalmente dentro del rango de sensibles enrofloxacina y ciprofloxacina demostró un 100% resistentes de (13/13) muestras, sulfametoxazol/trimetoprim y tetraciclina con un 97% de (12/13) muestras, amoxicilina, fosfomicina y florfenicol con un 95% de (11/13) muestras, norfloxacina con un 94% de (10/13) muestras, amoxicilina/ácido clavulánico con un 93% de (9/13) muestras, ampicilina con un 7% de (4/13) muestras, gentamicina con un 6% de (3/13) muestras y sulfametazol/ampicilina con un 5% de (2/13) muestras.

Según un artículo publicado por Matsuura A, 2010, los antibacterianos son una buena opción para el tratamiento de las granjas debido a la susceptibilidad de *Salmonella entérica* a enrofloxacina y sulfatrimetoprim, así como a cloranfenicol, gentamicina y fosfomicina. (58). Este enunciado es cierto ya que dentro del perfil antibiótico los resultados muestran que si son sensibles ante la mayoría de antibióticos.

En un estudio realizado por Mansilla M, 2021, se descubrió que la resistencia a amoxicilina/ácido clavulánico y ampicilina es contraindicada en el tratamiento de cuyes con salmonelosis debido a la toxicidad que causan en la microbiota intestinal. (59).

10.2.7. *E. coli* sp.

Como se indica en la (Tabla 12) la evaluación de resistencia a antimicrobianos por *E. coli* sp la penicilina y eritromicina mostro un 100% de resistencia de (6/6) muestras, ciprofloxacina y sulfametazol/trimetoprim con un 85% de (5/6) muestras, enrofloxacina y tetraciclina con un 70% de (4/6) muestras, norfloxacina, amoxicilina, florfenicol y ampicilina con un 50% de (3/6) muestras, sulfametazol/ampicilina y amoxicilina/ácido clavulánico con un 15% de (1/6) muestras.

Sin embargo, dentro del rango intermedio la gentamicina mostro un 100% de (6/6) muestras, sulfametazol/ampicilina y amoxicilina/ácido clavulánico con un 85% de (5/6) muestras,

Ampicilina con un 35% de (2/6) muestras, amoxicilina, enrofloxacina y tetraciclina con un 15% de (1/6) muestras.

Finalmente el rango de sensibles mostro que la fosfomicina tiene un 100% de (6/6) muestras, norfloxacina y florfenicol con un 50% de (3/6) muestras, amoxicilina con un 35% de (2/6) muestras, enrofloxacina, ciprofloxacina, sulfametoxazol/trimetoprim, tetraciclina y ampicilina con un 15% de (1/6) muestras.

En un estudio realizado por Carhuapoma V, 2020, se encontró que los patógenos *Escherichia coli* y *Salmonella sp* mostraron halos de inhibición de resistencia frente a los antibióticos de gentamicina, novomicina, tetraciclina, ampicilina y penicilina, demostrando multiresistencia antibiótica para ambos microorganismos. Además, se demostró sensibilidad antibiótica a enrofloxacina, amikacina y ceftriaxona para ambos microorganismos. (60). Esto concuerda en cierta manera con nuestro estudio ya que si hay una alta resistencia a tetraciclina, ampicilina y penicilina pero no causo resistencia a gentamicina, sin embargo, la sensibilidad a enrofloxacina en nuestro estudio es de un dato del 15%.

10.2.8. Socialización de los resultados

Una vez realizada la interpretación de los resultados de la investigación, se procedió a informar al propietario de la granja Cuy Andino los datos obtenidos.

Se le entrego una tabla con la información del perfil de resistencia antibiótica de Linfadenitis en cuyes (Tabla 13)

11. IMPACTOS

11.1 Impacto Técnico

Es crucial porque los propietarios de la granja conocerán los antibióticos sensibles “enrofloxacina, ciprofloxacina, norfloxacina, fosfomicina y florfenicol, intermedios “gentamicina, sulfametazol/ampicilina” y resistentes “Penicilina y eritromicina” 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 aumentara la producción generando más ingresos económicos a la granja a través de las ventas.

