



TRABAJO DE GRADO
Opción Seminario-Diplomado.

**Bacterias uterinas y endometritis en la yegua de la raza Caballo Criollo Colombiano: diagnóstico
y manejo farmacológico basado en evidencia.**

Corporación Universitaria UniRemington
Sede Ibagué
Programa de Medicina Veterinaria

Autores:

César Romero Arana
Laura Viviana Vanegas

Tutor del trabajo de grado:
Camilo Andrés Hernández Guzmán
Opción de Trabajo de grado Seminario-Diplomado.
2026

Tabla de Contenidos

Resumen	3
1. Pregunta orientadora de la búsqueda	4
1.1. Formulación de la pregunta orientadora	4
1.2. Introducción al problema	4
1.3. Bases teóricas y científicas	5
1.4. Articulación integradora	8
2. Metodología de búsqueda de la información	10
2.1. Objetivo de la búsqueda	10
2.2. Fuentes de información consultadas	10
2.3. Palabras clave utilizadas	11
2.4. Criterios de inclusión	11
2.5. Criterios de exclusión	11
2.6. Proceso de selección y resultados	12
3. Sustentación teórica de la pregunta	14
3.1. Endometritis infecciosa en la yegua como problema clínico-reproductivo	14
3.2. Etiología, disbiosis y resistencia	15
3.3. Diagnóstico y seguimiento	16
3.4. Farmacología aplicada	17
3.5. Traducción al contexto colombiano: un marco operativo con énfasis en uso responsable	19
3.6. Discusión final	20
3.7. Limitaciones	21
4. Conclusiones	22
5. Referencias	23

Resumen

El objetivo del presente trabajo consistió en sintetizar la evidencia sobre bacterias uterinas asociadas a endometritis en yeguas y su traducción clínica al contexto de la yegua de la raza Caballo Criollo Colombiano, con énfasis en decisiones farmacológicas sustentadas en sensibilidad antimicrobiana. Para este fin, se realizó una revisión de cincuenta fuentes nacionales e internacionales con DOI, priorizando publicaciones recientes y criterios de elegibilidad centrados en diagnóstico, etiología, resistencia y tratamiento antimicrobiano. La evidencia obtenida converge en tres puntos que suelen definir el desenlace reproductivo: la capacidad del útero para depurar inflamación y fluidos después del servicio natural o de la inseminación artificial, la lectura integrada de cultivo/citología/ecografía (y biopsia cuando aplica) y el uso del antibiograma como soporte para elegir antimicrobiano, vía intrauterina o sistémica y duración del esquema. El estudio concluye que el tratamiento debe apoyarse en contexto clínico, pruebas concordantes y seguimiento reproductivo, no solo en el cultivo.

Palabras clave: Infertilidad en yeguas; Citología endometrial; Terapia intrauterina; Farmacocinética antimicrobiana; Resistencia antimicrobiana.

1. Pregunta orientadora de la búsqueda

El presente estudio gravita en torno a la inquietud relacionada con las decisiones reproductivas y farmacológicas que deben tomarse ante el hallazgo de bacterias intrauterinas en yeguas. De manera más específica, se busca acercar el enfoque hacia los casos de esta naturaleza manejados en Colombia con las yeguas de la raza Caballo Criollo Colombiano en virtud de la evidencia científica y académica disponible.

Esta temática tiene implicaciones directas para el criador pues se ramifica en consecuencias tales como la subfertilidad, el retorno al celo, la pérdida embrionaria y el aumento de costos. Como agravante, la lectura diagnóstica tiende a ser compleja ya que los cultivos, las citologías, las ecografías y las respuestas clínicas no siempre coinciden (Ferris, 2016; Diel de Amorim et al., 2016). En este contexto, se busca definir a través de esta revisión documental cuándo un aislamiento merece atención clínica, cuándo requiere antibiograma y cómo sostener un uso antimicrobiano justificable frente al avance de la resistencia (Díaz-Bertrana et al., 2021; Tyrnenopoulou y Fthenakis, 2023).

1.1. Formulación de la pregunta orientadora

¿Cuál es la evidencia científica disponible sobre las bacterias uterinas asociadas a endometritis en yeguas, incluyendo patrones de sensibilidad antimicrobiana, y qué implicaciones tiene esa evidencia para el manejo farmacológico en yeguas atendidas en Colombia, con aplicación a la raza Caballo Criollo Colombiano cuando existan datos específicos?

1.2. Introducción al problema

La inflamación del endometrio sigue siendo una causa importante de problemas de fertilidad en las yeguas. Sin embargo, lo que realmente importa no es solo encontrar microorganismos, sino cómo el útero puede resolver la inflamación después del servicio o la inseminación. Cuando esto se retrasa, el fluido que queda en el útero puede hacer que las bacterias o los hongos causen problemas (Canisso et al., 2020; Morrell y Rocha, 2022).

Por eso, cuando se encuentra una bacteria en el cultivo, hay que considerar la historia reproductiva de la yegua, los signos clínicos, los resultados de la citología, la ecografía y, si es necesario, la biopsia endometrial (Ferris, 2016; Bohn et al., 2014). Esto se debe a que ahora sabemos que el útero no está completamente libre de gérmenes. Hay comunidades de microorganismos que viven allí y que pueden cambiar con el ciclo reproductivo, el manejo y la inflamación. La pregunta importante no es solo qué bacteria está presente, sino si esa bacteria está causando inflamación y problemas reproductivos (Guo et al., 2025).

El cultivo sigue siendo una herramienta útil, pero hay que interpretarlo con cuidado debido a los cambios en la sensibilidad y la resistencia de las bacterias que causan endometritis (Díaz-Bertrana et al., 2021; Tyrnenopoulou y Fthenakis, 2023). En Colombia, se han realizado algunos estudios sobre los microorganismos que se encuentran en el útero y cómo responden a los tratamientos, pero todavía falta hacer más investigación y uniformar los procedimientos en diferentes regiones (Gallego Rodríguez et al., 2020; Rodríguez et al., 2021). En el caso del Caballo Criollo Colombiano, los problemas crónicos y los antecedentes de aborto o infertilidad recurrente ayudan a entender mejor la importancia de los hallazgos microbiológicos (Paredes Cañón et al., 2023; Ruiz-Jiménez et al., 2018).

1.3. Bases teóricas y científicas

La revisión de la endometritis bacteriana en yeguas exige una lectura integrada. El aislamiento de un microorganismo, por sí solo, no permite explicar la pérdida reproductiva ni justificar automáticamente una intervención farmacológica. Por esta razón, la base teórica se organiza en una matriz analítica que relaciona fisiología uterina, diagnóstico, sensibilidad antimicrobiana y evidencia disponible para el contexto colombiano.

