



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS EN SUTURAS INTERNAS
(HERIDAS) EN PACIENTES CANINOS Y FELINOS INTERVENIDOS
EN LA CLÍNICA VETERINARIA UTC”**

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

Autora:

Lema Heredia Evelin Johana

Tutor:

Jiménez González Marco Xavier

LATACUNGA - ECUADOR

Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Lema Heredia Evelin Johana, con cédula de ciudadanía No. 0550415236, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS EN SUTURAS INTERNAS (HERIDAS) EN PACIENTES CANINOS Y FELINOS INTERVENIDOS EN LA CLÍNICA VETERINARIA UTC”**, siendo el Médico Veterinario y Zootecnista Mg. Marco Xavier Jiménez González, Tutor 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, 25 de julio del 2025



Evelin Johana Lema Heredia
C.C: 0550415236
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 LEMA HEREDIA EVELIN JOHANA, identificada con cédula de ciudadanía **0550415236** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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. - **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, **“IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS EN SUTURAS INTERNAS (HERIDAS) EN PACIENTES CANINOS Y FELINOS INTERVENIDOS EN LA CLÍNICA VETERINARIA UTC”**, 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: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Abril 2025 – Agosto 2025

Tutor: MVZ. Marco Xavier Jiménez González, Mg.

Tema: **“IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS EN SUTURAS INTERNAS (HERIDAS) EN PACIENTES CANINOS Y FELINOS INTERVENIDOS EN LA CLÍNICA VETERINARIA UTC”**

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.

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 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 25 días del mes de julio del 2025.



Evelin Johana Lema Heredia
LA CEDENTE

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

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS EN SUTURAS INTERNAS (HERIDAS) EN PACIENTES CANINOS Y FELINOS INTERVENIDOS EN LA CLÍNICA VETERINARIA UTC”, de Lema Heredia Evelin Johana, 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, 25 de julio del 2025



MVZ. Marco Xavier Jiménez González, Mg.
C.C: 0401423025
DOCENTE TUTOR

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: Lema Heredia Evelin Johana, con el título de Proyecto de Investigación: **“IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS EN SUTURAS INTERNAS (HERIDAS) EN PACIENTES CANINOS Y FELINOS INTERVENIDOS EN LA CLÍNICA VETERINARIA UTC”**, 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, 25 julio del 2025

Dr. Jorge Washington Armas, Mg.
C.C: 0501556450
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

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

MVZ. Alison Cristina Simancas, Mg.
C.C: 0503001000
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida, la sabiduría, la inteligencia y la fuerza para alcanzar mi sueño más anhelado.

A mi familia, especialmente a mis padres por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi inspiración diaria. Su confianza en mí ha sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante en los momentos difíciles.

A mis docentes de mi querida facultad, quienes, con su guía, exigencia académica y generosidad intelectual, contribuyeron a mi formación académica. En especial agradezco a mi tutor MVZ. Marco Jiménez, por su paciencia, orientación y compromiso durante el desarrollo de este proyecto de investigación.

Evelin Johana Lema Heredia

DEDICATORIA

A Dios, fuente infinita de sabiduría y fortaleza, por iluminar mi camino incluso en los momentos más inciertos, por sostenerme en el cansancio y por enseñarme que el conocimiento también puede ser un acto de servicio.

A mi madre, una mujer valiente quien ha luchado siempre por verme como una profesional, que pese a los obstáculos de la vida hemos salido en adelante.

A mi padre, aunque su figura no acompañó este recorrido, su ausencia me impulsó a construir mis propios pilares, a valorar el esfuerzo, y a transformar el dolor en motivación. Hoy, desde la gratitud que nace de la reflexión, reconozco que incluso las ausencias dejan huella.

A mis hermanas y hermanos Mónica, David, Patricia, Andrés y Carla, por su presencia constante, por los gestos silenciosos de apoyo, por las risas compartidas y por demostrarme que el cariño familiar es una fuente de inspiración para no rendirme.

A los animales, que sin voz ni ambiciones nos revelan la esencia del respeto, la empatía y la humildad. Su presencia silenciosa da sentido a cada análisis, cada búsqueda y cada decisión tomada desde la ética y el compromiso profesional. Son el motor invisible de esta investigación, recordándonos que detrás de cada hallazgo hay una vida que merece cuidado, dignidad y compasión.

Evelin Johana Lema Heredia

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO: “IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS EN SUTURAS INTERNAS
(HERIDAS) EN PACIENTES CANINOS Y FELINOS INTERVENIDOS EN LA CLÍNICA
VETERINARIA UTC”**

Autora:
Lema Heredia Evelin Johana

RESUMEN

El presente estudio tuvo como finalidad identificar las bacterias presentes en las suturas internas de heridas quirúrgicas en pacientes caninos y felinos atendidos en la Clínica Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). Las infecciones postoperatorias representan un problema relevante en la medicina veterinaria, especialmente cuando los materiales de sutura actúan como reservorios bacterianos, facilitando la colonización y persistencia microbiana. Para ello, se recolectaron muestras de suturas internas de 20 animales intervenidos quirúrgicamente, las cuales fueron sometidas a análisis microbiológicos y pruebas de sensibilidad antimicrobiana (antibiogramas). Los resultados revelaron una alta prevalencia de *Staphylococcus saprophyticus* (75%) y *Staphylococcus aureus* (25%), ambas con elevada resistencia a antibióticos como imipenem y metronidazol. No obstante, mostraron sensibilidad frente a levofloxacina y clindamicina. El estudio evidenció que el tipo de material de sutura, especialmente las estructuras multifilamento, junto con su tiempo de permanencia en el tejido, favorecen la formación de biopelículas. Estas estructuras microbianas proporcionan una barrera protectora frente a la respuesta inmune del hospedador y reducen la eficacia de los antimicrobianos. Asimismo, se identificaron otros agentes patógenos como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus spp.*, *Klebsiella spp.* y *Proteus spp.*, todos con alta capacidad de persistencia ambiental y formación de biopelículas. Los hallazgos de esta investigación resaltan la importancia de adecuar protocolos de bioseguridad quirúrgica y una selección racional del material de sutura, con el fin de minimizar el riesgo de infecciones postoperatorias. Además, subrayan la necesidad de realizar pruebas de sensibilidad bacteriana antes de instaurar terapias antimicrobianas, evitando el uso empírico que contribuye al desarrollo de resistencia. En conclusión, este estudio fortalece el enfoque preventivo en medicina veterinaria, mejora la calidad del manejo quirúrgico y promueve el bienestar de los animales atendidos.

Palabras clave: Sensibilidad antimicrobiana, cirugía, postquirúrgico, quirófano, bioseguridad

THEME: “BACTERIA IDENTIFICATION ON INTERNAL SUTURES (INJURIES) IN CANINE AND FELINE PATIENTS OPERATED ON VETERINARY CLINIC AT TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI”

Author:

Lema Heredia Evelin Johana

ABSTRACT

The research objective was to identify the bacteria found on the internal sutures of surgical injuries in canine and feline patients treated at Veterinary Clinic at Technical University of Cotopaxi. Postoperative infections represent a relevant problem in veterinary medicine, especially when suture materials act as bacterial reservoirs, by facilitating microbial colonization and determination. For this purpose, internal suture samples were collected from 20 surgical operated animals, which were tested for microbiological analysis and antimicrobial susceptibility testing (antibiograms). The results showed a high incidence of *Staphylococcus saprophyticus* (75%) and *Staphylococcus aureus* (25%), both with high resistance to antibiotics such as imipenem and metronidazole. However, they showed sensitivity to levofloxacin and clindamycin. The research showed the suture material type, especially multifilament structures, combined with their residence time in the tissue, promotes the biofilms formation. These microbial structures provide a protective barrier to the host immune reaction by reducing the effectiveness of antimicrobial agents. In addition, other pathogens such as *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus spp.*, *Klebsiella spp.* and *Proteus spp.* were identified, all with a high capacity for environmental persistence and biofilm formation. This research finding highlight the importance of adequate surgical biosafety protocols and a rational choice of suture material, in order to minimize the risk of postoperative infections. In addition, they emphasize the necessity to perform bacterial sensitivity tests before establishing antimicrobial therapies, by avoiding the empirical usage, which contributes to the resistance development. In conclusion, this research enhances the preventive approach in veterinary medicine, improves the surgical management quality and promotes the animals attended welfare.

Keywords: Antimicrobial susceptibility, Surgery, Post-surgery, Operating room, Biosafety.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR | iii |

| | |
|--|------|
| AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN | vii |
| AGRADECIMIENTO | viii |
| DEDICATORIA | ix |
| RESUMEN | |
| ABSTRACT | xi |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL | 1 |
| 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 2 |
| 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO | 3 |
| 3.1. Beneficiarios directos: | 3 |
| 3.2. Beneficiarios indirectos: | 3 |
| 4. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN | 3 |
| 5. OBJETIVOS..... | 2 |
| 5.1. General: | 2 |
| 5.2. Específicos: | 2 |
| 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS | 3 |
| 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA | 4 |
| 7.1. Definición. | 4 |
| 7.1.1 Cirugía. | 4 |
| 7.1.2 Paciente quirúrgico. | 4 |
| 7.2. Intervenciones quirúrgicas. | 5 |
| 7.2.1 Ovariohisterectomía. | 5 |
| 7.2.2 Cirugías oncológicas. | 5 |
| 7.2.2.1 Extirpación de masas tumorales. | 5 |
| 7.2.3 Cirugías de traumatología. | 6 |
| 7.2.4 Cirugía del sistema urinario. | 6 |
| 7.2.4.1 Uretrostomía. | 6 |
| 7.3. Heridas internas. | 7 |
| 7.4. Suturas. | 7 |
| 7.5. Clasificación del Material de Sutura. | 7 |
| 7.5.1 Origen. | 7 |
| 7.5.2 Resistencia a la tracción. | 8 |
| 7.5.3 Absorción en los tejidos. | 9 |
| 7.5.4 Diámetro transversal. | 9 |

| | | |
|---------|--|----|
| 7.5.5 | Flexibilidad..... | 9 |
| 7.5.6 | Capilaridad. | 9 |
| 7.6. | Materiales de suturas..... | 10 |
| 7.6.1 | Hilos absorbibles naturales. | 10 |
| 7.6.1.2 | Catgut. | 10 |
| 7.6.2 | Hilos absorbibles sintéticos. | 10 |
| 7.6.2.1 | Ácido poliglicólico. | 10 |
| 7.6.2.2 | Polidioxanona (PDS). | 10 |
| 7.6.2.2 | Poliglecaprone 25 (Monocryl). | 10 |
| 7.6.2.3 | Poliglactina 910 (Vicryl). | 11 |
| 7.6.3 | Hilos no absorbibles naturales. | 11 |
| 7.6.3.1 | Seda. | 11 |
| 7.6.4 | Hilos no absorbibles sintéticos. | 11 |
| 7.6.4.1 | Nylon. | 11 |
| 7.6.4.2 | Polipropileno. | 11 |
| 7.6.4.3 | Poliéster. | 12 |
| 7.7. | Bacterias. | 12 |
| 7.7.1 | Morfología bacteriana. | 12 |
| 7.7.2 | <i>Staphylococcus aureus</i> | 13 |
| 7.7.3 | <i>Staphylococcus saprophyticus</i> | 14 |
| 7.7.4 | <i>Escherichia coli</i> | 15 |
| 7.7.5 | <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | 17 |
| 7.7.6 | <i>Enterococcus spp.</i> | 18 |
| 7.7.6.1 | Supervivencia al ambiente. | 18 |
| 7.7.6.2 | Biopelícula. | 19 |
| 7.7.7 | <i>Klebsiella spp.</i> | 19 |
| 7.7.7.1 | Supervivencia al ambiente. | 19 |
| 7.7.8 | <i>Proteus spp.</i> | 19 |
| 7.7.8.1 | Supervivencia al ambiente. | 20 |
| 7.7.8.2 | Biopelícula. | 20 |
| 7.8. | Cultivo bacteriano. | 20 |
| 7.8.1 | Clasificación de medios de cultivo..... | 21 |
| 7.8.2 | Prueba de sensibilidad antimicrobiana..... | 22 |

| | | |
|---------|---|----|
| 7.9. | Antibiograma. | 22 |
| 7.9.2 | Medios para pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos. | 23 |
| 7.9.1.1 | Agar Mueller-Hinton. | 23 |
| 7.9.3 | Resistencia Antimicrobiana. | 23 |
| 7.9.3.1 | La resistencia bacteriana se clasifica principalmente en dos tipos: | 23 |
| 7.9.3.2 | Selección del antibiótico. | 24 |
| 7.10. | Betalactámicos. | 24 |
| 7.11. | Penicilinas. | 25 |
| 7.11.3 | Betalactámicos inhibidores de Betalactamasa (ácido clavulánico, sulbactam y tazobactam). | 27 |
| 7.12. | Amoxicilina + ácido clavulánico. | 27 |
| 7.12.1 | Penicilinas de amplio espectro. | 27 |
| 7.13. | Cefalosporinas. | 27 |
| 7.14. | Aminoglucósidos. | 28 |
| 7.14.1 | Gentamicina. | 28 |
| 7.15. | Carbapenémicos. | 29 |
| 7.16. | Imipenem. | 29 |
| 7.17. | Linezolid. | 29 |
| 8. | VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS | 30 |
| 8.1. | H1 | 30 |
| 8.2. | H0 | 30 |
| 9. | METODOLOGÍA | 30 |
| 9.1. | Área de estudio. | 30 |
| 9.2. | Metodología | 31 |
| 9.3. | Tipo de Investigación. | 31 |
| 9.4. | Técnicas utilizadas. | 31 |
| 9.5. | Manejo de la Investigación. | 32 |
| 9.7 | Recolección de muestras. | 33 |
| 10. | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | 34 |
| 10.1. | Resultados de las muestras. | 34 |
| 10.2. | Tipificación de bacterias. | 34 |
| 10.3. | Sensibilidad antibiótica en pacientes caninos y felinos. | 35 |
| 10.4. | Comparación de sensibilidad antibiótica por bacteriana. | 36 |
| 10.5. | Relación entre tipo de cirugía y presencia bacteriana. | 37 |

| | | |
|-------|------------------------|----|
| 11. | IMPACTOS | 39 |
| 11.1. | Impacto Técnico: | 39 |
| 12. | CONCLUSIONES | 40 |
| 13. | RECOMENDACIONES | 41 |
| 14. | BIBLIOGRAFÍA | 42 |

ÍNDICE DE TABLAS **Tabla 1.** Sistema de tareas en relación con los objetivos;**Error! Marcador no definido.**

| | | |
|------------------|--|----|
| Tabla 2. | Bacterias en infecciones de suturas internas postquirúrgicas | 13 |
| Tabla 3. | Clasificación del Agar Mueller-Hinton | 23 |
| Tabla 4. | Clasificación y estructura química..... | 25 |
| Tabla 5. | Espectro bacteriano de las penicilinas | 26 |
| Tabla 6. | Datos de pacientes quirúrgicos | 34 |
| Tabla 7. | Resultados de las muestras..... | 35 |
| Tabla 8. | Tipificación de bacterias en muestras positivas..... | 35 |
| Tabla 9. | Sensibilidad antibiótica en pacientes caninos y felinos | 36 |
| Tabla 10. | Comparación de sensibilidad por bacteria | 37 |
| Tabla 11. | Relación entre cirugía y bacteria..... | 38 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Gráfico 1. | Ubicación geográfica de la Clínica Veterinaria UTC | 31 |
|-------------------|--|----|

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: “Identificación de bacterias en suturas internas (heridas) en pacientes caninos y felinos intervenidos en la Clínica Veterinaria UTC”.

Fecha de inicio: abril 2025

Fecha de finalización: julio 2025

Lugar de ejecución: Clínica Veterinaria UTC.

Facultad que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN).

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria.