12. CONCLUSIONES

- Se concluye que los animales afectados por Linfadenitis ya no son aptos para consumo de la población, por la resistencia que tiene frente a los antibióticos
- Las bacterias en estudio demostraron ser sensibles a distintos antibióticos siendo norfloxacin, amoxicilina, enrofloxacin, ciprofloxacina, fosfomicina, florfenicol los antibióticos dentro del rango intermedio y sensible que ayudaran en el tratamiento de la enfermedad.
- Frente a la presencia de enfermedades en los cuyes la penicilina y eritromicina ya no funcionan para el tratamiento de Linfadenitis por ello se desarrolla antibiogramas para determinar la resistencia de las bacterias y estos animales al contagiarse ya no sirven para consumo humano.

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. BIBLIOGRAFIA

1. Chauca Francia L. La realidad y los posibles resultados de la crianza de cuyes en las naciones andinas [Internet]. TSpace Repository. 2007. Disponible en: <https://hdl.handle.net/1807/53092>
2. Killerby M, Huamán M, Chauca L. Identificación de los agentes bacterianos relacionados con mortalidad en cuyes reproductores de crianza intensiva. Salud y tecnología veterinaria [Internet]. 2020; 7(2): 51-8. Disponible en: <https://doi.org/10.20453/stv.v7i2.3677>
3. Villanueva LÁ, Sarmiento VH, Ramos R. Características productivas y tecnológicas de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) alimentada con dietas basadas en pisonay (*Erythrina SP*). Revista de investigaciones alto andinas [Internet]. 2018; 20(4): 451-76. Disponible en: <https://doi.org/10.18271/ria.2018.422>
4. Angulo Tisoc J, Siauce J, Jara L. 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; 32(1). 1-9. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172021000100023
5. Vargas Rocha L, Malpartida Aquino E, Medina Sánchez W, Gómez Sánchez J, Muñoz D, Bustamante Cabrera AM. Aislamiento y sensibilidad de bacterias de ganglios cervicales en cuyes (*Cavia porcellus*) con linfadenitis en granjas de crianza familiar comercial de Cajamarca, Perú. Revista de investigaciones veterinarias del Perú [Internet]. 2023;34(1): e23026. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.23026>
6. Kennet Yamel EM. Evaluación de la calidad de la carne de cuy (*Cavia porcellus*) suplementada con un simbiótico natural en la etapa de crecimiento [Tesis]. 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/11520>
7. Tomás Michael OG. Determinación del periodo de retiro de enrofloxacin durante una crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) [Tesis]. 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/17871>
8. Ricardo Ismael CT. Caracterización del sistema de producción de cuyes (*Cavia porcellus*) en la provincia de Tungurahua, cantón Mocha [Tesis]. 2020. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31394>

9. Siever Miguel MC. Patógenos bacterianos y parasitarios más frecuentes en cuyes de crianza familiar - comercial en tres distritos de la provincia de Bolognesi, departamento de Ancash en época de seca. CORE [Tesis]. 2017; Disponible en: <https://api.core.ac.uk/oai/oai:cybertesis.unmsm.edu.pe:20.500.12672/6875>
10. Jorge David NB. Determinación de resistencia bacteriana en enterobacterias aisladas de cobayos de producción mediante antibiogramas [Tesis]. 2022. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22333>
11. Arrese S. El futuro de los antibiogramas - Observatorio de Enfermedades Infecciosas [Internet]. Observatorio de Enfermedades Infecciosas. 2019. Disponible en: <https://observatorio.medicina.uc.cl/el-futuro-de-los-antibiogramas/>
12. Estupiñán P, Burgos A, Chacha S, Baquero MI, Gómez C, Sánchez X, Soque A. LINFADENITIS EN UN PLANTEL PRODUCTOR DE CUYES. Ecuador es calidad [Internet]. 2018; 5(1). Disponible en: <https://doi.org/10.36331/revista.v5i1.33>
13. Chauca L. Producción de Cuyes (*Cavia Porcellus*) [Internet]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/W6562s/w6562s01.htm#TopOfPage>
14. María Elena QA. Secuenciación molecular del gen 16 “S” para la identificación del agente causal de linfadenitis en cuyes (*Cavia porcellus*) Arequipa – 2017 [Tesis]. 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8993>
15. Herrera ML. Pruebas de sensibilidad antimicrobiana: metodología de laboratorio. Rev. méd. Hosp. Nac. Niños (Costa Rica). [Internet]. 1999. Vol. 34(supl.0): 33-41. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1017-85461999000100010&lng=pt&nrm=iso&tlng=es
16. De La Fuente Salcido NM, Villarreal Prieto JM, Díaz León MÁ, García Pérez AP. Evaluación de la actividad de los agentes antimicrobianos ante el desafío de la resistencia bacteriana [Internet]. 2015. 46(2): 7-16. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952015000200007
17. Oromí Durich J. Resistencia bacteriana a los antibióticos [Internet]. 2000. 36(10): 367-370. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-pdf-10022180>