Tabla 1

Matriz analítica de los fundamentos teóricos de la endometritis bacteriana en yeguas

Eje de análisis	Lectura clínica y científica	Implicaciones
Inflamación poscobertura y depuración uterina	La endometritis persistente poscobertura no depende únicamente del agente aislado. Su desarrollo se asocia con fallas en la eliminación de fluido, células inflamatorias y material contaminante, además de alteraciones uterinas, miometriales o cervicales que prolongan la inflamación más allá del tiempo esperado (Canisso et al., 2020). Por ello, dos yeguas con cultivos semejantes pueden tener desenlaces reproductivos distintos, según edad, paridad, servicio previo, conformación perineal, ecografía y dinámica de fluidos (Ferris, 2016; Diel de Amorim et al., 2016).	El problema debe analizarse desde la interacción entre bacteria y huésped. La positividad del cultivo no basta para definir gravedad, tratamiento o pronóstico reproductivo.
Presencia bacteriana uterina	El reto diagnóstico consiste en diferenciar contaminación, colonización transitoria e infección con impacto reproductivo. La interpretación es más sólida cuando el cultivo se acompaña de neutrófilos en citología, líquido uterino, cambios ecográficos, secreción o antecedentes de repetición de celo, pérdida gestacional o subfertilidad. Los estudios sobre microbioma uterino amplían esta lectura al relacionar comunidades microbianas, inflamación endometrial y fertilidad (Guo et al., 2025). En el contexto colombiano, esta línea complementa, pero no reemplaza, el cultivo ni el antibiograma, y ayuda a comprender recurrencias o respuestas incompletas cuando existe depuración uterina deficiente (Canisso et al., 2020; Morrell y Rocha, 2022).	La monografía debe evitar una lectura binaria del cultivo. El aislamiento bacteriano adquiere valor cuando se conecta con inflamación, historia reproductiva y respuesta clínica.

Eje de análisis	Lectura clínica y científica	Implicaciones
Diagnóstico operativo	La calidad del diagnóstico depende del método de muestreo. Hisopo, cytobrush y lavado uterino de bajo volumen no producen la misma información, sobre todo cuando se busca relacionar crecimiento bacteriano y citología (Bohn et al., 2014). En la práctica, cultivo, citología y ecografía ofrecen una lectura más confiable cuando se interpretan en conjunto (Diel de Amorim et al., 2016). La biopsia sigue siendo útil en daño crónico o infertilidad persistente, aunque su disponibilidad puede ser limitada (Ferris, 2016). Herramientas como la espectroscopía de fluorescencia abren posibilidades adicionales, pero su aplicación todavía no desplaza los métodos clínicos básicos (D'Agostino et al., 2022).	El énfasis debe ponerse en la integración diagnóstica. En Colombia, fortalecer la toma de muestra, la citología, el cultivo y el antibiograma resulta más aplicable que depender de tecnologías poco disponibles.
Aislamientos y sensibilidad antimicrobiana	Los aislamientos uterinos durante la temporada reproductiva son variables, y no todo crecimiento bacteriano tiene el mismo peso clínico (Köhne et al., 2024). En yeguas recurrentes o previamente tratadas, el antibiograma se vuelve central porque los perfiles de sensibilidad pueden cambiar y condicionar la eficacia terapéutica (Díaz-Bertrana et al., 2021). La resistencia antimicrobiana exige limitar tratamientos empíricos repetidos, ya que pueden disminuir la respuesta clínica y reducir opciones futuras (Tyrenopoulou y Fthenakis, 2023).	La decisión farmacológica debe apoyarse en sensibilidad antimicrobiana siempre que sea posible, especialmente ante recurrencias, fallas previas o uso repetido de antibióticos.
Evidencia colombiana	Aunque la evidencia local aún es limitada, existen estudios sobre aislamiento bacteriano uterino, sensibilidad antimicrobiana y respuesta clínica a protocolos antibióticos en yeguas con endometritis (Gallego Rodríguez et al., 2020; Rodríguez et al., 2021). En Caballo Criollo Colombiano, los casos crónicos muestran la necesidad de sostener seguimiento microbiológico, clínico y reproductivo (Paredes Cañón et al., 2023). Además, los reportes de placentitis bacteriana asociada a aborto amplían el problema hacia la sanidad reproductiva durante la gestación (Ruiz-Jiménez et al., 2018).	La monografía debe usar la literatura internacional como marco, pero anclar la discusión en los datos colombianos disponibles y señalar con prudencia los vacíos específicos para la raza Caballo Criollo Colombiano.
Implicaciones farmacológicas	La farmacología cobra sentido cuando el aislamiento se interpreta junto con microorganismo identificado, citología, severidad, antecedentes terapéuticos y posibilidad de seguimiento. El antibiograma es fundamental para elegir el antimicrobiano adecuado. También ayuda a seleccionar la mejor vía de administración y a evitar tratamientos innecesarios. (Díaz-Bertrana et al., 2021). La resistencia a los antimicrobianos en equinos es un problema. Por eso, es importante justificar cada prescripción y no repetir tratamientos empíricos (Tyrenopoulou y Fthenakis, 2023). Para un tratamiento efectivo, se deben considerar el cultivo, la citología y el examen clínico en conjunto. Así, el tratamiento estará basado en un diagnóstico preciso, será verificable y se podrá ajustar según sea necesario (Ferris, 2016).	El tratamiento no debe ser una rutina. Debe ser una intervención pensada y dirigida. La presente monografía debe unir el diagnóstico, la sensibilidad antimicrobiana y el seguimiento reproductivo.

Nota: Realización propia (2026).

En su dimensión total, la revisión de la literatura evidencia que la endometritis bacteriana en yeguas va mucho más allá de un proceso lineal entre el aislamiento y la aplicación de un antibiótico. La verdadera relevancia de una bacteria uterina depende más bien de su relación con la depuración uterina después de la cobertura o de la inseminación artificial, la calidad del muestreo y la coincidencia entre cultivo, citología y evaluación uterina. También son importantes el perfil de sensibilidad antimicrobiana

y el desenlace reproductivo observado para evitar decisiones terapéuticas automáticas y, en su lugar, poder evaluar cada caso según su contexto clínico.

1.4. Articulación integradora

Esta investigación se basa en una lógica que busca organizar la evidencia de manera diferente. En lugar de simplemente enumerar los agentes bacterianos, se centra en criterios de interpretación diagnóstica y farmacológica. El objetivo es conectar varios aspectos importantes, como la microbiología, la función uterina, la respuesta inflamatoria y el uso adecuado de antimicrobianos. Todo esto se hace con especial atención a la situación en Colombia, donde no siempre hay acceso a todas las pruebas necesarias y falta información sobre el Caballo Criollo Colombiano.