Equipo de trabajo:

Nombre: Evelin Johana Lema Heredia. (Anexo 2)

Teléfono: 0983063267

Correo electrónico: evelin.lema5236@utc.edu.ec

Coordinador del Proyecto:

MVZ. Marco Xavier Jiménez González, Mg. (Anexo 3)

Teléfono: 0998806134

Correo electrónico: marco.jiménez3025@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

3109.02 Ciencias Agrarias, Ciencias Veterinarias, Genética.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Microbiología, Parasitología, Inmunología y Sanidad Animal.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En medicina veterinaria, la cirugía es una herramienta esencial en el tratamiento de diversas lesiones, pero el éxito de los procedimientos no solo depende de la técnica quirúrgica, sino también de una adecuada cicatrización y recuperación postquirúrgica. La presente investigación se realiza con el fin de evaluar el nivel de contaminación bacteriana en suturas internas utilizadas en pacientes quirúrgicos caninos y felinos, ya que estas pueden ser un foco importante de infección que afecta la recuperación y aumenta las complicaciones postoperatorias.(1).

Los principales beneficiarios de este estudio son los pacientes quirúrgicos atendidos en la Clínica Veterinaria UTC, quienes recibirán un manejo más seguro y efectivo durante sus procesos quirúrgicos. Asimismo, los profesionales veterinarios y el personal clínico se beneficiarán al contar con información precisa que les permita optimizar los protocolos de bioseguridad y manejo de materiales quirúrgicos. Además, la comunidad académica y los futuros profesionales de medicina veterinaria se verán favorecidos con el conocimiento generado, fortaleciendo su formación y capacidad para prevenir infecciones postquirúrgicas (2).

La relevancia de esta investigación radica en que aborda un problema frecuente y crítico en la práctica veterinaria: la contaminación bacteriana de suturas internas, que puede provocar infecciones difíciles de tratar debido a la formación de biopelículas bacterianas resistentes a los antibióticos. Conocer las bacterias implicadas y sus características permitirá implementar medidas más efectivas para reducir riesgos y mejorar los resultados quirúrgicos.

El impacto esperado de este estudio es mejorar la calidad de atención clínica en la Clínica Veterinaria UTC mediante la reducción de infecciones postquirúrgicas, lo cual contribuye directamente al bienestar animal y a la sostenibilidad de los servicios veterinarios. Asimismo, se espera que los resultados impulsen la actualización y fortalecimiento de protocolos institucionales de bioseguridad, beneficiando a un mayor número de pacientes a largo plazo (3).

Finalmente, la utilidad práctica de esta investigación se refleja en la capacidad de establecer recomendaciones basadas en evidencia para la selección de materiales de sutura, técnicas de manejo y prevención de contaminación bacteriana en el entorno quirúrgico. Esto permitirá reducir las complicaciones postoperatorias, disminuir el uso innecesario de antibióticos y promover un manejo más responsable y efectivo en la medicina veterinaria preventiva.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos:

- 20 pacientes quirúrgicos caninos y felinos intervenidos en la Clínica Veterinaria UTC.
- Propietarios de los pacientes quirúrgicos intervenidos en la Clínica Veterinaria UTC.

3.2. Beneficiarios indirectos:

- Pacientes con heridas internas quirúrgicas, los cuales se beneficiarán de la optimización de protocolos quirúrgicos y de control de infecciones.

4. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

Las infecciones asociadas a procedimientos quirúrgicos representan una preocupación creciente en medicina veterinaria, especialmente en pacientes sometidos a intervenciones con suturas internas. En caninos y felinos, estas infecciones pueden comprometer la recuperación postquirúrgica, prolongar la estancia hospitalaria, provocar infección local, retraso en la cicatrización, formación de abscesos y en casos graves, comprometer la vida del paciente.

Estudios recientes indican que hasta el 18,5 % de las infecciones nosocomiales en hospitales veterinarios corresponde a infecciones del sitio quirúrgicos (4). En particular, las suturas multifilamento han demostrado una mayor susceptibilidad a la colonización bacteriana, favoreciendo la formación de biopelículas resistentes a tratamientos convencionales (5). Se ha reportado que bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterococcus faecalis* son responsables de más del 40 % de los aislamientos en heridas quirúrgicas infectadas (6).

Actualmente, la institución no dispone de datos específicos que permitan determinar el grado de contaminación bacteriana en este tipo de suturas, lo cual representa una limitación para establecer protocolos de bioseguridad quirúrgica ajustados a las condiciones y necesidades locales. Esta carencia de información evidencia la necesidad de generar conocimiento científico que fortalezca las prácticas clínicas, contribuya a la prevención de infecciones postoperatorias y optimice la calidad de atención veterinaria dentro de esta casa de salud.

Además, el uso empírico de antibióticos sin antibiogramas específicos puede contribuir a la aparición de cepas multirresistentes, fenómeno que ya se ha documentado en hospitales veterinarios de América Latina (7).

Por lo tanto, este proyecto de investigación aportará evidencia científica local que podrá ser utilizada para fortalecer las prácticas quirúrgicas en la Clínica Veterinaria UTC y servirá de base para futuras investigaciones, contribuyendo al avance de la medicina veterinaria. Por lo tanto, esta investigación no solo responde a una necesidad clínica específica, sino que también contribuye a salvaguardar la salud animal y optimizar el uso de los recursos médicos, promoviendo prácticas quirúrgicas más seguras y eficientes.

5. OBJETIVOS

5.1 General:

- Identificar las bacterias presentes en suturas internas de heridas quirúrgicas en caninos y felinos intervenidos en la Clínica Veterinaria UTC, mediante técnicas de cultivo bacteriológico y antibiograma, con el propósito que optimicen los procesos de recuperación postquirúrgica.

5.2 Específicos:

- Tipificar las bacterias aisladas de suturas internas provenientes de heridas quirúrgicas en pacientes caninos y felinos, mediante cultivos bacterianos.
- Evaluar el perfil de sensibilidad y resistencia antimicrobiana de las bacterias identificadas.
- Analizar la relación entre la presencia de bacterias en suturas internas y el tipo de procedimiento quirúrgico realizado.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Sistema de tareas en relación con los objetivos.

| Objetivos Específicos | Actividad (tareas) | Resultado de la actividad | Medios de Verificación |
|---|---|--|---|
| Tipificar las bacterias aisladas de suturas internas provenientes de heridas quirúrgicas en pacientes caninos y felinos, mediante cultivos bacterianos. | Recolección de suturas internas postquirúrgicas. Realización del Cultivo bacteriano. | 75% <i>Staphylococcus saprophyticus</i> 25% <i>Staphylococcus aureus</i> | Informe de laboratorio del cultivo bacteriano |
| Evaluar el perfil de sensibilidad y resistencia antimicrobiana de las bacterias identificadas. | Antibiograma: Preparación suspensión bacteriana. Aplicación discos de antibióticos en medios de cultivo. Medición de halos de inhibición. Interpretación de los resultados. | <i>Staphylococcus saprophyticus</i>: Máxima sensibilidad Levofloxacin, Clindamicina; Mínima sensibilidad Linezolid, Penicilina, Metronidazol; Resistente Imipenem. <i>Staphylococcus aureus</i> Máxima sensibilidad Levofloxacin, Clindamicina; Mínima sensibilidad Linezolid, Doxiciclina, Ciprofloxacina; Resistente: | Informe de laboratorio del antibiograma |
| Analizar la relación entre la presencia de bacterias en suturas internas y el tipo de procedimiento quirúrgico realizado. | Clasificación de los procedimientos quirúrgicos realizados. Comparación la frecuencia de cultivos positivos y negativos según tipo de cirugía. | Penicilina, Metronidazol, Imipenem Mayor presencia bacteriana en: Ovariohisterectomías, Biopsias excisionales, Caudectomías, <i>S. saprophyticus</i> predominante en cirugías abdominales. Mayor riesgo de contaminación en cirugías de cavidades o zonas con alta carga microbiana. | Tabla comparativa |

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

7.1 Definición.

7.1.1 Cirugía.

La cirugía es una especialidad perteneciente al campo de la medicina veterinaria que se enfoca en procedimientos quirúrgicos para diagnosticar, tratar y controlar múltiples patologías en animales. Con el tiempo, los avances de anestesia y técnicas quirúrgicas han evolucionado, facilitando que el médico veterinario ofrezca una atención eficaz para lograr una recuperación óptima en la salud de los pacientes quirúrgicos (8).

Cuando la piel pierde su continuidad, como ocurre durante un procedimiento quirúrgico, existe el riesgo de que microorganismos invadan los tejidos internos. Las bacterias que contaminan una herida quirúrgica suelen provenir de la flora del paciente, el equipo quirúrgico, o el ambiente del quirófano. Para prevenir esta contaminación, es fundamental adherirse a los principios de la técnica aséptica (9).

La técnica aséptica comprende un conjunto de procedimientos y normas que tienen como objetivo evitar la contaminación cruzada en una intervención quirúrgica. Esto incluye la preparación adecuada del entorno quirúrgico, instrumental, equipo médico y el campo operatorio, así como el higiene del personal. Aplicar una técnica aséptica rigurosa permitirá reducir las complicaciones postquirúrgicas (10).

7.1.2 Paciente quirúrgico.

En medicina veterinaria, se considera paciente quirúrgico a todo animal que, tras una valoración completa, ha sido determinado apto para ser sometido a cirugía, ya sea con fines diagnósticos, terapéuticos o preventivos. Esta condición requiere una preparación integral, que abarca factores fisiológicos, anestésicos, ambientales y éticos (11).

La preparación del paciente para cirugía exige una valoración preoperatoria detallada que abarca la recopilación de antecedentes clínicos, un examen físico riguroso y el uso de pruebas diagnósticas complementarias. Es esencial asegurar un ayuno apropiado, estabilizar las funciones fisiológicas antes de iniciar la anestesia y aplicar de forma estricta las normas de asepsia y antisepsia (12).

Además, obtener el consentimiento informado del tutor del animal representa un componente indispensable del proceso, alineando a los principios éticos y las exigencias legales de la práctica veterinaria (13).

7.2 Intervenciones quirúrgicas.

7.2.1 Ovariohisterectomía.

La ovariohisterectomía es un procedimiento quirúrgico de rutina en medicina veterinaria, indicado principalmente para hembras caninas de entre 5 y 7 meses de edad, y en la especie felina de entre 6 y 9 meses. La técnica implica la extracción quirúrgica de los ovarios y el útero, con el objetivo de suprimir de forma definitiva el ciclo estral y prevenir gestaciones no planificadas. Durante la intervención, se accede a la cavidad abdominal con estrictas medidas de asepsia para prevenir infecciones y complicaciones postquirúrgicas (14).

En este procedimiento emplea dos técnicas principales: la primera consiste en una incisión en la región medial del abdomen, caudal al ombligo y la segunda se realiza a través del flanco lateral. Se ha determinado que, en cirugías abdominales abiertas, el riesgo quirúrgico se duplica cuando el procedimiento dura más de 90 minutos (15).

7.2.2 Cirugías oncológicas.

7.2.2.1 Extirpación de masas tumorales.

Consiste en la extirpación de la masa tumoral junto con una franja de tejido sano, lo que garantiza la eliminación de todas las células cancerosas y reduce la posibilidad de recurrencia. La cirugía da inicio con una incisión que expone tanto al tumor como al tejido circundante, seguida de una escisión con márgenes amplios de 2 a 3 cm de tejido sano, con la profundidad suficiente para asegurar una posible infiltración. En casos de tumores malignos, el tejido extirpado suele enviarse para análisis histopatológicos y verificar que los márgenes estén libres de células cancerosas (16).

Tras la resección quirúrgica de tumores cutáneos, se utilizan técnicas como la divulsión de la piel adyacente, suturas intradérmicas o apósitos de colchón horizontal para minimizar la tensión en los bordes de la herida, según su localización. En casos más complejos, se puede optar por el uso de colgados o injertos de piel. Cuando el tumor es altamente invasivo, es necesaria la amputación de la extremidad o zona afectada (17).

7.2.3 Cirugías de traumatología.

Se centran en el tratamiento de afecciones del sistema musculoesquelético, como fracturas, luxaciones, desgarros de ligamentos y trastornos articulares. Dentro de las técnicas más empleadas destaca la estabilización de fracturas mediante osteosíntesis (placas, tornillos o fijadores externos), reconstrucciones articulares y rehabilitación (18).

Durante la preparación quirúrgica, el paciente debe colocarse en decúbito lateral con la extremidad sana en posición superior. La evaluación inicial se realiza mediante la palpación ósea, con el objetivo de identificar anomalías estructurales, examinar la integridad ósea, detectar signos de dolor o edema. También se valora el rango del movimiento articular en flexión y extensión, prestando especial atención a posibles limitaciones, crepitaciones o inflamación (19).

Un conocimiento profundo de los principios biomecánicos sobre huesos largos es esencial para determinar el patrón de fractura y seleccionar el sistema de fijación más adecuado en cada caso, lo que permite optimizar el proceso de recuperación. La localización específica de la lesión ósea también es crucial, ya que algunas fracturas afectan solo una región del hueso, mientras que otras comprometen toda la estructura (20).

7.2.4 Cirugía del sistema urinario.

7.2.4.1 Uretrostomía.

Esta técnica quirúrgica se utiliza principalmente para tratar afecciones del tracto urinario inferior en caninos y felinos, especialmente en casos de obstrucción uretral recurrente o grave. Consiste en la creación de una nueva abertura permanente en la uretra, denominado estoma. Los procedimientos más comunes para resolver obstrucciones uretrales incluyen la uretrotomía perineal, común en felinos y la uretrotomía escrotal, más frecuente en caninos (21).

En la uretrotomía perineal, se crea un estoma en la uretra membranosa a la altura del perineo, tras una panectomía parcial, lo que permite aumentar el diámetro uretral. Esta técnica se adapta bien a la anatomía felina. La uretrotomía escrotal, por otro lado, el estoma se coloca en la uretra escrotal, donde hay menos tejido cavernoso, lo que reduce el sangrado y las complicaciones (22).

7.3 Heridas internas.

Las heridas internas hacen referencia a lesiones que comprometen tejidos profundos del organismo, como músculos, fascias, órganos o cavidades, sin tener contacto directo con el

exterior. Estas lesiones pueden originarse como consecuencia de intervenciones quirúrgicas, traumatismos o enfermedades que alteran la estructura interna del cuerpo. A diferencia de las heridas superficiales, las internas requieren métodos específicos para su cierre, siendo común el uso de suturas absorbibles, además de estrictas medidas de asepsia para evitar infecciones (23).

El desarrollo de infecciones en este tipo de heridas está vinculado a múltiples factores, entre ellos, la técnica quirúrgica empleada, el material de sutura seleccionado, la presencia de bacterias en el organismo del paciente y la correcta aplicación de protocolos de bioseguridad. Cuando las bacterias logran colonizar las suturas internas, pueden formar biopelículas que dificultan el proceso de cicatrización, aumentando el riesgo complicaciones y retraso en la recuperación postquirúrgica (24).

7.4 Suturas.

Los materiales de sutura, comúnmente como puntos de sutura, son hilos o material médico utilizados para ligar vasos sanguíneos o tejidos, con el propósito de mantener en contacto los bordes de una herida, facilitar el proceso de cicatrización y favorecer la recuperación estructural y funcional de los tejidos lesionados (25).

La selección del hilo de sutura se debe basarse en las características del tejido a intervenir, considerando su resistencia, vascularización y capacidad regenerativa. Además, factores individuales del paciente, como la edad, estado nutricional y el uso de fármacos inmunosupresores, influyen directamente en la elección del material, ya que pueden alterar la respuesta inflamatoria, aumentar el riesgo de infección y prolongar el tiempo de cicatrización (26).

7.5 Clasificación del Material de Sutura.

7.5.1 Origen.

La clasificación del material de sutura se basa en diversos criterios que permiten seleccionar el tipo más adecuado según las características del procedimiento quirúrgico, tejido a intervenir y las condiciones del paciente. Uno de los criterios principales es el origen del material, entendido como la procedencia de la materia prima utilizada en su fabricación. En este sentido, las suturas pueden ser de origen natural, sintético o metálico (27).