18. Castellano González MJ, Perez Mena AJ. Mecanismos de resistencia a antibióticos β -lactámicos en *Staphylococcus aureus* [Internet]. 2010. 38(1): 18-35. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0075-52222010000100003
19. Tubau F, Liñares J, Martín R. Resistencia a antibiótica en *Streptococcus pneumoniae* [Internet]. 2000. Disponible en: <https://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisionestematicas/bacteriologia/pnepp.pdf>
20. Ximena del Rosario MM. Resistencia antimicrobiana en salmonella provenientes de granjas de cuyes del distrito de Huancarqui, Arequipa 2022 [Tesis]. 2023. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/12765>
21. Salvatierra G, Rímac R, Chero A, Reyna I, Rosadio R, Maturrano L. Resistencia antimicrobiana y genotipificación de cepas de salmonella Typhimurium aisladas de cuyes (*Cavia porcellus*) provenientes de granjas de producción intensiva de la ciudad de Lima, Perú. Revista de investigaciones veterinarias del Perú [Internet]. 2018; 29(1): 319-27. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172018000100031
22. Quesada A, Reginatto G, Ruiz A, Colantonio L, Burrone MS. Resistencia antimicrobiana de salmonella SPP aislada de alimentos de origen animal para consumo humano. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública [Internet]. 2016; 33(1):32. Disponible en: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2016.331.1899>
23. Betrán A. Resistencia antibiótica de *Escherichia coli* en infecciones urinarias nosocomiales y adquiridas en la comunidad del sector sanitario de Huesca 2016-2018. Revista Clínica de Medicina de Familia [Internet]. 2020; 13(3): 198-202. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-695X2020000300198
24. Verjan N, Geiner A. Múltiples abscesos en un cerdo causados por *Trueperella pyogenes* (*Arcanobacterium pyogenes*): Reporte de caso [Internet]. 2015. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v6n1/v6n1a6.pdf>
25. Arias LM, Becerra LY. Meningitis por *Erysipelothrix rhusiopathiae*: reporte de caso [Internet]. Redalyc.org. 2014; 14(2): 304-309. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273835711015>

26. Vargas Rocha L, Malpartida Aquino E, Medina Sánchez W, Gómez Sánchez J, Muñoz D, Bustamante Cabrera AM. Aislamiento y sensibilidad de bacterias de ganglios cervicales en cuyes (*Cavia porcellus*) con linfadenitis en granjas de crianza familiar comercial de Cajamarca, Perú. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú* [Internet]. 2023; 34(1): e23026. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.23026>
27. Cristina Estefanía BP, Karla Nataly NT. Resistencia antibiótica de entero bacterias de cobayos en sistemas de producción familiar-comercial de San José de Barabón [Tesis]. 2023. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/14617>
28. Rosadio R, Luna L, Carhuaricra D, Maturrano L, A RR, Espinoza M. Efecto de la administración oral de estreptomycin en la mortalidad de cuyes inoculados con una cepa virulenta de salmonella typhimurium. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú* [Internet]. 2023; 34(1): e24592. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.24592>
29. Salvatierra G, Rímac R, Chero A, Reyna I, Rosadio R, Maturrano L. Resistencia antimicrobiana y genotipificación de cepas de salmonella Typhimurium aisladas de cuyes (*Cavia porcellus*) provenientes de granjas de producción intensiva de la ciudad de Lima, Perú. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú* [Internet]. 2018; 29(1): 319-27. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S160991172018000100031
30. Norfloxacin, cuándo y cómo tomarlo - Farmacéuticos [Internet]. Disponible en: <https://www.farmacuticos.com/tu-farmacutico-informa/consejos-de-salud/norfloxacin-cuando-y-como-tomarlo/>
31. Rodríguez Carranza R. Gentamicina: antimicrobianos [Internet]. McGraw Hill Medical. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1552&ionid=90370876>
32. Lozano Valdés D, Larrondo H, Herrera Torres ML, Rivero Arias E, Zamora Marín R, Araújo Praderes LJ. Penicilinas. 1998; 8(1): 28-39. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/06/20292/penicilinas.pdf>
33. Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. Ficha técnica Amoxicilina (resumen de características del producto) [Internet]. Disponible en: <https://botplusweb.farmacuticos.com/documentos/2016/6/24/99836.pdf>