Tabla 2

Articulación entre fisiología uterina, diagnóstico y decisiones terapéuticas en endometritis equina

Factor articulador	Evidencia clave	Decisión clínica prioritaria	Indicador	Referencias
Respuesta poscobertura y clearance uterino	Endometritis persistente ligada a depuración deficiente	Tratar causa funcional + ajustar manejo post servicio	Fluido uterino / ecografía; repetición de celo	Canisso et al. (2020); Morrell y Rocha (2022)
Calidad del muestreo	Hisopo/cytobrush/lavado difieren en rendimiento	Elegir método según objetivo y combinar con citología	Concordancia cultivo–citología	Bohn et al. (2014); Diel de Amorim et al. (2016)
Daño crónico y pronóstico	Biopsia orienta cronicidad y pronóstico	Reservar biopsia para recurrencias o sospecha crónica	Clasificación histológica y respuesta	Ferris (2016)
Resistencia antimicrobiana	Variación de sensibilidad; necesidad de antibiograma	Terapia dirigida y evitar esquemas “a ciegas” repetidos	Control clínico y recultivo, si recurre	Díaz-Bertrana et al. (2021); Tyrnenopoulou y Fthenakis (2023)
Anclaje local (Colombia)	Datos colombianos sobre aislamientos y protocolos	Adaptar evidencia global a realidad regional	Resultados reproductivos en campo	Gallego Rodríguez et al. (2020); Rodríguez et al. (2021); Paredes Cañón et al. (2023)
Selección farmacológica y uso racional de antimicrobianos	Variabilidad de sensibilidad y riesgo de resistencia; el antibiograma reduce fallas y prescripción empírica repetida.	Terapia antimicrobiana dirigida, definición razonada de vía y reevaluación temprana si no hay respuesta.	Mejoría clínica y reproductiva; control de recidivas; seguimiento con citología / cultivo cuando sea necesario.	Díaz-Bertrana et al. (2021); Tyrnenopoulou y Fthenakis (2023); Ferris (2016).

Nota: Realización propia (2026).

2. Metodología de búsqueda de la información

La búsqueda documental se realizó para recopilar información relevante desde el punto de vista científico sobre la endometritis bacteriana en yeguas. La búsqueda se centró en el diagnóstico, la sensibilidad a los antimicrobianos y las decisiones de tratamiento que se pueden aplicar en Colombia. No se pretendió hacer una revisión exhaustiva de la literatura. En su lugar, se seleccionaron estudios que pudieran ayudar a entender clínicamente el problema. La revisión se basó en cuatro puntos clave: 1) la fisiopatología de la endometritis persistente después de la cobertura, 2) las bacterias que se encuentran en el útero y su resistencia, 3) los métodos para diagnosticar la enfermedad, y 4) los criterios para elegir tratamientos basados en cultivos, antibiogramas y resultados reproductivos (Ferris, 2016; Canisso et al., 2020; Díaz-Bertrana et al., 2021).

2.1. Objetivo de la búsqueda

El objetivo fue seleccionar cincuenta artículos científicos que tuvieran un identificador de objeto digital (DOI) y que permitieran estudiar la relación entre las bacterias del útero, la endometritis y el tratamiento con medicamentos en las yeguas. La revisión incluyó estudios sobre el diagnóstico, la microbiología del útero, el antibiograma, la resistencia a los antimicrobianos y el uso clínico de los antimicrobianos (Díaz-Bertrana et al., 2021; Tyrnenopoulou y Fthenakis, 2023). Se buscó un equilibrio entre la literatura colombiana y los estudios internacionales, priorizando las publicaciones recientes, especialmente las de 2021 en adelante, para incluir los avances en el microbioma, la sensibilidad bacteriana y las técnicas de diagnóstico (Guo et al., 2025).

2.2. Fuentes de información consultadas

La búsqueda se realizó en bases de datos como PubMed, Scopus, ScienceDirect y SpringerLink, que cubren la medicina veterinaria, la reproducción equina y la microbiología. También se utilizó Google Académico como recurso complementario para encontrar informes regionales, estudios colombianos y documentos específicos que no se habían encontrado en las bases principales. Además, se revisaron las bases de datos SciELO y los repositorios universitarios cuando aportaron evidencia latinoamericana relevante.

2.3. Palabras clave utilizadas

Se utilizaron combinaciones de palabras en inglés y español con operadores booleanos. En inglés, se aplicaron términos como “mare”, “endometritis”, “uterine infection”, “uterine bacteria”, “cytology”, “low-volume lavage”, “biopsy”, “antimicrobial susceptibility”, “antibiogram”, “antimicrobial

resistance”, “antibiotic therapy”, “intrauterine” y “systemic treatment”. Para el enfoque emergente, se usó la combinación “uterine microbiome” AND “mare” AND “endometritis” (Guo et al., 2025). En español, se buscaron combinaciones como “yegua”, “endometritis”, “cultivo”, “citología”, “antibiograma”, “antimicrobianos”, “tratamiento”, “Colombia” y “criolla colombiana”.

2.4. Criterios de inclusión

Se incluyeron artículos que habían sido revisados por expertos, que tenían un DOI y que estaban disponibles en texto completo, publicados entre 2000 y 2026. Se aceptaron estudios originales, revisiones y trabajos metodológicos sobre la endometritis, las bacterias del útero, el diagnóstico, la sensibilidad a los antimicrobianos y el tratamiento en las yeguas. La literatura farmacológica se incorporó siempre que ayudó a entender la selección de los antimicrobianos, la respuesta clínica o la resistencia (Díaz-Bertrana et al., 2021; Tyrnenopoulou y Fthenakis, 2023). También se conservaron estudios previos con valor metodológico vigente (Bohn et al., 2014; Diel de Amorim et al., 2016) y trabajos aplicables a Colombia o al Caballo Criollo Colombiano (Paredes Cañón et al., 2023; Ruiz-Jiménez et al., 2018).

2.5. Criterios de exclusión

Se descartaron las publicaciones que no tuvieran un DOI, que no hubieran sido revisadas por expertos, que no estaban disponibles en texto completo o que se centraran en especies diferentes a los equinos. También se excluyeron los documentos que no tuvieran relación directa con la infección del útero, la endometritis, la microbiología, la sensibilidad a los antimicrobianos o las decisiones terapéuticas. No se consideraron los duplicados, los informes con información incompleta ni los estudios con procedimientos poco claros de muestreo, citología o cultivo. La literatura farmacológica general solo se mantuvo cuando aportaba elementos aplicables al problema del útero o la infección que se estaba estudiando.

