UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS VETERINARIAS

COHORTE I

MODALIDAD DE TITULACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA

Evaluación de la efectividad terapéutica de la Lidocaína frente a las Cefalosporinas para el control de endometritis en el ganado lechero y su impacto en la salud reproductiva.

AUTOR:

Diego Marcelo Pilco Lluilema

TUTOR:

Dr. Edison Riveliño Ramón Curay Ms.C

GUARANDA-ECUADOR

2025

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Diego Marcelo Pilco Lluilema, portador de la Cédula de Identidad No: 060429356-3 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: Evaluación de la efectividad terapéutica de la Lidocaína frente a las Cefalosporinas para el control de endometritis en el ganado lechero y su impacto en la salud reproductiva. Modalidad Proyecto de Investigación, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, concedemos a favor de la Universidad Estatal de Bolívar, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservamos a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, a la Universidad Estatal de Bolívar, para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Digital, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Diego Marcelo Pilco Lluilema

Firmado electrónicamente por:
DIEGO MARCELO PILCO LLUILEMA
Validar únicamente con FirmaEC

Firma electrónica del Autor

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Dr. Edison Riveliño Ramón Curay en calidad de tutor del trabajo de investigación titulado “Evaluación de la efectividad terapéutica de la Lidocaína frente a las Cefalosporinas para el control de endometritis en el ganado lechero y su impacto en la salud reproductiva”, presentado por el maestrante Diego Marcelo Pilco Lluilema, certifico que dicho trabajo cumple con los requisitos metodológicos, académicos y científicos establecidos por la Universidad Estatal de Bolívar.

En virtud de lo expuesto, autorizo la presentación del presente trabajo de titulación para su correspondiente evaluación y sustentación ante el tribunal designado.

En la ciudad de Guaranda, a los 26 días del mes de noviembre del año 2025.



Dr. Edison Riveliño Ramón Curay

TUTOR

DEDICATORIA

A mis queridos padres, Cesítar y Carmita. Este logro es un testimonio de su inmenso amor y dedicación. Valoro mucho las lecciones de vida que me han impartido y por el cariño que siempre me han brindado. Mi gratitud hacia ustedes es imposible de expresarlo completamente.

A mis hermanos, Edy, Normy, Edmundito y Jenicita este trabajo es un tributo a su legado y a la eterna admiración que siento por ustedes.

A mi amada esposa. María Belén. Gracias por su apoyo incondicional, comprensión y fuente de amor en nuestra pequeña familia.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a DIOS por darme aliento, perseverancia y fuerza para continuar con mis estudios.

A mi familia, les agradezco profundamente su amor incondicional y su apoyo constante

A la Universidad Estatal de Bolivar, gracias por brindarme la oportunidad de crecer académica y profesionalmente. Mi gratitud también a todos los docentes que impartieron sus clases y aportaron con un granito de arena en mi desarrollo académico.

A mis amigos y compañeros, gracias por su compañía y apoyo en los momentos de estrés y alegría.

Finalmente, agradezco a todos los colegas y colaboradores que participaron en esta investigación. Al Sr Raúl Avalos quien tuvo la amabilidad de prestar sus animales para el desarrollo de esta investigación.

Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo, y su colaboración fue crucial para su realización.

A todos, gracias por ser parte de este viaje.

Índice

CAPÍTULO I 1

1. PROBLEMA 1

1.1. Planteamiento del problema 1

1.2. Formulación del problema 2

1.3. Justificación 3

1.4. Objetivos 4

CAPÍTULO II 5

2. MARCO TEÓRICO 5

2.1. Antecedentes Investigativos 5

2.2. Fundamento Teórico 7

2.3. Hipótesis o idea a defender 18

2.4. Variables 19

2.5. Operacionalización de variables 20

CAPÍTULO III 21

3. MARCO METODOLÓGICO 21

3.1. Tipo, nivel y métodos de la investigación 21

3.2. Localización y duración del experimento. 21

3.3. Población y muestra 22

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de la información 22

3.5. Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos 23

CAPÍTULO IV 28

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS 28

4.1. Diagnóstico de Endometritis subclínica en vacas lecheras mediante ultrasonografía (US) y Citología Endometrial (CE) (citobrush) previo a tratamientos intrauterinos (Cefapirina, Ceftiofur) y Lidocaína. 32

4.2. Eficacia del uso tratamientos intrauterinos (Cefapirina, Ceftiofur y Lidocaína para controlar Endometritis en ganado lechero mediante Citología Endometrial (citobrush) y Ultrasonografía (Post-tratamiento). 34

4.3. Tasa de concepción (TC) al primer servicio de los animales previamente tratados con antibióticos por vía intrauterina. 48

4.4. Frecuencia de la Endometritis Post-tratamiento con respecto a la condición corporal y lactancia. 50

4.5. Impacto económico del uso de fármacos para el control endometritis en ganado lechero, considerando los costos asociados con el tratamiento, la mejora en la eficiencia reproductiva y la rentabilidad de las explotaciones lecheras. 53

4.6. Comprobación de hipótesis o ideas a defender 56

CONCLUSIONES 58

RECOMENDACIONES 60

BIBLIOGRAFÍA 61

ANEXOS .....

Índice de tablas

Tabla 1 Frecuencia de endometritis en vacas Holstein a los 35 ± 3 días posparto según el número de parto (Lima, Perú). 8
Tabla 2 Variables a ser medidas. 20
Tabla 3 Información climática de la Parroquia San Andrés. 21
Tabla 4 Esquema del experimento. 26
Tabla 5 Esquema del ADEVA. 27
Tabla 6 Clasificación de variables según definición, tipo, indicador y escala de medición. 28
Tabla 7 Estadísticos descriptivos de variables independientes en una población posparto (N=41) 29
Tabla 8 Resultados de las pruebas de normalidad de las variables Días Post Parto, Lactancia y Condición Corporal (N=41) 30
Tabla 9 Distribución de frecuencias absolutas y relativas de variables categóricas: Tratamiento, Grupo de Antibióticos y Tipo de Endometritis (N=41) 31
Tabla 10 Distribución de casos de endometritis según diagnóstico previo al tratamiento (citología endometrial) y clasificación ecografía (ultrasonografía), junto con pruebas de asociación estadística (chi-cuadrado) 32
Tabla 11 Estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas en el estudio (N=26, 0% de datos perdidos) mediante Citología Endometrial 34
Tabla 12 Tabla de frecuencias de Tipo de Endometritis (Pre/Post -Tratamiento) (N=26, 0% de datos perdidos) mediante Ultrasonografía. 34
Tabla 13 Resultados de las pruebas de normalidad para los porcentajes de Polimorfonucleares (Pre/Post -Tratamiento) mediante Citología Endometrial 45
Tabla 14 Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para comparación del porcentaje de Polimorfonucleares (Post -Tratamiento) entre grupos de tratamiento (Cefapirina, Ceftiofur, Lidocaína) 46
Tabla 15 Tasa de concepción al primer servicio de tratamiento intrauterino y resultados de pruebas de chi-cuadrado 48
Tabla 16 Distribución de frecuencias absolutas y relativas de variables: Endometritis Post-tto, Lactancias y Condición Corporal (N=41) 50
Tabla 17 Impacto económico neto por tratamiento en vacas sin endometritis Post Tratamiento 53

Índice de figuras

Figura 1 Aparato reproductor de la hembra bovina..... 7
Figura 2 Distribución de casos de endometritis según diagnóstico previo al tratamiento (ENDOMETRITIS PRE-TTO) y clasificación ecográfica (TIPO ENDOMETRITIS)..... 33
Figura 3 Distribución de recuento de Tratamiento por Endometritis (Pre/Post -Tratamiento) mediante Citología Endometrial..... 35
Figura 4 Distribución de recuento de Tratamiento por Endometritis (Pre/Post -Tratamiento) mediante Ultrasonografía 36
Figura 5 Eficacia comparativa (Pre/Post -Tratamiento) en la reducción de inflamación endometrial según Grupo de Antibióticos y Condición Corporal mediante Citología Endometrial. 39
Figura 6 Eficacia comparativa (Pre/Post -Tratamiento) en la reducción de inflamación endometrial según Grupo de Antibióticos y Condición Corporal mediante Ultrasonografía 40
Figura 7 Eficacia comparativa (Pre/Post -Tratamiento) en la reducción de inflamación endometrial según número de lactancias mediante Citología Endometrial..... 42
Figura 8 Eficacia comparativa (Pre/Post -Tratamiento) en la reducción de inflamación endometrial según número de lactancias mediante Ultrasonografía 43
Figura 9 Distribución global de la tasa de preñez en primera IA luego del tratamiento intrauterino 48
Figura 10 Distribución porcentual de lactancias y condición corporal en casos con y sin endometritis post-tratamiento mediante Citología Endometrial..... 51
Figura 11 Análisis comparativo del Impacto Económico Neto entre los tratamientos para endometritis 53

Índice de Anexos

Anexo 1 Relación entre el diagnóstico de endometritis por ultrasonografía y el número de lactancias en vacas lecheras (prueba Chi-cuadrado).

Anexo 2 Relación entre el diagnóstico de endometritis por ultrasonografía y la condición corporal en vacas lecheras (prueba Chi-cuadrado)

Anexo 3 Relación entre el diagnóstico de endometritis por citología y el número de lactancias en vacas lecheras (prueba Chi-cuadrado).

Anexo 4 Relación entre el diagnóstico de endometritis por citometría y la condición corporal en vacas lecheras (prueba Chi-cuadrado).

Anexo 5 Fotografías

Anexo 6 Glosario de términos

RESUMEN

La endometritis bovina constituye una de las principales causas de infertilidad y pérdidas económicas en sistemas de producción lechera. El presente estudio tuvo como objetivo comparar la efectividad terapéutica de la lidocaína frente a cefalosporinas de uso convencional (cefapirina y ceftiofur) en vacas diagnosticadas con endometritis clínica y subclínica. La investigación se desarrolló bajo un diseño experimental completamente al azar, con 41 vacas Brown Swiss y cruzas, distribuidas en tres grupos de tratamiento: lidocaína intrauterina, cefapirina y ceftiofur. El diagnóstico y monitoreo se efectuaron mediante citología endometrial y ultrasonografía, complementados con la evaluación de parámetros reproductivos (tasa de concepción al primer servicio) y análisis económico de costos-beneficio. Los resultados evidenciaron que la citología endometrial presentó mayor sensibilidad diagnóstica que la ultrasonografía para la detección de inflamación subclínica, y que la cefapirina obtuvo la mayor eficacia terapéutica, seguida de la lidocaína, la cual mostró ventajas económicas y buena respuesta en animales con condición corporal deficiente. Aunque no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, se observaron tendencias favorables para el uso de lidocaína como alternativa no antibiótica, debido a su efecto antiinflamatorio, bajo costo y ausencia de riesgo de resistencia antimicrobiana. La discusión contrastó estos hallazgos con reportes internacionales que destacan la necesidad de reducir el uso de antibióticos en medicina veterinaria. En conclusión, la lidocaína representa una opción terapéutica viable y complementaria a los antibióticos tradicionales en el control de endometritis bovina, con impacto positivo en la salud uterina, la eficiencia reproductiva y la sostenibilidad de las explotaciones lecheras.

Palabras clave: endometritis bovina, lidocaína, cefalosporinas, citología endometrial, fertilidad.

ABSTRACT

Bovine endometritis is one of the main causes of infertility and economic losses in dairy production systems. This study aimed to compare the therapeutic effectiveness of lidocaine versus conventional cephalosporins (cefapirin and ceftiofur) in cows diagnosed with clinical and subclinical endometritis. The research was conducted under a completely randomized experimental design, including 41 Brown Swiss and crossbred cows, distributed into three treatment groups: intrauterine lidocaine, cefapirin, and ceftiofur. Diagnosis and monitoring were carried out using endometrial cytology and ultrasonography, complemented by the evaluation of reproductive parameters (conception rate at first service) and a cost–benefit economic analysis. Results showed that endometrial cytology demonstrated higher diagnostic sensitivity than ultrasonography in detecting subclinical inflammation, and that cefapirin achieved the highest therapeutic efficacy, followed by lidocaine, which showed economic advantages and better response in cows with poor body condition. Although no statistically significant differences were observed among treatments, favorable trends supported the use of lidocaine as a non-antibiotic alternative due to its anti-inflammatory properties, low cost, and absence of antimicrobial resistance risks. Discussion contrasted these findings with international reports highlighting the need to reduce antibiotic use in veterinary medicine. In conclusion, intrauterine lidocaine represents a viable and complementary therapeutic option to traditional antibiotics for controlling bovine endometritis, with positive effects on uterine health, reproductive efficiency, and the sustainability of dairy farming systems.

Keywords: bovine endometritis, lidocaine, cephalosporins, endometrial cytology, fertility.

INTRODUCCION

Las vacas lecheras experimentan cambios significativos alrededor del momento del parto, donde muchos factores han sido claramente identificados como factores de riesgo que alteran el ambiente uterino. Las vacas en producción, quizá por su producción de leche y/o a la suma de los cambios metabólicos que experimentan durante este periodo, parecen ser más susceptibles al desarrollo de enfermedades uterinas (Molina Coto & Lucy, 2020).

La endometritis es una inflamación del endometrio que afecta a una proporción significativa del ganado lechero, especialmente en vacas de alta producción. Esta condición puede tener un impacto negativo en la salud reproductiva de las vacas, reduciendo la tasa de concepción, aumentando el intervalo entre partos y en última instancia, disminuyendo la producción de leche (Pascottini & Opsomer, 2021).

En investigaciones recientes, se ha documentado que la presencia de endometritis subclínica y clínica compromete la eficiencia reproductiva y genera pérdidas económicas relevantes en la producción lechera (Sheldon & Owens, 2020).

De forma complementaria, estudios en modelos animales han demostrado que la lidocaína puede reducir la proliferación bacteriana en tejidos expuestos, mostrando efectos antimicrobianos adicionales a su conocida acción anestésica (Mongkolmafai et al., 2024). Estos hallazgos sugieren que, además de su bajo costo y accesibilidad, este fármaco podría ser una alternativa viable en el manejo de la endometritis.

Por lo tanto, la lidocaína, un anestésico local comúnmente utilizado en medicina veterinaria, se ha propuesto como una alternativa potencialmente efectiva y económica para el tratamiento de la endometritis. Sin embargo, la evidencia científica aún es limitada y requiere ser contrastada con tratamientos convencionales como las cefalosporinas, las cuales han sido usadas históricamente en el control de esta enfermedad (Zahid et al., 2024).

Por la literatura citada y experimentos particulares previos, la presente investigación busca evaluar la eficacia de la lidocaína como tratamiento para la endometritis en ganado lechero, comparándolo con tratamientos usados desde décadas atrás como son las cefalosporinas, los mismos que permiten mejorar los parámetros reproductivos y la rentabilidad de las explotaciones lecheras.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Las principales enfermedades reproductivas en vacas lecheras con presencia de cuadros clínicos son la endometritis, que puede llegar a afectar hasta el 35% de los animales en el posparto temprano, seguida de la retención placentaria y otras patologías como metritis, vaginitis y salpingitis en menor proporción (Galvão et al., 2020).

Los tratamientos convencionales para la endometritis incluyen el uso de antibióticos en infusión uterina o por vía parenteral, además de la administración de hormonas. Sin embargo, estos enfoques presentan limitaciones importantes, tales como el desarrollo de resistencia antimicrobiana, la presencia de residuos en la leche que obliga al descarte del producto, y el alto costo asociado por animal tratado (Sheldon & Owens, 2020).

Durante los últimos años, los profesionales de la salud bovina han mostrado gran interés en el desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico y alternativas terapéuticas para la endometritis clínica y subclínica, con el objetivo de obtener resultados efectivos y sostenibles, que además sean económicamente viables para los productores (Dubuc et al., 2021).

1.2. Formulación del problema

¿Existirá una diferencia significativa en la reducción de signos y síntomas de endometritis en vacas lecheras tratadas con Lidocaína y Cefalosporinas evidenciados por ecografía y pruebas de laboratorio en una explotación lechera de la Parroquia San Andrés, Cantón Guano, perteneciente a la Provincia de Chimborazo, en el segundo semestre 2025?

1.3. Justificación

La endometritis es causada por la inflamación e infección del endometrio, que generalmente se origina a partir del parto, asociada a la retención de membranas fetales y condiciones de parto distócico. Es considerada uno de los principales problemas reproductivos en el ganado lechero, con impacto directo en la eficiencia reproductiva, la producción y la rentabilidad de las explotaciones (Pascottini & Opsomer, 2021).

Los tratamientos actuales, aunque efectivos en algunos casos, enfrentan limitaciones debido a la resistencia bacteriana y a la presencia de residuos en los productos lácteos, lo que genera preocupación tanto en la salud animal como en la inocuidad alimentaria (LeBlanc, 2020).

La lidocaína, gracias a sus propiedades antiinflamatorias, analgésicas y a su bajo costo, ha despertado interés como una alternativa terapéutica en medicina veterinaria para el manejo de infecciones uterinas. No obstante, se requiere contar con evidencia científica robusta que respalde su eficacia y seguridad en diferentes condiciones productivas (Mongkolmafai et al., 2024).

En este sentido, esta investigación busca contribuir en dos aspectos fundamentales: primero, mejorar la salud reproductiva del ganado lechero mediante la evaluación de un tratamiento alternativo, y segundo, ofrecer a los productores una opción viable y económica que incremente la rentabilidad de sus explotaciones. Al generar información confiable sobre la efectividad de la lidocaína, se pretende fortalecer el manejo reproductivo y fomentar la sostenibilidad de la industria lechera (Zahid et al., 2024).

1.4. Objetivos

Objetivo General

Evaluar la efectividad terapéutica de la Lidocaína frente a las Cefalosporinas para el control de endometritis en vacas y su impacto en la salud reproductiva de las explotaciones lecheras.

Objetivos Específicos

- Evaluar la efectividad del uso de lidocaína frente a tratamientos comerciales (Cefalosporina - Ceftiofur) para tratar endometritis en vacas lecheras mediante ultrasonografía y Citología Endometrial (citobrush).
- Determinar la tasa de concepción (TC) al primer servicio de los animales previamente tratados por vía intrauterina.
- Determinar la frecuencia de la endometritis con respecto a la condición corporal y lactancia.
- Estimar el impacto económico del uso de fármacos para el control endometritis en ganado lechero, considerando los costos asociados con el tratamiento, la mejora en la eficiencia reproductiva y la rentabilidad de las explotaciones lecheras.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

La endometritis bovina constituye uno de los principales problemas reproductivos en los sistemas de producción lechera a nivel mundial. Diversos estudios han demostrado que esta enfermedad ocasiona disminución en las tasas de concepción, incremento en los días abiertos y, por ende, pérdidas económicas significativas para los productores. En este contexto, la investigación científica se ha enfocado en el desarrollo y validación de alternativas terapéuticas seguras, eficaces y sostenibles.

A nivel internacional, se ha documentado el uso de antibióticos β-lactámicos, como la cefapirina y el ceftiofur, para el tratamiento de infecciones uterinas. Viora et al. (2020) reportaron que la administración intrauterina de cefapirina en vacas lecheras resultó eficaz en la resolución de la endometritis clínica, con mejoras en la fertilidad y sin presencia de residuos en leche. De manera similar, Pérez-Bárcena et al. (2021) demostraron que el ceftiofur es una alternativa segura y con alta eficacia reproductiva, aunque advirtieron sobre la necesidad de un uso racional para evitar la resistencia antimicrobiana.