Las suturas naturales provienen de fuente biológicas, tanto animales como vegetales. Las sintéticas, en cambio, se obtienen mediante procesos de síntesis química a nivel industrial, lo que permite un mayor control acerca de sus características físicas y químicas. Por último, suturas metálicas, como las de acero inoxidable, se emplean en situaciones que requieren una alta resistencia mecánica (28).

Otro criterio a considerar es la clasificación definida según su comportamiento del material dentro del organismo. Las suturas absorbibles están elaboradas con materiales biodegradables que son degradados y absorbidos por el cuerpo en un periodo determinado, por lo que se utilizan principalmente en tejidos internos donde no se requiere su extracción posterior (27).

En contraste, las suturas no absorbibles están compuestas por materiales que no se degradan en el organismo, por lo que deben ser retiradas manualmente una vez que se ha completado el proceso de cicatrización. Estas se emplean con mayor frecuencia en heridas externas o en tejidos que requieren una sujeción prolongada (28).

También se clasifican según el número de hebras que componen el hilo. Las suturas monofilamento están formadas por una sola hebra continua, lo que les confiere menor fricción al atravesar los tejidos y una mayor resistencia a la colonización bacteriana. Por su parte, las suturas multifilamento están compuestas por varias hebras trenzadas, lo que le otorga mayor flexibilidad y resistencia a la tensión, aunque puede favorecer la retención de microorganismos si no se manejan adecuadamente (25).

Finalmente, en función de su estructura, las suturas pueden ser traumáticas o atraumáticas. Las traumáticas requieren que el cirujano enhebre manualmente el hilo en la aguja, lo que puede generar mayor daño tisular al atravesar los tejidos. En cambio, las suturas atraumáticas vienen con el hilo incorporado a la aguja de forma continua, lo que reduce el trauma quirúrgico y mejora la precisión (26).

7.5.2 Resistencia a la tracción.

Corresponde a la fuerza que un el hilo de sutura puedes soportar antes de romperse, por lo que las suturas deben ser tan resistentes como el tejido normal a través del cual se colocan. Por este motivo, las suturas deben poseer una resistencia equivalente a la del tejido normal en el que se aplican, garantizando así su función de manera de segura. Esta propiedad es fundamental, ya que es la encargada de mantener los bordes del tejido en la posición adecuada, favoreciendo el proceso de cicatrización de la herida (29).

7.5.3 Absorción en los tejidos.

La absorción ocurre de dos formas principales: primero, por medio de la digestión enzimática, que es una reacción provocada por la presencia de un cuerpo extraño y cuyo grado puede variar según el tipo de material de la sutura. En segundo lugar, por hidrólisis, proceso en el cual los fluidos corporales degradan las moléculas del material de sutura. Debido a esto, esta clase de absorción genera una respuesta más leve por parte del organismo (30).

7.5.4 Diámetro transversal.

El diámetro transversal del hilo de sutura, también conocido como calibre, se clasifica según el sistema establecido por United States Pharmacopeia (USP), el cual utiliza una combinación de números y ceros para indicar el grosor del material. En este sistema, a mayor cantidad de ceros, menor es el diámetro del hilo. Por ejemplo, un hilo 5-0 es más delgado que un 2-0 (31).

Los calibres más gruesos, como 5, 4, 3, 2, 1 y 0, se emplean en tejidos que requieren una alta resistencia mecánica, como tendones o fascias. En cambio, los hilos más finos, como 2-0, 3-0, 4-0, 5-0, entre otros se utilizan en tejidos delicados donde se necesita una menor reacción tisular y una mayor precisión en la aproximación (32).

7.5.5 Flexibilidad.

Permite determinar la resistencia a la torsión y diámetro que influyen en su manejo. La flexibilidad de la sutura facilita que su estiramiento en respuesta a los cambios de volumen provocados por el edema inflamatorio en la herida, lo que le permite volver a su longitud y forma original una vez que la inflamación ha disminuido. De este modo, la elasticidad evita que el material de sutura atraviese piel debido a la inflamación y garantiza que permanezca cerca de los bordes de la herida durante todo el proceso de cicatrización (33).

7.5.6 Capilaridad.

Proceso por lo que los líquidos y las bacterias pasan a lo largo de la línea de sutura. Las multifilamentos tienen una mayor capilaridad, lo que las hace indeseables en situaciones de contaminación o infección, ya que favorecen la proliferación de microorganismos (34).

7.6 Materiales de suturas.

7.6.1 Hilos absorbibles naturales.

7.6.1.2 Catgut.

Material absorbible polifilamentoso de origen natural elaborado a partir de la submucosa del intestino de ovino o de la capa serosa del intestino del bovino, está compuesto por un 90% de colágeno. Se descompone por fagocitosis e induce una respuesta inflamatoria más fuerte que otros materiales de suturas. Una vez implantado en el tejido, el catgut pierde resistencia rápidamente. Existe tres tipos de catgut: simple, medio cromado y cromado; por lo general, a medida que avanza el curtido aumenta su resistencia y disminuye la reacción tisular (35).

7.6.2 Hilos absorbibles sintéticos.

7.6.2.1 Ácido poliglicólico.

Sutura quirúrgica estéril multifilamento polimerizada a base del ácido poliglicólico (PGA), de poliéster absorbible sintética. La estructura de la sutura está recubierta con estructuras de estearato de calcio y policaprolactona. Está indicado para el uso de anastomosis intestinales, cirugía de hernias, esterilizaciones y todas las situaciones en las que no se requiere una aproximación prolongada de tejidos bajo tensión (36).

7.6.2.2 Polidioxanona (PDS).

Sutura absorbible monofilamento sintético realizada a base de un polímero de paradioxanona. Es una sutura altamente flexible que atraviesa los tejidos con suavidad y provoca una mínima reacción tisular. Su principal ventaja es la capacidad de mantener una fuerza de tensión prolongada, conservando el 75% a los 14 días, el 50 - 55% a los 28 días, y un 25% a las 6 semanas. La absorción de este material se realiza mediante hidrólisis y finaliza en un periodo de 180 días. Además, provoca una respuesta tisular mínima y presenta poca atracción hacia los microorganismos, lo que lo hace adecuado para su uso incluso en casos de infección. Estas características la hacen una opción confiable en casos donde el proceso de cicatrización está comprometido y se requiere un soporte prolongado (37).

7.6.2.2 Poliglecaprone 25 (Monocryl).

Se trata de un monofilamento sintético absorbible, este tipo de sutura se caracteriza por su gran resistencia a la tracción en las primeras etapas y una mínima reacción en los tejidos. Su resistencia es un 60% superior a la sutura catgut, tiene la capacidad de mantener la fuerza de tensión es más predecible debido a su composición sintética y a su absorción por hidrólisis. A los 14 días conserva el 30% de su resistencia original y finaliza su absorción entre los 90 y 120 días (38).

7.6.2.3 Poliglactina 910 (Vicryl).

Fue la segunda sutura sintética absorbible en ser introducida. Se trata de una sutura multifilamento trenzada y recubierta, similar al ácido poliglicólico. Su composición se basa en un copolímero formado por un 90% de glicólico y un 10% de L-láctida, estos dos ácidos se encuentran de forma natural en el organismo durante el proceso metabólico. En cuanto a sus características, ofrece una manipulación comparable a la del ácido poliglicólico, pero con una mayor resistencia a la tracción. Su resistencia a la tracción se reduce en un 50% a los 5 días y prácticamente desaparece entre los 10 y 14 días (39).

7.6.3 Hilos no absorbibles naturales.

7.6.3.1 Seda.

La seda quirúrgica se elabora a partir de una proteína de alto peso molecular llamada fibroína, que forma un filamento continuo producido por la larva del gusano de seda (*Bombyx mori*) durante la fase de crisálida. El filamento se trenza para formar una sutura más compacta y de fácil manipulación. Sin embargo, su uso genera una intensa reacción inflamatoria en los tejidos y presenta una capilaridad significativa. Su resistencia inicial a la tracción es superior a la del catgut, conservando el 50 % de su fuerza original después de un año de implantación. La absorción completa del material puede tardar más de dos años (40).

7.6.4 Hilos no absorbibles sintéticos.

7.6.4.1 Nylon.

Se trata de una sutura sintética no absorbible, disponible en versiones monofilamento y multifilamento. Está compuesta por un termoplástico derivado de la hexametildiamina y el ácido adípico, que contiene grupos amina en su estructura. El nylon mantiene una alta elasticidad dentro del tejido, lo que resulta especialmente relevante en casos donde pueda producirse edema o inflamación. Debido a esta propiedad, es un material frecuentemente utilizado para suturas en piel (41).

7.6.4.2 Polipropileno.

Elaborada a partir de un estereoisómero isostático cristalino de un polímero de hidrocarburo lineal (comercializado como Prolene, Surgilene y Premilene). Su estructura facilita una mínima o nula absorción de líquidos y presenta una combinación única de propiedades clínicas. Destaca por su alta inercia biológica, su capacidad para conservar la resistencia a la tracción durante dos

años y su baja reacción tisular. Además, es fácil de retirar y ofrece un mejor mantenimiento de los nudos en comparación con otros monofilamentos sintéticos. Debido a que los tejidos no se adhieren a este material, es ideal para suturas intradérmicas continuas y para el cierre de heridas faciales contaminadas o infectadas (42).

7.6.4.3 Poliéster.

Están compuestas por fibras de poliéster y pueden presentarse en forma de monofilamento o trenzado. Caracterizadas por su gran resistencia y por generar una mínima reacción tisular. Fueron las primeras suturas trenzadas en demostrar una permanencia indefinida en el organismo. Están disponibles en calibres que van desde 11-0 hasta 5 y en colores verde, azul y blanco. Su resistencia a la tracción se mantiene de manera indefinida, lo que le hace ideal para procedimientos cardiovasculares, cirugía vascular periférica y cirugía general (43).

7.7 Bacterias.

Pertenecen a los microorganismos procariotas, son organismos tan simples por no tener un núcleo y otros orgánulos definidos. Describe una capa que va de adentro hacia afuera, comenzando con la membrana plasmática, seguida por la pared celular, la membrana externa y una sustancia extracelular llamada glicocálix. En su interior se encuentran el citoplasma, los ribosomas y el ADN cromosómico, componentes esenciales para la supervivencia de la bacteria (44).

7.7.1 Morfología bacteriana.

Diversas investigaciones han demostrado que la morfología y la estructura de las bacterias influyen directamente en su capacidad para adherirse en las suturas internas ocasionando infecciones. Las diversas formas de las bacterias están determinadas por varios factores, destacando la rigidez de la pared celular, como la más relevante. Se diferencian según su forma en cocos, bacilos y espirilos (45).

Las bacterias poseen una pared celular con una estructura en forma de malla que cumple una función esencial en la conservación de la forma e integridad estructural. Esta barrera estructural está compuesta por diversos elementos bioquímicos, cuya composición varía según el tipo de bacteria. En bacterias Gram positivas y Gram negativas, los componentes principales incluyen peptidoglicano, lipopolisacáridos, ácidos teicoicos, ácidos teicurónicos y glicoproteínas (46).

Tabla 2. Bacterias en infecciones de suturas internas postquirúrgicas.

| Principales bacterias involucradas en infecciones de suturas internas postquirúrgicas en caninos y felinos | | |
|---|---|---|
| Bacteria | Características | Relevancia clínica |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Gram positiva, resistente, oportunista | Infección de tejidos blandos, abscesos, formación de biopelículas en suturas. |
| <i>Staphylococcus saprophyticus</i> | Comensal en piel de caninos y felinos, oportunista | Infecciones de heridas, resistente a múltiples antibióticos. |
| <i>Escherichia coli</i> | Gram negativa, flora intestinal común | Frecuente en infecciones abdominales, especialmente tras cirugías entéricas. |
| <i>Pseudomonas aeruginosa</i> | Gram negativa, resistente, asociada a ambientes hospitalarios | Infecciones persistentes, alta resistencia antimicrobiana. |
| <i>Enterococcus spp.</i> | Gram positiva, flora intestinal | Infecciones en heridas profundas, puede formar biopelículas. |
| <i>Klebsiella spp.</i> | Gram negativa, flora intestinal | Asociada a infecciones urinarias y heridas quirúrgicas. |
| <i>Proteus spp.</i> | Gram negativa, oportunista | Puede colonizar heridas, forma biopelículas. |
| <i>Bacteroides fragilis</i> | Anaerobio, común en intestino | Importante en infecciones abdominales tras ruptura intestinal. |

Autor: Hooman Bernard, Microbiología Veterinaria.

7.7.2 *Staphylococcus aureus*.

Pertenece a la familia *Staphylococcaceae* y se caracteriza por ser un coco Gram positivos. Su morfología es esférica, con un diámetro que varía entre 0.5 y 1.5 micras. Es una bacteria inmóvil, aunque algunas cepas pueden desarrollar una cápsula externa de aspecto mucoso, la cual incrementa su capacidad para causar infecciones. Esta especie representa una de las principales fuentes de infección tanto dentro como fuera del ámbito hospitalario y destaca por su elevado potencial patogénico debido a la producción de numerosas toxinas y enzimas (47).

Staphylococcus aureus puede originar infecciones en distintos sistemas del organismo, incluyendo el torrente sanguíneo, la piel, los tejidos blandos y las vías respiratorias inferiores. También se ha relacionado con infecciones asociadas al material clínico invasivo, como los catéteres venosos centrales, además de enfermedades profundas y complejas como la endocarditis y la osteomielitis (48).

7.7.2.1 Supervivencia en el ambiente.

Este microorganismo tiene la capacidad de sobrevivir durante semanas en cadáveres, así como en tejidos y órganos de los animales. Además, puede persistir por varios días en la piel, suelo y sobre objetos metálicos. Es capaz de desarrollarse en soluciones salinas que contengan un 15% de cloruro de sodio (49).

La combinación de su resistencia ambiental, su versatilidad como patógeno oportunista y su capacidad de adaptación, convierten a *Staphylococcus aureus* en un agente de preocupación tanto en medicina humana como veterinaria, especialmente por el aumento de cepas resistentes a antibióticos como la meticilina (MRSA), complicando su control y tratamiento (50).

7.7.2.2 Biopelícula.

Estructura compuesta por polisacáridos extracelulares que le permite prolongar la infección, colonizar tejidos, adherirse a diversas superficies y terminar diseminándose en diferentes partes del cuerpo. Dentro de la biopelícula, se han identificado cuatro estados metabólicos distintos: células que se desarrollan en ambientes aerobios, células que fermentan, células en estado latente y células muertas (51).

Por otro lado, las infecciones invasivas se producen cuando las bacterias ascienden a través de los tractos epiteliales, penetran por heridas o se diseminan por el torrente sanguíneo (52). Las bacterias del género *Staphylococcus* forma parte del microbiota normal de la piel y las mucosas de los mamíferos. Debido a esto, determinar cuando estas bacterias se comportan como patógenas puede presentar un desafío clínico significativo (53).

La evidencia inicial de que las infecciones crónicas causadas por biopelículas de *S. aureus* en heridas alteran la estructura del colágeno en el tejido de granulación, lo que afecta negativamente las propiedades biomecánicas del tejido lesionado. Desde una perspectiva clínica, este deterioro en la reparación tisular podría incrementar el riesgo de la cicatrización de heridas (54).

7.7.3 *Staphylococcus saprophyticus*.

Coco Gram positivo no hemolítico, caracterizado por su morfología esférica y su distribución de racimos con un diámetro de 0.5 a 1.5 micras. Es catalasa positiva, coagulasa negativa, ureasa positiva y anaerobio facultativo. Carece de flagelos, por lo tanto, es inmóvil y no forma esporas. En cultivos, forma colonias circulares, convexas, de borde entero, con tonalidades que varían entre blanco y amarillo pálido. Se diferencia de otras especies del género *Staphylococcus* por su resistencia intrínseca a novobiocina (55).