34. La Enrofloxacin. FIMA Ganadera [Internet]. 2002. 50-51. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Ganad%2FGanad_2002_14_50_51.pdf
35. De Medicamentos Y Productos Sanitarios AE. CIMA: FICHA TECNICA CIPROFLOXACINO ANARTIS 400 mg/200 ml SOLUCION PARA PERFUSION INTRAVENOSA [Internet]. Disponible en: https://cima.aemps.es/cima/dochtml/ft/60348/FichaTecnica_60348.html
36. Errecalde C, Prieto G, Urzúa N. Residuos de fluoroquinolonas en animales domésticos. Nueva edición. Rio cuarto. 2022. 101 p. Disponible en: <http://www.unirioeditora.com.ar/wp-content/uploads/2022/11/Residuos-de-fluoroquinolonas-en-animales-dom%2Fsticos-digital.pdf>
37. TRIMETOPRIM-SULFAMETOXAZOL EN VADEMECUM [Internet]. Disponible en: <https://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/t074.htm>
38. Nör D, Ferre J, Mendy N, Raspanti G, Hernández R. Fosfomicina: tratamiento de enfermedades por enterobacterias multiresistentes [Internet]. 2013. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/07/1006116/tratamiento-de-enfermedades-por-enterobacterias.pdf>
39. TETRACICLINA IQB [Internet]. Disponible en: <https://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma04/t113.htm>
40. Ferrante M, Wosiacki SR. Eficacia de florfenicol para el tratamiento de infecciones por pasteurela multocida y mannheimia haemolytica en alpacas (Vicugna Pacos). Revista de investigaciones veterinarias del Perú [Internet]. 2019; 30(3): 1292-300. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i3.15207>
41. Suárez JR, Azanza JR, Honorato J, Cuenca R, Rubio A. La asociación amoxicilina más ácido clavulánico. Revista de Medicina de la Universidad de Navarra [Internet]. 2017; 257-9. Disponible en: <https://doi.org/10.15581/021.6586>
42. González Piñera JG, Barreto Penié J, Rodríguez Rodríguez MA, Pino Alfonso PP, Lim Alomso N. Macrólidos. Acta Médica [Internet]. 1998; 8(1): 71-74. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/06/20297/macrolidos.pdf>
43. Gómez J, García Vázquez E, Hernández Torres A. Los betalactámicos en la práctica clínica. Revista Española de Quimioterapia [Internet]. 2015; 28(1), 1-9. Disponible en: <https://seq.es/wp-content/uploads/2015/02/gomez.pdf>