En Latinoamérica, investigaciones recientes han evidenciado la prevalencia de endometritis subclínica y clínica en rebaños lecheros de alta producción. Caicedo et al. (2022), en un estudio realizado en Colombia, confirmaron que la endometritis subclínica afecta hasta un 30% de las vacas en el posparto temprano, generando pérdidas significativas en la eficiencia reproductiva. Estos hallazgos concuerdan con los obtenidos en Ecuador por Toalombo et al. (2021), quienes destacaron la importancia de diagnósticos tempranos mediante citología endometrial y ultrasonografía para mejorar los resultados terapéuticos.

Un aspecto innovador en los últimos años ha sido la exploración de alternativas no antibióticas. Zahid et al. (2024) y Mongkolmafai et al. (2024) reportaron el potencial de la lidocaína, tradicionalmente usada como anestésico, como agente antiinflamatorio e inmunomodulador en infecciones uterinas. Sus investigaciones demostraron que la lidocaína puede disminuir la respuesta inflamatoria local y favorecer la recuperación del endometrio, lo que podría constituir una opción prometedora en programas de reducción del uso de

antibióticos en medicina veterinaria.

En Ecuador, los trabajos sobre terapias alternativas aún son incipientes, pero existe un creciente interés en el uso de sustancias no antibióticas que contribuyan al control de infecciones uterinas sin comprometer la inocuidad de la leche. Estos esfuerzos se alinean con las recomendaciones de organismos internacionales como la FAO y la OMS, que promueven el uso racional de antimicrobianos y la investigación en tratamientos alternativos para prevenir la resistencia bacteriana.

En síntesis, los antecedentes revisados evidencian que el tratamiento de la endometritis en bovinos se encuentra en un proceso de transición: de la dependencia casi exclusiva de antibióticos a la exploración de terapias combinadas o alternativas, donde la lidocaína surge como una opción innovadora que podría complementar o reemplazar, en ciertos casos, a los tratamientos convencionales.

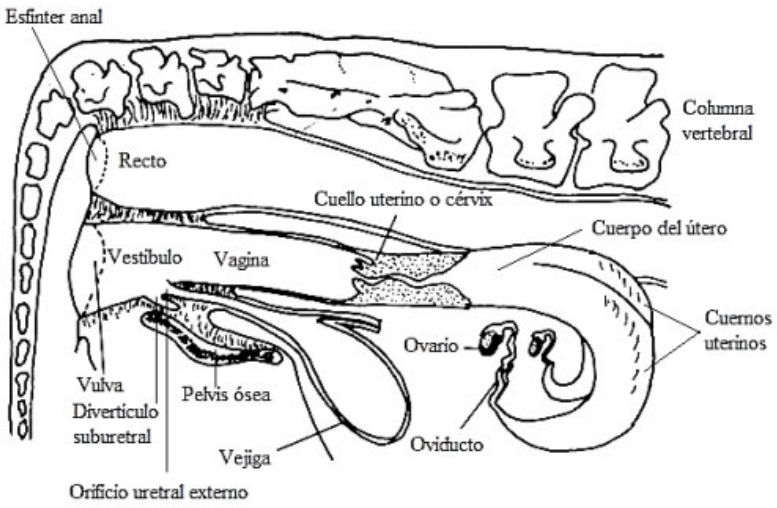
2.2. Fundamento Teórico

2.2.1. Anatomofisiología del aparato reproductor de la vaca.

El aparato reproductor de la vaca está conformado por diversos órganos que trabajan en conjunto para garantizar la reproducción. Estos órganos cumplen funciones específicas que permiten la ovulación, la fecundación, la implantación embrionaria y el desarrollo del feto (Rahman et al., 2021).

Figura 1

Aparato reproductor de la hembra bovina



- *Útero*

El útero bovino está compuesto por dos cuernos uterinos y un cuerpo central. Es el órgano encargado de albergar al embrión y garantizar su desarrollo hasta el parto. Su estructura muscular y glandular permite sostener la gestación y participar en la expulsión del feto (Rahman et al., 2021).

- *Oviductos*

Los oviductos, también llamados trompas de Falopio, son el sitio donde ocurre la fecundación. Están formados por infundíbulo, ámpula e istmo, estructuras que facilitan la unión entre ovocito y espermatozoide, así como el transporte del embrión al útero (Rahman et al., 2021).

- *Ovarios*

Los ovarios producen ovocitos y hormonas como estrógeno y progesterona, regulando el ciclo estral y la gestación. En bovinos, estos órganos tienen forma de almendra y cumplen funciones tanto endocrinas como reproductivas (Rahman et al., 2021).

- *Cuello uterino*

El cérvix es una estructura de tejido conectivo con anillos cervicales que actúa como barrera frente a microorganismos. Se mantiene cerrado la mayor parte del ciclo, excepto durante el estro y el parto, cuando permite el paso de espermatozoides o la salida del feto (Rahman et al., 2021).

- *Vulva y vagina*

La vulva constituye la parte externa del aparato reproductor y la vagina conecta el útero con el exterior. Ambas cumplen funciones importantes en la cópula, la inseminación artificial y el parto, ya que forman parte del canal del alumbramiento (Rahman et al., 2021).

2.2.2. Endometritis.

Se define como la inflamación del endometrio, que ocurre generalmente en el período posparto. Puede presentarse como endometritis clínica (EC), caracterizada por secreción purulenta, o como endometritis subclínica (ES), la cual no presenta signos visibles y requiere pruebas diagnósticas específicas (Bicalho & Machado, 2020). Esta enfermedad afecta la fertilidad y prolonga los días abiertos en las vacas lecheras, generando pérdidas económicas importantes (Pascottini & Opsomer, 2021).

Tabla 1
Frecuencia de endometritis en vacas Holstein a los 35 ± 3 días posparto según el número de parto (Lima, Perú).

	Normal		**Endometritis**		**Total (n)**
	N	%	n	%	
Primíparas	5	22.7	17	77.3	22
Multíparas	19	35.2	35	64.8	54
Total	**24**	**31.6**	**52**	**68.4**	**76**

Fuente: (Arévalo, 2022).

2.2.3. Factores predisponentes

El desarrollo de endometritis en vacas lecheras no responde a una única causa, sino a la interacción de varios factores que aumentan la susceptibilidad del útero a la colonización bacteriana y retrasan la recuperación posparto (Dubuc et al., 2021). Estos factores pueden agruparse en tres grandes categorías:

- **Manejo y medio ambiente:** La higiene deficiente en el periparto, instalaciones inadecuadas, estrés por hacinamiento o deficiencias en la cama del establo incrementan el riesgo de contaminación bacteriana del aparato reproductor. Además, condiciones de estrés calórico o nutricional durante el posparto disminuyen la respuesta inmune de la vaca, favoreciendo la persistencia de infecciones uterinas (Cheong et al., 2022).
- **Condiciones del parto:** Los partos distócicos, la retención de membranas fetales y los partos asistidos de manera inadecuada predisponen a la inflamación uterina. Cada una de estas situaciones facilita la entrada de microorganismos oportunistas como Trueperella pyogenes, Escherichia coli o Fusobacterium necrophorum, que colonizan el útero y alteran la involución uterina (Galvão et al., 2020).
- **Factores inmunológicos y metabólicos:** La capacidad de defensa del útero depende en gran medida de la función fagocitaria de neutrófilos y macrófagos, así como de la actividad de citocinas proinflamatorias. En vacas con deficiencias energéticas o con enfermedades metabólicas como hipocalcemia y cetosis, estas funciones inmunológicas se ven reducidas, lo que aumenta el riesgo de endometritis (Madoz et al., 2020; Pascottini & Opsomer, 2021).
- En conjunto, estos factores determinan la probabilidad de que una vaca desarrolle endometritis, siendo fundamental implementar programas de manejo preventivo que incluyan nutrición adecuada, reducción de estrés y monitoreo reproductivo posparto.

- *Endometritis Clínica.*

La EC se refiere básicamente a una inflamación local del endometrio, caracterizada por la presencia de material purulento o muco-purulento (> 50% pus) en la vagina ≥ 21 días postparto procedente del útero, no acompañado de enfermedad sistémica. Afecta a alrededor del 20% de las vacas lecheras entre 21 a 40 días después del parto (LeBlanc, 2020).

- *Endometritis Subclínica*

La endometritis subclínica (ES) se define como la inflamación del endometrio en ausencia de signos clínicos evidentes, lo que la hace más difícil de diagnosticar en comparación con la endometritis clínica.

A diferencia de esta última, no se observan secreciones purulentas ni mucopurulentas, y el diagnóstico depende del uso de herramientas como la citología endometrial, la ultrasonografía o biomarcadores específicos en fluidos uterinos (Bicalho & Machado, 2020).

2.2.4. Mecanismo de defensa del útero.

Los El útero bovino cuenta con defensas fisiológicas como la actividad de neutrófilos y macrófagos, la producción de inmunoglobulinas y la regulación del pH uterino. Estos mecanismos se activan de manera especial durante el puerperio, cuando aumenta la probabilidad de infecciones (Madoz et al., 2020).

2.2.5. Citología Endometrial

La citología endometrial es una técnica diagnóstica de gran utilidad para identificar la endometritis subclínica. Consiste en recolectar células del endometrio mediante un citobrush para determinar la proporción de neutrófilos polimorfonucleares. Valores superiores al 8-10% en vacas de 30 a 40 días posparto indican inflamación endometrial (Bicalho et al., 2020).

2.2.6. Ultrasonografía

La ultrasonografía transrectal es una técnica diagnóstica ampliamente utilizada en medicina veterinaria que permite evaluar de manera no invasiva el estado reproductivo de las vacas lecheras.

Se basa en el uso de ondas de alta frecuencia para generar imágenes en tiempo real de los órganos internos, lo que facilita la detección de alteraciones en útero y ovarios (Kaufmann et al., 2021).

- *Aplicaciones en la reproducción bovina*

El uso de ultrasonografía ha revolucionado el diagnóstico reproductivo, permitiendo identificar tempranamente gestaciones a partir del día 25 posinseminación, así como evaluar la dinámica folicular y la actividad luteal. Además, se emplea para el diagnóstico de patologías uterinas como metritis, piometra y endometritis, mejorando la precisión clínica en comparación con la palpación rectal tradicional (Silva et al., 2021).

- *Diagnóstico de endometritis clínica y subclínica*

En casos de endometritis, la ultrasonografía permite visualizar la acumulación de fluidos intrauterinos, engrosamiento de la mucosa endometrial y presencia de contenido ecogénico compatible con pus o material inflamatorio. En la endometritis subclínica, aunque la sensibilidad es menor que en la citología, la ecografía sigue siendo una herramienta valiosa para descartar anormalidades uterinas (Galvão et al., 2020).

2.2.7. Cefapirina

La cefapirina es una cefalosporina de primera generación, perteneciente al grupo de los antibióticos β-lactámicos, que se utiliza principalmente en medicina veterinaria para el tratamiento de infecciones uterinas en bovinos. Su aplicación más común es por vía intrauterina, especialmente en el tratamiento de endometritis clínica y subclínica. El hecho de que actúe de manera localizada, con baja absorción sistémica, le otorga ventajas frente a otros antimicrobianos que pueden dejar residuos en leche o carne (Viora et al., 2020).

- *Mecanismo de acción*

El mecanismo de acción de la cefapirina se basa en la inhibición de la síntesis de la pared bacteriana. Al unirse a las proteínas fijadoras de penicilina (PBPs), bloquea la formación de peptidoglicano, componente esencial de la pared celular bacteriana. Como consecuencia, la bacteria pierde integridad estructural, lo que provoca su muerte por lisis osmótica (Thiry et al., 2022).

Una característica importante de los β-lactámicos, incluyendo la cefapirina, es que su acción es tiempo-dependiente, es decir, su eficacia no depende tanto de la concentración máxima

alcanzada, sino del tiempo en el que se mantiene por encima de la concentración inhibitoria mínima (CIM) para el patógeno en cuestión.

- *Farmacocinética*

Cuando la cefapirina se administra por vía intrauterina, alcanza rápidamente concentraciones elevadas en el lumen y endometrio uterino, lo que asegura un efecto local directo sobre los microorganismos que provocan la infección. Su absorción sistémica es baja, lo que reduce significativamente el riesgo de residuos en leche y carne.

Estudios recientes han demostrado que, tras la aplicación intrauterina, las concentraciones terapéuticas se mantienen durante más de 24 horas en el ambiente uterino, lo cual es suficiente para eliminar bacterias sensibles como Escherichia coli, Trueperella pyogenes y Streptococcus uberis (Viora et al., 2020). Esta persistencia permite una administración espaciada y disminuye la necesidad de múltiples tratamientos, lo cual resulta beneficioso en sistemas productivos intensivos.

- *Farmacodinamia*

La farmacodinamia de la cefapirina depende del tiempo de exposición sobre la CIM del patógeno. Se ha evidenciado que mantiene buena actividad contra bacterias grampositivas y gramnegativas asociadas a la endometritis, con tasas de eficacia superiores al 80% en infecciones clínicas tratadas en el posparto.

La resistencia antimicrobiana, aunque menos frecuente con la cefapirina que con antibióticos de tercera o cuarta generación, sigue siendo una preocupación. Cepas de Trueperella pyogenes y E. coli aisladas en bovinos han mostrado una resistencia creciente, lo que subraya la necesidad de realizar tratamientos responsables y basados en diagnóstico confirmado (Turloiu et al., 2022; EFSA, 2021).

- *Usos clínicos y eficacia*

La cefapirina se emplea principalmente en protocolos de infusión intrauterina para tratar endometritis clínica y subclínica en vacas posparto. Se ha comprobado que su uso no solo mejora la resolución de la infección, sino que también aumenta la tasa de concepción y reduce el intervalo entre partos.

En un estudio europeo, vacas tratadas con cefapirina intrauterina presentaron un incremento del 15–20% en la tasa de concepción en comparación con aquellas tratadas con terapias convencionales (Thiry et al., 2022). Asimismo, al ser aplicada localmente, disminuye la exposición sistémica, lo que reduce el riesgo de afectar el microbiota intestinal o generar resistencia cruzada en bacterias no uterinas.

- *Seguridad y consideraciones en leche*

Una de las mayores ventajas de la cefapirina es su seguridad en vacas lecheras. Debido a su baja absorción sistémica, el riesgo de residuos en la leche es mínimo, siempre que se respeten los tiempos de retiro recomendados. Esto asegura la inocuidad alimentaria y evita pérdidas económicas por el descarte de leche (Viora et al., 2020).

Adicionalmente, la Organización Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, 2021) ha destacado que la cefapirina, al ser un antibiótico de primera generación y de aplicación local, presenta un riesgo relativamente bajo en comparación con el uso masivo de antibióticos de amplio espectro como las cefalosporinas de tercera o cuarta generación. Esto la convierte en una herramienta importante dentro de programas de uso prudente de antimicrobianos en medicina veterinaria.

2.2.8. Ceftiofur

El ceftiofur es una cefalosporina de tercera generación perteneciente al grupo de antibióticos β-lactámicos. Se caracteriza por su amplio espectro de acción, que incluye bacterias grampositivas y gramnegativas, y por su uso seguro en bovinos en producción lechera debido a que no deja residuos detectables en leche cuando se emplea siguiendo las recomendaciones. Esta propiedad lo ha convertido en uno de los antibióticos más utilizados para el tratamiento de infecciones uterinas como la endometritis y la metritis (Turloiu et al., 2022).

- *Mecanismo de acción*

El ceftiofur actúa mediante la inhibición de la síntesis de la pared bacteriana, al unirse de manera irreversible a las proteínas fijadoras de penicilina (PBPs). Esto bloquea la formación de peptidoglicano en la pared celular, lo que debilita a la bacteria y conduce a su lisis osmótica. A diferencia de las cefalosporinas de primera generación, el ceftiofur presenta

mayor estabilidad frente a las β-lactamasas bacterianas, lo que le otorga un espectro más amplio frente a bacterias resistentes (Alzahal et al., 2020).

- *Farmacocinética*

La farmacocinética del ceftiofur en bovinos es favorable debido a su buena absorción y distribución tras la administración intramuscular o subcutánea.El fármaco se metaboliza rápidamente en el hígado a su principal metabolito activo, desfuroylceftiofur, el cual mantiene actividad antimicrobiana equivalente al compuesto original.

Este metabolito se une en gran proporción a proteínas plasmáticas, lo que prolonga su vida media y permite que se mantenga en concentraciones terapéuticas durante más de 24 horas. Esto explica por qué en la práctica clínica suele utilizarse en protocolos de dosis única o con aplicaciones espaciadas (El-Banna et al., 2021).

- *Farmacodinamia*

El ceftiofur, al igual que otros β-lactámicos, presenta una acción tiempo-dependiente, lo que significa que su eficacia se asocia con el tiempo en que la concentración plasmática se mantiene por encima de la CIM de la bacteria. Se ha demostrado que es eficaz frente a patógenos uterinos como Escherichia coli, Trueperella pyogenes, Fusobacterium necrophorum y Pasteurella multocida.

Estudios recientes confirman que el ceftiofur mantiene su eficacia en más del 80% de los aislamientos bacterianos de infecciones uterinas, aunque ya se han reportado casos de resistencia emergente, especialmente en E. coli multirresistente (EFSA, 2021).

- *Usos clínicos y eficacia*

El ceftiofur se utiliza ampliamente en medicina veterinaria para el tratamiento de endometritis, metritis y otras infecciones uterinas en bovinos. Su eficacia clínica ha sido documentada en múltiples estudios, donde se ha asociado con una mejora significativa en las tasas de concepción y una reducción en los días abiertos cuando se administra en vacas posparto con infecciones uterinas (Pérez-Bárcena et al., 2021).

Una de sus ventajas clínicas más relevantes es que puede administrarse por vía parenteral, lo que evita la manipulación intrauterina y reduce el riesgo de lesiones en el endometrio o contaminación secundaria. Además, gracias a su rápida acción y buena distribución tisular, logra concentraciones efectivas en el útero, incluso sin aplicación local directa (Alzahal et al., 2020).

- *Seguridad y consideraciones en leche*

Una de las características más valoradas del ceftiofur es que, a diferencia de otras cefalosporinas, no deja residuos detectables en leche cuando se utiliza de acuerdo con las recomendaciones. Esto lo convierte en un antibiótico seguro en sistemas de producción lechera, ya que evita pérdidas económicas por descarte de leche y reduce riesgos para la salud pública (EFSA, 2021).

Sin embargo, su uso masivo en bovinos ha generado preocupación por la posible selección de bacterias resistentes a β-lactámicos de tercera generación, consideradas de importancia crítica para la medicina humana. Por ello, organismos internacionales recomiendan un uso prudente y basado en diagnóstico para reducir la presión de selección bacteriana y preservar su eficacia (Turloiu et al., 2022).

2.2.9. Lidocaína

La lidocaína es un anestésico local del tipo amida que ha sido ampliamente utilizado en medicina humana y veterinaria desde mediados del siglo XX. Su uso más común en bovinos es como agente anestésico para procedimientos quirúrgicos menores, bloqueos nerviosos y analgesia epidural. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que la lidocaína también posee propiedades antiinflamatorias, inmunomoduladoras y, en ciertos contextos, antimicrobianas, lo que abre la posibilidad de su aplicación como alternativa terapéutica en el tratamiento de enfermedades uterinas como la endometritis (Mongkolmafai et al., 2024; Zahid et al., 2024).

- *Mecanismo de acción*

El mecanismo clásico de la lidocaína consiste en el bloqueo de los canales de sodio dependientes de voltaje en la membrana de las fibras nerviosas. Esto impide la despolarización y la conducción del impulso nervioso, generando anestesia local.