7.7.3.1 Supervivencia en el ambiente.

Staphylococcus saprophyticus destaca por su notable capacidad de adaptación y supervivencia en diversos entornos. A diferencia de otras bacterias patógenas que necesitan condiciones específicas para desarrollarse, este microorganismo puede sobrevivir en una amplia gama de

ambientes, como superficies hospitalarias, instrumentos quirúrgicos y, especialmente, en materiales de suturas. Esta versatilidad se debe, en gran medida, a su habilidad para formar biopelículas, estructuras multicelulares que le permiten adherirse a superficies y resistir tanto a desinfectantes como a antibióticos (56).

7.7.3.2 Biopelícula.

La bacteria *S. saprophyticus*, ha mostrado una notable eficiencia en la formación de biopelículas, lo que permite colonizar superficies como suturas internas y otros objetos inanimados. Se adhieren a la superficie de las suturas mediante interacciones físicas y químicas, posteriormente, se multiplican y producen una matriz extracelular compuesta por polisacáridos, proteínas y ADN. Esta matriz forma una estructura tridimensional que no solo facilita la adherencia bacteriana, sino que protege a la comunidad bacteriana (57).

En estudios *in vitro* se ha observado que las biopelículas pueden dificultar la eficacia terapéutica, en comparación con las formas bacterianas planctónicas. Esta capacidad representa un factor clave en la supervivencia bacteriana, especialmente en el tratamiento antimicrobiano de las infecciones del tracto urinario (58).

Por otro lado, diversos análisis proteómicos han identificado variabilidad entre cepas en cuanto a expresión de proteínas de virulencia, ureasa y adhesinas (como UafA, Aas y DsdA), lo cual influye directamente a su capacidad de adherencia, colonización y respuesta frente a los mecanismos de adherencia, colonización y respuesta ante los sistemas de defensa del hospedador, así como en su supervivencia en el entorno (59).

7.7.4 *Escherichia coli*.

Escherichia coli es un bacilo Gram negativo que forma parte de la familia *Enterobacteriaceae*. Se encuentra de forma natural en el tracto intestinal de humanos y animales, donde cumple funciones importantes dentro de la microbiota normal. Al ser observado al microscopio, presenta una morfología en cadenas cortas o separadas con dimensiones aproximadas de 1 a 3 micras de largo y 0,4 - 0,7 micras de ancho. Aunque la mayoría de sus cepas son inocuas, existen algunas variantes patógenas capaces de producir verotoxinas, las cuales pueden constituir riesgo importante para la salud humana y animal (60).

Escherichia coli es un componente habitual de la microbiota intestinal y muchas de sus cepas son inofensivas, ciertas variantes pueden comportarse como patógenos oportunistas durante

procedimientos quirúrgicos. A pesar de que las suturas se implantan bajo condiciones estériles, puede existir contaminación bacteriana, especialmente si existen fallas en la técnica aséptica o el paciente presente una carga bacteriana elevada (61).

7.7.4.1 Supervivencia al ambiente.

Es una bacteria capaz de sobrevivir durante varios días o incluso semanas en una amplia variedad de ambientes, entre ellos medios húmedos, superficies inanimadas, alimentos, agua y materia fecal. Su persistencia está influida por factores externos como la temperatura, humedad y pH. En condiciones óptimas, puede permanecer viable hasta 32 días en suelos a 15 °C y su supervivencia puede prolongarse notablemente dependiendo de las características ambientales (62).

Las cepas de *E. coli* se clasifican según su comportamiento ecológico y clínico. Varias de estas cepas actúan como comensales dentro del intestino de humanos y animales, mientras que otros patotipos específicos, derivan enfermedades intestinales, infecciones urinarias, colitis hemorrágica y bacteriemia (61).

Además, ciertas cepas patógenas de *E. coli* ha desarrollado factores de virulencia, incluidos genes móviles en plásmidos e islas de patogenicidad, que les permiten adherirse a tejidos, producir toxinas y evadir la respuesta inmune del huésped. Esta capacidad de adaptación refuerza el potencial patogénico y la supervivencia prolongada en distintos entornos (63).

7.7.4.2 Biopelícula.

En *Escherichia coli*, la formación de biopelículas es un proceso complejo regulado por múltiples mecanismos moleculares, entre los que destaca el sistema de quorum sensing. A través de este sistema de comunicación, las bacterias detectan la densidad celular mediante la acumulación de moléculas señalizadoras conocidas como autoinductores (AI), que son sintetizadas y liberadas activamente por los propios microorganismos. Una vez alcanzada una concentración umbral de estas señales, se desencadenan respuestas coordinadas que activan genes involucrados en la producción de la matriz extracelular, adhesión y organización estructural de la biopelícula (64).

Estas biopelículas funcionan como un sistema de protección colectiva frente a condiciones ambientales adversas, al ataque del sistema inmunológico y a la acción de agentes antimicrobianos. La matriz extracelular que rodea a las bacterias proporciona una barrera física que dificulta la penetración de los antibióticos y favorece la persistencia bacteriana en tejidos y

superficies médicas. Esta resistencia incrementada puede hacer que las infecciones sean más prolongadas, recurrentes o difíciles de tratar (65).

En el ámbito quirúrgico, la capacidad de *E. coli* para formar biopelículas cobra relevancia en biomateriales como las suturas, catéteres o prótesis, donde estas comunidades bacterianas pueden establecerse rápidamente tras la implantación. Las biopelículas en suturas internas pueden provocar infecciones persistentes, retrasar la cicatrización de heridas y aumentar el riesgo de complicaciones postoperatorias. Además, se ha observado que la biopelícula brinda protección a las bacterias contra la fagocitosis y de la acción de desinfectantes, contribuyendo a su supervivencia y diseminación (64).

7.7.5 *Pseudomonas aeruginosa*.

Se trata de una bacteria Gram negativa con morfología bacilar, que mide aproximadamente entre 0,5 – 1 micras de diámetro y entre 1,5 – 5 micras de longitud. Es móvil gracias a un flagelo ubicado en uno de sus polos. Este microorganismo destaca por su notable capacidad de adaptación, ya que puede sobrevivir en ambientes con baja disponibilidad de oxígeno y nutrientes. Además, puede desarrollarse en un amplio rango de temperaturas, entre 4 y 42°C. En los cultivos, produce colonias con superficie lisa y bordes bien definidos, frecuentemente pigmentadas de verde o azul, y emite un olor característico que recuerda a uvas o goma quemadas (66).

7.7.5.1 Supervivencia al ambiente.

La mayoría de las cepas de *Pseudomonas aeruginosa* presentan una temperatura óptima de crecimiento entre 30 – 37°C, aunque son capaces de sobrevivir y proliferar en una amplia variedad de entornos, incluidos aquellos con altas concentraciones de sales y dentro de un rango de 20 – 34°C de temperatura. Esta bacteria puede persistir durante meses sobre superficies inertes, lo que convierte al entorno hospitalario en un reservorio relevante para su mantenimiento. Además, es capaz de generar colonias con morfologías distintivas y pigmentadas. Algunas cepas desarrollan una cápsula polisacáridica, que otorga a sus colonias una apariencia mucosa (67).

7.7.5.2 Biopelícula.

El desarrollo de la biopelícula se produce en varias etapas secuenciales: adhesión inicial de las bacterias a una superficie, agregación celular, maduración estructural y desprendimiento. Durante este proceso, las bacterias generan una matriz extracelular compuesta por

polisacáridos, proteínas, ADN extracelular y otros elementos, que proporciona una barrera protectora frente a condiciones ambientales adversas y a la acción de antibióticos (68).

Esta resistencia incrementa la morbilidad y mortalidad en pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas, además de elevar los costos en el tratamiento, hospitalizaciones y estancias más prolongadas. Por otro lado, los macrófagos expuestos a biopelículas adquieren un fenotipo secretor que contribuye al daño tisular, agravando la respuesta inflamatoria local (69).

7.7.6 *Enterococcus spp.*

Enterococcus spp. corresponde a un grupo de bacterias con morfología cocoide, Gram positivas, que suelen disponerse en parejas o en cadenas cortas. Clasificadas dentro del filo *Firmicutes*, estas bacterias son anaerobias facultativas y se destacan por su notable capacidad para adaptarse a ambientes hostiles. Aunque su hábitat natural es el tracto gastrointestinal de humanos y animales, también pueden encontrarse en entornos no biológicos, como suelos, aguas residuales y diversas superficies dentro de instalaciones hospitalarias (70).

Son bacterias no esporógenas que muestran una notable tolerancia a condiciones ambientales extremas, como altas concentraciones de sales biliares y grandes fluctuaciones del pH. Esta resistencia fisiológica, combinada con su capacidad para adquirir y transferir genes de resistencia, ha hecho de este género un destacado contribuyente a las infecciones nosocomiales. Las especies clínicas más importantes son *Enterococcus faecalis* y *Enterococcus faecium*, esta última reconocida por su elevada incidencia de resistencia a antibióticos críticos como la vancomicina (71).

7.7.6.1 Supervivencia al ambiente.

Enterococcus spp. tiene la capacidad de sobrevivir durante periodos prolongados, incluso semanas, en superficies inertes, ropa, instrumental médico y en entornos húmedos como fregaderos y lavabos, lo que facilita su propagación en las instalaciones hospitalarias. Su capacidad para formar biopelículas aumenta significativamente su resistencia a los desinfectantes y tratamientos antimicrobianos, lo que les permite persistir en condiciones adversas (72).

Aunque suelen formar parte de la flora microbiana sin causar daños a individuos inmunodeprimidos, estos microorganismos pueden actuar como patógenos oportunistas. En pacientes susceptibles, son responsables de infecciones urinarias, endocarditis, infecciones

intraabdominales, bacteriemias y complicaciones asociadas al uso de dispositivos médicos invasivos como catéteres y material de sutura quirúrgica (70).

7.7.6.2 Biopelícula.

Una de sus características más importantes es la formación de biopelículas, que son estructuras complejas compuestas por comunidades de bacterias incrustadas en una matriz extracelular que ellas mismas producen. Esta matriz se compone principalmente de polisacáridos, proteínas y ADN extracelular y actúa como barrera protectora frente al sistema inmunitario y la acción antimicrobiana del huésped. Dentro de las biopelículas, las bacterias presentan fenotipos diferentes de su forma libre (planctónica), como tasas de crecimiento más lentas y expresión génica alterada, lo que contribuye a su persistencia en infecciones crónicas y en dispositivos médicos (72).

7.7.7 *Klebsiella spp.*

Klebsiella spp. poseen una cápsula de polisacárido, que constituye un importante factor de virulencia, protege contra la fagocitosis y contribuye a la formación de biopelículas. Se ha demostrado que las cepas productoras de biopelículas presentan una mayor persistencia en dispositivos médicos como catéteres, prótesis, ventiladores y suturas quirúrgicas, lo que favorece las infecciones asociadas a dichos materiales (73).

7.7.7.1 Supervivencia al ambiente.

A nivel ambiental, *Klebsiella spp.* puede permanecer viable durante días o semanas en superficies hospitalarias, equipos clínicos, agua, suelo y materia orgánica. Esta capacidad de supervivencia, así como su presencia como comensales en el tracto gastrointestinal humano y animal, hace que su propagación en entornos de atención médica sea común. Las especies más prominentes incluyen *Klebsiella pneumoniae* y *Klebsiella oxytoca*, ambas altamente implicadas en infecciones nosocomiales (74).

Clínicamente, *Klebsiella spp.* se comportan como patógenos oportunistas, causando infecciones del tracto urinario, neumonía, sepsis, abscesos hepáticos, infecciones de heridas quirúrgicas y complicaciones en pacientes inmunocomprometidos o pacientes que reciben dispositivos invasivos. Además, algunas cepas son productoras de betalactamasas de espectro extendido o carbapenemasas, lo que complica significativamente su tratamiento antibiótico (73).

7.7.8 *Proteus spp.*

Proteus spp. es un género de bacterias gramnegativas con morfología bacilo, perteneciente a la familia Enterobacteriaceae. Estas bacterias son móviles gracias a la presencia de flagelos peritricos, que les confieren movilidad en bandada en medios sólidos, lo que facilita la colonización de superficies. Son oxidasa negativas, catalasa positivas, no esporulantes y anaerobias facultativas. Crecen en un amplio rango de temperaturas, entre 10 y 43 °C, y prosperan en medios comunes, como el agar MacConkey y el agar sangre, donde forman colonias con un penetrante olor a pescado podrido debido a la producción de trimetilamina (75).

7.7.8.1 Supervivencia al ambiente.

Puede sobrevivir en entornos hospitalarios durante períodos prolongados, incluso en superficies húmedas, equipos médicos, baños y textiles, lo que contribuye a su propagación nosocomial. Desde el punto clínico, *Proteus spp.* muestra un comportamiento como un patógeno oportunista, provocando infecciones en pacientes inmunocomprometidos o con dispositivos invasivos. Es responsable de infecciones del tracto urinario, heridas quirúrgicas, infecciones respiratorias, bacteriemias y sepsis. Su presencia es frecuente en ambientes hospitalarios, y su implicación en infecciones asociadas a biomateriales, como catéteres urinarios y suturas quirúrgicas (76).

7.7.8.2 Biopelícula.

Uno de los factores que potencia su virulencia es la formación de biopelículas, estructuras organizadas de bacterias adheridas a superficies y embebidas en una matriz extracelular. En el caso de *Proteus mirabilis*, estas biopelículas son especialmente relevantes en sondas urinarias, donde aumentan la resistencia antimicrobiana y dificultan la erradicación de la infección. Se ha demostrado que la motilidad tipo enjambre, junto con la producción de ureasa y adhesinas específicas, facilita la colonización y persistencia en superficies artificiales (75).

7.8 Cultivo bacteriano.

Los medios de cultivo representan el entorno de los microorganismos en un laboratorio, buscando replicar su hábitat natural para satisfacer sus necesidades más esenciales como organismos vivos. Estas formulaciones son empleadas para diversos propósitos, incluyendo el aislamiento e identificación de microorganismos, pruebas de esterilidad, análisis de agua, estudios ambientales, evaluación de alimentos, productos bacteriológicos y pruebas de sensibilidad a antibióticos (77).

El cultivo bacteriano fue el primer enfoque creado para estudiar la microbiota humana, empleando un medio artificial que facilita el crecimiento y aislamiento de bacterias. Desde la

época de Koch hasta la actualidad, el repertorio de medios de cultivo disponibles para los microbiólogos ha crecido de manera significativa (78).

Para que las bacterias crezcan adecuadamente en un medio artificial, es fundamental que se mantengan ciertas condiciones como la temperatura, humedad, presión de oxígeno y un nivel adecuado de acidez. Además, el medio de cultivo debe contener los nutrientes y factores de crecimiento indispensables y estar completamente libre de contaminantes microbiológicos (77).

7.8.1 Clasificación de medios de cultivo.

De acuerdo a su consistencia física

- Líquidos: comúnmente denominado caldos, ya que contiene nutrientes disueltos en agua. Estos permiten obtener suspensiones con elevada concentración de microorganismos. Ejemplo: Caldo nutritivo.
- Sólidos: se preparan a partir de medios líquidos a los que se añade agentes solidificantes como agar, gelatina o gel de sílice. Se emplean para aislar y conservar microorganismos en el laboratorio. Ejemplo: Agar nutritivo (80).

Según la composición de sus componentes

- Medios naturales o complejos: están formados por sustancias provenientes de animales o plantas, frecuentemente enriquecidas con minerales. Son adecuados para favorecer un buen crecimiento microbiano y su elaboración resulta rápida y sencilla. Ejemplo. Extracto de carne y de levaduras.
- Medios sintéticos: se preparan utilizando compuestos químicamente definidos, lo que permite conocer con exactitud tanto su composición cualitativa y cuantitativa (79).

Según su finalidad

- Medios de enriquecimiento: son cultivos líquidos que favorecen el aumento de un grupo específico de microorganismos frente a otros presentes en la muestra. Su selectividad depende no solo de la composición química, sino también de factores como temperatura, pH y aireación. Ejemplar: caldo tetrionato, empleado para incrementar especies del género *Salmonella* en muestras de heces, orina, agua o alimentos (80).