2.6. Proceso de selección y resultados

La búsqueda más reciente se realizó el 24 de marzo de 2026, aplicando los términos, filtros y criterios de elegibilidad descritos. El proceso siguió una lógica tipo PRISMA, representada en la Figura 1.

PRISMA 2026: Proceso de Selección de Estudios

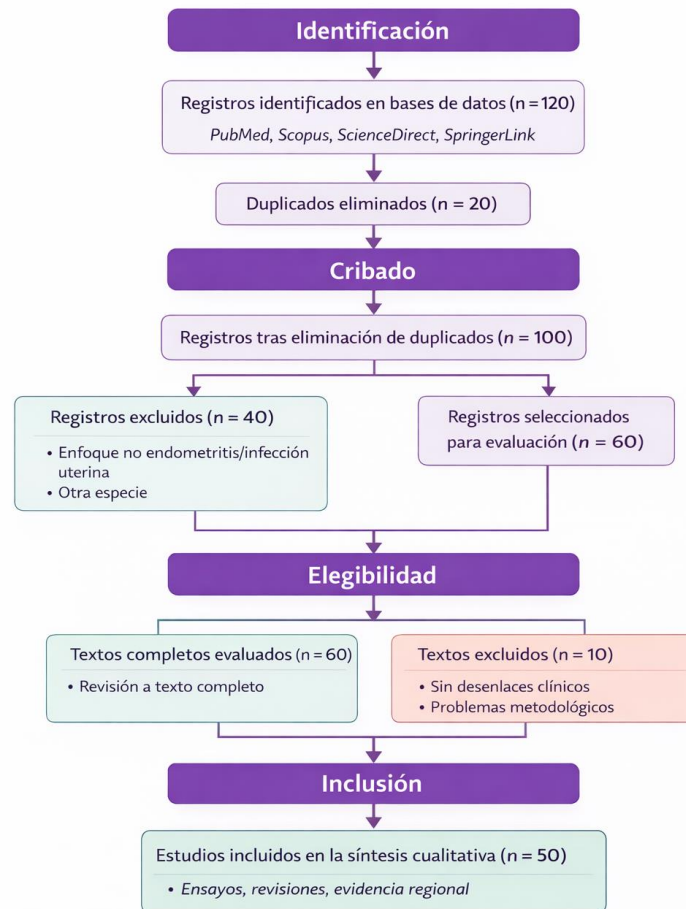


Figura 1. Diagrama PRISMA. Fuente: realización propia (2026).

En la fase inicial se identificaron 120 documentos potencialmente relevantes, provenientes principalmente de PubMed, Scopus, ScienceDirect y SpringerLink. Después de eliminar 20 duplicados, se revisaron 100 registros por título y resumen. En esta etapa se excluyeron 40 documentos por no corresponder a endometritis o infección uterina en yeguas, o por centrarse en especies y temas sin transferibilidad suficiente.

Luego se revisaron 60 textos completos. La evaluación consideró calidad diagnóstica, método de muestreo, criterios citológicos, consistencia entre cultivo y clínica, evidencia de sensibilidad antimicrobiana y actualidad de los resultados. En esta fase se excluyeron 10 trabajos por ausencia de desenlaces clínicos interpretables o por limitaciones metodológicas relevantes. Finalmente, se seleccionaron 50 artículos para la síntesis cualitativa, manteniendo la proporción prevista: cerca de 20 estudios con enfoque colombiano o regional y 30 de alcance internacional.

3. Sustentación teórica de la pregunta

Esta investigación surge de una preocupación clínica específica. La pregunta es: ¿cuándo una bacteria encontrada en el útero de una yegua es importante para su fertilidad y cuándo es solo un resultado aislado que necesita ser confirmado? A partir de esta pregunta, se ha revisado la información sobre la endometritis bacteriana en yeguas. Se organiza alrededor de tres decisiones prácticas: 1) entender por qué disminuye la eficiencia reproductiva, 2) definir cómo se confirma que el aislamiento de una bacteria es importante desde el punto de vista clínico, y 3) establecer cómo esa información puede guiar un tratamiento farmacológico adecuado. No se trata de proponer un solo esquema de tratamiento. El objetivo es identificar los factores que afectan el resultado reproductivo en situaciones donde el diagnóstico no siempre es perfecto, hay tratamientos previos y se deben tomar decisiones rápidas durante la temporada de monta (Morris, 2020; Köhne et al., 2020).

3.1. Endometritis infecciosa en la yegua como problema clínico-reproductivo

En la reproducción equina, la endometritis infecciosa rara vez aparece como un problema aislado de laboratorio. Suele hacerse evidente cuando la yegua repite celo, la gestación no progresa o el intervalo entre servicios se prolonga hasta afectar el plan reproductivo del criador. En ese punto, el problema no depende solo de identificar una bacteria, sino de interpretar si el útero logró resolver la inflamación posterior a la cobertura o si, por el contrario, quedó un ambiente favorable para la persistencia microbiana. La literatura ha señalado que la inflamación poscobertura puede ser esperable, pero cuando la depuración uterina se retrasa, microorganismos oportunistas como *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* pueden adquirir un papel patógeno y comprometer la fertilidad (Troedsson, 1999; Katila, 2012).

Por esta razón, una revisión aplicada no debería limitarse a definir la endometritis como entidad nosológica. Su utilidad está en reconocer qué condiciones de la yegua, del manejo reproductivo y del historial clínico favorecen la persistencia del cuadro, y cómo esas condiciones terminan reduciendo la eficiencia reproductiva. Esta lectura permite conectar el diagnóstico microbiológico con decisiones clínicas más defendibles, especialmente cuando el objetivo no es solo tratar una infección, sino recuperar la capacidad reproductiva dentro de una ventana productiva limitada (LeBlanc y Causey, 2009; Morris, 2020).