No obstante, en los últimos años se ha demostrado que la lidocaína también modula la respuesta inflamatoria, ya que reduce la liberación de mediadores proinflamatorios como IL-1β, TNF-α y prostaglandinas. Además, presenta un efecto estabilizador sobre las membranas celulares, lo que limita el daño tisular durante procesos infecciosos (Vinik et al., 2020).

- *Farmacocinética*

La lidocaína administrada por vía parenteral presenta una absorción rápida y una distribución amplia en tejidos, alcanzando concentraciones terapéuticas en pocos minutos. En bovinos, su vida media plasmática es relativamente corta (aproximadamente 1–2 horas), debido a un metabolismo hepático extenso a través del citocromo P450. Sus metabolitos principales, monoetilglicinaxilidida y glicinaxilidida, conservan parte de la actividad farmacológica (Elmore et al., 2021).

Cuando se administra por vía intrauterina, como se ha propuesto experimentalmente en tratamientos de endometritis, la lidocaína logra concentraciones locales suficientes para ejercer efectos analgésicos y antiinflamatorios, con mínima absorción sistémica, lo que reduce el riesgo de toxicidad (Zahid et al., 2024).

- *Farmacodinamia*

La lidocaína es un fármaco concentración-dependiente, es decir, la intensidad de su efecto se relaciona directamente con el nivel alcanzado en el sitio de acción. Su acción principal es la analgesia, pero además regula la respuesta inflamatoria uterina, reduciendo la migración de neutrófilos y la producción excesiva de citocinas, lo que ayuda a restablecer un microambiente uterino favorable para la fertilidad (Vinik et al., 2020).

En estudios in vitro se ha demostrado que la lidocaína posee una acción inhibitoria sobre el crecimiento de ciertas bacterias grampositivas y gramnegativas, aunque su efecto antimicrobiano es más limitado que el de los antibióticos convencionales (Zahid et al., 2024).

- *Usos clínicos en medicina veterinaria*

Tradicionalmente, la lidocaína se ha utilizado en bovinos para:

- Anestesia local por infiltración en procedimientos quirúrgicos menores.

- Bloqueos nerviosos regionales, como en cirugías de extremidades.
- Analgesia epidural caudal, especialmente en partos y cirugías obstétricas.
- Control del dolor intraoperatorio, reduciendo el uso de opioides u otros fármacos.

Recientemente, su aplicación como agente intrauterino en protocolos experimentales ha mostrado resultados prometedores, ya que mejora el confort del animal, reduce la inflamación endometrial y podría contribuir al restablecimiento de la fertilidad sin generar resistencia antimicrobiana (Mongkolmafai et al., 2024).

- *Nuevas aplicaciones e investigaciones*

Diversos estudios están explorando el uso de lidocaína en protocolos multimodales de tratamiento, combinada con antiinflamatorios no esteroideos o incluso con bajas dosis de antibióticos para potenciar su efecto terapéutico. Además, su aplicación en nanopartículas o formulaciones de liberación controlada podría ofrecer una acción prolongada en el útero, disminuyendo la necesidad de múltiples tratamientos (Wang et al., 2023).

Aunque aún se requieren más ensayos clínicos en bovinos, la lidocaína se perfila como una alternativa innovadora en el manejo de enfermedades uterinas, gracias a su bajo costo, seguridad y beneficios adicionales frente al uso exclusivo de antibióticos.

2.3. Hipótesis o idea a defender

Hi: Existe una diferencia significativa en la reducción de signos y síntomas de endometritis en vacas lecheras tratadas con lidocaína y cefalosporinas, evidenciados por ecografía y pruebas de laboratorio.

Ho: No existe una diferencia significativa en la reducción de signos y síntomas de endometritis en vacas lecheras tratadas con lidocaína y cefalosporinas, evidenciados por ecografía y pruebas de laboratorio.

2.4. Variables

Las variables independientes de la investigación son:

- Tipo de endometritis (Grado 1-2) diagnosticada por ultrasonografía y citología
- Condición corporal y número de partos de los animales que presentan la endometritis
- Eficiencia del uso de lidocaína frente a la cefapirina y ceftiofur como tratamiento para la endometritis.
- Tasa de concepción (30 d post IA)
- Relación Beneficio – costo por tratamiento

2.5. Operacionalización de variables

Tabla 2

Variables a ser medidas.

Variable	Definición	Dimensión Indicadores	Técnicas e instrumentos
DEPENDIENTE	Evaluación de protocolos de lavados uterinos T1: Cefapirina T2: Ceftiofur T3: Lidocaína	• Numero de vacas diagnosticadas con endometritis.	Recolección de datos in-situ (datos de registros, visuales y datos ultrasonográficos) y análisis de datos de laboratorio (Citología)
INDEPENDIENTE	• Tipo de endometritis (Grado 1-2) • Número de partos y condición corporal • Eficiencia de la Lidocaína frente a las Cefalosporinas. • Tasa de concepción (30 d post IA) • Relación Beneficio/costo por tratamiento	• Porcentaje de vacas que respondieron al tratamiento. • Número de vacas con bajos conteos de células endometriales (Citología) • Porcentaje de concepción a los 30 días post IA.	

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo, nivel y métodos de la investigación

La investigación fue de tipo aplicada, dado que se orientó a ofrecer soluciones prácticas a una problemática concreta que afecta a los sistemas lecheros: la endometritis bovina y su repercusión en la fertilidad del hato. Al evaluarse la eficacia de la lidocaína frente a antibióticos convencionales como la cefapirina y el ceftiofur, se buscó generar conocimientos con aplicabilidad directa en la producción ganadera.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, pues se sustentó en la recolección y análisis de datos numéricos relacionados con parámetros clínicos y reproductivos. Asimismo, se aplicó un diseño experimental completamente al azar, en el cual los animales fueron asignados aleatoriamente a los diferentes grupos de tratamiento, garantizando confiabilidad y reduciendo posibles sesgos.

3.2. Localización y duración del experimento.

La presente investigación se llevó cabo en la Hacienda EL CONTADERO, la misma que se encuentran ubicada en la Provincia de Chimborazo, en el Cantón Guano, Parroquia San Andrés, Comunidad Chuquipogyo. El presente trabajo experimental tuvo una duración de 100 días, las condiciones experimentales del lugar donde se llevó a cabo la investigación se detallan a continuación.

Tabla 3
Información climática de la Parroquia San Andrés.

Característica	Especificación
Cantón	Guano
Provincia	Chimborazo
Superficie	22120 ha. 221,20 km cuadrados
Altitud	3160 msnm - 6210 msnm
Población	7370 habitantes
Precipitación	500 - 1000 mm
Temperatura	12 - 16 °C
Humedad relativa	0.7 – 1.88

Fuente: (SIGMA, 2024).

3.3. Población y muestra

La población usada en la presente investigación estuvo compuesta por un grupo de 41 vacas lecheras de raza Brown Swiss y cruzas, todas en edad reproductiva, multíparas que padecen endometritis diagnosticada previamente por ecografía. (Hacienda Contadero)

Las vacas cuentan con un plan de vacunación frente a enfermedades reproductivas, virus como (IBR), (DVB) y leptospira, el cual se emplea cada 12 meses, y el manejo de vacunación para las enfermedades de control obligatorio planteadas por Agrocalidad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de la información

3.4.1. Técnicas

- Diagnóstico Clínico: Uso de la ecografía y examen de laboratorio (Citología endometrial) para diagnosticar endometritis u otras patologías uterinas en vacas.
- Tinción Diff Quick
- Medición de Condición Corporal: Observación visual subjetivo.
- Observación Directa: Comportamiento animal.
- Registros: Recolección de datos sobre costos de tratamientos y manejo reproductivo.

3.4.2. Instrumentos

- Ecógrafo: Para diagnóstico de endometritis u otras patologías.
- Citobrush: Para la recolección de muestras endometriales y posterior conteo de PNN.
- Formatos de Registro: Para recopilar datos económicos y de manejo reproductivo

3.4.3. Materiales, equipos, reactivos y fármacos

Materiales:

- Libro de registros
- Guantes de manejo y ginecológicos
- Gel de ultrasonido
- Lubricante
- Cepillo endocervical (Citobrush)
- Papel absorbente

- Catéteres de lavado uterino

Equipos:

- Ecógrafo
- Microscopio
- Equipo de laboratorio

Reactivos y Fármacos:

- Tinción Diff Quick
- Lavado uterino (Cefapirina)
- Ceftiofur (Cefazur)
- Lidocaína
- Lactato de Ringer
- Solución desinfectante

3.5. Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos

3.5.1. Tratamiento y diseño experimental

En la presente investigación se evaluará la eficiencia de la Lidocaína como tratamiento para endometritis en vacas lecheras.

Las variables en estudio serán analizadas bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), los mismos que se ajustaron al siguiente modelo lineal aditivo:

Ecuación 1: *Diseño experimental.*

$$Yij = \mu + Ti + \in ij$$

Donde:

Yij = Observación del i – tratamiento uterino

μ = Media general

Ti = Efecto fijo de i tratamiento

∈ij = Efecto del error experimental

3.5.2. Procedimiento

SELECCIÓN DE ANIMALES:

Se procedió a seleccionar vacas Brown Swiss mestizas mínimo 45 días post parto que tengan un buen estado clínico, buena condición corporal, 1 o varias lactancias y mediante el chequeo ginecológico por ultrasonografía se determinó el estado uterino (endometritis) y funcionalidad ovárica. Todos los animales que padecen de esta patología (Endometritis) diagnosticada por ultrasonografía fueron sorteados al azar en 3 grupos de 15 animales:

IMPLEMENTACION DE PROTOCOLOS DE LAVADOS UTERINOS:

Para este estudio se conformaron 3 grupos de 15 vacas diagnosticadas con endometritis

T1: protocolo Cefapirina (Metricure):

- Día 1: Ultrasonografía + Muestreo citobrush + Laboratorio
- Día 2: Lavado intrauterino
- Día 10: Ultrasonografía + Muestreo citobrush+ Laboratorio
- Inseminación Artificial
- Ultrasonido 30 días post IA

T2: protocolo Ceftiofur (Cefazur):

- Día 1: Ultrasonografía + Muestreo citobrush + Laboratorio
- Día 2: Lavado intrauterino
- Día 10: Ultrasonografía + Muestreo citobrush+ Laboratorio
- Inseminación Artificial
- Ultrasonido 30 días post IA

T3: protocolo Lidocaína:

- Día 1: Ultrasonografía + Muestreo citobrush + Laboratorio
- Día 2: Lavado intrauterino
- Día 10: Ultrasonografía + Muestreo citobrush+ Laboratorio
- Inseminación Artificial
- Ultrasonido 30 días post IA

Técnica de cepillado o Citobrush

Se inició con un chequeo ginecológico mediante ecografía para determinar el estado reproductivo (ovarios, cuernos, cuerpo y cuello del útero) de las vacas.

Posteriormente se introdujo en el útero por vía vaginal el instrumental necesario para la toma de muestra. El mismo está conformado por un cepillo o isopo colector endocervical sujetado al mandril de una pistola de inseminación de acero inoxidable.

Para proteger la pistola de la contaminación vaginal, la misma fue cubierta con una vaina descartable, así fue introducida, pasando a través del cérvix llegando a los cuernos uterinos con un giro de 360'.

Este citobrush se lo hizo rodar suavemente sobre un portaobjetos limpio, desengrasado y debidamente rotulado con el número de arete correspondiente al animal y la fecha de toma de las muestras. Inmediatamente los frotis fueron fijados con la tinción Diff Quik para resguardarlos del polvo, poder trasladarlos en cajas transportadoras hasta el laboratorio de la Facultad de Ciencias Pecuarias (ESPOCH).

Las preparaciones citológicas se analizaron con un microscopio binocular Olimpus BH-2 a un aumento de 400X y contando un mínimo de 100 células totales (células epiteliales y células inflamatorias), a partir de las cuales se determinó la proporción de células inflamatorias (polimorfonucleares neutrófilos). Para determinar el grado de inflamación de la mucosa uterina, se calculó el porcentaje de polimorfonucleares neutrófilos (% PMN N), mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ PMN N} = \text{n PMN N} / \text{C.T} \times 100$$

Donde:

% PMN N: Porcentaje de polimorfonucleares neutrófilos

n PMN N: Cantidad de Polimorfonucleares Neutrófilos presentes en la preparación

C. T.: Células Totales presentes en la preparación (células epiteliales y PMN N)

Luego del % obtenido del PMN N, se procedió a clasificar a las vacas como positivas a endometritis subclínicas (ES) siguiendo el criterio de los trabajos publicados anteriormente que consideran como positivos a endometritis subclínica a todos los animales cuyos frotis poseen un % PMN N ≥ 5.

DETERMINACION DE LA TASA DE CONCEPCIÓN:

Transcurridos 30 días post- inseminación artificial se procedió a realizar un chequeo ginecológico por ultrasonido para determinar la tasa de concepción y tabular los datos pertinentes.

- Técnicas de procesamiento, análisis y presentación de datos

Las técnicas utilizadas en la presente investigación fueron la recolección gradual de datos de acuerdo a las evaluaciones ultrasonográficas y visuales que presente cada animal. Posteriormente los datos fueron organizados y recopilados en una tabla de Microsoft Excel, para luego realizar un análisis de tipo descriptivo y comprobación por medio de la prueba de Chi-cuadrado.

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó el esquema del experimento que se muestra en la tabla 4.

Tabla 4
Esquema del experimento.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES	TUE*	REP./TRA.
T1(Cefapirina)	T1	1	12	12
T2(Ceftiofur)	T2	1	14	14
T3 (Lidocaína)	T3	1	15	15
Total				41

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental (vaca)

3.5.3. Análisis estadístico y pruebas significativas

Los resultados experimentales de la presente investigación fueron sometidos a los siguientes análisis:

- Análisis de varianza (ADEVA) ($p < 0,05$).
- La separación de medias se realizará por medio de la prueba de Chi-cuadrado, a un nivel de significancia ($p < 0,05$).

Tabla 5
Esquema del ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	41
Tratamientos	3
Error	38

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Tabla 6
Clasificación de variables según definición, tipo, indicador y escala de medición.

	Variables	Definición	Clasificación	Indicador	Escala.
INDEPENDIENTES	TRATAMIENTO	Tipo de intervención aplicada al animal	Categórica nominal	T1: CEFAPIRINA T2: CEFTIOFUR T3: LIDOCAÍNA	Nominal (3 categorías)
	GRUPO DE ANTIBIÓTICOS	Clase de medicamento utilizado	Categórica nominal	1. Cefalosporinas 2. Lidocaína	Nominal (2 categorías)
	TIPO DE ENDOMETRITIS	Clasificación de la gravedad de la endometritis	Categórica nominal	E0: Sin endometritis E1: Subclínica E2: Clínica	Ordinal (3 niveles)
	CONDICIÓN CORPORAL	Puntuación del estado físico del animal	Cuantitativa discreta	Escala de 1 a 5	Razón (intervalos fijos)
	DÍAS POST PARTO	Tiempo transcurrido desde el parto hasta la intervención	Cuantitativa continua	Número de días (60 a 900)	Razón
	LACTANCIAS	Número de periodos de lactancia del animal	Cuantitativa discreta	Número de días (1 a 5)	Razón
DEPENDIENTES	ENDOMETRITIS PRE-TTO	Diagnóstico inicial de endometritis	Categórica dicotómica	0: NO 1: SI	Nominal
	% POLIMORFOS PRE-TTO	Porcentaje de células polimorfonucleares en pre- tratamiento	Cuantitativa continua	Porcentaje (0-37.5%)	Razón
	ENDOMETRITIS POST-TTO	Persistencia de endometritis después del tratamiento	Categórica dicotómica	0: NO (curación) 1: SI (persiste)	Nominal
	% POLIMORFOS POST-TTO	Porcentaje de células polimorfonucleares en post-tratamiento	Cuantitativa continua	Porcentaje (0-64%)	Razón

Este capítulo desarrolla un análisis integral de los resultados obtenidos en la evaluación del diagnóstico y tratamiento de la endometritis subclínica y clínica en bovinos lecheros, abordando la caracterización de variables clínicas y terapéuticas mediante procedimientos estadísticos descriptivos e inferenciales (SPSS versión 24.0, IBM SPSS Inc. Múnich, Alemania). Se establece que la citología endometrial, a través del porcentaje de neutrófilos polinucleares (% PMN), presenta una mayor sensibilidad diagnóstica frente a la ultrasonografía en la detección de inflamación subclínica y clínica.

En lo referente a la eficacia de los tratamientos, mientras que la Lidocaína resalta por su bajo costo y mayor rentabilidad en animales con condición corporal deficiente. A pesar de que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, se identificaron tendencias consistentes que favorecen el uso de Cefapirina benzatina (Cefapirina).

Análisis Descriptivo de Variables Independientes de Categoría Cuantitativa

Tabla 7

Estadísticos descriptivos de variables independientes en una población posparto (N=41)

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS						
	N	**Mínimo**	**Máximo**	**Media**	**Desviación**	**Varianza**
Días Post Parto	41	60	900	241,46	154,928	24002,805
Lactancias	41	1	5	2,93	1,170	1,370
Condición corporal	41	2,0	3,5	2,659	,4533	,205
N válido (por lista)	41					

El análisis descriptivo se realizó en una población de 41 unidades de estudio, examinando variables independientes (Tabla 6 y 7). La variable ¨Días Post Parto¨ presentó un amplio rango (60 a 900 días), con una media de 241.46 días y una alta dispersión (DE=154,928), lo que indica una gran variabilidad en el tiempo transcurrido desde el parto. En ¨Lactancias¨, se observó un rango de 1 a 5 eventos, con una media de 2,93 (DE=1,170), mostrando diferencias en la frecuencia de partos. Por último, la ¨Condición Corporal¨ (2,0 a 3,5) mostró menor variabilidad (DE=0,453), sugiriendo una relativa homogeneidad en esta característica. Estos resultados, obtenidos de una muestra limitada pero representativa, proporcionan una base para evaluar el impacto potencial de estas variables en estudios posteriores.

Análisis Inferencial

Análisis de normalidad de Días Post Parto, Lactancias y Condición Corporal

Tabla 8

Resultados de las pruebas de normalidad de las variables Días Post Parto, Lactancia y Condición Corporal (N=41)

PRUEBAS DE NORMALIDAD						
	Kolmogórov-Smirnov[2]			**Shapiro-Wilk**		
	Estadístico	**gl**	**Sig.**	**Estadístico**	**Gl**	**Sig.**
Días post parto	,182	41	,002	,817	41	,000
Lactancias	,183	41	,001	,915	41	,005
Condición corporal	,222	41	,000	,878	41	,000

Los resultados de las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov (con corrección de Lilliefors) y Shapiro-Wilk (Tabla 8) indicaron que ninguna de las variables analizadas (¨Días Post `Parto, ¨Lactancias¨ y ¨Condición Corporal¨) sigue una distribución normal. Esto se evidenció por los valores de significancia inferiores a 0.05 en todas las pruebas ($p \leq 0.005$).

En particular, los estadísticos de Kolmogórov-Smirnov (entre 0.182 y 0.222) y Shapiro-Wilk (entre 0.817 y 0.915) confirmaron desviaciones significativas respecto a la normalidad. Estos hallazgos justificaron el uso de métodos estadísticos no paramétricos para análisis posteriores que involucraron estas variables, ya que el incumplimiento del supuesto de normalidad invalida la aplicación de pruebas paramétricas estándar. La consistencia entre ambas pruebas reforzó la robustez de esta conclusión.