- Medios selectivos: semejantes a los de enriquecimiento, pero se presentación sólida, diseñados para aislar microorganismos concretos. Ejemplo: agar desoxicolato citrato, utilizado para el aislamiento de patógenos entéricos.
- Medios diferenciales: carecen de inhibidoras, lo que permite el desarrollo de distintos tipos de microorganismos. Ejemplo: agar base rojo fenol, utilizado para detectar la fermentación de carbohidratos.
- Medios selectivos diferenciales: reúnen en un solo medio las características de los medios selectivos y diferenciales. Ejemplo: agar MacConkey, que incorporan sales biliares y cristal violeta para impedir el desarrollo de bacterias Gram positivas. Además, al contener lactosa y un indicador de pH, posibilita distinguir aquellas bacterias capaces de fermentar lactosa (79).

7.8.2 Prueba de sensibilidad antimicrobiana.

Las pruebas de sensibilidad antimicrobiana se basan en analizar, de manera *in vitro*, la capacidad que tienen los antibióticos o agentes antimicrobianos para impedir el desarrollo de bacterias. Esta eficacia puede evaluarse mediante métodos de dilución o difusión. El análisis de sensibilidad antimicrobiana de diversas bacterias aisladas de muestras biológicas tiene dos objetivos principales: ayudar al clínico a seleccionar el tratamiento más apropiado para cada paciente y monitorear la evolución de la resistencia bacteriana para revisar el espectro de antimicrobiano, este análisis se lleva a cabo mediante el antibiograma (81).

7.9 Antibiograma.

El antibiograma es una prueba microbiológica que evalúa la sensibilidad de bacterias u hongos a distintos antibióticos. Las técnicas de dilución indican resultados cualitativos (de si una bacteria es sensible, intermedia o resistente) y cuantitativos (establecen la concentración mínima inhibitoria CMI) (82).

7.9.1 Interpretación de los halos de imbibición.

Con el paso del tiempo, en Europa se han realizado congresos destinados para definir las categorías utilizadas en los reportes de sensibilidad, recientemente la Internacional Organization for Standardization las redefinió, enfocándose en la probabilidad del éxito o fracaso del tratamiento (80).

- Sensible: se considera así cuando la bacteria aislada es inhibida in vitro por una concentración antimicrobiana que indica una alta probabilidad de éxito en el tratamiento.
- Intermedio: la bacteria aislada se inhibe con una concentración de antimicrobiano que genera un resultado terapéutico incierto.
- Resistente: se clasifica de esta manera cuando la bacteria aislada solo se inhibe ante una concentración de antimicrobiano que sugiere una alta probabilidad de fracaso en el tratamiento (82).

7.9.2 Medios para pruebas de sensibilidad a los antimicrobianos.

7.9.2.1 Agar Mueller-Hinton.

Se trata de un medio de cultivo nutritivo no selectivo que favorece el crecimiento microbiano. Debido a su composición, Clinical and Laboratory Standards Institute lo ha recomendado por su contenido de inhibidores de sulfonamidas, tetraciclinas y trimetoprim es baja, lo que permite que la mayoría de los patógenos se desarrollen satisfactoriamente (83).

Tabla 3. Clasificación del Agar Mueller-Hinton.

| Componentes | Peso por litro |
|-----------------------------------|----------------|
| Infusión de carne | 3,0g |
| Hidrolizado de caseína | 17,5g |
| Almidón | 1,5g |
| Agar | 17,0g |
| Agua destilada pH: 7,3 +/- 0,1 | 1000ml |

Autor: Zhurbenko R, et al. Componentes del Agar Mueller-Hinton.

Al suplementarse con un 5% de sangre de carnero, se pueden realizar pruebas de sensibilidad a antimicrobianos en especies de *Streptococcus*. Además, con la adición de sangre también se puede utilizar para el cultivo y aislamiento de microorganismos que requieren nutrientes específicos (83).

7.9.3 Resistencia Antimicrobiana.

Capacidad de un microorganismo para sobrevivir, pese a la presencia de un antibiótico; peculiar inherente de las bacterias o adquirida durante el proceso infeccioso. Según la Organización

Mundial de la Salud (OMS), la resistencia antimicrobiana (RAM) es considerada como uno de los tres problemas cruciales que amenazan la salud humana y animal (84).

7.9.3.1 La resistencia bacteriana se clasifica principalmente en dos tipos:

- Resistencia intrínseca: capacidad innata de ciertas especies bacterianas para resistir la acción de determinados antibióticos, como resultado de características fisiológicas propias.
- Resistencia adquirida: ocurre cuando una bacteria previamente sensible desarrolla mecanismos específicos para evadir la acción de un antibiótico, generalmente como consecuencia de mutaciones genéticas o de la adquisición de genes de resistencia por transferencia horizontal (85).

7.9.3.2 Selección del antibiótico.

La elección de antibióticos en el periodo postquirúrgico se debe considerar varios factores, como el tipo de intervención realizada, la localización anatómica comprometida, el riesgo potencial de infección y la respuesta individual del paciente al tratamiento. Si bien es común el uso de cefalosporinas, penicilinas y fluoroquinolonas, es fundamental la selección del antibiótico según las necesidades específicas de cada caso (86).

Antibióticos de primera línea: corresponden a los antimicrobianos seleccionados como tratamiento inicial para una infección específica, a su efectividad clínica demostrada, perfil seguro, bajo costo y reducido impacto sobre la resistencia bacteriana. Entre los más empleados se encuentran las penicilinas (amoxicilina y penicilina V), cefalosporinas de primera generación (cefazolina), macrólidos (eritromicina) y doxiciclina (87).

Antibióticos de segunda línea: se consideran alternativas terapéuticas cuando los fármacos de primera línea resultan ineficaces, están contraindicados o existe resistencia bacteriana o alérgica. Entre estos se incluyen las cefalosporinas de segunda generación (cefuroxima), macrólidos alternativos (azitromicina), fluoroquinolonas (ciprofloxacino), aminoglucósidos (gentamicina) y estreptomina (86).

Antibióticos de tercera línea: están indicados en el tratamiento de infecciones severas o provocadas por microorganismos multirresistentes, así como en casos donde han fallado tratamientos anteriores. Dentro de este grupo se encuentran las cefalosporinas de tercera generación (ceftazidima y ceftriaxona), carbapenémicos (imipenem y meropenem), así como antimicrobianos de uso restringido como linezolid y vancomicina (87).

7.10 Betalactámicos.

Constituyen la clase más amplia y frecuente empleada en la práctica clínica. Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la etapa final de la síntesis de la pared celular bacteriana, lo que les confiere un efecto bactericida, aunque su actividad suele ser lenta y en gran medida independiente de las concentraciones plasmáticas. Estos compuestos se caracterizan por su baja toxicidad y un amplio margen terapéutico (88).

A lo largo del tiempo, su espectro de acción se ha ampliado mediante el desarrollo de nuevas moléculas con mayor eficacia frente a los bacilos Gram negativos. No obstante, la creciente aparición de mecanismos de resistencia adquirida ha reducido su utilidad en tratamientos empíricos y ha limitado su efectividad en determinadas situaciones (89).

7.10.1 Clasificación según su estructura química.

Se caracterizan por tener un anillo betalactámico de la que se han derivado varios grupos como: penicilinas, cefalosporinas, carbapenémicos, monobactamicos y los inhibidores de betalactamasas (90).

Tabla 4. Clasificación y estructura química.

| Grupo | Estructura química | Característica principal |
|---------------------------------|---|--|
| Penicilinas | Compuesto por un anillo betalactámico + anillo tiazolidina | Cadena lateral en posición 6 define sus propiedades farmacológicas |
| Ácido 6aminopenicilánico | Precursor estructural derivado de valina y caseína | Base de las penicilinas |
| Ácido clavulánico | Núcleo similar al ácido penicilánico con oxígeno en lugar de azufre (posición 3) | Mayor afinidad por betalactamasas, sin cadena lateral acilamino en posición 6 |
| Cefalosporinas | Estructura básica = núcleo cefem (anillo betalactámico + anillo dihidrotiacínico) | Estructura similar a las penicilinas; las cadenas laterales determinan la generación y propiedades |
| Carbapenémicos y Monobactamicos | Derivados del anillo betalactámico con variaciones estructurales | Mayor espectro y resistencia a betalactamasas |
| Inhibidores de betalactamasas | Estructuras químicas específicas como el ácido clavulánico | Inactivan enzimas bacterianas que degradan betalactámicos |

Autor: Gómez J, et al. Los betalactámicos en la práctica clínica.

7.11 Penicilinas.

Las penicilinas son consideradas como el betalactámico más representativo, se comenzó a utilizarse de forma masiva en la década de 1940. Posee una estructura química fundamental compuesta por un anillo betalactámico + un anillo tiazolidina, al cual se le incorpora una cadena lateral (R). Este núcleo básico es esencial para su actividad biológica, mientras que la cadena lateral es la responsable de definir varias de sus propiedades antibacterianas y farmacológicas específicas (91).

7.11.1 Mecanismo de acción.

Generalmente las bacterias cuentan con una pared celular de peptidoglicano que rodea su membrana plasmática, lo que les proporciona soporte estructural y evita que se rompan debido a la presión osmótica. Durante su crecimiento y reproducción, esta pared se está remodelando constantemente. La penicilina actúa bloqueando la formación de enlaces entre las cadenas de peptidoglicano, un proceso fundamental para mantener la integridad de la pared (92).

Este efecto se produce gracias a su unión con enzimas como la DD-transpeptidasa, conocidas como proteínas fijadores de la penicilina. El anillo β -lactámico de la penicilina se une de manera irreversible a estas enzimas, inactivándolas. Para aumentar su eficacia, la penicilina a menudo combina con inhibidores de β -lactamasa, como el ácido clavulánico, que impide que esta enzima bacteriana degrade el anillo β -lactámico, asegurando así su efecto antibacteriano (93).

7.11.2 Espectro.

El antibiótico muestra su mayor efectividad cuando las bacterias están plena fase de multiplicación, lo que significa que su acción es más potente en microorganismos jóvenes (94).

Tabla 5. Espectro bacteriano de las penicilinas

| Tipo | Espectro | Inactiva contra | Penicilinas |
|-----------------------|---|---|---|
| Penicilinas naturales | Grampositivas: Staphylococcus sp., Streptococcus sp. | | |
| | Grampositivas y Gramnegativas: Corynebacterium sp., Listeria monocytogenes, Pasteurella multocida, Haemophilus influenzae, Bacillus sp., Actinomyces sp. | Pseudomonas y Proteus sp., así como las productoras de β -lactamasas y enterobacterias. | Penicilina G sódica, potásica, procaínica, benzatínica y las biosintéticas como penicilina V. |
| | Anaerobios grampositivos y gramnegativos: Fusobacterium sp., Bacteroides sp., Clostridium sp. | | |
| | Espiroquetas: Leptospira sp. y Borrelia sp. | | |

| | | | |
|---|--|---|--|
| Aminopenicilinas | Enterobacterias: E. coli, Proteus mirabilis y Salmonella sp. | Pseudomonas sp., Bacteroides fragilis y Staphylococcus sp., productores de β -lactamasas. | Amoxicilina, ampicilina, hatacilina, bacampicilina, pivampicilina. |
| Penicilinas resistentes a lactamasas | β- Bacterias productoras de β -lactamasas resistentes a los grupos anteriores. | - | Cloxacilina, dicloxacilina, meticilina, nafcilina y oxacilina. |
| Penicilinas amplio espectro | de Bacterias grampositivas y gramnegativas: E. coli, Shingela sp., Salmonella sp., Proteus sp., Pseudomonas sp., Klebsiella sp., Enterobacter sp., Citrobacter sp., Serratia sp y Bacteroides fragilis. | - | Azlocilina, carbencilina, mezlocilina, piperacilina, ticarcilina. |

Autor: Giraldo N, Revisión de la historia de la penicilina.

7.11.3 Betalactámicos inhibidores de Betalactamasa (ácido clavulánico, sulbactam y tazobactam).

Uno de los principales mecanismos de la resistencia bacteriana es la producción de las betalactamasas. Ciertas betalactamasas producidas por gérmenes Gram negativos, Gram positivos, anaerobios y micobacterias pueden inactivarse mediante el uso de inhibidores de betalactamasas junto con antibióticos betalactámicos. Los inhibidores de betalactamasa ofrecen un mayor espectro antimicrobiano en comparación a sus análogos (95).

7.12 Amoxicilina + ácido clavulánico.

La actividad antimicrobiana de la combinación, además de incluir dentro de su rango a las bacterias comúnmente vulnerables a la amoxicilina (*Streptococcus* y *Salmonella*), abarca también las bacterias que generan betalactamasas de tipo II a VI, así como el *Staphylococcus aureus* que produce penicilinasas. Entre las bacterias que son responsables de la producción de estas betalactamasas se encuentran *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Branhamella catarrhalis*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas cepacia* y el anaerobio *Bacteroides fragilis*, entre otros (96).

Es importante señalar la asociación de amoxicilina + ácido clavulánico no presenta actividad bactericida contra aquellas bacterias que producen betalactamasas tipo I, como *Enterobacter sp* y *Pseudomonas aeruginosa*. Esta combinación tampoco resulta efectiva en el tratamiento de

infecciones causadas por bacterias resistentes a cloxacilina y meticilina, dado que la resistencia en estas bacterias se debe a la impermeabilidad de la pared celular al antibiótico (97).

7.12.1 Penicilinas de amplio espectro.

Las penicilinas anti-*Pseudomonas* y otras penicilinas de amplio espectro son eficaces; ante la gran mayoría de las bacterias sensibles que responden a las penicilinas habituales. Normalmente muestran un nivel de resistencia a las betalactamasas y suelen ser efectivas contra una o más tipos de microorganismos que son típicamente resistentes a las penicilinas. Entre los ejemplos se encuentra el uso de carbenicilina, piperacilina y ticarcilina contra *Pseudomonas aeruginosa* y varias cepas de *Proteus* (98).

7.13 Cefalosporinas.

Su mecanismo de acción implica la detección de la formación de la pared celular en las bacterias. En la actualidad siguen siendo una herramienta eficaz para combatir infecciones causadas por bacterias Gram positivas y Gram negativas, especialmente donde hay presencia de β -lactamasas, dado que estos antibióticos han demostrado tener una sólida resistencia a estas enzimas (99).

7.13.1 Resistencia bacteriana.

Las bacterias pueden desarrollar resistencia a las cefalosporinas a través de varios mecanismos, que pueden incluir la incapacidad del antibiótico para alcanzar el lugar donde implementa sus acciones, lo que resulta una notable reducción de la afinidad del antibiótico por dichas proteínas o la incapacidad de unirse a ellas (96).

La forma de resistencia más frecuente asociada a las cefalosporinas se debe a la destrucción de estas mediante la hidrólisis del anillo β -lactámico. Ciertos microorganismos Gram positivos producen grandes cantidades relativas de β -lactamasas; el lugar donde se encuentran sus enzimas en el espacio periplasmático puede influir de manera más efectiva en su habilidad para destruir cefalosporinas al llegar a sus blancos en la membrana interna (99).

7.14 Aminoglucósidos.

Los aminoglucósidos son un conjunto de medicamentos antimicrobianos empleados para tratar infecciones causadas por bacterias Gram negativas aeróbicas, su estructura química está compuesta por varios azúcares vinculados por enlaces glucósidos y poseen una estructura

altamente polar. Dentro de los grupos de los aminoglucósidos se encuentran la gentamicina, estreptomina, amikacina, tobramicina y neomicina (100).

Después de interactuar con la capa exterior de la membrana celular de las bacterias y penetrar la membrana interna, se enlazan a la subunidad ribosomal 30S, donde bloquean la producción de proteínas, causando la muerte del patógeno. Su efecto bactericida no depende del tiempo que las bacterias están expuestas, sino de la cantidad utilizada, por lo que el tratamiento debe estar enfocado en administrar la dosis más alta, pero teniendo en cuenta su beneficio o riesgo (101).