Tabla 3

Factores clínicos que se asocian a riesgo y pérdida de eficiencia reproductiva

Eje clínico	Síntesis de la evidencia	Implicación clínica	Referencias
Depuración uterina poscobertura	La resolución de la inflamación y del fluido posservicio depende, en buena parte, del clearance uterino. Cuando falla, aumenta el riesgo de persistencia.	Antes de intensificar la terapia antimicrobiana, conviene revisar manejo posservicio, dinámica uterina y factores funcionales.	Troedsson (1999); Katila (2012)
Endometritis clínica y subclínica	La endometritis puede comprometer la fertilidad incluso sin signos externos evidentes.	Una yegua “normal” a la inspección no descarta enfermedad; la sospecha debe apoyarse en pruebas y en el historial reproductivo.	LeBlanc y Causey (2009); Morris (2020)
Utilidad diagnóstica	La falta de criterios comunes en campo explica parte de la variabilidad entre diagnósticos, tratamientos y respuestas.	Definir cuándo muestrear, qué pruebas combinar y cómo registrar la evolución mejora la comparación entre casos.	Köhne et al. (2020)
Muestreo	El lavado uterino de bajo volumen puede aportar información en yeguas con infertilidad crónica, sobre todo cuando el hisopo resulta limitado.	En casos dudosos, ampliar la muestra del lumen y asociarla con citología puede aumentar la solidez diagnóstica.	LeBlanc et al. (2007)
Susceptibilidad individual	Algunas yeguas muestran cambios endometriales que las predisponen a una respuesta inflamatoria más persistente tras el servicio.	La susceptibilidad exige intervención temprana y seguimiento estrecho, no necesariamente tratamientos más agresivos.	Woodward et al. (2012)

Nota: Realización propia (2026).

Este punto de vista es fundamental para no padecer de una lectura simplista del problema, el cual llevaría a tratar la endometritis como si fuera solo una “bacteria que debe eliminarse”. La bacteria es importante, por supuesto, pero su significado varía según la capacidad de depuración uterina, la historia reproductiva de la yegua y la repetición de tratamientos empíricos, así como el seguimiento que se les haga (Troedsson, 1999; Köhne et al., 2020).

3.2. Etiología, disbiosis y resistencia

Cuando se detecta un crecimiento bacteriano en el útero, no basta con preguntarse qué microorganismo está presente. También es crucial determinar si este hallazgo explica de manera coherente los problemas de infertilidad. En este sentido, hay dos aspectos importantes a considerar. Por un lado, se han identificado subpoblaciones genéticas dentro de *S. zooepidemicus* que están más asociadas con endometritis que con aislamientos del tracto caudal. Esto ayuda a entender mejor algunos casos persistentes o recurrentes de infertilidad (Rasmussen et al., 2013).

Por otro lado, la resistencia a los antimicrobianos ya no es un riesgo lejano. Los informes de resistencia y multiresistencia en aislamientos uterinos, junto con las tendencias nacionales observadas en patógenos equinos, hacen que sea fundamental justificar con mayor rigor el uso de antibióticos. No basta con elegir un fármaco; también es necesario explicar por qué es adecuado en ese caso clínico específico (Nocera et al., 2022; León et al., 2020).

Además, los estudios de laboratorio realizados durante la temporada reproductiva advierten que no todos los aislamientos potencialmente patógenos equivalen a una infección clínicamente significativa. Por lo tanto, el cultivo debe interpretarse junto con la citología, la evaluación reproductiva, los antecedentes terapéuticos y el comportamiento clínico de la yegua (Köhne et al., 2024; Carvalho et al., 2025).

Tabla 4

Bacterias, patrones de resistencia y claves de interpretación clínica

Hallazgo	Qué aporta	Riesgo de lectura simplista	Implicación práctica	Referencias
Subpoblaciones “más endometriales” de <i>S. zooepidemicus</i>	Apoya que algunos aislamientos no son simple contaminación y pueden adaptarse al endometrio	Asumir que “todo <i>Streptococcus</i> es igual”	En recurrencias, asumir mayor probabilidad de persistencia y ajustar estrategia diagnóstica y terapéutica	Rasmussen et al. (2013)
Resistencia y multiresistencia en aislamientos uterinos	Describe resistencia relevante a aminoglucósidos y β -lactámicos en cepas asociadas a fertilidad reducida	Repetir esquemas empíricos porque “siempre funcionó”	Sostener decisiones en sensibilidad e incorporar principios de uso responsable	Nocera et al. (2022)
Tendencias poblacionales de resistencia en patógenos equinos	Muestra que la resistencia varía por especie bacteriana y en el tiempo	Extrapolar susceptibilidad “de memoria”	Interpretar resultados del antibiograma como dato local y temporal, no como verdad fija	Léon et al. (2020)
Amplias series de laboratorio durante temporada reproductiva	Distinguen frecuencia de aislamientos y resaltan bacterias y hongos potencialmente patógenos, incluyendo multiresistentes	Tratar “por cultivo” sin correlación clínica	Usar el cultivo como parte de un rompecabezas: citología, historia, ecografía y respuesta	Köhne et al. (2024)
Resistencia en <i>Staphylococcus</i> equinos	Evidencia la necesidad de vigilancia en infecciones estafilocócicas y sus perfiles de resistencia	Reducir el problema a patógenos “clásicos”	Cuando hay aislamiento compatible, tratar dirigido y considerar implicaciones de resistencia	Adams et al. (2018)
Bacterias y hongos por métodos clínicos aplicables	Caracteriza microbiota uterina con técnicas de uso habitual y su relación con hallazgos clínicos	Convertir “microbiota” en explicación universal	Mantener el foco: el hallazgo solo es útil si se asocia a inflamación y a desenlace reproductivo	Carvalho et al. (2025); Gil-Miranda et al. (2024)

Nota: Realización propia (2026).

Esta interpretación más refinada permite tomar decisiones más alejadas de una sobremedicación de aislamientos sin peso clínico significativo, o de una subtratación con esquemas repetidos de un

hallazgo que sí es significativo. Así se evita aumentar la presión selectiva y frustrar al propietario (Nocera et al., 2022; Köhne et al., 2024).

3.3. Diagnóstico y seguimiento

En la reproducción equina, no siempre se puede diagnosticar con certeza absoluta. Sin embargo, se puede obtener una visión clínica más clara cuando se combinan los resultados de pruebas microbiológicas, inflamatorias y uterinas. Una forma segura de hacerlo es utilizar una prueba para identificar microorganismos, otra para detectar inflamación y una tercera para evaluar el estado real del útero (Nielsen, 2005; Heil et al., 2023). La comparación entre cultivos tomados con hisopo y biopsia demuestra que el lugar de muestreo es importante. Algunas infecciones pueden no detectarse si solo se toma material de la superficie del útero. Esto se debe a que algunas infecciones pueden estar más profundas o ser focales (Nielsen, 2005).

Para mejorar el diagnóstico, no siempre es necesario usar técnicas más costosas. A veces, basta con elegir mejor la muestra y controlar factores que pueden afectar los resultados, como la sangre, el moco o los detritos (Ibrahim et al., 2021). A la vez, los estudios sobre microbioma uterino y metagenómica ayudan a explicar casos en los que cultivo, signos clínicos e inflamación no coinciden plenamente, al mostrar comunidades microbianas y posibles patrones de disbiosis asociados con distintos estados uterinos (Holyoak et al., 2022; Virendra et al., 2024).