Análisis Descriptivo de Variables Independientes de Categoría Nominal

Tabla 9

Distribución de frecuencias absolutas y relativas de variables categóricas: Tratamiento, Grupo de Antibióticos y Tipo de Endometritis (N=41)

TRATAMIENTO

		Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje válido**	**Porcentaje acumulado**
Válido	T1: CEFAPIRINA	12	29,3	29,3	29,3
	T2: CEFTIOFUR	14	34,1	34,1	63,4
	T3: LIDOCAÍNA	15	36,6	36,6	100,0
	TOTAL	41	100,0	100,0	

TIPO ENDOMETRITIS

		Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje válido**	**Porcentaje acumulado**
Válido	E0	6	14,6	14,6	14,6
	E1	28	68,3	68,3	82,9
	E2	7	17,1	17,1	100,0
	TOTAL	41	100,0	100,0	

GRUPO ANTIBIÓTICOS

		Frecuencia	**Porcentaje**	**Porcentaje válido**	**Porcentaje acumulado**
Válido	Cefalosporinas	26	63,4	63,4	63,4
	Lidocaína	15	36,6	36,60	100,0
	TOTAL	41	100,0	100,0	

El análisis descriptivo de frecuencias absolutas y relativas (Tabla 9) reveló que, en una población de 41 casos, el tratamiento más utilizado fue T3: Lidocaína (36.6%, 15 casos), seguido de T2: Ceftiofur (34.1%, 14 casos) y T1: Cefapirina (29.3%, 12 casos). Al agrupar T1: Cefapirina y T2: Ceftiofur como cefalosporinas, este conjunto representó el 63.4% (26 casos) de los tratamientos, destacándose como la opción predominante frente a la Lidocaína (36.6%, 15 casos). En cuanto a la gravedad de la endometritis, la mayoría de los casos fueron clasificados como subclínicos (E1, 68.3%), seguidos de clínicos (E2, 17.1%) y sin endometritis (E0, 14.06%), lo que indicó una mayor prevalencia de la forma subclínica en

la población estudiada. Estos resultados reflejaron una preferencia por las cefalosporinas en el tratamiento farmacológico y una distribución clara en la severidad de la endometritis.

4.1. Diagnóstico de Endometritis subclínica en vacas lecheras mediante ultrasonografía (US) y Citología Endometrial (CE) (citobrush) previo a tratamientos intrauterinos (Cefapirina, Ceftiofur) y Lidocaína.

Tabla 10

Distribución de casos de endometritis según diagnóstico previo al tratamiento (citología endometrial) y clasificación ecografía (ultrasonografía), junto con pruebas de asociación estadística (chi-cuadrado)

Tabla cruzada ENDOMETRITIS PRE-TTO* TIPO ENDOMETRITIS (Ultrasonografía)

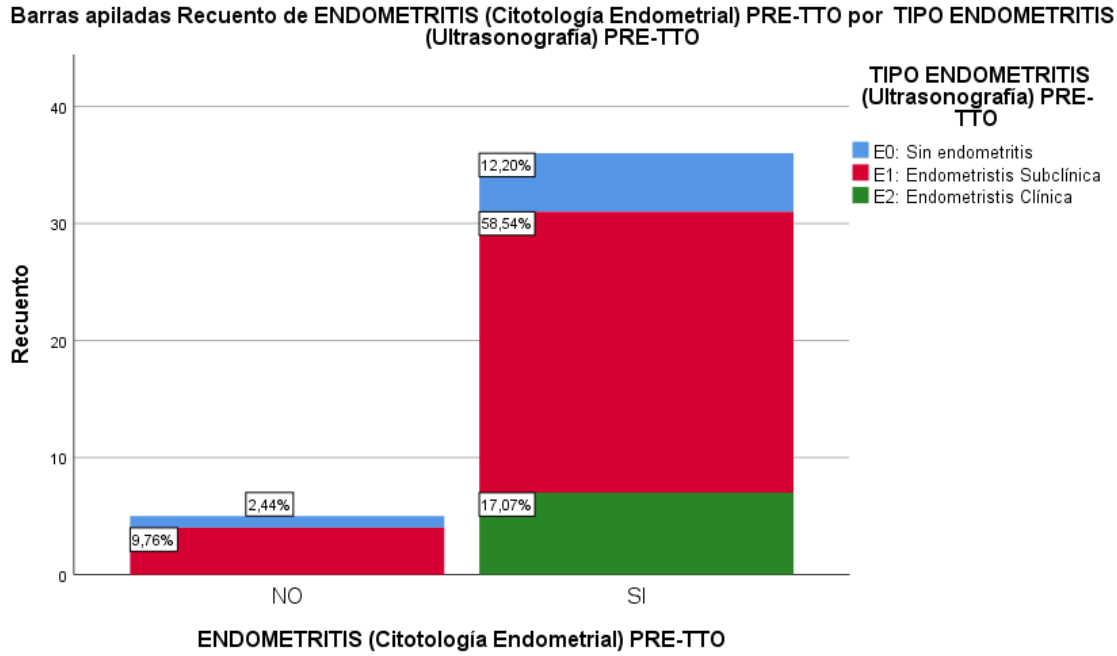
ENDOMETRITIS PRE-TTO	NO	Recuento	1	4	0	5
		% dentro de ENDOMETRITIS PRE-TTO	20,0%	80,0%	0,0%	100,0%
	SI	Recuento	5	24	7	36
		% dentro de ENDOMETRITIS PRE-TTO	13,9%	66,7%	19,4%	100,0%
Total		Recuento	6	28	7	41
		% dentro de ENDOMETRITIS PRE-TTO	14,6%	68,3%	17,1%	100,0%

PRUEBAS DE CHI- CUADRADO

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)
Chi- cuadrado de Pearson	1,199[a]	2	,549	,625
Razón de verosimilitud	2,032	2	,362	,625
Prueba exacta de Fisher	1,053			,625
N de casos válidos	41			

Figura 2

Distribución de casos de endometritis según diagnóstico previo al tratamiento (ENDOMETRITIS PRE-TTO) y clasificación ecográfica (TIPO ENDOMETRITIS)



El análisis de la Figura 2, Tabla cruzada y pruebas de chi-cuadrado (Tabla 10) revelaron una aparente incongruencia entre métodos diagnósticos: mientras la citología endometrial (%PMN PRE-TTO) identificó un 87.8% de casos positivos (36/41), la ultrasonografía clasificó el 12.20% de estos (5/41) como E0 (sin endometritis). Esta discrepancia se explica porque la citología detecta inflamación celular (punto de corte %PMN ≥ 5%) incluso cuando no hay cambios estructurales visibles en la ecografía, lo que sugiere que la técnica citológica es más sensible para casos tempranos o subclínicos (Kaufmann et al., 2021).

Por otro lado, el 9.76% (4/41) de los casos negativos por citología (PRE-TTO NO) fueron clasificados como E1 (Endometritis subclínica) por ecografía, posiblemente debido a alteraciones morfológicas sin inflamación activa. Las pruebas de chi-cuadrado ($p > 0.05$) confirmaron que no existió asociación significativa entre ambos métodos, destacando su naturaleza complementaria: la citología evalúa inflamación y la ecografía, cambios anatómicos. Estos hallazgos enfatizan la importancia de combinar ambas técnicas para un diagnóstico más preciso, especialmente en casos limítrofes o subclínicos (Pascottini & Opsomer, 2021).

Estudios recientes han validado la citología endometrial y la ultrasonografía como

herramientas diagnósticas eficaces para la detección de endometritis subclínica, al asociar sus resultados con una disminución significativa en la fertilidad. La citología endometrial demostró ser especialmente sensible al detectar infiltración de %PMN, incluso en ausencia de signos clínicos (Kasimanickam et al., 2020).

Además, investigaciones contemporáneas han establecido puntos de corte ajustados de %PMN para el diagnóstico de endometritis subclínica, confirmando la baja probabilidad de falsos positivos y su impacto negativo en la concepción, lo que refuerza la sensibilidad diagnóstica de la citología como herramienta clave en el monitoreo reproductivo (Madoz et al., 2020).

4.2. Eficacia del uso tratamientos intrauterinos (Cefapirina, Ceftiofur y Lidocaína para controlar Endometritis en ganado lechero mediante Citología Endometrial (citobrush) y Ultrasonografía (Post-tratamiento).

Tabla 11

Estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas en el estudio (N=26, 0% de datos perdidos) mediante Citología Endometrial

ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS							
	N	**Rango**	**Mínimo**	**Máximo**	**Media**	**Desv. Desviación**	**Varianza**
% PMN PRE-TTO	41	64	0	64	21,04	15,499	240,224
%PMN POST-TTO	41	38	0	38	13,70	12,519	156,716
N válido (por list)	41						

Tabla 12

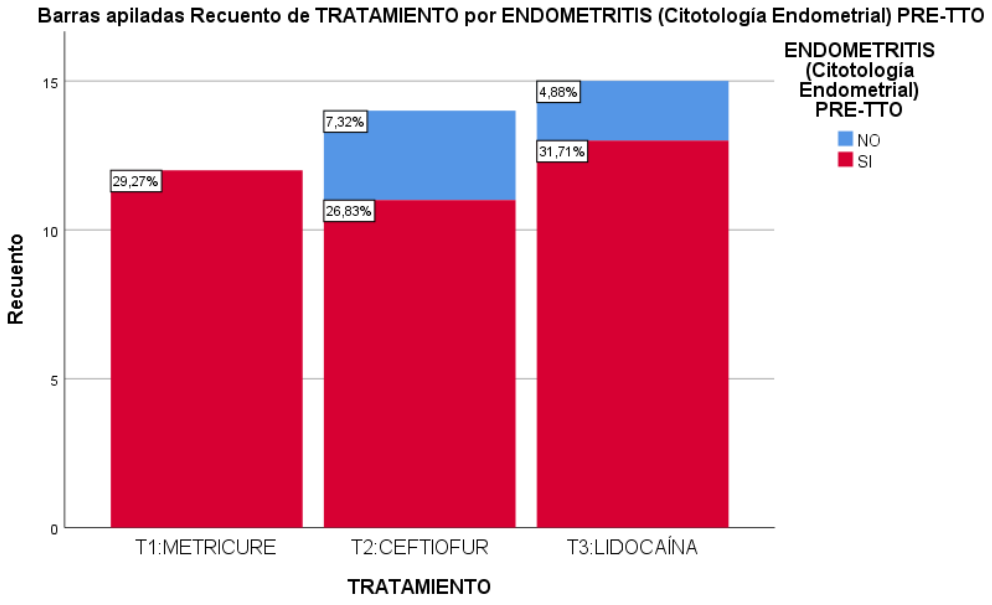
Tabla de frecuencias de Tipo de Endometritis (Pre/Post -Tratamiento) (N=26, 0% de datos perdidos) mediante Ultrasonografía.

TIPO ENDOMETRITIS (Ultrasonografía) PRE-TTO				
E0 Sin Endometritis	6	14,6	14,6	14,6
E1: Endometritis Subclínica	28	68,3	68,3	82,9
E2: Endometritis clínica	7	17,1	17,1	100
Total	41	100	100	

TIPO ENDOMETRITIS (Ultrasonografía) POST-TTO				
E0 Sin Endometritis	30	73,2	73,2	73,2
E1: Endometritis Subclínica	11	26,8	26,8	100
Total	41	100	100	

Figura 3

Distribución de recuento de Tratamiento por Endometritis (Pre/Post -Tratamiento) mediante Citología Endometrial



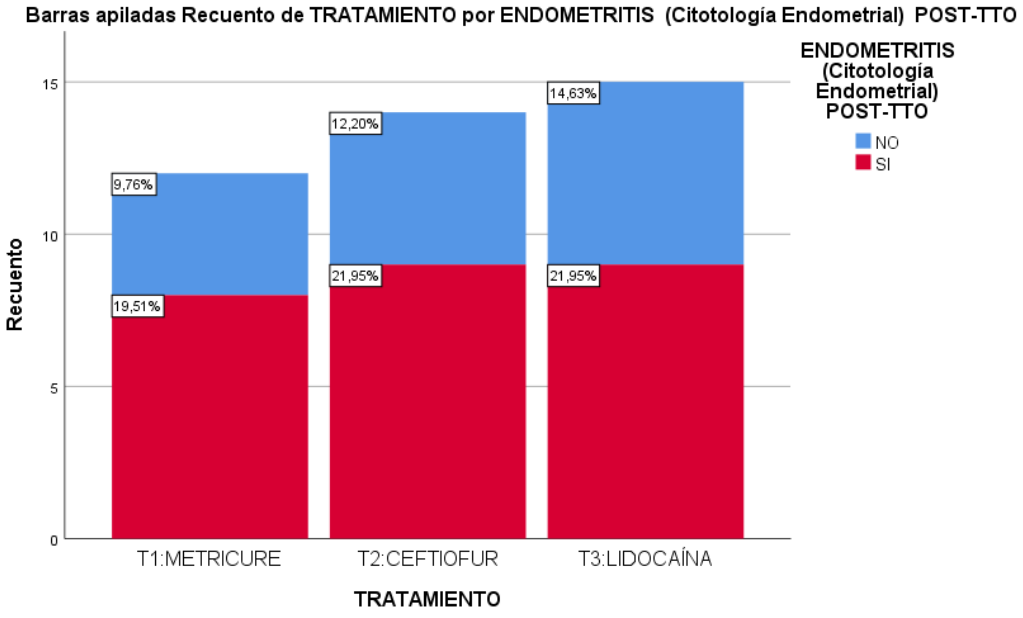
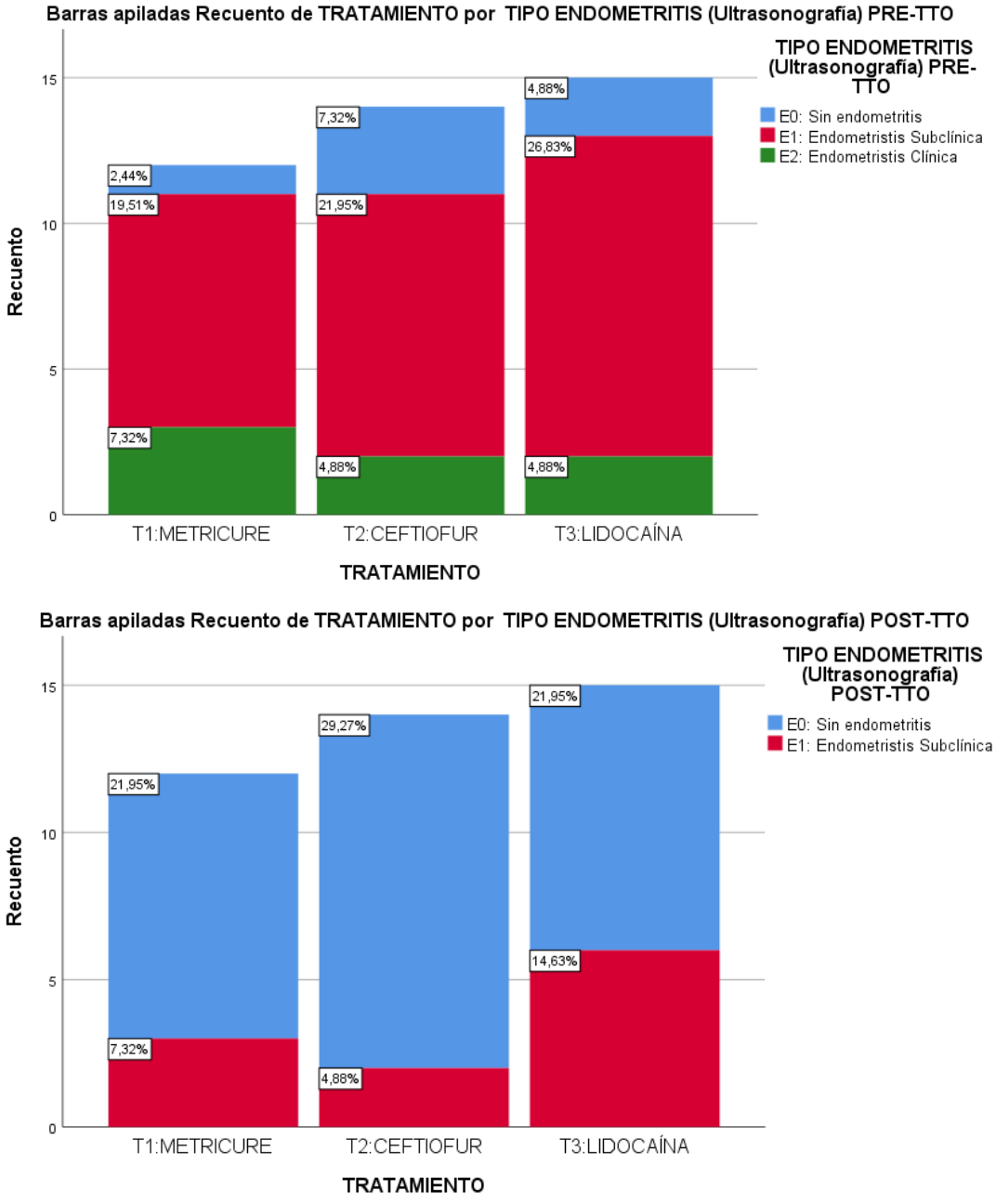


Figura 4

Distribución de recuento de Tratamiento por Endometritis (Pre/Post -Tratamiento) mediante Ultrasonografía



Análisis Descriptivo

Los estadísticos descriptivos (Tabla 11) muestran las características de las variables cuantitativas en el estudio con una población de 41 animales mediante CE. El %PMN pretratamiento (% PMN PRE-TTO) presentó un rango de 0 a 64%, con una media de 21.04% y una desviación estándar de 15.499, indicando una variabilidad considerable en los valores iniciales. Tras el tratamiento (% PMN POST-TTO), los valores disminuyeron (rango: 0-38%. Media: 17.70%. DE: 12.519), sugiriendo una reducción general en la respuesta inflamatoria, lo cual coincide con estudios que señalan la utilidad de la CE para monitorear la dinámica de neutrófilos como indicador sensible de recuperación uterina (Kasimanickam et al., 2020).

En contraste, los resultados siguientes (Tabla 12) muestran que, según US, el 68.3% de los animales presentaron endometritis subclínica (E1) PRE-TTO, reduciéndose al 26.8% POST-TTO, mientras que los casos clínicos (E2) desaparecieron. Estos hallazgos concuerdan con lo descrito en la literatura, donde la ultrasonografía ha demostrado ser una herramienta confiable para monitorear la resolución de procesos inflamatorios uterinos, aunque con limitaciones para detectar fases tempranas de inflamación celular (Kaufmann et al., 2021; Pascottini & Opsomer, 2021). La combinación de ambos métodos refuerza la evaluación integral, aunque algunos casos subclínicos persistentes sugieren la necesidad de seguimiento adicional.

La Figura 3 muestra la incidencia de endometritis post-tratamiento (POST-TTO) en función de tres tratamientos: T1 (Cefapirina), T2 (Ceftiofur) y T3 (Lidocaína). Se observa que T1: Cefapirina fue el tratamiento con mayor eficacia, ya que presentó la menor proporción de casos positivos de endometritis post-tratamiento (19.51%) y la mayor proporción de animales libres de la enfermedad (9.76%) en relación con su total. Estos resultados respaldan lo reportado en investigaciones recientes, donde la cefapirina continúa siendo uno de los fármacos más efectivos para infecciones uterinas posparto (Viora et al., 2020). Por el contrario, T2: Ceftiofur y T3: Lidocaína mostraron una mayor proporción de casos positivos (21.95% en ambos), pero con una eficacia algo mayor en T3, al tener un mayor porcentaje de animales sin endometritis (14.63% frente a 12.20% en T2). Esto coincide con estudios actuales que han señalado el potencial de la lidocaína como terapia alternativa no antibiótica

por sus efectos antiinflamatorios (Zahid et al., 2024).