7.14.1 Gentamicina.

Antibiótico de amplio espectro de uso mayor en medicina veterinaria, tiene efecto sobre bacterias Gram negativas aerobias, incluyendo enterobacteriáceas, *Haemophilus* y *Pseudomonas*. También actúa sobre *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*, incluso a las cepas que producen penicilinas, pero su actividad sobre *Streptococcus* es muy limitada. No muestra ningún efecto sobre bacterias anaerobias (102).

7.15 Carbapenémicos.

Son antibióticos de tipo β -lactámico con un amplio espectro, potente efectividad y capacidad de resistencia frente a las β -lactamasas. El anillo carbapenem es un compuesto azobíclico que se forma mediante la unión de un anillo β -lactámico y un anillo pirrolidínico de cinco miembros e insaturado. Tiene un elevado rango de acción y son extremadamente eficaces contra bacterias tanto Gram negativas como Gram positivas (103).

7.16 Imipenem.

Antibiótico β -lactámico que proviene de la tienamicina y representa el primer miembro de la familia de los antibióticos carbapenem. Este fármaco posee diversas características que lo hacen altamente eficaz, tales como: su habilidad para penetrar de manera más efectiva en la pared celular de las bacterias, su resistencia a las enzimas producidas por las bacterias y su afinidad por todas las PBPs (Proteínas de unión a las Penicilinas) bacterianas (104).

Los gérmenes Gram negativos que son sensibles al imipenem incluye; *N. meningitidis*, *N. gonorrhoea*, *H. influenzae*, *M. catarrhalis*, *Acinetobacter*, *Aeromonas hydrophila*, *Campylobacter*, *Pasteurella multocida*, *E. coli*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Proteus*, *Serratia*, *Shigella* y *Yersinia*. El imipenem es excepcionalmente resistente a las β -lactamasas y es muy

eficaz contra *Enterobacteriaceae* que son resistentes a cefalosporinas de tercera generación (102).

7.17 Linezolid.

El linezolid es un tipo de oxazolidinona que actúa inhibiendo la síntesis de proteínas al unirse a la subunidad ribosomal 50S durante la formación del complejo de iniciación. Tiene un efecto bacteriostático contra *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina. Se emplea para tratar infecciones bacterianas Gram positivas multirresistentes en perros y gatos. Es crucial tener en cuenta que la sensibilidad a los medicamentos puede desarrollarse con el tiempo debido a la exposición repetida (105).

7.18 Vancomicina.

La vancomicina es un tipo de antibiótico que pertenece a la familia de los glicopéptidos. Su función principal es inhibir la formación de peptidoglicano en las bacterias Gram positivas y lo hacen creando complejos en los extremos peptidil-d-Ala-d-Ala que se encuentran en la superficie celular. La eficiencia depende del tiempo, lo que significa que necesita mantener concentraciones por encima de la concentración mínima inhibitoria (CMI) para ser efectiva (106).

8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

8.1 H1

Existe presencia de bacterias en suturas internas de heridas quirúrgicas en pacientes caninos y felinos intervenidos en la Clínica Veterinaria UTC.

8.2 H0

No existe presencia de bacterias en suturas internas de heridas quirúrgicas en pacientes caninos y felinos intervenidos en la Clínica Veterinaria UTC.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se acepta la hipótesis alternativa, debido a que se detectó presencia bacteriana en un porcentaje relevante de las suturas internas analizadas. El 40% de las muestras presentó crecimiento bacteriano de *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus saprophyticus*, lo que indica que, bajo las condiciones quirúrgicas implementadas por la Clínica Veterinaria UTC durante el periodo de análisis, existe una incidencia significativa de contaminación en el material de sutura interna.

9. METODOLOGÍA

9.1 Área de estudio.

El presente proyecto de investigación se ejecutó en la Clínica Veterinaria “UTC”, ubicada en la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga provincia Cotopaxi; se encuentra a una altitud de 2.707,06 m.s.n.m., con una latitud 1°00'04"S y longitud de 78°37'09"W. Temperatura media anual de Latacunga es 11° acompañado de un clima templado y posee 1.377 km² aproximadamente. Sus limitaciones son:

- Norte: limita con la provincia de Pichincha,
- Este: limita con la provincia de Napo,
- Oeste: limita con los cantones Sigchos, Pujilí y Saquisilí, - Sur: limita con el cantón Salcedo.

Gráfico 1. Ubicación geográfica de la Clínica Veterinaria UTC



Fuente: Geoportal

9.2 Metodología

Para la ejecución del proyecto de investigación se llevó a cabo la recolección de muestras en la Clínica Veterinaria UTC, durante el periodo agosto – diciembre 2024. En este periodo se

atendieron un total de 180 pacientes entre caninos y felinos, de los cuales 25 fueron sometidos a diferentes procedimientos quirúrgicos. Para el presente estudio se tomó una muestra representativa de 20 pacientes quirúrgicos (Tabla 6), con el objetivo de evaluar la presencia de contaminación bacteriana en las suturas internas (heridas quirúrgicas) durante el periodo postquirúrgico.

9.3 Tipo de Investigación.

El presente estudio corresponde a una investigación de tipo descriptiva no experimental, en tanto que no se modificó ninguna variable, sólo se está identificado el tipo de bacterias existentes en suturas internas en los procesos quirúrgicos y su enfoque es transversal, dado que las muestras fueron recolectadas en un momento específico sin realizar seguimiento a largo plazo.

9.4 Técnicas utilizadas.

Mediante cultivos en agar sangre, MacConkey y caldo tioglicolato, seguidos de tinción de Gram y antibiogramas, se identificó predominio de *Staphylococcus saprophyticus* (75%) y *S. aureus* (25%) en suturas internas de pacientes quirúrgicos caninos/felinos, con resistencia a imipenem y metronidazol. La mayor contaminación se asoció a ovariectomías, evidenciando la necesidad de optimizar protocolos quirúrgicos y uso de antibióticos.

9.5 Manejo de la Investigación.

El diseño metodológico del presente estudio fue de tipo descriptivo y transversal. Se consideró descriptivo porque tuvo como finalidad caracterizar y analizar la presencia de contaminación bacteriana en suturas internas de heridas quirúrgicas, sin manipular variables ni establecer relaciones causales. Este tipo de diseño permite observar y documentar fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, proporcionando una visión detallada de la situación estudiada.

Transversal debido a que la recolección de datos se realizó en un solo momento del tiempo o en un periodo determinado, específicamente durante el postoperatorio de los pacientes quirúrgicos atendidos entre agosto y diciembre de 2024.

La muestra estuvo constituida por 20 pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos. Los datos recolectados fueron registrados y organizados en hojas de cálculo mediante el software Microsoft Excel, lo que permitió un manejo ordenado, sistemático y eficiente de la información para su posterior análisis. Para el análisis estadístico, se emplearon frecuencias absolutas y

relativas con el objetivo de describir y correlacionar variables clave, tales como la presencia de bacterias y el tipo de cirugía realizada. Este enfoque facilitó la identificación de patrones y posibles asociaciones entre las variables estudiadas durante el periodo postquirúrgico. }

A fin de sustentar la representatividad de la muestra seleccionada, se aplicó la fórmula estadística para el cálculo del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Parámetros n = Tamaño de población (pacientes

quirúrgicos).

Nivel de Confianza (%) 90% (Z = 1.645) 95% (Z = 1.96) 99% (Z = 2.576)

p = Probabilidad de éxito esperada Para máxima varianza 0.5 (50%) e =

Error máximo aceptado

0.05 = 5% de error, 0.10 = 10% de error

Valores Calculados

N (Población): 25 pacientes

Z (Confianza 95%): 1.96

p (Probabilidad): 50.0% q (1

- p): 50.0%

E (Error máximo): 5.0%

Tamaño de muestra requerido: **20** pacientes.

9.7 Recolección de muestras.

La obtención de las muestras estuvo a cargo del docente cirujano responsable, bajo condiciones estrictas de asepsia. Para ello, se utilizaron pinzas estériles con las cuales se seccionó cuidadosamente el extremo remanente de la sutura interna. Posteriormente, el fragmento fue

retirado y luego se depositó de forma inmediata en un tubo estéril, previamente destinado para su análisis microbiológico.

Cada muestra fue rotulada de manera individual, asignándosele un número correlativo e incluyendo los datos relevantes: nombre del paciente, tipo de intervención quirúrgica y fecha de recolección.

Posteriormente, las muestras fueron colocadas en una gradilla y almacenadas en un contenedor isotérmico (cooler), a una temperatura constante en su interior, independientemente de la temperatura exterior a fin de mantener condiciones adecuadas de conservación durante el transporte. Finalmente, fueron remitidas de manera inmediata al laboratorio clínico “Histolab”, donde se efectuó el análisis bacteriológico correspondiente.

Tabla 6. Datos de pacientes quirúrgicos.

| N° | CIRUGÍA | ESPECIE | SEXO |
|----|----------------------------|---------|--------|
| 1 | Biopsia exicional | Canino | Macho |
| 2 | Biopsia exicional | Canino | Macho |
| 3 | Ovariohisterectomía | Canino | Hembra |
| 4 | Ovariohisterectomía | Canino | Hembra |
| 5 | Exéresis de cabeza femoral | Canino | Hembra |
| 6 | Ovariohisterectomía | Canino | Hembra |
| 7 | Ovariohisterectomía | Canino | Hembra |
| 8 | Caudectomía | Canino | Macho |
| 9 | Manejo de heridas | Felino | Macho |
| 10 | Ovariohisterectomía | Canino | Hembra |
| 11 | AFEx | Canino | Macho |
| 12 | Uretrostomía | Felino | Macho |
| 13 | Ovariohisterectomía | Felino | Hembra |
| 14 | Ovariohisterectomía | Felino | Hembra |
| 15 | Ovariohisterectomía | Canino | Hembra |
| 16 | Ovariohisterectomía | Canino | Hembra |
| 17 | Ovariohisterectomía | Canino | Hembra |
| 18 | Manejo de heridas | Canino | Macho |
| 19 | Amputación | Canino | Macho |
| 20 | Amputación | Canino | Macho |

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1 Resultados de las muestras.

Los datos obtenidos del análisis del cultivo bacteriano de 20 muestras de suturas internas procedentes de heridas quirúrgicas, recolectadas de pacientes caninos y felinos en la Clínica Veterinaria UTC (Tabla 7), mostraron que el 40% de las muestras resultaron positivas para la presencia de bacterias, indicando contaminación en las suturas internas. Por otro lado, el 60% restante fue negativo, sin evidencia de crecimiento bacteriano.

Tabla 7. Resultados de las muestras.

| Resultado bacteriano | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|-----------------------------|-------------------|-----------------------|
| Positivo | 8 | 40% |
| Negativo | 12 | 60% |
| Total | 20 | 100% |

Estudios a nivel Internacional estiman que las infecciones nosocomiales quirúrgicas en hospitales veterinarios oscilan entre el 3 % y el 18,5 % (6). Sin embargo, en el presente análisis, el 40 % de las muestras resultaron positivas, superando ampliamente los márgenes reportados. Este hallazgo sugiere una posible relación con factores específicos del entorno clínico, como el tipo de material de sutura empleado, las condiciones del quirófano o la inadecuada aplicación de protocolos de bioseguridad.

10.2 Tipificación de bacterias.

La tipificación de bacterias aisladas en suturas internas tras el cultivo bacteriano, dando un total de 8 casos positivos (Tabla 8).

Tabla 8. Tipificación de bacterias en muestras positivas.

| Bacteria identificada | Frecuencia | Porcentaje (%) |
|------------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>S. saprophyticus</i> | 6 | 75% |
| <i>S. aureus</i> | 2 | 25% |

Estos hallazgos concuerdan con lo señalado por Martins, quien describe a *Staphylococcus saprophyticus* como un comensal común en la piel de caninos y felinos. Esta especie se distingue por su resistencia a la novobiocina y su capacidad de persistir en entornos hospitalarios, incluyendo superficies e instrumentos quirúrgicos, con una presencia reportada de hasta el 65 %. Además, posee una notable capacidad de adherencia a materiales quirúrgicos, como las suturas de tipo multifilamento, mediante la formación de biopelículas compuestas por polisacáridos, proteínas y ADN (56).

En contraste Gherardi, mencionó que *Staphylococcus aureus*, aunque clínicamente es más relevante por su potencial patogénico, producción de toxinas, enzimas líticas y su capacidad para provocar infecciones graves como sepsis, endocarditis u osteomielitis, presentó una menor frecuencia en los cultivos bacterianos. Esta especie se caracteriza por su resistencia a la noboviocina y su capacidad para sobrevivir en entornos hospitalarios, donde puede encontrarse hasta el 30 % de las superficies e instrumentos quirúrgicos (48).

10.3 Sensibilidad antibiótica en pacientes caninos y felinos.

Los resultados muestran la sensibilidad antibiótica de bacterias aisladas en suturas internas de pacientes caninos y felinos. Linezolid y Clindamicina presentaron la mayor efectividad con 75% y 60% de máxima sensibilidad respectivamente. En contraste, Metronidazol mostró resistencia completa (100%) mientras que Penicilina evidenció alta resistencia (66.7%).

Tabla 9. Sensibilidad antibiótica en pacientes caninos y felinos.

| Antibiótico | Máxima | % | Moderada | % | Mínima | % | Resiste | % |
|---------------------------------|--------|-------|----------|------|--------|-------|---------|-------|
| | | | | | | | n | % |
| Linezolid | 3 | 75% | 1 | 25% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| Clindamicina | 3 | 60% | 1 | 20% | 0 | 0% | 1 | 20% |
| Amoxicilina + ácido clavulánico | 1 | 25% | 1 | 25% | 1 | 25% | 1 | 25% |
| Levofloxacina | 1 | 50% | 1 | 50% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| Sulbactam ampicilina | 1 | 16.7% | 3 | 50% | 0 | 0% | 2 | 33.3% |
| Eritromicina | 1 | 50% | 1 | 50% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| Gentamicina | 0 | 0% | 4 | 100% | 0 | 0% | 0 | 0% |
| Doxiciclina | 0 | 0% | 3 | 50% | 3 | 50% | 0 | 0% |
| Ciprofloxacina | 0 | 0% | 1 | 25% | 3 | 75% | 0 | 0% |
| Sulfatrimetoprin | 0 | 0% | 3 | 50% | 1 | 16.7% | 2 | 33.3% |
| Penicilina | 0 | 0% | 0 | 0% | 2 | 33.3% | 4 | 66.7% |
| Dicloxacilina | 0 | 0% | 0 | 0% | 2 | 100% | 0 | 0% |
| Metronidazol | 0 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 6 | 100% |
| Imipenem | 0 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 2 | 100% |

Los resultados obtenidos revelan patrones significativos de resistencia antibiótica en bacterias aisladas de suturas internas en pacientes caninos y felinos, hallazgos que concuerdan con la tendencia global de incremento en la resistencia antimicrobiana en medicina veterinaria. Como advirtió Sir Alexander Fleming, "el uso de antimicrobianos puede, y llevará, a resistencia" (85), lo cual se evidencia claramente en nuestros resultados.

La resistencia completa al Metronidazol era esperada, ya que este fármaco es activo únicamente contra bacterias anaeróbicas estrictas, mientras que las especies de *Staphylococcus* son aeróbicas facultativas. Según Giono, este tipo de microorganismos no solo presenta una resistencia natural al metronidazol, sino que además puede sobrevivir en presencia de oxígeno, lo que limita la eficacia de dicho fármaco (84). Por otro lado, la alta resistencia a Penicilina refleja la producción de β -lactamasas, especialmente frecuente en *S. aureus*, lo que explica la necesidad de combinaciones como Amoxicilina + ácido clavulánico.

10.4 Comparación de sensibilidad antibiótica por bacteriana.

Evaluación de la comparación de la respuesta de *Staphylococcus saprophyticus* y *Staphylococcus aureus* frente a distintos antibióticos (Tabla 10).