44. Juan Fernando RM. Identificación de los agentes etiológicos en lesiones y ganglios post mortem en la granja Cuy Andino de la ciudad de Latacunga. [Tesis]. 2023. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10933>
45. Corrales LC, Caycedo L. Principios físicoquímicos de los colorantes utilizados en microbiología Principios físicoquímicos de los colorantes. Nova [Internet]. 2020; 18(33). Disponible en: <https://doi.org/10.22490/24629448.3701>
46. Cavalieri SJ et al. Manual de pruebas de susceptibilidad antimicrobiano. ASM Press; 2009. Disponible en: <https://corporacionbiologica.info/wp-content/uploads/2021/03/susceptibilidad-antimicrobiana-manual-pruebas-2005.pdf>
47. Malbrán C. Método de Determinación de Sensibilidad Antimicrobiana por Difusión. Servicios antimicrobianos [Internet]. 2012; 32(2). Disponible en: http://antimicrobianos.com.ar/ATB/wp-content/uploads/2012/11/02-METODO_DE_DETERMINACION_DE_SENSIBILIDAD_ANTIMICROBIANA_POR_DIFUSION_2012.pdf
48. Dickinson B. Instrucciones de uso – medios en placa listos para usar [Internet]. 2017. Disponible en: <https://www.bd.com/resource.aspx?IDX=8774>
49. Obregón G, Zavaleta A. Perú: Evaluación de la calidad de discos de sensibilidad antimicrobiana. Rev Peru Med Exp Salud Pública [Internet]. 2013; 15(1-2). Disponible en: <https://rpmesp.ins.gob.pe/index.php/rpmesp/article/view/723>
50. Reyes Cadena A. Linfadenitis por vacuna de bacilo Calmette-Guérin. Acta Pediátrica de México [Internet]. 2015; 36(2): 122. Disponible en: <https://doi.org/10.18233/apm36no2pp122-125>
51. Herrera M. Pruebas de sensibilidad antimicrobiana: Metodología de laboratorio. Revista Médica del Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera [Internet]. 1999; 34(suppl.0): 33-41. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1017-85461999000100010
52. Dueñas C, Quintana L, Quintero ID, Campo I, Ramos Villegas Y, Ramírez AM, et al. Lectura interpretada de antibiograma: un enfoque basado en preguntas. Acta Colombiana de Cuidado Intensivo [Internet]. 2021; 21(3): 252-62. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.acci.2020.09.006>

53. Cuaderno de Practicas. Trinimicrobiologia A. – PRÁCTICA 11- ESCALA DE MCFARLAND [Internet]. 2018. Disponible en: <https://trinimicrobiologia.wordpress.com/2018/02/20/escala-de-mcfarland/>
54. Dunieska Lucia AG, Kenia Roxana DE, Ana Gabriela GV. Correlación de suspensiones estandarizadas de microorganismos por el método turbidimétrico vs. escala de MacFarland [Tesis]. 2015. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/895>
55. Rony Carlos TT. Caracterización de agentes bacterianos de linfadenitis cervical y antibiograma en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados en la microcuenca del Rio Mariño - Abancay 2018 [Tesis]. 2023. Disponible en: <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1229>
56. Thais Fernanda R. Primeiro isolamento de *Erysipelotrix* Sp. strain 2 em Perus com septicemia no Brasil: Epidemiologia e morfometria celular [Tesis]. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2019.1318>
57. Cesar Martin LM. Detección de enrofloxacin en cuyes (*Cavia porcellus*) destinados al consumo humano en la provincia de Jauja, región Junín - Perú [Tesis]. 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/11108>
58. Matsuura A, Morales S, Calle S, Ara M. Susceptibilidad a antibacterianos in vitro de *Salmonella enterica* aislada de cuyes de crianza familiar-comercial en la provincia de Carhuaz, Áncash. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú [Internet]. 2010; 21(1). Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172010000100014&script=sci_arttext
59. Mansilla M, Morales Cauti S, Dellepiane Gil H, Chuquizuta C. Resistencia antibiótica de cepas de salmonella enterica aisladas de canales de cuyes en un mercado de Lima, 2021. Revista de investigaciones veterinarias del Perú [Internet]. 2023; 34(1): e24595. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.24595>
60. De La Cruz VC, Valencia N, Huaman T, Paucar R, Hilario E, Huere J. Resistencia antibiótica de salmonella SP, *Escherichia coli* aisladas de alpacas (*Vicugna pacus*) con y sin diarrea. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida [Internet]. 2020; 31(1): 98-109. Disponible en: <https://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.08>

61. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Crianza de cuyes ayuda a reconversión de actividades productivas [Internet]. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/crianza-de-cuyes-ayuda-a-reconversion-de-actividades-productivas/>
62. Avilés D. Caracterización del sistema de producción de cuyes (*Cavia porcellus*) del cantón Cevallos [Tesis]. 2020. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30536>
63. Rosario HA, Marjorie KC, Lilia CF. Manual de Bioseguridad y Sanidad en Cuyes [Internet]. 2019. Disponible en: <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/936>
64. Betti AFG. Identificación del agente causal de linfadenitis cervical en cuyes (*Cavia porcellus*) mediante métodos microbiológicos en el centro experimental Pampa del Arco, Ayacucho - 2017 [Tesis]. 2018. Disponible en: <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3506>