La Figura 4 muestra que también el T1 fue más eficaz, reduciendo la E1 del 19.51% al 7.32% y aumentando los animales sanos al 21.95% según la US, lo cual concuerda con la CE. El T2 evidenció una mayor proporción de animales E0 (29.27%), pero la CE indicó una persistencia del 21.95% de casos, lo que sugiere una posible sobrestimación ecográfica, tal como ha sido señalado en comparaciones recientes entre ambas técnicas diagnósticas (Silva et al., 2021). Finalmente, el T3 mostró resultados intermedios, con una reducción a 14.63% de E1 y un 21.95% de animales sanos POST-TTO.

- ***Eficacia comparativa (Pre/Post -Tratamiento) en la reducción de inflamación endometrial según Grupo de Antibióticos y Condición Corporal mediante Citología Endometrial.***

Figura 5

Eficacia comparativa (Pre/Post -Tratamiento) en la reducción de inflamación endometrial según Grupo de Antibióticos y Condición Corporal mediante Citología Endometrial.

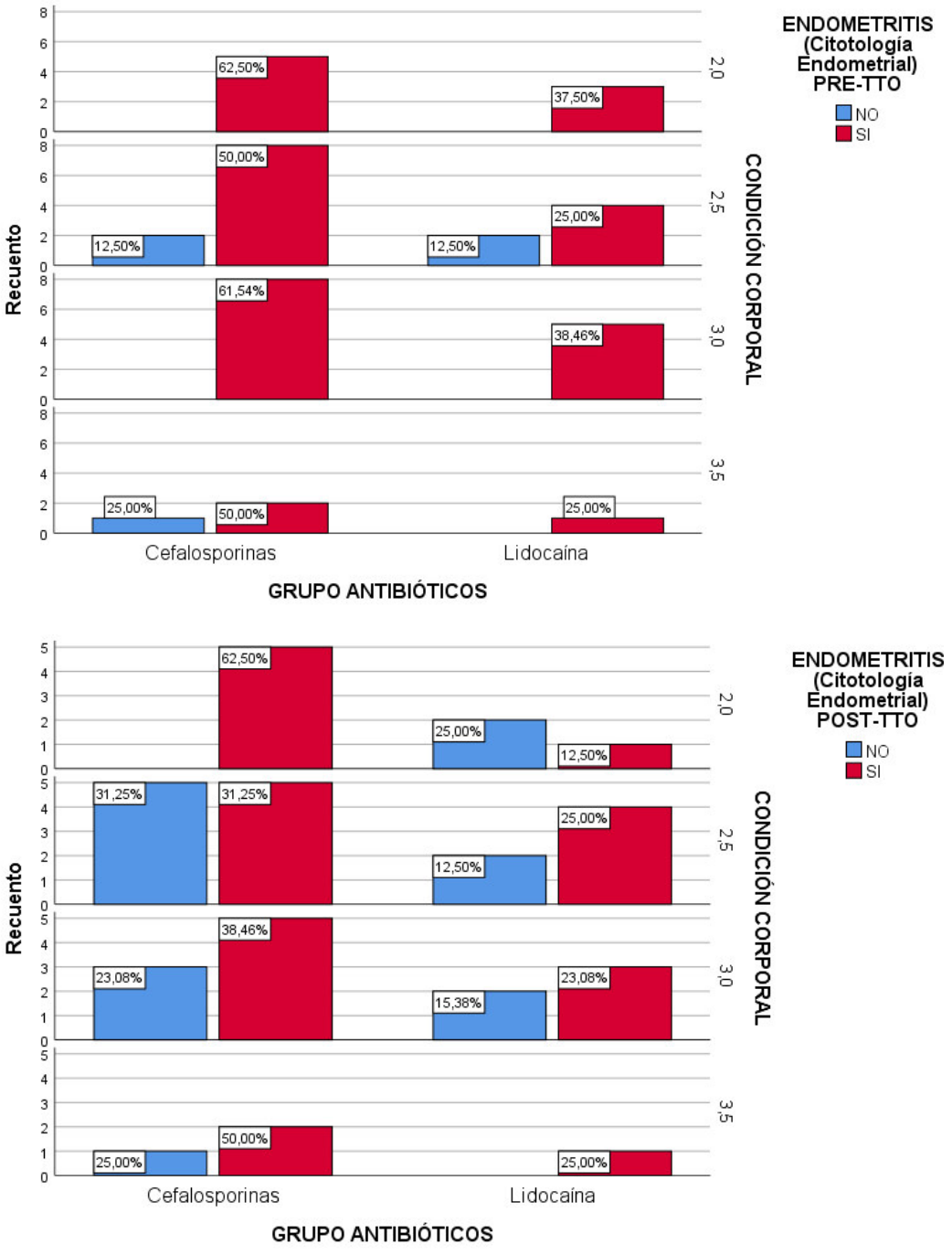
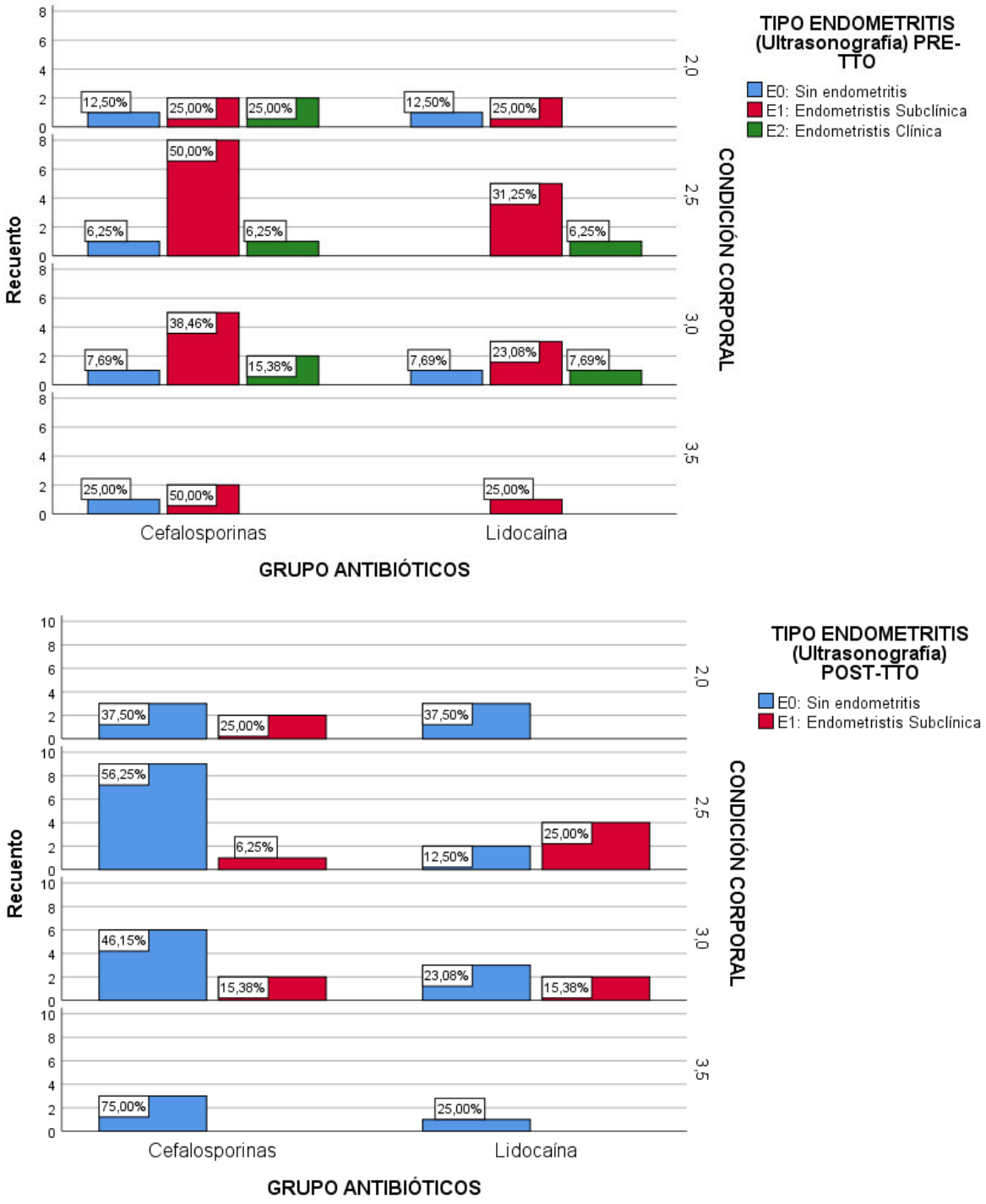


Figura 6

Eficacia comparativa (Pre/Post -Tratamiento) en la reducción de inflamación endometrial según Grupo de Antibióticos y Condición Corporal mediante Ultrasonografía



El análisis comparativo de resultados obtenidos por US y CE (Figura 5 y 6) mostró discrepancias relevantes en la detección de endometritis POST-TTO según el grupo antibiótico y la condición corporal. Mientras que la US indicó una mayor eficacia de las

cefalosporinas, especialmente en animales con CC 2.5 y 3.5 (56.25–75% sin endometritis), la CE reveló una mayor proporción de casos positivos en estos mismos grupos (hasta 50% con endometritis POST-TTO en CC 3.5), lo que sugiere una mayor sensibilidad diagnóstica de esta última técnica (Kasimanickam et al., 2020; Kaufmann et al., 2021).

En el caso de la lidocaína, la US mostró resultados favorables en condición 3.5 (25% sin endometritis y ningún caso positivo), mientras que la citología reportó porcentajes de endometritis en casi todos los grupos, destacando CC 2.5 con 25% de los casos positivos. Investigaciones recientes han señalado que la respuesta a tratamientos alternativos puede variar de acuerdo con la condición corporal y el estado fisiológico del animal, lo que explica la diferencia entre ambas técnicas diagnósticas (Pascottini & Opsomer, 2021; Zahid et al., 2024).

En conjunto, estos hallazgos sugieren que la técnica diagnóstica utilizada influyó considerablemente en la evaluación de la eficacia terapéutica, y que la citología podría detectar procesos inflamatorios no evidenciados por ultrasonografía. Asimismo, la eficacia de las cefalosporinas parece más consistente en animales con condición corporal ≥ 2.5 al evaluarse por ultrasonografía, mientras que los resultados con lidocaína fueron más variables, lo que refuerza la necesidad de elegir la herramienta diagnóstica y el tratamiento en función de la condición corporal y el objetivo clínico (Silva et al., 2021; Viora et al., 2020).

Figura 7

Eficacia comparativa (Pre/Post -Tratamiento) en la reducción de inflamación endometrial según número de lactancias mediante Citología Endometrial

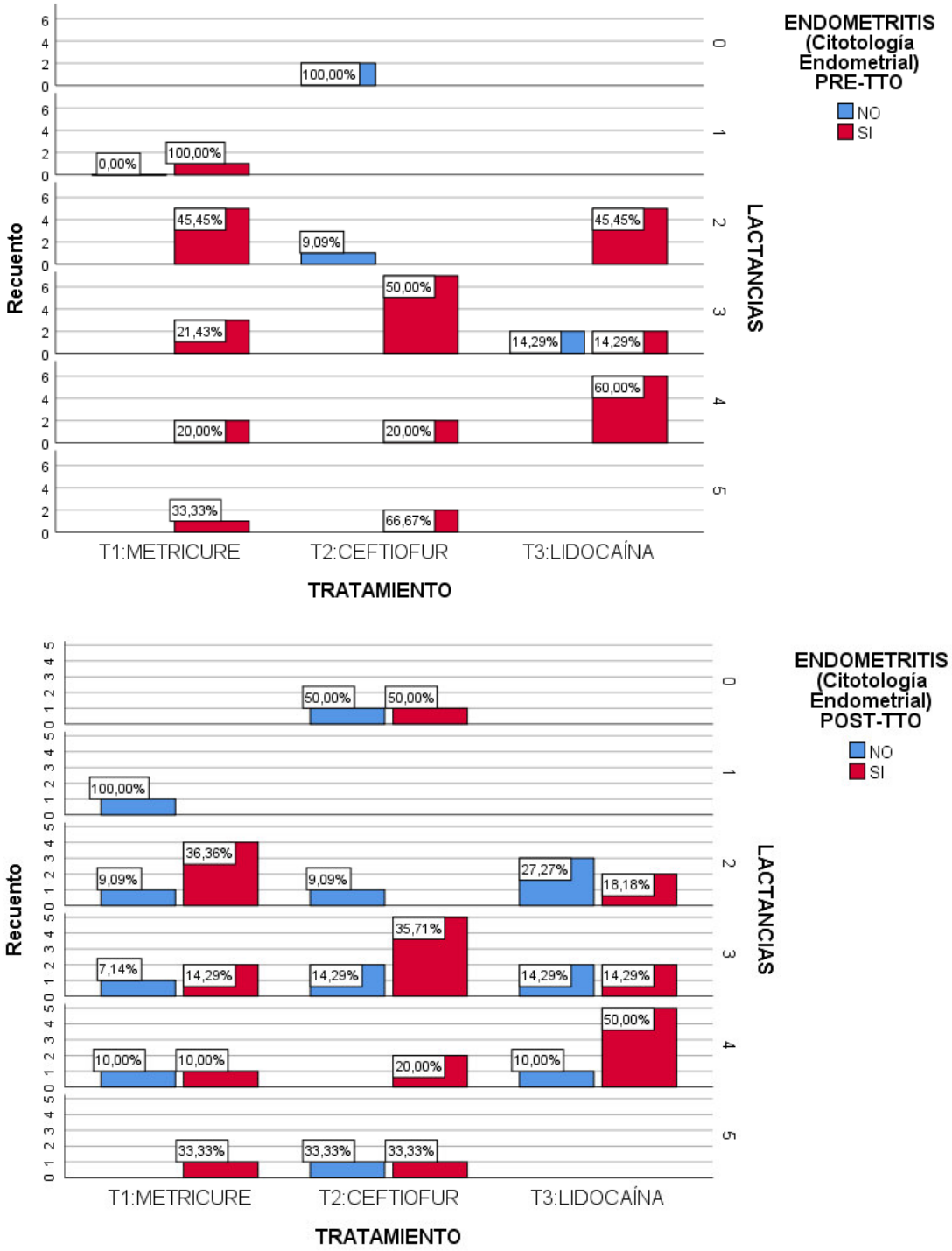
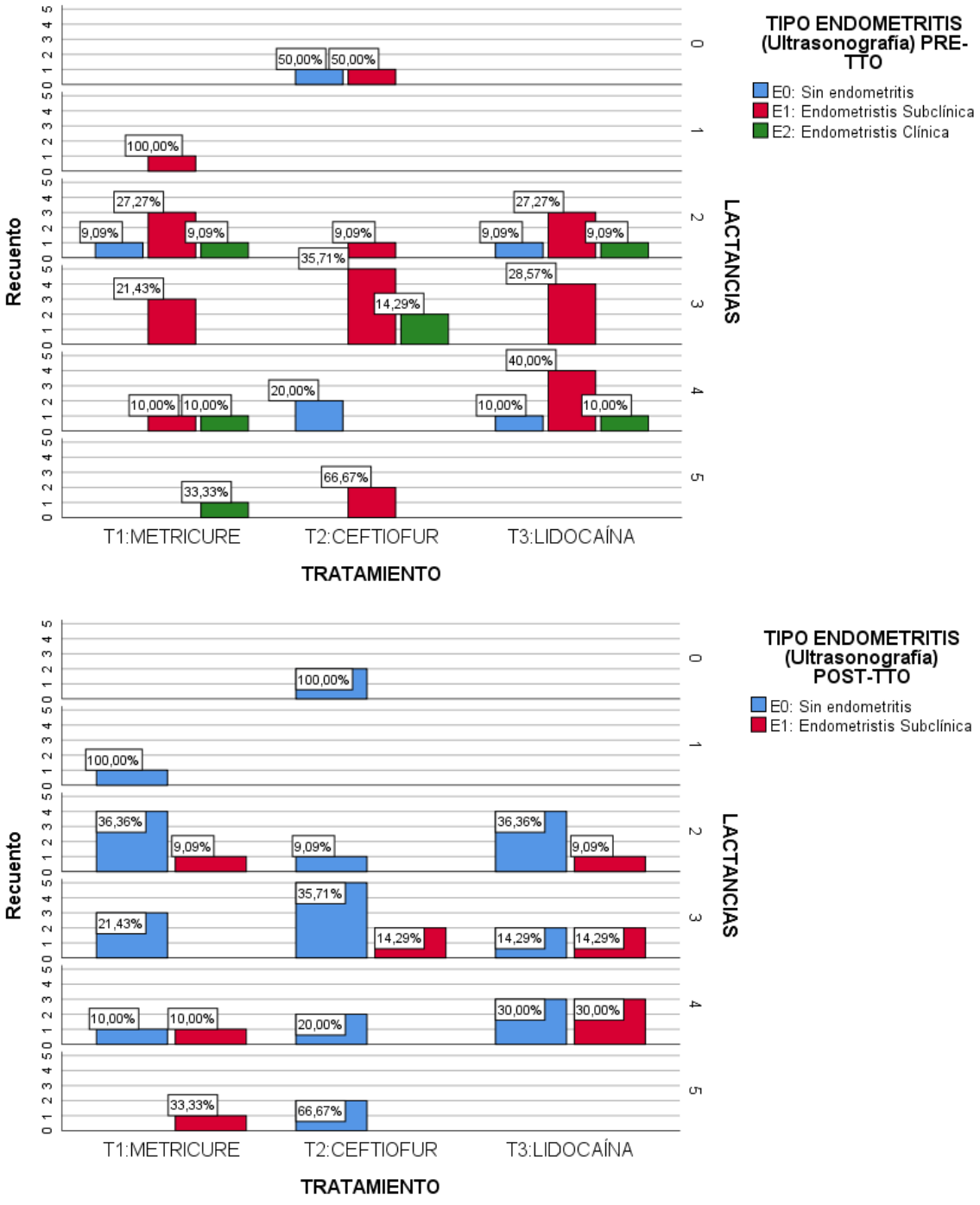


Figura 8

Eficacia comparativa (Pre/Post -Tratamiento) en la reducción de inflamación endometrial según número de lactancias mediante Ultrasonografía



El análisis comparativo de los resultados obtenidos por CE y US (Figuras 7 y 8) según el tratamiento antibiótico y el número de lactancias reveló diferencias notables en la detección de endometritis POST-TTO. En la evaluación por CE, dentro de las cefalosporinas (63.42%),

la cefapirina mostró una alta eficiencia en vacas de primera lactancia (100% sin endometritis), pero esta disminuyó progresivamente en animales con más lactancias, alcanzando el 50% sin endometritis en la cuarta lactancia. Estos hallazgos concuerdan con lo señalado en estudios recientes, donde se ha evidenciado que la eficacia terapéutica de la cefapirina es mayor en animales jóvenes, mientras que disminuye en vacas con mayor número de partos debido a la acumulación de factores predisponentes uterinos (Viora et al., 2020; Pascottini & Opsomer, 2021).