Tabla 5

Herramientas diagnósticas y su uso racional para endometritis en yeguas

Herramienta	Fortaleza	Límite clave	Cómo se traduce a decisión	Referencias
Cultivo de hisopo vs cultivo de biopsia	La biopsia aumenta sensibilidad cuando se usa PMN tisular como referencia	Más invasivo y no siempre disponible	Útil cuando hay recurrencia o discordancia persistente entre clínica y pruebas simples	Nielsen (2005)
Citología “con menos ruido” (técnica cytotape)	Reduce contaminación sanguínea sin perder valor diagnóstico	Requiere entrenamiento para estandarizar lectura	Mejora la interpretación cuando el resultado va a sostener terapia antimicrobiana	Ibrahim et al. (2021)
Muestreo y microbioma (swab, biopsia, LVL)	El método cambia qué taxa se detectan y cómo se interpreta diversidad	Riesgo de confundir contaminantes con residentes	Elegir muestreo según objetivo y mantener cautela al interpretar “disbiosis”	Heil et al. (2023)
Secuenciación/metagenómica como marco explicativo	Describe bacterias y hongos más allá del cultivo tradicional	Aún limitada para decisiones inmediatas en campo	Útil para explicar recurrencias y orientar preguntas clínicas futuras	Virendra et al. (2024); Holyoak et al. (2022)

Microbioma y estado reproductivo	Se observan diferencias en perfiles microbianos según condición uterina	No reemplaza citología ni cultivo	Complemento para entender variación de respuesta terapéutica	Heil et al. (2024); Gil-Miranda et al. (2024)
Evaluación clínica integrada por métodos aplicables	Conecta hallazgos clínicos con bacterias y hongos detectables por técnicas comunes	Depende de consistencia en toma de muestra	Aterriza evidencia a campo y facilita comparar cohortes	Carvalho et al. (2025)

Nota: Realización propia (2026).

En este punto, la regla práctica puede formularse así: cuando la decisión terapéutica es incierta, conviene sostenerla en más de una fuente de evidencia; y cuando la intervención farmacológica implica repetir o escalar un antibiótico, la calidad de la muestra y el registro del desenlace dejan de ser detalles secundarios. Reducir artefactos diagnósticos y documentar la respuesta clínica permite interpretar mejor si el tratamiento fue necesario, insuficiente o simplemente mal orientado desde el inicio (Nielsen, 2005; Ibrahim et al., 2021).

3.4. Farmacología aplicada

La farmacocinética es clave para decidir el tratamiento correcto. Por ejemplo, el ceftiofur en su forma de ácido libre cristalino, también conocido como ceftiofur crystalline free acid, tiene concentraciones en el útero que pueden ser suficientes para combatir algunos patógenos comunes. Esto lo hace una opción válida cuando se necesita, siempre y cuando se haya identificado el patógeno y se sepa que es sensible a este antibiótico (Scofield et al., 2014).

Sin embargo, otros estudios sobre la penicilina y la gentamicina en el fluido uterino muestran que incluso cuando se siguen las dosis habituales, los resultados pueden variar. Por lo tanto, no se debe asumir que un tratamiento es efectivo sin hacer un seguimiento y usar un juicio clínico adecuado (Bailey et al., 2025). También es importante destacar que recientemente se ha insistido en que el ceftiofur debe usarse con cuidado, porque si se usa demasiado, puede perder su eficacia en el futuro (Ryan et al., 2023).

Tabla 6

Manejo farmacológico y terapias complementarias

Decisión terapéutica	Lectura de la evidencia	Criterio para la práctica	Referencias
Ceftiofur sistémico en formulación de ácido libre cristalino (CCFA)	Alcanza concentraciones endometriales compatibles con actividad frente a patógenos sensibles, aunque su uso debe restringirse a indicaciones justificadas.	Emplearlo solo con sospecha clínica sólida, aislamiento relevante, sensibilidad documentada y seguimiento reproductivo.	Scofield et al. (2014); Ryan et al. (2023)
Penicilina y gentamicina intrauterina	Las concentraciones en fluido uterino varían según formulación y condiciones locales, lo que puede afectar la exposición terapéutica.	Apoyar la elección en cultivo, sensibilidad y reevaluación temprana, especialmente en casos recurrentes.	Bailey et al. (2025); Nocera et al. (2022)

Protocolos usados en haras	La respuesta clínica se asocia no solo al antimicrobiano, sino también a la duración del esquema y al uso de uterotónicos.	Controlar duración, respuesta y repetición del tratamiento para evitar presión selectiva innecesaria.	Köhne et al. (2023)
Ceftiofur intrauterino y microbioma	El antibiótico puede modificar la comunidad microbiana uterina, por lo que su efecto no se limita a eliminar el agente aislado.	Considerar el estado posterior al tratamiento, con recultivo selectivo y manejo pos-servicio cuando corresponda.	Beckers et al. (2025)
Biofilm y persistencia	La formación de biofilm puede reducir la eficacia antibiótica y favorecer recaídas; algunos agentes no antibióticos han mostrado utilidad in vitro.	En cuadros repetitivos, valorar estrategias anti-biofilm como complemento, no como sustituto del diagnóstico.	Ferris et al. (2016); Rasmussen et al. (2013)
N-acetilcisteína (NAC) intrauterina	Se ha estudiado como adyuvante por sus posibles efectos sobre el endometrio, los signos clínicos y el desempeño reproductivo.	Reservarla para casos seleccionados, con metas clínicas definidas y monitoreo del desenlace.	Melkus et al. (2013); Caissie et al. (2020); Gores-Lindholm et al. (2013)
Plasma rico en plaquetas (PRP)	Los reportes clínicos describen mejoría de parámetros inflamatorios y fertilidad en endometritis persistente poscobertura.	Puede considerarse como soporte en recurrencias, sobre todo cuando se busca reducir dependencia antibiótica.	Dawod et al. (2021)

Nota: Realización propia (2026).

La tabla permite precisar un punto central: en farmacología aplicada no basta con seleccionar un antibiótico. También debe justificarse la vía de administración, la exposición esperada, la duración útil de esa exposición y el criterio clínico para suspender el tratamiento. Cuando estos elementos se explicitan, la prescripción deja de depender de la costumbre y se vuelve más trazable, defendible y compatible con un uso antimicrobiano sostenible (Ryan et al., 2023; Köhne et al., 2023).

3.5. Traducción al contexto colombiano

En Colombia, cuando se trata de la reproducción equina, es importante tomar decisiones rápidas, pero también con cuidado. Aunque hay que actuar rápido, no se debe faltar a la prudencia, sobre todo considerando que en el país ya hay problemas con el uso excesivo de antibióticos y la resistencia a estos medicamentos. Los estudios sobre el consumo de antibióticos en la ganadería colombiana muestran que el uso responsable de estos medicamentos es fundamental en la toma de decisiones tanto productivas como sanitarias en cada sector animal (Tuberquia y Correa, 2025; Arenas et al., 2018).