Tabla 10. Comparación de sensibilidad por bacteria.

| Antibiótico | <i>Staphylococcus saprophyticus</i> | <i>Staphylococcus aureus</i> | Comparación |
|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------|
| Linezolid | Mínima | Mínima | ↑ |
| Clindamicina | Máxima | Moderada | ↑ |
| Amoxicilina + ácido clavulánico | Moderada | Mínima | ↑ |
| Levofloxacina | Máxima | Moderada | ↑ |
| Sulbactam ampicilina | Moderada | Mínima | ↑ |
| Eritromicina | Moderada | Moderada | = |
| Gentamicina | Moderada | Moderada | = |
| Doxiciclina | Moderada | Mínima | = |
| Ciprofloxacina | Moderada | Mínima | ↑ |
| Sulfatrimetoprin | Mínima | Mínima | = |
| Penicilina | Mínima | Resistente | ↑ |
| Dicloxacilina | Moderada | Mínima | ↑ |
| Metronidazol | Mínima | Resistente | ↑ |
| Imipenem | Resistente | Resistente | = |

La comparación entre *Staphylococcus saprophyticus* y *Staphylococcus aureus* evidencia diferencias clave en sus patrones de resistencia a los antibióticos, lo que refleja tanto la diversidad de sus nichos ecológicos como su distinto grado de patogenicidad. Mientras que *S. saprophyticus* tradicionalmente se asocia con infecciones del tracto urinario en humanos y ocasionalmente actúa como patógeno oportunista, *S. aureus* representa uno de los patógenos más virulentos y adaptables en medicina veterinaria.

10.5 Relación entre tipo de cirugía y presencia bacteriana.

La relación el tipo de cirugía y presencia bacteriana de los procedimientos quirúrgicos muestra, con mayor frecuencia de contaminación bacteriana fueron las ovariectomías y las

biopsias exicionales, seguidos por caudectomía que indica un resultado positivo. En contraste, procedimientos como amputaciones, manejo de heridas, AFEx, uretrotomía y exéresis de cabeza femoral no presentaron crecimiento bacteriano en las suturas internas (Tabla 11).

Tabla 11. Relación entre cirugía y bacteria.

| Tipo de cirugía | Total casos | Casos positivos | Bacterias encontradas |
|----------------------------|--------------------|------------------------|--|
| Ovariohisterectomía | 8 | 5 | <i>S. saprophyticus</i> , <i>S. aureus</i> |
| Biopsia exicional | 2 | 2 | <i>S. saprophyticus</i> , <i>S. aureus</i> |
| Caudectomía | 1 | 1 | <i>S. saprophyticus</i> |
| Manejo de heridas | 2 | 0 | - |
| Amputación | 2 | 0 | - |
| AFEx | 1 | 0 | - |
| Uretrotomía | 1 | 0 | - |
| Exéresis de cabeza femoral | 1 | 0 | - |
| Total | 20 | 8 | |

Entre los procedimientos con mayor número de infecciones se encuentran la ovariohisterectomía, con 8 casos realizados y 4 positivos (50%), y la biopsia exicional, que presentó positividad en el 100% de los casos (2 de 2). En ambos procedimientos se identificaron las bacterias *Staphylococcus saprophyticus* y *Staphylococcus aureus*, microorganismos Gram positivos comúnmente asociados al microbiota cutáneo de animales y humanos, concordando con lo mencionado por Cuervo, que pueden convertirse en patógenos oportunistas bajo condiciones propicias, como la invasión quirúrgica (46). La caudectomía, aunque representada por un único caso, también mostró crecimiento bacteriano con presencia de *S. saprophyticus*, lo cual llama la atención sobre la posible vulnerabilidad de este procedimiento frente a la contaminación, a pesar de su relativa simplicidad.

En contraste, otros procedimientos como el manejo de heridas, amputaciones, uretrotomía, AFEx y la exéresis de cabeza femoral no presentaron casos positivos, lo que podría estar relacionado con un adecuado control de asepsia, menor tiempo quirúrgico o una menor exposición del sitio operatorio a contaminantes externos. La ausencia de infección en estas cirugías también puede estar influenciada por un adecuado seguimiento postoperatorio y manejo de heridas, factores críticos en la prevención de infecciones nosocomiales.

Respecto a la microbiología, se evidenció que *Staphylococcus saprophyticus* estuvo presente en la totalidad de los casos positivos 100%, mientras que *Staphylococcus aureus* se identificó en el 75% de ellos. La elevada frecuencia de *S. saprophyticus* sugiere que este microorganismo

es un contaminante habitual en el entorno quirúrgico y posiblemente parte de la flora comensal de los pacientes, capaz de colonizar heridas cuando las condiciones inmunológicas y ambientales lo permiten (56). Por su parte, la presencia de *S. aureus*, conocida por su potencial patogenicidad y resistencia a múltiples antibióticos, representa un riesgo clínico que debe considerarse en la formulación de protocolos de profilaxis antibiótica.

De acuerdo con los resultados, la ovariectomía tiene mayor potencial de contaminación microbiana porque, aunque externamente suele resolverse con un único abordaje, intracavidad se generan al menos tres focos de ligadura y hemostasia: uno por cada pedículo ovárico (derecho e izquierdo) y otro a nivel del cuerpo uterino (14). Cada uno de estos puntos implica más manipulación tisular, mayor número de hemostatos, más material de sutura y más nudos, aumentando las oportunidades de transferencia bacteriana por contacto (guantes, instrumental, campos) y de colonización de material inerte (sutura) por parte de cocos Gram positivos cutáneos como *Staphylococcus spp.*

Además, la hemostasia en tres pedículos prolonga el tiempo quirúrgico efectivo y eleva el volumen total de sutura implantado, dos factores consistentemente asociados con un mayor riesgo de infecciones del sitio quirúrgico. Zuñiga mencionó, que la presencia de sangrado y coágulos residuales alrededor de los muñones ováricos y uterino actúan como sustratos nutritivos y favorecen la formación de biopelículas; a esto se suma el efecto capilar de suturas multifilamento, que puede vehiculizar bacterias hacia el interior del tejido (15). La respuesta inflamatoria local generada por múltiples nudos y mayor masa de sutura también puede comprometer la perfusión tisular y retardar la depuración inmunológica de contaminantes.

Desde una perspectiva quirúrgica y microbiológica, se recomienda el uso de una sutura individual y estéril para cada muñón ovárico y uterino durante la ejecución de la ovariectomía en pacientes caninos y felinos. Esta práctica reduce significativamente el riesgo de contaminación cruzada entre los diferentes planos tisulares manipulados durante la cirugía, especialmente en procedimientos prolongados o con alta manipulación intraabdominal. Cada muñón constituye un punto crítico de hemostasia y representa una vía potencial de entrada para microorganismos, por lo que el uso de material de sutura diferenciado garantiza una mayor seguridad aséptica.

Adicionalmente, al emplear una sutura exclusiva por cada muñón, se limita la exposición de los materiales quirúrgicos a secreciones, sangre o restos tisulares de otras zonas intervenidas, lo

que disminuye la probabilidad de colonización bacteriana de las fibras del hilo. Esta medida es particularmente relevante en ambientes con alta circulación bacteriana o en pacientes inmunológicamente comprometidos, donde incluso una baja carga microbiana puede desencadenar una infección postoperatoria.

Desde el punto de vista del control de infecciones, esta estrategia también facilita la trazabilidad en caso de complicaciones, permitiendo al cirujano identificar si la infección se relaciona con un punto específico del procedimiento. Por tanto, la implementación de suturas separadas no solo mejora la calidad del cierre quirúrgico, sino que también constituye una medida preventiva eficaz en la reducción de infecciones asociadas a procedimientos de esterilización

Por lo tanto, para reducir la incidencia de infecciones en la ovariectomía, se recomienda optimizar el tiempo quirúrgico, emplear suturas monofilamento sintéticas absorbibles de mínima longitud, realizar lavado peritoneal templado antes del cierre. Además, se debe revisar la técnica de ligadura de pedículos y cambiar guantes o instrumental si hay contaminación visible. Estas medidas buscan disminuir la carga microbiana inicial y prevenir la colonización bacteriana de las suturas internas.

11. IMPACTOS

11.1 Impacto Técnico:

Los hallazgos del presente estudio generan múltiples contribuciones técnicas para optimizar la práctica quirúrgica veterinaria. La implementación de protocolos de asepsia quincenal en el quirófano, incluyendo la desinfección sistemática de instrumental y equipos médicos, con frecuencia ajustada según el volumen de procedimientos quirúrgicos realizados, constituye una medida preventiva fundamental respaldada por los resultados obtenidos.

Asimismo, el estudio promueve la implementación de protocolos de uso racional y dirigido de antimicrobianos, alejándose de la terapia empírica hacia un enfoque basado en evidencia microbiológica específica. Los resultados obtenidos sirven como fundamento científico para actualizar y estandarizar los procedimientos técnicos institucionales, estableciendo criterios objetivos para la selección antibiótica según el perfil de sensibilidad identificado.

Estas acciones, en su conjunto, contribuyen al bienestar animal, fortaleciendo la salud pública y promoviendo la medicina veterinaria más ética y comprometida con el cuidado del medio ambiente.

12. CONCLUSIONES

- Los análisis microbiológicos realizados sobre suturas internas postquirúrgicas evidenciaron una alta prevalencia de *Staphylococcus saprophyticus* (75%) y *Staphylococcus aureus* (25%), ambas bacterias oportunistas asociadas comúnmente a la flora cutánea y capaces de formar biopelículas. Este hallazgo confirma que las suturas internas, particularmente en procedimientos abdominales, representan un medio favorable para la colonización microbiana, destacando la importancia de intensificar medidas de asepsia durante su manipulación.
- Las pruebas de sensibilidad antibiótica (antibiogramas) revelaron que ambas especies bacterianas mostraron resistencia significativa a imipenem y metronidazol, mientras que fueron sensibles a levofloxacina y clindamicina. Estos resultados resaltan la necesidad de evitar el uso empírico de antibióticos y de realizar antibiogramas individualizados antes de instaurar un tratamiento antimicrobiano, con el fin de evitar la selección de cepas multirresistentes y mejorar la eficacia de la recuperación postoperatoria.
- Se estableció una relación directa entre la frecuencia de infecciones bacterianas y el tipo de procedimiento quirúrgico realizado, siendo más común en cirugías como ovariectomía, biopsias excisionales y caudectomías. En particular, la ovariectomía presentó una tasa del 50% de positividad, posiblemente por la realización de múltiples ligaduras internas expuestas a contaminantes. Este patrón sugiere que las cirugías de cavidad abdominal o con mayor manipulación tisular deben considerarse de riesgo elevado y abordarse con protocolos reforzados de bioseguridad y control de infecciones.

13. RECOMENDACIONES

- Implementar protocolos estrictos de asepsia y antisepsia durante la manipulación y colocación de suturas internas, especialmente en cirugías abdominales, donde la probabilidad de contaminación bacteriana es mayor.
- Se recomienda el uso de suturas monofilamento sintéticas absorbibles, que presentan menor riesgo de retención bacteriana y formación de biopelículas, así como reducir la longitud del material utilizado para minimizar el área de exposición.
- Evitar el uso empírico de antibióticos en procedimientos quirúrgicos. En su lugar, se debe realizar pruebas de sensibilidad antimicrobiana (antibiograma) en casos sospechosos de infección, con el fin de seleccionar el tratamiento más eficaz y reducir el riesgo de resistencia bacteriana. Se sugiere incluir levofloxacina o clindamicina como antibióticos de elección inicial, únicamente cuando no sea posible realizar antibiograma de forma inmediata y exista indicación clínica precisa.
- Considerar procedimientos como ovariectomía, biopsias exicionales y caudectomías como cirugías de riesgo bacteriano elevado. En estos casos, se recomienda:
 - Realizar lavado peritoneal templado antes del cierre para eliminar coágulos y residuos.
 - Utilizar una sutura estéril independiente para cada muñón ovárico y uterino.
 - Manipulación delicada de los tejidos, correcta hemostasia, eliminación de espacios muertos.
 - Reforzar la capacitación del personal en técnicas de ligadura, tiempos quirúrgicos óptimos y recambio de guantes/instrumental en caso de contaminación visible.
- Continuar con investigaciones futuras sobre otros tipos de biomateriales quirúrgicos.

14. BIBLIOGRAFÍA

1. Badia Pérez J, Guirao Garriga X. Infecciones Quirúrgicas. Guías Clínicas de la Asociación Española. 2016; 128(1).
2. Lardino G, Portillo Olivera B, Florentinl J, Santos C, Schiaffi AL, Hrdalo JC, et al. Autoevaluación del desempeño profesional de un equipo quirúrgico en castraciones masivas en caninos y felinos realizadas con un quirófano móvil en el sur de la provincia de Santa Fe. [Online].; 2017.. Disponible en:
<file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/Dialnet70AutoevaluacionDelDesempenoProfesionalDeUnEquipoQ-6312412.pdf>.
3. Pedregosa B, Salas J, Devesa E, Ariso P, Moreno V, Roig M, et al. Bacterial aggregation in the suture materials usually used in oral. Scielo. 2020; 36(1).
4. Troncoso Toro I, Fischer Wiethuchter , Pardo Contreras K, Urrutia Valenzuela F, Sánchez Leiva N. Identificación y sensibilidad antimicrobiana de bacterias potencialmente responsables de infecciones nosocomiales en medicina veterinaria. Revista Científica Dialnet. 2020;(40).
5. Arribas Blanco J, Catello Fortet J, Rodriguez Pata N, Sánchez Olaso A, Marin Guztke M. Suturas básicas y avanzadas en cirugía menor (III). Elsevier. 2012; 28(2).
6. Alonso Ibarra MdR, Silva MdC, Zacapala Gomez AE, Barrios Casarrubias A, Muñoz Castillo MS. Frecuencia de infecciones bacterianas de heridas quirúrgicas en dos hospitales de Chilpancingo, Guerrero. Artemisa. 2009; 34.
7. Buriticá E, Echeverry D, Jaimes J, Gomez A. Control antimicrobiano integral: estrategia contra las infecciones nosocomiales en vetrinaria. Revista Colombiana de Ciencia Animal. 2012; 5(1).
8. Lindenberg. Veterinary surgery: advancements and aplicaciones in animal care. Journal of Veterinary Medicine and Health. 2023; 7(3).
9. Beliarde A. Cirugía de mínima invasión en veterinaria: evolución, impacto y perspectivas para el futuro. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. : p. 84-98.
10. Romero Nuñez C. Esteripharma. [Online].; 2024.. Disponible en:
https://www.vanguardia veterinaria.com.mx/_files/ugd/d5d8b6_b292d5e60652413f9ca39bbd3d2b46f4.pdf?index=true.

11. Donoso Palomeque MS, Cevallos Tapia AdR, Espinel García JT, Vélez Franco MM. Rol de la enfermería en el manejo del paciente quirúrgico con comorbilidades: desafíos y estrategias. *Reciamuc*. 2024; 8(2).
12. Perales Benito A. Repositorio udl. [Online].; 2019.. Disponible en: <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/e7a67edf-e3cb-4bea-99627e32caadd3e/content>.
13. Mendieta Bermeo EG, Minchala Urgilés RE. Cuidados y complicaciones postquirúrgicas. *Revista médica HJCA*. 2018; 10(3).
14. Cornejo Coronel E. Repositorio digital UCSG. [Online].; 2024. Acceso 14 de Febrero de 2024. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/22422/1/T-UCSG-PRE-TECCMV-149.pdf>.
15. Zuñiga Cobos DE. Universidad de Cuenca. [Online].; 2012.. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/21579416/tecnicas-de-ovariohisterectomia-en-la-especie-canina->.
16. Sandoval Ojeda J. Universidad Autónoma Metropolitana. [Online].; 2024. Acceso 2 de Febrero de 2024. Disponible en: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/retrieve/6846d4f5-46c3-45b5a687-2e5486df1ad7/252968.pdf>.
17. *Oncol Res Rev. Onchological review to pet medicine. oat.* : p. 1-2.
18. Vergel Torrado RY. Universidad Cooperativa de Colombia. [Online].; 2024.. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/e4fae6d5-97f6-4a9f-aca4ae124d95a69c/content>.
19. López Huaman RJ. Evolución de la traumatología y ortopedia veterinaria. *Journal of the Selva Andina Animal Science*. : p. 57-58.
20. Selva Andina J. Evolución de la traumatología y ortopedia veterinaria. *Selva Andina Animal Science*. : p. 57-58.
21. Loughlin M. Complicaciones de la cirugía del tracto urinario inferior en animales pequeños. Elsevier. : p. 889-913.