Ceftiofur (T2) presentó una eficacia moderada y variable, con el mejor resultado en animales que no habían tenido lactancias previas (del 100% a un 50%) y una disminución en animales con quinta lactancia (del 66.67% a 33.33%). Lidocaína (T3) fue el tratamiento menos efectivo según la CE, destacándose una alta proporción de endometritis en la cuarta lactancia (60%), que disminuyó apenas un 10%, mientras que en los animales de segunda lactancia se redujo de un 45.45% a un 18.18%. Investigaciones recientes refuerzan que la lidocaína, aunque presenta propiedades antiinflamatorias prometedoras, muestra resultados más variables y dependientes del historial reproductivo del animal (Zahid et al., 2024).

En contraste, los resultados por US sugirieron una mejor respuesta con Cefapirina (T1) en animales con hasta dos lactancias (100% sin endometritis) y una eficacia más constante con Lidocaína (T3) en la tercera lactancia (de 28.57% E1 a 14.29% sin endometritis) y cuarta lactancia (del 50% entre E1 y E2, disminuyendo un 20% a E0). Ceftiofur (T2) mostró la misma eficacia, coincidiendo con los hallazgos de la CE. Estas diferencias sugieren que la citología endometrial podría detectar formas subclínicas (E1) no evidenciadas por US, y que la eficacia del tratamiento depende tanto del antibiótico como del número de lactancias (Kaufmann et al., 2021; Silva et al., 2021).

En conjunto, los resultados indican que la Cefapirina (T1) sería más adecuada para animales jóvenes (1–2 lactancias), mientras que la eficacia de Ceftiofur (T2) y Lidocaína (T3) parece más variable y dependiente del historial reproductivo del animal.

De forma similar a lo reportado en estudios recientes sobre resistencia antimicrobiana a cefalosporinas, los resultados del presente trabajo muestran que el tratamiento con Ceftiofur (T2) presentó una eficacia inferior en la reducción de %PMN POST-TTO (21.95% de casos positivos y solo 12.20% de animales libres de endometritis), lo que podría relacionarse con

la selección de E. coli resistentes a cefalosporinas de tercera generación. Investigaciones actuales confirman que el uso de ceftiofur puede asociarse con una persistencia de cepas resistentes durante varias semanas postratamiento (Turloiu et al., 2022). Esto respalda la necesidad de considerar alternativas terapéuticas más eficaces y con menor impacto en la resistencia antimicrobiana, como la Cefapirina (T1), que en el presente estudio mostró la mejor incidencia postratamiento (0%) y el mejor desempeño antiinflamatorio según %PMN (Caicedo et al., 2022).

- ***Análisis de normalidad del Porcentaje de Polimorfonucleares (Pre/Post - Tratamiento)***

Tabla 13

Resultados de las pruebas de normalidad para los porcentajes de Polimorfonucleares (Pre/Post -Tratamiento) mediante Citología Endometrial

PRUEBAS DE NORMALIDAD						
	Kolmogórov-Smirnov[2]			**Shapiro-Wilk**		
	Estadístico	**gl**	**Sig.**	**Estadístico**	**gl**	**Sig.**
% POLIMORFOS PRE-TTO	0,161	41	,009	0,898	41	0,001
%POLIMORFOS POST-TTO	0,229	41	,000	0,867	41	0,000

Los análisis de normalidad (Tabla 13) realizados mediante las pruebas Kolmogórov-Smirnov (con corrección de Lilliefors) y Shapiro-Wilk demostraron que las distribuciones de las variables % Polimorfonucleares PRE-TTO (K-S: $p=0.009$; S-W: $p=0.001$) y % Polimorfonucleares POST-TTTO (K-S: $p<0.009$; S-W: $p<0.001$) presentan desviaciones estadísticamente significativas respecto a la distribución normal ($\alpha=0.05$). Estos hallazgos indican el incumplimiento del supuesto de normalidad, lo que sugiere la necesidad de emplear métodos estadísticos no paramétricos para los análisis inferenciales posteriores que involucren estas variables. La consistencia en los resultados entre ambas pruebas de normalidad refuerza la robustez de esta conclusión.

- ***Análisis DBCA para % Polimorfonucleares (Pre/Post -Tratamiento): Kruskal Wallis***

Tabla 14

Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para comparación del porcentaje de Polimorfonucleares (Post -Tratamiento) entre grupos de tratamiento (Cefapirina, Ceftiofur, Lidocaína)

Prueba de Kruskal – Wallis			
% POLIMORFOS POST - TTO	TRATAMIENTO	N	Rango promedio
	CEFAPIRINA	12	21,25
	CEFTIOFUR	14	21,64
	LIDOCAÍNA	15	20,20
	TOTAL	41	

Estadísticos de prueba ab	
	% POLIMORFOS POST-TTO
H de Kruskal-Wallis	0,119
gl	2
Sig. asintótica	0,942

La prueba de Kruskal-Wallis (Tabla 14) no reveló diferencias significativas en el %PMN POST-TTO entre los tres grupos (H = 0.119, p = 0.942), indicando que Cefapirina (rango promedio = 21.25), Ceftiofur (21.64) y Lidocaína (20.20) presentaron una eficacia similar en la reducción de la inflamación endometrial. Los rangos promedios fueron muy parecidos, lo que sugiere que ningún tratamiento fue superior a los demás. Este resultado podría deberse a una verdadera equivalencia terapéutica o a limitaciones en el tamaño muestral (n = 41 distribuidos en 12, 14 y 15 casos por grupo).

Este hallazgo guarda relación con estudios recientes que han evaluado la eficacia de distintos esquemas antimicrobianos en la profilaxis y tratamiento de infecciones uterinas. Por ejemplo, investigaciones clínicas han demostrado que la combinación de antibióticos de diferente espectro puede ofrecer ventajas frente al uso de monoterapia, especialmente en tejidos con alta susceptibilidad a procesos inflamatorios e infecciosos (Liu et al., 2021; Pascottini & Opsomer, 2021). A pesar de tratarse de contextos clínicos distintos, la premisa

compartida es la evaluación del impacto que diferentes estrategias antimicrobianas tienen sobre la reparación y función del tejido uterino.

En dichos estudios, la utilización de combinaciones antibióticas mostró efectos protectores superiores frente al uso aislado de cefalosporinas, con una reducción significativa en la prevalencia de lesiones tisulares y una mejor resolución de procesos inflamatorios (Liu et al., 2021). Aunque el escenario clínico es diferente al de la endometritis posparto, este hallazgo resalta la importancia del espectro antibacteriano y del control de infecciones en la reparación tisular post-intervención. De igual manera, se ha señalado que la efectividad de ciertos antibióticos, como las cefalosporinas de segunda y tercera generación, puede ser mayor frente a bacterias gramnegativas y anaerobias, mientras que otros compuestos, como los macrólidos, aportan una cobertura adicional frente a patógenos atípicos, optimizando la respuesta antiinfecciosa local y sistémica (Turloiu et al., 2022).

Tanto en la literatura reciente como en el presente estudio se destaca la necesidad de considerar múltiples factores en la evaluación terapéutica, tales como la diversidad etiológica de los patógenos involucrados, la posibilidad de resistencia bacteriana y los efectos sinérgicos entre compuestos. Además, se subraya la relevancia del tamaño muestral y del diseño metodológico para detectar diferencias significativas. En este caso, la ausencia de diferencias entre tratamientos podría estar relacionada con la heterogeneidad de los agentes etiológicos de la endometritis y con la capacidad limitada de los tratamientos individuales para abordar infecciones polimicrobianas, una problemática ampliamente reconocida en la literatura veterinaria contemporánea (Caicedo et al., 2022; Pascottini & Opsomer, 2021).

4.3. Tasa de concepción (TC) al primer servicio de los animales previamente tratados con antibióticos por vía intrauterina.

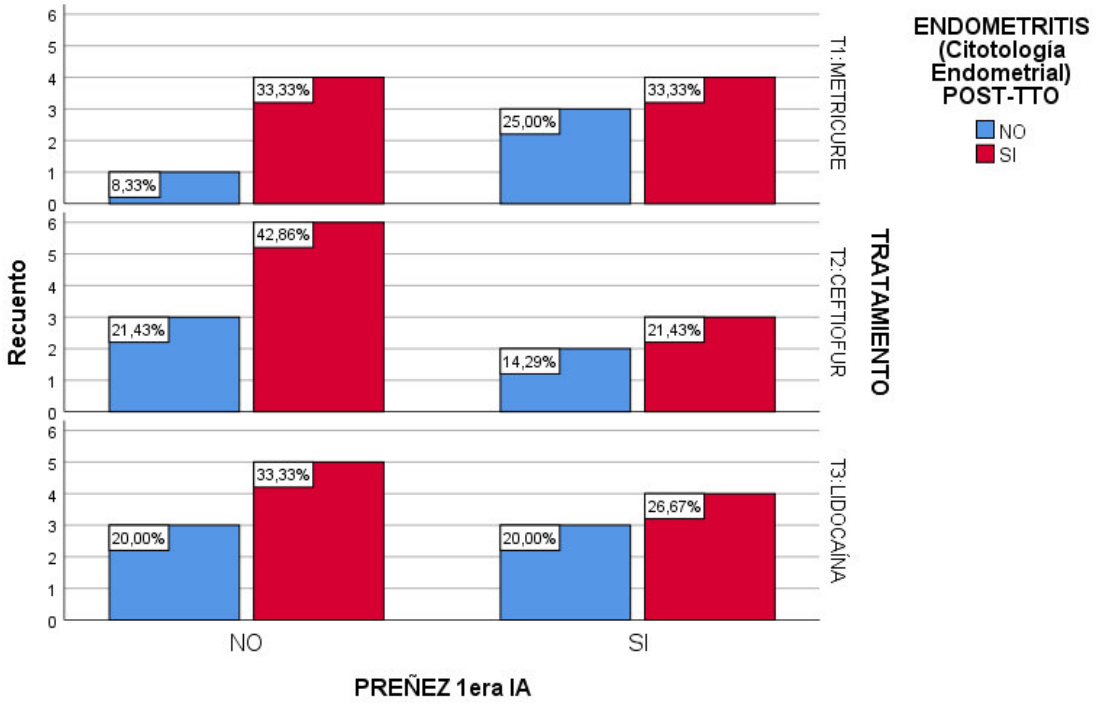
Tabla 15

Tasa de concepción al primer servicio de tratamiento intrauterino y resultados de pruebas de chi-cuadrado

PRUEBAS DE CHI- CUADRADO				
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)
Chi- cuadrado de Pearson	1,330[a]	2	,514	,537
Razón de verosimilitud	1,341	2	,511	,537
Prueba exacta de Fisher	1,343			,537
N de casos válidos	41			

Figura 9

Distribución global de la tasa de preñez en primera IA luego del tratamiento intrauterino



El análisis de la tabla cruzada (Tabla 15) y la Figura 9 mostró que la tasa de concepción al primer servicio varió según el tratamiento intrauterino: aplicado Cefapirina (T1) (58.33%), seguido de Lidocaína (46.67%) y Ceftiofur (T2) con 35.71%. A pesar de estas diferencias, las pruebas de chi-cuadrado ($p > 0,05$) indicaron que no hubo evidencia estadísticamente significativa para afirmar que los tratamientos afectaron de manera diferente la preñez, ya que las variaciones podrían deberse al azar. La tasa global de concepción fue del 46.34%, sugiriendo que, en este estudio, la Cefapirina puede ser la opción más acertada.

Los resultados obtenidos mostraron que la TC al primer servicio en vacas tratadas con diferentes antibióticos intrauterinos presentó variaciones numéricas importantes, aunque sin diferencias significativas, pero con una tendencia favorable hacia la Cefapirina. Este hallazgo coincide con investigaciones recientes que señalan que tratamientos antimicrobianos intrauterinos específicos pueden mejorar la fertilidad en vacas con endometritis subclínica al reducir la carga bacteriana y la inflamación, lo cual favorece la restauración de un ambiente uterino apto para la implantación embrionaria y el mantenimiento de la gestación (Pérez-Bárcena et al., 2021; Pascottini & Opsomer, 2021).

En contraste, la Lidocaína, un anestésico local utilizado en este estudio como tratamiento intrauterino, mostró una TC intermedia (35.71%), lo cual podría parecer contradictorio si se considera que su función principal no es la acción antimicrobiana. Sin embargo, estudios recientes reportan que la lidocaína posee propiedades antiinflamatorias y efectos moduladores sobre la respuesta inmune local, lo que puede explicar su impacto positivo en la mejora de la TC, posiblemente al reducir la inflamación endometrial y el dolor que afectan negativamente a la fertilidad (Mongkolmafai et al., 2024; Zahid et al., 2024). De hecho, estos efectos podrían contribuir a mejorar el ambiente uterino, facilitando la cicatrización del endometrio y la receptividad al embrión, a pesar de no poseer efecto antibacteriano directo.

No obstante, el grupo tratado con Ceftiofur presentó la tasa de concepción más baja, lo que podría relacionarse con factores específicos de la farmacocinética del fármaco, la resistencia bacteriana o el impacto sobre el microbiota uterino. Esto sugiere que no todos los antibióticos intrauterinos tienen la misma efectividad para mejorar la fertilidad, tal como se ha señalado en literatura reciente, donde se advierte sobre la variabilidad en los resultados reproductivos vinculados al uso de ceftiofur en vacas lecheras (Turloiu et al., 2022; Caicedo et al., 2022).

4.4. Frecuencia de la Endometritis Post-tratamiento con respecto a la condición corporal y lactancia.

Tabla 16

Distribución de frecuencias absolutas y relativas de variables: Endometritis Post-tto, Lactancias y Condición Corporal (N=41)

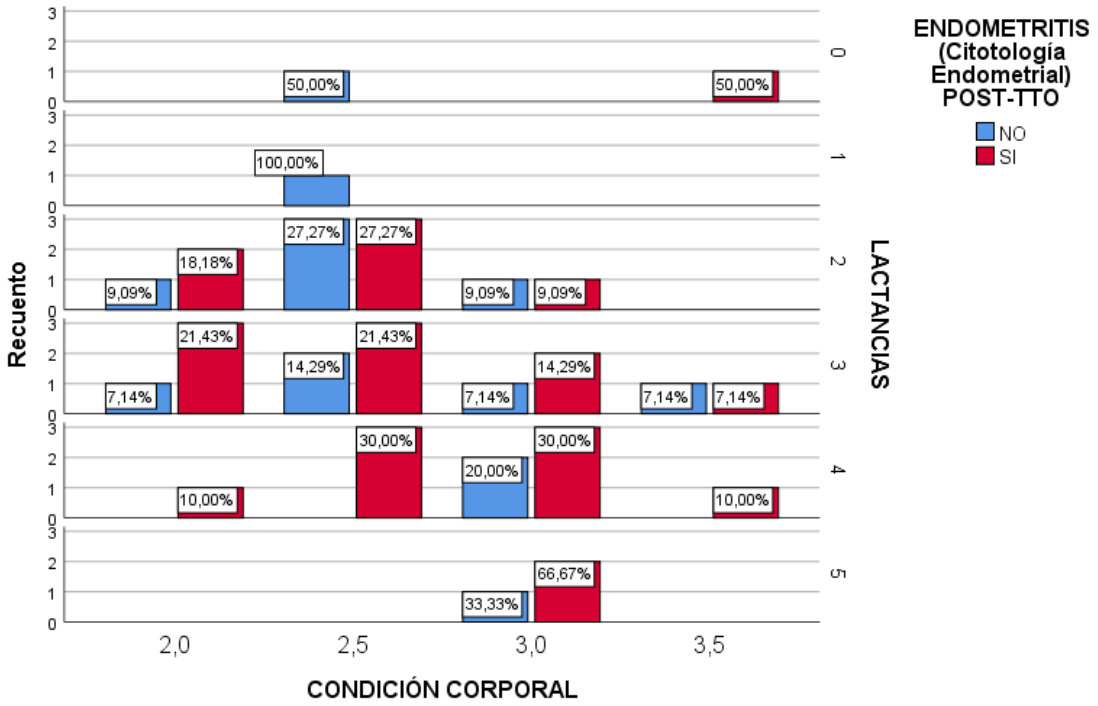
ENDOMETRITIS POST-TTO				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
NO	15	36,6	36,6	36,6
SI	26	63,4	63,4	100
Total	41	100		

LACTANCIAS				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0	2	4,9	4,9	4,9
1	1	2,4	2,4	7,3
2	11	26,8	26,8	34,1
3	14	34,1	34,1	68,3
4	10	24,4	24,4	92,7
5	3	7,3	7,3	100
Total	41	100	100	

CONDICIÓN CORPORAL				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2	8	19,5	19,5	19,5
2,5	16	39	39	58,5
3	13	31,7	31,7	90,2
3,5	4	9,8	9,8	100
Total	41	100	100	

Figura 10

Distribución porcentual de lactancias y condición corporal en casos con y sin endometritis post-tratamiento mediante Citología Endometrial



El análisis descriptivo (Tabla 16) de una población de 41 casos reveló que el 63.4% (26 casos) presentó endometritis post-tratamiento, mientras que el 36.6% (15 casos) no desarrolló. Respecto al número de lactancias, predominaron los casos con 3 lactancias (34.1%, 14 casos), seguidos de 2 lactancias (26.8%, 11 casos) y 4 lactancias (24.4%, 10 casos). En cuanto a la condición corporal, la mayoría de los animales presentaron valores de 2.5 (39.0%, 16 casos) y 3.0 (31.7%, 13 casos), lo que sugiere un estado nutricional generalmente adecuado. Estos resultados muestran una alta prevalencia de endometritis post-tratamiento, una distribución moderada en el número de lactancias y una condición corporal predominante dentro de los rangos óptimos, lo cual es consistente con hallazgos recientes en bovinos lecheros de alta producción (Caicedo et al., 2022).

Contrastando con los datos previos, se observa en la Figura 10 que, independientemente de la condición corporal (2.0 a 3.5), la mayoría de los animales presentaron endometritis POST-TTO (63.4% en total), con una mayor prevalencia en vacas de 2 a 4 lactancias (80%) y menor en aquellas con 1 lactancia (0%). Las pruebas de chi-cuadrado (Tabla 15) no mostraron asociaciones estadísticamente significativas ($p > 0.05$ en todos los casos), lo que sugiere que

ni la condición corporal ni el número de lactancias están fuertemente vinculados al desarrollo de endometritis post-tratamiento en esta muestra. Sin embargo, queda clara la tendencia hacia mayores tasas de endometritis en vacas multíparas (3–4 lactancias), tal como han señalado investigaciones recientes (Pascottini & Opsomer, 2021).

Los hallazgos del presente estudio evidencian una prevalencia del 63.4% de endometritis POST-TTO en una muestra de 41 vacas lecheras, destacando una mayor incidencia en animales con tres o más lactancias, y una predominancia de CC entre 2.5 y 3.0. A pesar de que el análisis estadístico no mostró asociaciones significativas entre endometritis, número de lactancias o CC, la tendencia observada respalda lo reportado en la literatura reciente, donde la condición metabólica y la CC son reconocidas como factores críticos en la susceptibilidad a infecciones uterinas persistentes en el posparto (Hernández-Castro et al., 2022; Pascottini & Opsomer, 2021).

En particular, se ha demostrado que vacas con CC baja (CC < 3.0) y niveles reducidos de glucosa y nitrógeno ureico en sangre presentan un mayor riesgo de desarrollar endometritis subclínica entre las semanas 5 a 7 posparto. Este desequilibrio energético, propio de vacas de alta producción y especialmente en aquellas con múltiples lactancias, compromete la función inmunitaria uterina, dificultando la resolución de infecciones bacterianas (Hernández-Castro et al., 2022). La tendencia observada en este estudio —una mayor prevalencia de endometritis en vacas con ≥3 lactancias— puede estar relacionada con un desgaste metabólico acumulativo, una menor respuesta inflamatoria eficiente y retrasos en la involución uterina, todos factores ampliamente discutidos en estudios actuales (Caicedo et al., 2022).