En el caso de los caballos, los estudios colombianos sobre la efectividad de los antibióticos contra el *Streptococcus* confirman que las pruebas para determinar la sensibilidad a los antibióticos son una herramienta esencial para la toma de decisiones, y no algo opcional (Jaramillo-Morales et al., 2022). Dado el patrón de resistencia a los antibióticos en bacterias que afectan la salud, la guía práctica es clara:

se deben recetar antibióticos solo cuando haya una razón clínica justificada y se debe hacer un seguimiento verificable de la decisión (Fontana, 2024; García-Álvarez et al., 2025).

Tabla 7

Marco operativo para el contexto colombiano: decisiones mínimas y documentación de resultados

Punto de control	Qué se busca asegurar	Cómo se evidencia	Referencias
Indicación explícita de antimicrobiano	Evitar tratar “por costumbre” o por presión de tiempo	Registro del motivo: cultivo/citología, historia reproductiva y respuesta previa	Arenas et al. (2018); Ryan et al. (2023)
Sensibilidad como soporte de prescripción	Reducir fallas terapéuticas y presión selectiva innecesaria	Antibiograma cuando hay recurrencia, tratamientos previos o aislamientos relevantes	Nocera et al. (2022); Jaramillo-Morales et al. (2022)
Manejo posservicio y adyuvantes	No dejar toda la carga terapéutica en el antibiótico	Uterotónicos, manejo de fluidos y reevaluación clínica temprana	Katila (2012); Köhne et al. (2023)
Vigilancia y aprendizaje local	Convertir cada caso en datos para mejorar decisiones futuras	Registro de antimicrobiano usado, vía, duración y desenlace reproductivo	Gallego Rodríguez et al. (2020); Rodríguez et al. (2021); Obando & Rodríguez (2025); Tuberquia y Correa (2025)
Enfoque One Health en producción animal	Entender que resistencia en cadena animal afecta opciones terapéuticas	Reportes de resistencia y consumo antimicrobiano en Colombia	Arenas & Moreno Melo (2018); García-Álvarez et al. (2025); Tuberquia y Correa (2025); Fontana (2024)

Nota: Realización propia (2026).

Con este encuadre, la monografía no busca hacer más complejo el abordaje reproductivo, sino volverlo más consistente y mejor documentado. En Colombia, esta necesidad se sostiene en trabajos que ya reportan aislamientos bacterianos, patrones de sensibilidad y evaluación de protocolos antibióticos en yeguas con endometritis, además de estudios nacionales que advierten sobre resistencia antimicrobiana en medicina veterinaria y producción animal (Gallego Rodríguez et al., 2020; Rodríguez et al., 2021; Obando & Rodríguez, 2025; Jaramillo-Morales et al., 2022; Arenas & Moreno Melo, 2018; Tuberquia-López & Correa-Valencia, 2025).

3.6. Discusión final

Cuando se trata de problemas reproductivos en yeguas, es importante tomar decisiones rápidas. Sin embargo, si no se cuenta con suficiente información, dichas decisiones deben basarse en lo que se puede comprobar. Lo más importante es obtener muestras útiles, dar antibióticos solo cuando sea necesario y retirarlos cuando ya no sean requeridos. También se debe evaluar si la yegua queda embarazada después del tratamiento.

La endometritis en yeguas no se puede diagnosticar solo con un cultivo. La bacteria que se encuentra a través del mismo es importante, pero solo tiene sentido cuando se relaciona con la función

del útero, la calidad de la muestra, la citología, la ecografía y los antecedentes reproductivos. Si una yegua tiene problemas para quedar preñada o pierde embriones, se necesita evaluarla de manera diferente a si solo se encuentra una bacteria de forma casual. Por lo tanto, la persistencia del problema suele deberse más a la susceptibilidad individual, el retraso en la depuración uterina y la respuesta inflamatoria sostenida (Troedsson, 1999; Katila, 2012; LeBlanc y Causey, 2009).

La presencia de ciertas bacterias, como *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*, no confirma por sí sola una infección que afecte la reproducción. En casos recurrentes, es posible que ciertas cepas de bacterias se adapten al endometrio y formen biofilm, lo que obliga a interpretar el hallazgo con mayor cautela (Rasmussen et al., 2013; Ferris et al., 2016). En ese caso, el antibiograma es fundamental para tomar decisiones: ayuda a limitar tratamientos repetidos, orientar mejor la selección terapéutica y justificar el uso de antimicrobianos críticos cuando la resistencia ya está documentada (Nocera et al., 2022; Léon et al., 2020; Ryan et al., 2023).

En el caso de Colombia, es importante no aplicar esquemas de tratamiento sin considerar las condiciones locales. Los estudios nacionales sobre aislamiento y sensibilidad ofrecen una base inicial para ajustar la terapéutica al contexto, aunque todavía hace falta registrar con mayor rigor los resultados reproductivos y la respuesta posterior al tratamiento (Gallego Rodríguez et al., 2020; Rodríguez et al., 2021; Jaramillo-Morales et al., 2022). En el futuro, la vigilancia de resistencia, la estandarización del muestreo y la reevaluación clínica permitirían mejorar las decisiones sin exigir procedimientos inviables para el trabajo de campo.

3.7. Limitaciones

Dentro de la presente revisión documental se han priorizado artículos revisados por pares con DOI disponible, pero es importante aclarar que la evidencia obtenida de ellos no es del todo homogénea.

Los diferentes estudios encontrados varían en su respectiva definición de endometritis, el momento del muestreo y la forma en que proponen integrar citología, cultivo y seguimiento reproductivo. En el caso de las yeguas, estas diferencias modifican necesariamente la lectura clínica del aislamiento bacteriano, sobre todo cuando no se informa con claridad la inflamación asociada, el contexto del servicio o la evolución posterior..

También influyen el haras, el manejo y las condiciones de campo al comparar bacterias y la sensibilidad antimicrobiana de las mismas. El microbioma uterino ha terminado aportando una lectura complementaria de la disbiosis, pero en Colombia aún no ha reemplazado la evaluación clínica, la

citología, el cultivo ni el antibiograma. Estas limitaciones apuntan a la necesidad de contar con registros más consistentes y criterios diagnósticos compartidos.

4. Conclusiones

La evidencia revisada indica que el aislamiento de bacterias en el útero solo tiene sentido cuando se considera junto con el historial reproductivo de la yegua. Un cultivo positivo puede significar contaminación, una infección temporal o una infección real; la diferencia se basa en la inflamación, la ecografía, el historial de celo repetido, las pérdidas de embarazo y la evolución posterior.