22. Smeak D. Urethrotomy and urethrostomy in the dog. Pubmed. : p. 25-34.
23. Lujano Guzmán AC. Validation of the instillation technique Advanced Wound Management in Veterinary Medicine. Salud, ciencia y tecnología. 2022; 3(1).
24. Otter , Gamble L, Mazeri S, Handel I, Bronsvort B, Mellanby R, et al. Investigación de complicaciones quirúrgicas a corto plazo en una clínica de esterilización de perros con bajos recursos y gran volumen de pacientes en India. Pubmed central. 2018;(10.1186/s12917-0181378-3).
25. Aragonés C, Molina Castell M. Material de sutura en la farmacia hospitalaria. Farmacéutico hospitales. : p. 5-17.
26. Buitrago Jaramillo J. Materiales de sutura. Researchgate. 2019.
27. Zárate G, Fuentes R. Materiales de sutura. Medfinis. 2019.
28. Torres Alvarez AY. Principios básicos de sutura en Medicina Veterinaria. [Online].; 2023. Acceso 24 de Octubre de 2022. Disponible en: <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/retrieve/116a5eb0f1ce-4165-9d10-cf68c8853496/251382.pdf>.
29. Pacheco Ceballos M, Torres Velázquez M, Oropeza Martínez M, Villegas Velázquez I, Ruiz Ortega M. Comparison of healing times between N-butyl cyanoacrylate. Scielo. : p. 35-42.
30. González Cely M, Miranda Díaz A, Alviar JD. Principios en técnicas de suturas de piel: una guía para estudiantes. Médicas UIS. 2018; 31(2).
31. Thieman Mankin K, Cohen N. Randomized, controlled clinical trial to assess the effect of antimicrobial-impregnated suture on the incidence of surgical site infections in dogs and cats. J Am Vet Med Assoc. : p. 62-69.
32. Lekic N. Materiales de sutura, agujas y métodos de cierre de la piel: lo que todo cirujano de mano debe saber. Sciencedirect. : p. 171.
33. Dart AJ. Suture Material: Conventional and Stimuli Responsive. Researchgate. 2011.
34. Akinrinmade J, Lawal O. Gross and Histologic Evaluation of Abdominal Adhesions Associated with Chromic Catgut and Polypropylene. Scielo. : p. 1221-1225.

35. Trott A. Instruments, Suture Materials, and Closure Choices. Researchgate. : p. 82-94.
36. Araujo Ribeiro DK, Alencar Macebo CL. 116Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG –Vol. 4, no 1, jan/jun 2021SÍNTESE DA CAVIDADE ABDOMINAL EM OVARIOHISTERECTOMIA ELETIVA EM CANINOS E FELINOS. Centro universitario. 2021; 4(1).
37. Núñez Castro M, Pacheco Sancho JD, Sánchez Montero M, Pacheco Pizarro J. Materiales de Sutura de elección (absorbibles y no absorbibles) en la práctica de medicina y cirugía general. Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad de Iberoamérica. 2018; I(1).
38. Fernandez Sobrados J, Lino Gamarra J. Universidad Norbert Wiener. [Online].; 2018.. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7cf6e9b4-8f9c48bb-a2c7-2108cd071148/content>.
39. Devi V, Ray R, Koduri S, Moharana AK, Deepak T. Equivalencia clínica de la sutura de ácido poliglicólico y la sutura de poliglactina 910 para el cierre del tejido subcutáneo después de una cesárea: un estudio aleatorizado simple ciego. Dovepress. : p. 27-36.
40. Hazim Al-Hyani O, Khalaf Ali A. Effect of different suture materials on healing of blood vessels in dogs. Researchgate. : p. 77-82.
41. Faiz Tuma JR. National Library of Medicine. [Online].; 2023. Acceso 28 de Agosto de 2023. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/translate.google/books/NBK539891/? x tr sl=en& x tr tl=es& x tr hl=es& x tr pto=tc>.
42. Torres Peñafiel BX, Villalva Benavides MF, Delgado Conforme WA. Técnicas de suturas y cierre de heridas. Reciamuc. : p. 393-411.
43. Schneider A, Feussner H. Cirugía clásica (abierta). Sciencedirect. : p. 221-267.
44. Caycedo Lozano L, Corrales Ramírez LC, Trujillo Suárez DM. Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. Scielo. 2021; 19(36).
45. Vargas Flores T, Kuno Vargas A. Morfología Bacteriana. Scielo. 2014; 49.

46. Cuervo Parra J, Aparacio Burgos J, Pérez España V, Morales Ovando M, Peralta Gil M, Romero Cortes T. Bioquímica de pared celular de Gram positivas y Gram negativas. Boletín científico de ciencias básicas e ingeniería. : p. 1-8.
47. Pasachova Garzón J, Ramírez Martínez S, Muñoz Molina L. Staphylococcus aureus: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. Scielo. 2019; 17(32).
48. Gherardi G. Staphylococcus aureus infection: pathogenesis and antimicrobial resistance. International journal of molecular sciences. 2023.
49. Peng Q, Tang X, Dong W, Sol N, Yuan W. Una revisión de la formación de biopelículas de Staphylococcus aureus y su mecanismo de regulación. Pubmed. 2022; 1(12).
50. Lowy F. Staphylococcus aureus infections. The new england journal of Medicine. 2018; 339(8).
51. Roy S SSDADSSMSGNBPKSMSSGPBBPHBVWDSC. Staphylococcus aureus biofilm infection compromises wound healing by causing deficiencies in granulation tissue collagen. Ann surg. Pubmed. 2020; 276(6): p. 1174-1185.
52. Diaz Ruiz E, Villalobos de Bastardo LB, Velasquez Vottelerd P, Anton Cordova K. Antimicrobial susceptibility of staphylococcus spp. strains isolated from the nursing personnel of neonatology unit in the University Hospital. Scielo. 2016; 28(3): p. 558-565.
53. Castañeda Narváez JL, Ordoñez Ortega J. La supervivencia de los gérmenes intrahospitalarios en superficies inanimadas. Revista de Enfermedades Infecciosas..
54. Constanza Muñoz L, Pinilla G, Navarrete J. Biopelícula en staphylococcus spp.: estructura, genética y control. Microbiol. : p. 18-29.
55. Argemi X, Hansmann Y, Prola K, Prévost G. Patogenómica de los estafilococos coagulasa negativos. Int J Mol Sci. 2019; 20(5).
56. Martins K FAPVPLdOAdCM. In vitro Effects of Antimicrobial Agents on Planktonic and Biofilm forms of staphylococcus saprophyticus isolated from patients with urinary tract infections. Front Microbiol. 2019.
57. Hashemzadeh M DANRJFAZ. Study of biofilm formation, structure and antibiotic resistance in Staphylococcus saprophyticus strains causing urinary tract infection in women in Ahvaz, Iran. New Microbes New Infect. 2020.

58. Ehlers S MS. Infección por *Staphylococcus saprophyticus*. StatPearls Publishing. 2023.
59. Silva K SLSGBCNEPJFWGdMMSCPRJ. *Staphylococcus saprophyticus* Proteomic Analyses Elucidate Differences in the Protein Repertoires among Clinical Strains Related to Virulence and Persistence. *Pathogens*. 2020; I(9).
60. Cáceres M EAPN. Effects of the culture medium and the methodology applied on the biofilm formation of 2diarrheagenic *Escherichia coli* strains. *Rev Argent Microbiol*. 2019; 51(3): p. 208213.
61. Anjum M SHBSBT. The potential of using *E. coli* as an indicator for the surveillance of antimicrobial resistance (AMR) in the environment. *Curr Opin Microbiol*. 2021;(64): p. 152158.
62. Van Elsas J SACRTJ. Survival of *Escherichia coli* in the environment: fundamental and public health aspects. 2011.
63. Vélez M CREAPN. Shiga toxin producing *Escherichia coli*: the challenge of adherence to survive. *Rev Argent Microbiol*. 2023;; p. 100-107.
64. Sharma G SSSPCDDSGSGR. *Escherichia coli* biofilm: development and therapeutic strategies. *J Appl Microbiol*. 2016.
65. Mueller M TC. Infección por *Escherichia coli*. StatPearls. 2023.
66. Miranda Ayala M LPE. Prevalencia de *Pseudomonas Aeruginosa* productora de Carbapenemasa en pacientes de cuidados intensivos en hospitales de Latinoamérica. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria Pentaciencias*. 2023; 5(3): p. 343–357.
67. L M. *Pseudomonas aeruginosa*: una bacteria con personalidades múltiples. *Revista argentina de microbiología*. 2017; 39(3): p. 143-143.
68. Mahesh L KVJASSAJMGJFDMCGJ. Bacterial adherence around sutures of different material at grafted site. *Microbiological Analysis*. 2019.
69. Ayesha H AMANRAHAANJSAP. Formación de biopelículas y resistencia a antibióticos en *Pseudomonas aeruginosa*. *The Microbe*. 2024; 3.

70. Abadia Patino L. Perfil de susceptibilidad de cepas de *Enterococcus* spp. aisladas en animales destinados al consumo humano, criados en los estados Monagas y Anzoátegui. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. 2013; 33(2).
71. Rodriguez C. *Enterococcus* spp.: Resistencia antimicrobiana en infecciones intrahospitalarias. *Acta bioquímica clínica latinoamericana*. 2013; 47(1).
72. Gutiérrez C, Fernández LL, Sendoya JD, Ramírez MF. Perfil epidemiológico de la infección por *enterococcus* spp en un hospital regional. *Repertorio de Medicina y Cirugía*. 2022; 31(1).
73. Echeverri Toro L CCJ. *Klebsiella pneumoniae* como patógeno intrahospitalario: epidemiología y resistencia. *Iatreia*. 2010; 23(3).
74. Meng X ZGCHYDFWWH. Gut dysbacteriosis and intestinal disease: mechanism and treatment. *Journal of Applied Microbiology*. 2020; 129(4).
75. Drzewiecka D. Significance and Roles of *Proteus* spp. Bacteria in Natural Environments. *Microb Ecol*. 2016; 72(4): p. 741-758.
76. Różalski A, Torzewska , Moryl , Kwil. *Proteus* sp. – un patógeno bacteriano oportunista: clasificación, crecimiento en enjambre, importancia clínica y factores de virulencia. *Acta Universitatis Lodziensis Folia*. 2012; 8(1): p. 1-17.
77. Camacho Silvas L. Bacterial resistance, a current crisis. *Revista Española Salud Publica*. 2023.
78. Caycedo L, Ramirez L, Corrales C, Suarez D. Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. *Nova*. 2021; 9(36).
79. Cuervo Mulet RA. Manual de protocolos de microbiología general. En Cuervo Mulet RA. Manual de protocolos de microbiología general. Cali, Colombia: Bonaventuriana; 2010. p. 31-40.
80. Bonnet M LJRDKS. Bacterial culture through selective and non-selective conditions: the evolution of culture media in clinical microbiology. *New Microbes New Infect*. 2019.
81. Cercenado E, Saavedra J. Antibiograma, interpretación y conceptos generales. *Anales de pediatría continuada*. : p. 7-214.
82. Cantón R. Interpretive reading of the antibiogram: a clinical necessity. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2010; 28(6).

83. Zhurbenko R, Viera Oramas DR, Rodríguez Martínez C, Ortega Surís A. Optimización de la formulación de agar de Mueller-Hinton. *Cenic*. 2010; 41: p. 1-12.
84. Giono Cerezo S, al e. Antimicrobial resistance. Its importance and efforts to control it. *Gac. Méd. Méx.* 2020; 156(2).
85. Zubieta Farrill G, al e. Uso de antibióticos preoperatorios y postoperatorios en el departamento de cirugía general de un hospital privado y comparación con las guías actuales de manejo antimicrobiano. *Acta méd.* 2016; 14(1): p. 12-18.
86. López J CYAÁVCRF. Drug utilization study of two generic antibiotics in a tertiary hospital in Bogotá. *Biomedica*. 2018; 38(3): p. 398-406.
87. Vera Carrasco O. Aspectos Farmacologicos para el uso racional de antibioticos. *Rev. Méd. La Paz*. 2021; 27(2): p. 58-70.
88. Suárez C, Gudiol F. Antibióticos betalactámicos [Beta-lactam antibiotics. *Enferm Infecc Microbiol Clin*. 2009; 27(2): p. 116-29.
89. Cruz Cruz EM, Díaz Ramón GM. Modelación molecular de antibióticos betalactámicos. *MediSur*. 2010; 8(1): p. 13-19.
90. Madriz Morales A. Identificación de un método para la determinación de concentraciones séricas de antibióticos betalactámicos en pacientes críticamente enfermos en una unidad de cuidados intensivos. una revisión sistemática. *Server*. : p. 1-92.
91. Alpízar Olivares. La penicilina y sus derivados como agentes desencadenantes de la respuesta inmune. *Rev cubana hematol inmunol hemoter*..
92. LiverTox. Información clínica y de investigación sobre la lesión hepática inducida por fármacos. Bethesda..
93. Danner C, Mach R, Mach A. The phenomenon of strain degeneration in biotechnologically relevant fungi. *Appl microbiol biotechnol*. 2023; 107(15): p. 4745-4758.
94. Giraldo Hoyos N. Historia de la penicilina: más allá de los héroes, una construcción social. *Iatreia*. 2021; 34(2): p. 172-179.
95. Suárez C, Gudiol. Antibióticos betalactámicos. Elseiver. 2009; 27(2): p. 116-129.

96. Hayashida Sea. Bioequivalencia de dos formulaciones de amoxicilina-ácido clavulánico para uso oral en perros. *Vet Mex.* 2011; 42(3).
97. Werner M, et al. Efecto de la amoxicilina-ácido clavulánico sobre las puntuaciones clínicas, el microbioma intestinal y *Escherichia coli* resistente a la amoxicilina en perros con diarrea aguda no complicada. *Journal of veterinary internal medicine.* 2020.
98. Campana Burguet A. Antimicrobianos de última generación. *Rev. CENIC Cienc. Biol.* 2023; 54: p. 95-101.
99. Gaviria Mendoza A PMDSLDFJSCMMGMRYMAJ. Uso ambulatorio de cefalosporinas en una población colombiana: estudio de prescripción indicación. *Rev Chilena Infecto.* 2021; 38(6).
100. Togores Pérez E. Aminoglucósidos. *Seqc.* 2022; 60: p. 62-79.
101. Palomino , Pachón J. Aminoglucósidos. *Formación médica continuada.* : p. 105-15.
102. Mohamed A, Nielsen E, Cars O, Friberg L. Pharmacokinetic-pharmacodynamic model for gentamicin and its adaptive resistance with predictions of dosing schedules in newborn infants. *Rev. chil. infectol.* 2012; 56(1): p. 179-88.
103. Los carbapenems disponibles: Propiedades y diferencias. Elsevier. 2010; 28(2): p. 53-64.
104. García Fernández Sea. Activity of imipenem/relebactam against Enterobacterales and *Pseudomonas aeruginosa* in Spain. *Rev Esp Quimioter.* 2020; 36(3): p. 302-309.
105. Carmona PM, Romá E, Monte E, García J. Papel de linezolid en terapéutica antimicrobiana. Elsevier. 2016; 21(3).
106. Wolff M, Quintanilla R, Carrasco JP, Cifuentes M. Análisis crítico de un antimicrobiano subóptimo, de frecuente sobre-utilización e inadecuada dosificación: Vancomicina. *Rev. chil. infectol.* 2019; 36(6).