Por tanto, aunque los resultados no alcanzaron significancia estadística, es pertinente resaltar la necesidad de un manejo nutricional y reproductivo diferenciado para vacas multíparas, en especial durante el periodo de transición. Esta recomendación concuerda con las estrategias propuestas en investigaciones recientes, que enfatizan el monitoreo de la CC y la glucemia preparto como medidas preventivas para reducir la incidencia de endometritis y mejorar el desempeño reproductivo del hato (Pascottini & Opsomer, 2021; Hernández-Castro et al., 2022).

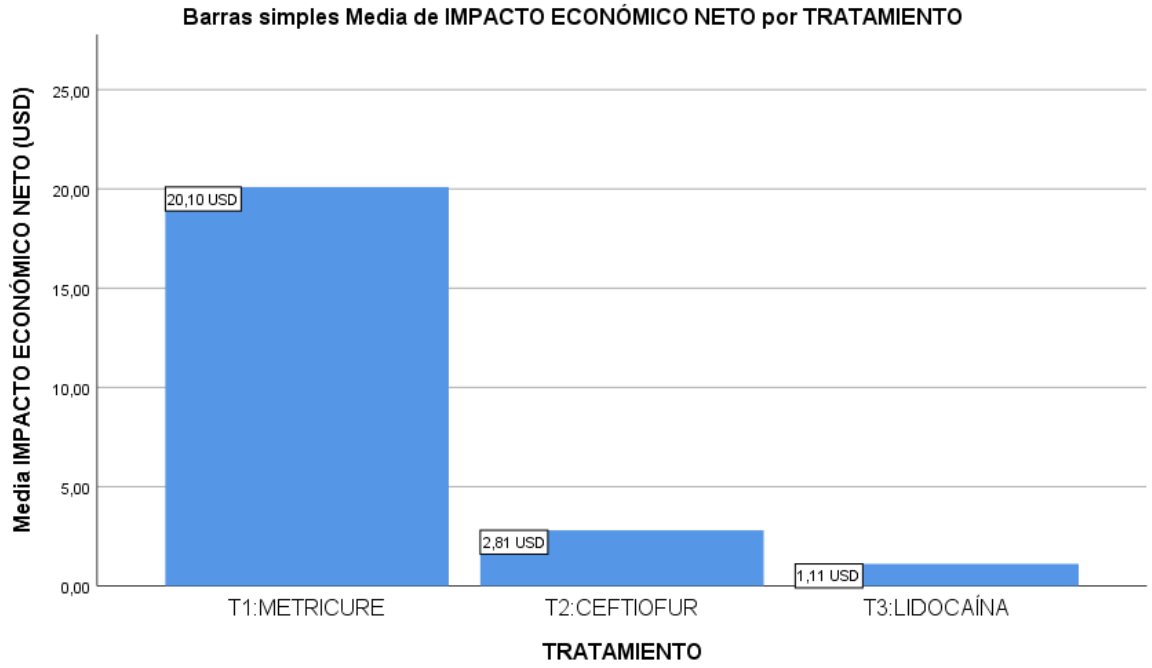
4.5. Impacto económico del uso de fármacos para el control endometritis en ganado lechero, considerando los costos asociados con el tratamiento, la mejora en la eficiencia reproductiva y la rentabilidad de las explotaciones lecheras.

Tabla 17 *Impacto económico neto por tratamiento en vacas sin endometritis Post Tratamiento*

TRATAMIENTO	COSTO TOTAL PROMEDIO DE VACAS PREÑADAS (USD)	COSTO TOTAL PROMEDIO DE VACAS NO PREÑADAS (USD)	COSTO POR PREÑEZ LOGRADA (USD)	TASA DE PREÑEZ EN LA PRIMERA IA	% CON ENDOMETRITIS	% SIN ENDOMETRITIS	COSTO PROMEDIO DE DIAS ABIERTOS CON ENDOMETRITIS	COSTO PROMEDIO DE DIAS ABIERTOS SIN ENDOMETRITIS	IMPACTO ECONÓMICO NETO (USD)
T1: CEFAPIRINA	$ 113,31	$ 149,20	$ 219,89	58,33%	33,33%	66,67%	$ 84,67	$ 64,57	$ 20,10
T2: CEFTIOFUR	$ 121,40	$ 168,16	$ 424,08	35,71%	35,71%	64,29%	$ 93,82	$ 91,01	$ 2,81
T3: LIDOCAÍNA	$ 113,11	$ 126,90	$ 258,14	46,67%	40,00%	60,00%	$ 7,69	$ 86,58	$ 1,11

Figura 11

Análisis comparativo del Impacto Económico Neto entre los tratamientos para endometritis



La Tabla cruzada (Tabla 15) y las pruebas chi-cuadrado analizan la relación entre el tipo de tratamiento (T1: Cefapirina, T2: Ceftiofur, T3: Lidocaína) y la preñez en la primera inseminación artificial (IA), estratificada por la presencia o ausencia de endometritis post-tratamiento. En el grupo total, no se observaron diferencias significativas en las tasas de

preñez entre los tratamientos (p=0,514 para chi-cuadrado de Pearson). Al estratificar por endometritis, tampoco se encontraron asociaciones significativas: (SI), fue 0,776. Estos resultados, respaldados por la prueba exacta de Fisher (p > 0,05 en todos los casos), indican que no hay evidencia suficiente para afirmar que el tipo de tratamiento influye en la tasa de preñez, independientemente de la presencia de endometritis.

El análisis de los tratamientos para endometritis en vacas lecheras revela diferencias significativas en términos de costos y eficiencia reproductiva (Tabla 17). Según los datos evaluados, el protocolo con Cefapirina (T1) con un valor de $13.00 USD (Almacen Rural, 2025), demostró el mejor desempeño económico, con un costo total promedio de $ 113.31 USD por vaca preñada calculado mediante la Ecuación 1 y $149.20 USD por vaca no preñada.

$$Costo\ total\ = Costo\ Tratamiento + Costo\ IA + Costos\ Días\ Abiertos$$

Estos valores son notablemente inferiores a los registrados con Ceftiofur (T2) con un valor de $6.00 USD (James Brown, 2025) y Lidocaína (T3) con un valor de $ 0.80 USD (Fybeca, 2025). La superioridad de Cefapirina se debe principalmente a su alta tasa de preñez en primera IA (58.33%, calculada con la Ecuación 2 y coincide con la Figura 9), significativamente mayor que la obtenida con Ceftiofur (35.71%) y Lidocaína (46.67%)

$$Tasa\ de\ preñez = \frac{Nº\ vacas\ preñadas}{Nº\ vacas\ inseminadas} * 100$$

Para el cálculo del costo por días abiertos, se consideró el valor de $0.40 USD por día por vaca, tomado como referencia del portal. Contexto Ganadero, el cual indica que ¨los costos de producción orientan que 1kg de pasto cuesta entre USD 0.40 y 0.50 al día¨ (Orozco, 2024).Este costo diario, aplicado a los días abiertos adicionales causados por la endometritis (incorporado en la Ecuación 1), resultó en un gasto promedio de $ 84.67 USD para vacas tratadas con Cefapirina, frente a $93.82 USD con Ceftiofur. La diferencia de casi $10 USD por vaca resalta la importancia de seleccionar tratamientos que no solo mejoren la fertilidad, sino que también reduzcan los periodos de improductividad

El impacto económico neto (calculado con la Ecuación 3) y se observa en la Figura 10 que se confirma la ventaja de Cefapirina, con un beneficio de $20.10 USD por vaca tratada. Este resultado positivo contrasta marcadamente con los impactos marginales de Ceftiofur ($2.81 USD) y Lidocaína ($ 1.11 USD).

$$Impacto\ Económico\ Neto = COSTO\ PROMEDIO\ DE\ DIAS\ ABIERTOS\ CON\ ENDOMETRITIS\ POST - TTO\ (USD) - COSTO\ PROMEDIO\ DE\ DIAS\ ABIERTOS\ SIN\ ENDOMETRITIS\ \ POST - TTO\ (USD)$$

Contrastando con Ayantoye et al. (2025), quienes destacan que la eficiencia reproductiva es un factor clave para la rentabilidad lechera, el presente estudio encontró que Cefapirina, aunque más costoso, generó mayor ingreso neto ($72.94-$87.94) gracias a su alta tasa de preñez (58.33%) y efecto en la reducción de días abiertos. Esto coincide con la propuesta de tratamientos personalizados según CC y número de lactancias, mientras que la Lidocaína, pese a su igual eficacia, representó una alternativa económica viable en sistemas con recursos limitados.

4.6. Comprobación de hipótesis o ideas a defender

- **Hi**: Existe una diferencia significativa en la reducción de los signos y síntomas de endometritis en vacas lecheras tratadas con lidocaína y cefalosporinas evidenciados por ecografía y pruebas de laboratorio
- **Ho**: No existe una diferencia significativa en la reducción de signos y síntomas de endometritis en vacas lecheras tratadas con lidocaína y cefalosporinas, evidenciados por ecografía y pruebas de laboratorio

Con base en los resultados obtenidos, la hipótesis de investigación (Hi) no pudo ser aceptada de forma concluyente. Aunque el tratamiento con Lidocaína mostró una eficacia moderada en la reducción de %PMN y una mejora en la tasa de concepción en ciertos subgrupos (especialmente en vacas con condición corporal baja), el análisis estadístico inferencial, específicamente la prueba de Kruskal-Wallis, no arrojó diferencias significativas ($p = 0.942$) entre los tratamientos (Cefapirina, Ceftiofur y Lidocaína) en cuanto a la disminución de la inflamación endometrial post-tratamiento. Asimismo, las pruebas de chi-cuadrado no evidenciaron asociación significativa entre tipo de tratamiento y tasa de concepción ($p > 0.05$), lo cual refuerza la idea de que la Lidocaína no fue superior de manera estadísticamente comprobable frente a los métodos convencionales. Por tanto, los hallazgos respaldan la hipótesis nula (Ho), al no encontrarse evidencia suficiente que demuestre una reducción significativa atribuible únicamente al uso de Lidocaína.

Estos resultados pueden contrastarse con investigaciones recientes como la de Schlegl et al. (2020), quienes evaluaron el efecto de la cefapirina en vacas con endometritis clínica leve y no encontraron diferencias significativas en la tasa de preñez entre grupos tratados (32.2%) y controles (27.5%, $p = 0.49$). Estos autores también reportaron baja prevalencia de patógenos uterinos al momento de la inseminación, sugiriendo que la inflamación residual podría deberse a mecanismos no bacterianos, lo cual podría explicar los resultados modestos de la Lidocaína en este estudio.

Si bien Schlegl et al. (2020) cuestionaron el uso rutinario de antibióticos intrauterinos, los resultados del presente trabajo muestran que la Lidocaína mantiene ventajas económicas y evidencia efectividad superior en vacas con condición corporal ≤ 2.5, respaldando su uso selectivo en sistemas con restricciones presupuestarias, aunque su impacto global sea

limitado. Estos hallazgos enfatizan la necesidad de enfoques personalizados para el manejo de la endometritis, considerando tanto factores económicos como fisiológicos individuales (Zahid et al., 2024).

CONCLUSIONES

- Se evaluó la efectividad de la Lidocaína (T3) frente a tratamientos comerciales T1 (Cefapirina) T2 (Ceftiofur) para el control de endometritis en vacas evaluadas mediante ultrasonido, observando T1: Cefapirina ser el tratamiento con mayor eficacia, presentando la menor proporción de casos positivos de endometritis post-tratamiento (19,51%) Por el contrario, T2: Ceftiofur y T3: Lidocaína muestran una mayor proporción de casos positivos (21.95% en ambos).
- Al comparar los resultados obtenidos por US y CE se muestra discrepancias relevantes en la detención de endometritis POST-TRATAMIENTO según el grupo antibiótico y la condición corporal. Mientras que la US indica una mayor eficacia de las cefalosporinas, especialmente en animales con CC 2.5 y 3.5 (56.25-75% sin endometritis), la CE revela una mayor proporción de casos positivos en estos mismos grupos (hasta 50% con endometritis POST-TTO en CC3.5), lo que sugiere una mayor sensibilidad diagnóstica de esta última técnica. En el caso de la lidocaína, la US muestra resultados favorables en condición 3.5 (25% sin endometritis y ningún caso positivo), mientras que la citología reporta porcentajes de endometritis en casi todos los grupos, destacando CC 2.5 con 25% de los casos positivos.
- En la prueba de Kruskal-Wallis no se reveló diferencias significativas en él %PMN POST-TRATAMIENTO entre los tres grupos, indicando que Cefapirina (21.25%), Ceftiofur (21.64%) y Lidocaína (20.20%) lo que sugiere que ningún tratamiento fue superior a los demás.
- Se determino en esta investigación que la Tasa Concepción al primer servicio en vacas tratadas con los diferentes antibióticos intrauterinos presenta variaciones numéricas importantes, aunque sin diferencias significativas, pero con una tendencia favorable para Cefapirina (T1) (58.33%), seguido de Lidocaína (46.67%) y Ceftiofur (T2) con 35.71%. A pesar de estas diferencias, las pruebas de chi-cuadrado ($p>0,05$) indican que no hay evidencia estadísticamente significativa para afirmar que los tratamientos afectan de manera diferente a la preñez.
- En la población de estudio de 41 casos se reveló que la mayoría de los animales presentaron endometritis POST-TTO (63.4% en total), con una mayor prevalencia en vacas de 2 a 4 lactancias (80%) y menor en aquellas con 1 lactancia (0%). Las pruebas de chi-cuadrado no mostraron asociaciones estadísticamente significativas ($p > 0.05$ en

todos los casos), lo que sugiere que ni la condición corporal ni el número de lactancias están fuertemente vinculados al desarrollo de endometritis post-tratamiento en esta muestra. Pero queda claro que existe una tendencia hacia mayores tasas de endometritis en vacas multíparas (3-4 lactancias).

- Estimar el impacto económico del uso de fármacos para el control endometritis en ganado lechero, considerando los costos asociados con el tratamiento, la mejora en la eficiencia reproductiva y la rentabilidad de las explotaciones lecheras
- En el presente estudio se determinó que la Cefapirina, es más costoso, pero generó mayor ingreso neto ($72.94-$87.94) gracias a su alta tasa de preñez (58.33%) y efecto en la reducción de días abiertos, mientras que la Lidocaína, pese a su igual eficacia, representó una alternativa económica viable en sistemas con recursos limitados.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios complementarios que incrementen el número de animales que padecen esta patología, la misma que pueda ser evaluada por periodos más largos, en diferentes modelos productivos, antibióticos, manejo y medio ambiente.

- Realizar futuras investigaciones modificando la dosis y frecuencia de la lidocaína aplicada vía intra uterina, para el tratamiento de endometritis subclínica en vacas lecheras.

- Combinar las técnicas de diagnóstico como la citología endometrial qué evalúa inflamación a nivel uterino especialmente en casos subclínicos y la ecografía evidencia cambios anatómicos vistos por imágenes, dando como resultado un diagnóstico más preciso.

- Instaurar de manera precoz tratamientos paliativos y de control de endometritis en vacas lecheras previo diagnóstico, usando lidocaína intrauterina ya que en términos de costos y eficiencia siempre será más económico siendo una alternativa al uso indiscriminado de antibióticos.

BIBLIOGRAFÍA

Schlegl, R., Drillich, M., Ballas , P., Reinlse, U., Iwersen, M., Baumgartner, W., . . . Wagener, K. (2020). Ensayo de campo sobre el tratamiento intrauterino post-inseminación de vacas lecheras con endometritis leve con cefapina. *Teriogenología, 156*, 20-26. doi:https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.06.024

(BIOHAZ), E. P. (2021). Scientific opinion on the risk of antimicrobial resistance development related to cefapirin use in food-producing animals. *EFSA Journal, 19*(3). doi:https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6451

Almacen Rural. (2025). *Almacen Rural*. Obtenido de https://www.almacenrural.com.uy/Metricure---jeringa/

Alzahal, O., McClure, J., & Dick, P. (2020). Pharmacokinetics and tissue distribution of ceftiofur in dairy cows: Implications for therapeutic efficacy. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics, 43*(4), 321-329. doi:https://doi.org/10.1111/jvp.12807

Ayantoye, J. O., Kolachi, H. A., Zhang, X., Shahzad, M., Kandil, O., Wan, P., & Zhao , X. (2025). Advances in Timed Artificial Insemination: Integrating Omics Technologies for Enhanced Reproductive Efficiency in Dairy Cattle. *MDPI, 15*(6). doi:10.3390/ani15060816

Bicalho, R., & Machado, V. (2020). Uterine diseases in dairy cows: Risk factors and reproductive impact. *Journal of Dairy Science, 103*(6), 5826-5839. doi:https://doi.org/10.3168/jds.2019-17864

Cai, Y., Pan, H., Zhang , J., Cheng , W., Shi , Y., Zeng, M., . . . Huang , D. (2020). Efficacy of adjunctive azithromycin versus single-dose cephalosporin prophylaxis for caesarean scar defect: study protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open, 10*(1). doi:10.1136/bmjopen-2019-032379

Caicedo, J., Martínez, D., & Orozco, L. (2022). Prevalencia y factores asociados a endometritis subclínica en vacas lecheras de alta producción. *Revista Colombiana de*

Ciencias Pecuarias, 35(3), 210-219. doi:https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v35n3a05

Cheong, S., Denis Robichaud, J., & Dubuc, J. (2022). Risk factors associated with clinical and subclinical endometritis in dairy cows: A prospective study. *Journal of Dairy Science, 105*(4), 3441-3453. doi:https://doi.org/10.3168/jds.2021-21022

Dubuc, J., Denis Robichaud, J., & Cheong, S. (2021). Clinical and subclinical endometritis in dairy cows: Diagnosis, prevalence and impacts on reproduction. *Theriogenology, 160*, 321-330. doi:https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.11.004

Elmore, J., Patel, R., & Riviere, J. (2021). Pharmacokinetics and metabolism of lidocaine in food animals: Implications for drug safety. *ournal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics, 44*(3), 344–353. doi:https://doi.org/10.1111/jvp.12932

Fybeca. (2025). *Fybeca*. Obtenido de https://www.fybeca.com/lidocaina-hcl-fresenius-amp-2-10ml-c100/ECFY_P552737100.html?srsltid=AfmBOooDb9DkcGxuT_AJ3k49ZBO_dr0eplt7JjUMtFCiTWivZuqUWqxm

Galvão, K., Santos, N., & Gilbert, R. (2020). Association between uterine diseases and reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science, 103*(5), 4726-4741. doi:https://doi.org/10.3168/jds.2019-17892

James Brown. (2025). *James Brown*. Obtenido de https://ege.tienda/tienda/3/product/9443

Kaufmann, T., Büscher, W., & Heuwieser, W. (2021). Use of ultrasonography for the diagnosis of uterine diseases in dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals, 56*(6), 665-673. doi:https://doi.org/10.1111/rda.13877

LeBlanc, S. (2020). Reproductive tract inflammatory disease in postpartum dairy cows. *Animal Reproduction, 17*(3). doi:https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2019-0120

Luzbel de la Sota, R., Vanina Madoz, L., Jaureguiberry, M., Dominguez, G., Migliorisi, L., Albarracín, D., & Alvarez, E. (2014). ENDOMETRITIS SUBCLÍNICA EN VACAS DE TAMBO: DIAGNÓSTICO, PREVALENCIA E IMPACTO SOBRE LA

EFICIENCIA REPRODUCTIVA. *SPERMOVA, 4*(2), 105-111. Retrieved from https://spermova.pe/site2/files/Revistas/Rev.No.4%20Vol.2/1_Sota_2014-II-105-111.pdf

Molina Coto, R., & Lucy, M. (2020). Uterine diseases in dairy cows: Risk factors and impact on reproductive performance. *Animal Reproduction, 17*(3). doi:https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2019-0112

Mongkolmafai, O., Jeerakornpassawat, D., Tantipalakorn, C., Charoenkwan, K., Suprasert, P., Srisomboon , J., & Tongsong , T. (2024). Efficacy of Lidocaine Spray for Pain Reduction during Colposcopy-Directed Cervical Biopsies: A Randomized Controlled Trial. *Medicina (Kaunas), 60*(4), 630. doi:https://doi.org/10.3390/medicina60040630

Orozco, M. (13 de septiembre de 2024). *CONtextoganadero*. Obtenido de Vacas vacías vs. preñadas: El verdadero costo de no obtener terneros: https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/vacas-vacias-vs-prenadas-verdadero-costo-no-obtener-terneros

Osawa, T. (2021). Predisposing factors, diagnostic and therapeutic aspects of persistent endometritis in postpartum cows. *Journal of Reproduction and Development, 67*(5). Obtenido de https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8568609/pdf/jrd-67-291.pdf

Pascottini, O., & Opsomer, G. (2021). Postpartum uterine diseases in dairy cows: A review with emphasis on subclinical endometritis. Tierarztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere – Nutztiere. *49*(1), 34-44. doi:https://doi.org/10.1055/a-1344-7279

Pérez Bárcena, J., López Gatius, F., & García Ispierto, I. (2021). Efficacy of ceftiofur treatment on fertility and uterine health in dairy cows with postpartum uterine diseases. *Animals, 11*(2), 512. doi:https://doi.org/10.3390/ani11020512

Rahman, A., Islam, M., & Shamsuddin, M. (2021). Anatomy and physiology of bovine reproductive organs: An updated review. *Veterinary Research Communications, 45*(2), 123-135. doi:https://doi.org/10.1007/s11259-020-09797-8

Randi, F. (22 de diciembre de 2023). *Cuál es el valor de una vaca embarazada? La importancia de la eficiencia reproductiva para la rentabilidad de las explotaciones*. Obtenido de https://ruminants.ceva.pro/pregnant-cow

Sheldon, I., & Owens, S. (2020). ostpartum uterine diseases and dairy herd reproductive performance. *Animal Reproduction, 17*(3). doi:https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2019-0110

Silva, T., Giordano, J., & Wiltbank, M. (2021). Advances in bovine reproductive ultrasonography: Applications for diagnosis and herd fertility. *Theriogenology, 175*, 259-268. doi:https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.09.005

Taylor, E., Jordan, E. R., Garcia , J. A., Hagevoort, G. R., Norman, K. N., Lawhon, S. D., . . . Scott , H. M. (2019). Effects of two-dose ceftiofur treatment for metritis on the temporal dynamics of antimicrobial resistance among fecal Escherichia coli in Holstein-Friesian dairy cows. *PLoS One, 14*(7). doi:10.1371/journal.pone.0220068

Thiry, D., Blanchard, M., Broes, A., & Mainil, J. (2022). Antimicrobial activity and resistance of Trueperella pyogenes isolates from livestock. *Veterinary Microbiology*, 265. doi:https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2021.109313

Toalombo, P., Guamán, R., & Cevallos, M. (2021). Diagnóstico de endometritis subclínica en bovinos lecheros del Ecuador: Citología y ultrasonografía. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Veterinarias, 7*(1), 33-41. doi:https://doi.org/10.32719/26312541.2021.7.1.4

Turloiu, A., Bîrțoiu, A., & Soare, T. (2022). Antimicrobial resistance to cephalosporins in bovine medicine: Current perspectives and future challenges. *Animals, 12*(8), 1062. doi:https://doi.org/10.3390/ani12081062

Vinik, H., Kissin, I., & Murray, R. (2020). Lidocaine beyond anesthesia: Anti-inflammatory and immunomodulatory effects. *Current Pharmaceutical Design, 26*(32), 3972-3980. doi:https://doi.org/10.2174/1381612826666200612152324

Viora, L., Angelucci, E., & Rossi, F. (2020). ntrauterine administration of cefapirin in dairy cows: Pharmacokinetics, safety and residue evaluation. *ournal of Veterinary*

Pharmacology and Therapeutics, 43(6), 457-465. doi:https://doi.org/10.1111/jvp.12850

Wang, Y., Li, J., & Zhao, X. (2023). Nanotechnology-based lidocaine formulations: Advances in controlled release and veterinary applications. *Frontiers in Veterinary Science, 10*. doi:https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1159321

Zahid, A., Eiza, N., Khalid , M., Usman Irshad , H., Abu Bakr Shabbir, M., Ali, A., . . . Huang, L. (2024). Inflamación dirigida para el tratamiento de la endometritis en bovinos. *Patogengénesis microbiana, 188*, 106536. doi:https://doi.org/10.1016/j.micpath.2024.106536

ANEXOS

Anexo 1: Relación entre el diagnóstico de endometritis por ultrasonografía y el número de lactancias en vacas lecheras (prueba Chi-cuadrado).

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
TIPO ENDOMETRITIS (Ultrasonografía) POST-TTO * LACTANCIAS	41	100,0%	0	0,0%	41	100,0%

Tabla cruzada TIPO ENDOMETRITIS (Ultrasonografía) POST-TTO*LACTANCIAS

Recuento

		LACTANCIAS						
		0	1	2	3	4	5	Total
TIPO ENDOMETRITIS (Ultrasonografía) POST-TTO	E0: Sin endometritis	2	1	9	10	6	2	30
	E1: Endometristis Subclínica	0	0	2	4	4	1	11
Total		2	1	11	14	10	3	41

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,489[a]	5	,778
Razón de verosimilitud	3,225	5	,665
N de casos válidos	41		

a. 9 casillas (75,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,27.

Anexo 2: Relación entre el diagnóstico de endometritis por ultrasonografía y la condición corporal en vacas lecheras (prueba Chi-cuadrado)

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
TIPO ENDOMETRITIS (Ultrasonografía) POST-TTO * CONDICIÓN CORPORAL	41	100,0%	0	0,0%	41	100,0%

Tabla cruzada TIPO ENDOMETRITIS (Ultrasonografía) POST-TTO*CONDICIÓN CORPORAL

Recuento

		CONDICIÓN CORPORAL				
		2,0	2,5	3,0	3,5	Total
TIPO ENDOMETRITIS (Ultrasonografía) POST-TTO	E0: Sin endometritis	6	11	9	4	30
	E1: Endometristis Subclínica	2	5	4	0	11
Total		8	16	13	4	41

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,742[a]	3	,628	,735
Razón de verosimilitud	2,767	3	,429	,542
Prueba exacta de Fisher	1,455			,813
N de casos válidos	41			

a. 5 casillas (62,5%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,07.

Anexo 3: Relación entre el diagnóstico de endometritis por citología y el número de lactancias en vacas lecheras (prueba Chi-cuadrado).

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
ENDOMETRITIS (Citotología Endometrial) POST-TTO * LACTANCIAS	41	100,0%	0	0,0%	41	100,0%

Tabla cruzada ENDOMETRITIS (Citotología Endometrial) POST-TTO*LACTANCIAS

Recuento

		LACTANCIAS						
		0	1	2	3	4	5	Total
ENDOMETRITIS (Citotología Endometrial) POST-TTO	NO	1	1	5	5	2	1	15
	SI	1	0	6	9	8	2	26
Total		2	1	11	14	10	3	41

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3,465[a]	5	,629	,723
Razón de verosimilitud	3,843	5	,572	,790
Prueba exacta de Fisher	3,773			,674
N de casos válidos	41			

a. 8 casillas (66,7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,37.

Anexo 4: Relación entre el diagnóstico de endometritis por citometría y la condición corporal en vacas lecheras (prueba Chi-cuadrado).

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
ENDOMETRITIS (Citotología Endometrial) POST-TTO * CONDICIÓN CORPORAL	41	100,0%	0	0,0%	41	100,0%

Tabla cruzada ENDOMETRITIS (Citotología Endometrial) POST-TTO*CONDICIÓN CORPORAL

Recuento

		CONDICIÓN CORPORAL				
		2,0	2,5	3,0	3,5	Total
ENDOMETRITIS (Citotología Endometrial) POST-TTO	NO	2	7	5	1	15
	SI	6	9	8	3	26
Total		8	16	13	4	41

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,068[a]	3	,785	,796
Razón de verosimilitud	1,101	3	,777	,771
Prueba exacta de Fisher	1,079			,821
N de casos válidos	41			

a. 4 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,46.

Anexo 5: Fotografías

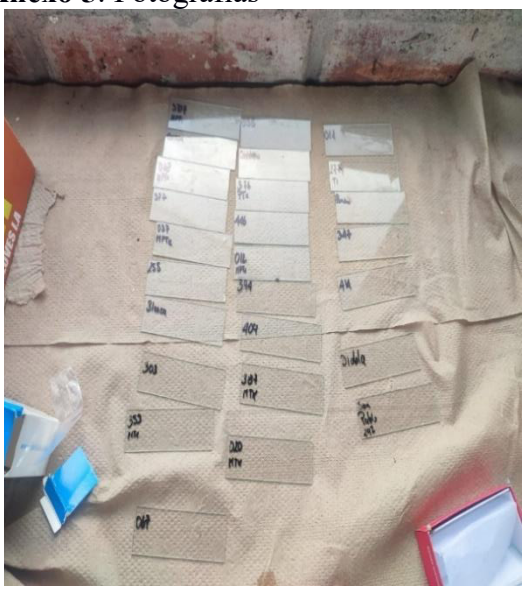


Imagen 1: Placas para citología



Imagen 2: Tinción Diff Quick de placas



Imagen 3: Toma de muestras para citología

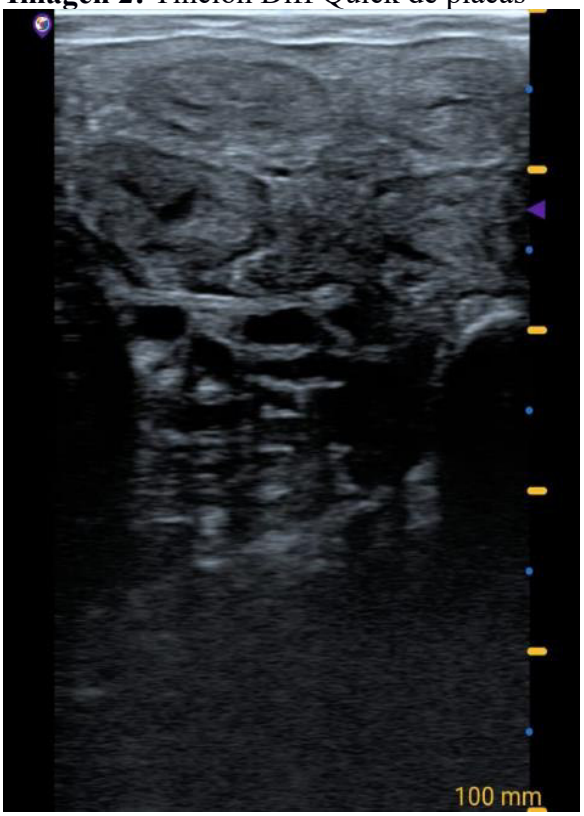


Imagen 4: Corte transversal de útero mediante ecografía

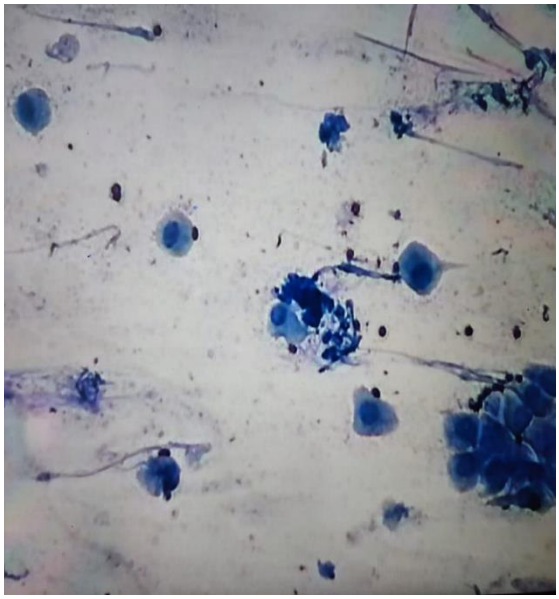


Imagen 5: Placa con presencia de Linfocitos (40x)

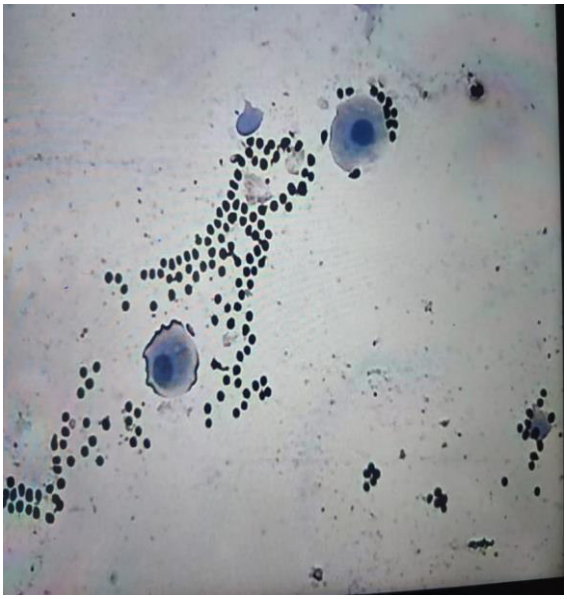


Imagen 6: Placa con alta presencia de Eritrocitos (40x)

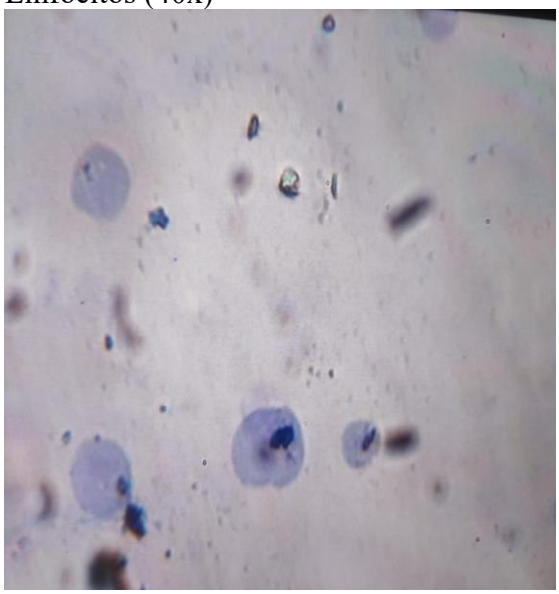


Imagen 7: Placa con presencia de Polimorfos Nucleares Neutrófilos



Imagen 8: Mesa de trabajo en campo



Imagen 9: Preparación de placas

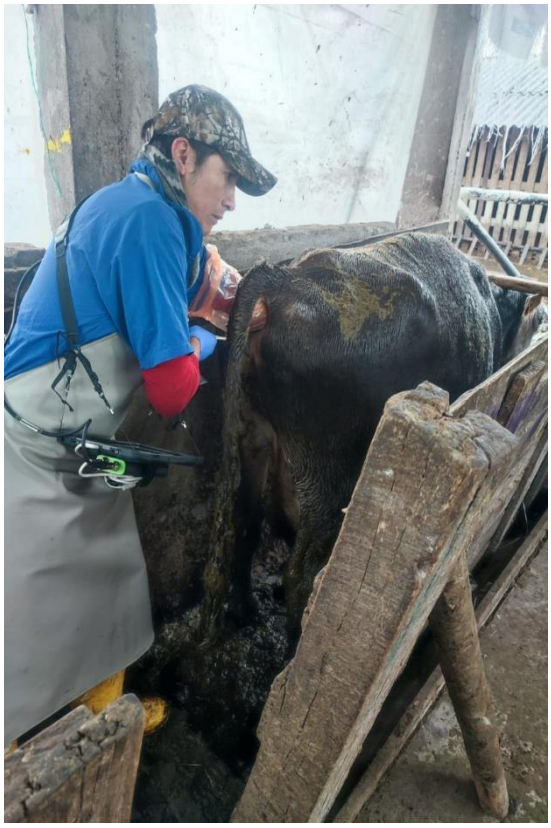


Imagen 10: Evaluación por ecografía y toma de muestra para citología

Anexo 6: Glosario de términos

Antibiótico: Sustancia natural o sintética que inhibe el crecimiento de microorganismos o los destruye, utilizada en medicina veterinaria para tratar infecciones bacterianas.

Antimicrobiano: Agente químico o biológico que actúa contra bacterias, hongos, virus o parásitos. Los antibióticos son un tipo específico de antimicrobianos.

Cefalosporinas: Grupo de antibióticos β-lactámicos derivados de la Cephalosporium acremonium, con amplio espectro bactericida, utilizados en medicina veterinaria para infecciones uterinas, respiratorias y sistémicas.

Cefapirina: Cefalosporina de primera generación, aplicada intrauterinamente en vacas, utilizada para el tratamiento de la endometritis bovina por su acción antibacteriana y antiinflamatoria local.

Ceftiofur: Cefalosporina de tercera generación de uso veterinario, activa frente a bacterias gramnegativas y algunas grampositivas, utilizada para infecciones uterinas y respiratorias.

Citología endometrial (CE): Técnica diagnóstica que evalúa la presencia de células inflamatorias, principalmente neutrófilos, en muestras del endometrio uterino, utilizada para identificar endometritis clínica y subclínica.

Condición corporal (CC): Método de evaluación visual y táctil que estima la reserva energética de un animal en una escala de 1 a 5; en bovinos lecheros se asocia con fertilidad, salud metabólica y riesgo de enfermedades reproductivas.

Endometritis: Inflamación del endometrio uterino generalmente asociada a infecciones bacterianas posparto. Puede ser clínica (con secreción evidente) o subclínica (sin signos visibles).

Endometritis subclínica: Forma de endometritis caracterizada por inflamación e infiltración de neutrófilos en el endometrio sin presentar signos clínicos externos, detectable por citología endometrial.

Lidocaína: Fármaco anestésico local, usado en este estudio como tratamiento intrauterino alternativo por sus efectos antiinflamatorios y moduladores de la respuesta inmune.

Neutrófilos (%PMN): Tipo de glóbulo blanco fundamental en la defensa contra infecciones bacterianas. Su proporción en la citología endometrial se emplea como marcador diagnóstico de inflamación uterina.

Posparto: Periodo posterior al parto en vacas lecheras, crítico en el restablecimiento reproductivo y metabólico; asociado a mayor riesgo de infecciones uterinas como la endometritis.

Prueba de chi-cuadrado: Análisis estadístico utilizado para evaluar la asociación entre variables categóricas, empleado en esta investigación para analizar relaciones entre diagnóstico, tratamiento y concepción.

Prueba de Kruskal-Wallis: Método estadístico no paramétrico usado para comparar medianas entre más de dos grupos independientes, aplicado aquí para evaluar diferencias en %PMN entre tratamientos.

Ultrasonografía (US): Técnica diagnóstica por imágenes basada en ondas de ultrasonido, utilizada en bovinos para identificar alteraciones anatómicas del útero, como líquido intrauterino o engrosamiento de la pared.