Por todo lo desarrollado en los apartados anteriores, el diagnóstico más preciso combina el cultivo, la citología, la evaluación uterina y el historial reproductivo. Se reservan pruebas más complejas para casos persistentes, recurrentes o contradictorios. Por otro lado, la decisión de tratamiento también debe tomarse con criterios claros. Prescribir un antimicrobiano implica definir el medicamento, la vía de administración, la duración, el momento de control y la causa de suspensión. Si no se documentan estos pasos, aumentan los tratamientos sin fundamento, la presión selectiva y la baja eficiencia reproductiva.

Con un antibiograma y un seguimiento clínico, la intervención se vuelve más precisa y responsable. En Colombia, la ruta propuesta es práctica: mejorar la toma de muestras, tratar de manera dirigida, registrar la respuesta y vincular cada decisión con el resultado reproductivo, sin depender de protocolos rígidos y tomando siempre en cuenta la disponibilidad de los recursos.

5. Referencias

- Adams, R., Smith, J., Locke, S., Phillips, E., Erol, E., Carter, C., & Odoi, A. (2018). An epidemiologic study of antimicrobial resistance of Staphylococcus species isolated from equine samples submitted to a diagnostic laboratory. *BMC Veterinary Research*, *14*(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1367-6>
- Arenas, N. E., & Moreno Melo, V. (2018). Producción pecuaria y emergencia de antibiótico resistencia en Colombia: Revisión sistemática. *Infectio*, *22*(2), 110–119. <https://doi.org/10.22354/in.v22i2.717>
- Bailey, C. S., Beachler, T. M., Mochel, J. P., Wulf, L. W., Yaeger, M., Kundu, D., ... & Papich, M. G. (2025). Penicillin and Gentamicin Concentrations in the Uterine Fluid of Non-Pregnant Mares Following a Single Intrauterine Infusion. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, *48*(5), 389–396. <https://doi.org/10.1111/jvp.13518>
- Beckers, K. F., et al. (2025). Effects of intra-uterine ceftiofur treatment on the mare uterine microbiome. *Veterinary Sciences*, *12*(9), 837. <https://doi.org/10.3390/vetsci12090837>
- Bohn, A. A., Ferris, R. A., McCue, P. M., Dubuc, J., & Galvão, K. N. (2014). Comparison of equine endometrial cytology samples collected with swab, cytobrush, and low-volume lavage from healthy mares. *Veterinary Clinical Pathology*, *43*(4), 594–600. <https://doi.org/10.1111/vcp.12194>
- Caissie, M. D., et al. (2020). The effects of treatment with N-acetyl cysteine on clinical signs in persistent breeding-induced endometritis susceptible mares. *Journal of Equine Veterinary Science*, *92*, 103142. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2020.103142>
- Canisso, I. F., Stewart, J., & da Silva, M. A. C. (2020). Endometritis: Managing Persistent Post-Breeding Endometritis. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(4), 1432. <https://doi.org/10.3390/ijms21041432>
- Carvalho, I. B., et al. (2025). Characteristics of the mare-uterine-culture-based bacteria and fungi. *Pathogens*, *14*(4), 357. <https://doi.org/10.3390/pathogens14040357>
- Dawod, A., et al. (2021). Efficacy of platelet-rich plasma in the treatment of persistent post-breeding endometritis in mares. *Animals*, *11*(4), 1123. <https://doi.org/10.3390/ani11041123>

- Díaz-Bertrana, M. L., Deleuze, S., Pitti Ríos, L., Yeste, M., Morales Fariña, I., & Rivera del Álamo, M. M. (2021). Microbial Prevalence and Antimicrobial Sensitivity in Equine Endometritis in Field Conditions. *Animals*, *11*(5), 1476. <https://doi.org/10.3390/ani11051476>
- Diel de Amorim, M., Gartley, C. J., Foster, R. A., Hill, A., Scholtz, E. L., Hayes, A., & Chenier, T. S. (2016). Comparison of Clinical Signs, Endometrial Culture, Endometrial Cytology, Uterine Low-Volume Lavage, and Uterine Biopsy and Combinations in the Diagnosis of Equine Endometritis. *Journal of Equine Veterinary Science*, *44*, 54–61. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2015.10.012>
- D’Agostino, A., Di Palma, T., Cecchini Gualandi, S., & Boni, R. (2022). Fluorescence Spectroscopy for the Diagnosis of Endometritis in the Mare. *Animals*, *12*(9), 1157. <https://doi.org/10.3390/ani12091157>
- Ferris, R. A., McCue, P. M., Borlee, G. I., Loncar, K. D., Hennet, M. L., & Borlee, B. R. (2016). In vitro efficacy of nonantibiotic treatments on biofilm disruption of Gram-negative pathogens and an in vivo model of infectious endometritis utilizing isolates from the equine uterus. *Journal of Clinical Microbiology*, *54*(3), 631–639. <https://doi.org/10.1128/JCM.02861-15>
- Ferris, R. A. (2016). Diagnostic tools for infectious endometritis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, *32*(3), 481–498. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2016.08.001>
- Fontana, H. Y. Y. (2024). One Health genomic surveillance of antibiotic-resistant nontyphoidal *Salmonella enterica* serovars in Brazil (Doctoral thesis). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil. <https://doi.org/10.11606/T.9.2024.tde-10102024-143136>
- Gallego Rodríguez, R. S., Ruiz Jaramillo, A. F., & Ruiz Buitrago, J. D. (2020). Frecuencia del aislamiento bacteriano y patrones de sensibilidad en yeguas criollas colombianas diagnosticadas con endometritis. *Revista de Medicina Veterinaria*, *1*(41), 13-21. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss41.2>
- García-Álvarez, M. I., Villar, D., López-Osorio, S., Gómez-Beltrán, D. A., & Chaparro-Gutiérrez, J. J. (2025). Comparison of antimicrobial resistance in bacterial isolates from dogs in a veterinary diagnostic laboratory in Colombia, between two consecutive 4-year periods. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, *38*(3), e355005. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.e355005>

- Gil-Miranda, A., et al. (2024). Reproductive tract microbiota of mares: insights into composition and clinical interpretation. *Veterinary Sciences*, *11*(7), 324. <https://doi.org/10.3390/vetsci11070324>
- Gores-Lindholm, A. R., et al. (2013). Relationships between intrauterine infusion of N-acetylcysteine, equine endometrial pathology, post-breeding therapy, and reproductive performance. *Theriogenology*, *80*(3), 218–227. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.03.026>
- Guo, C., Zhang, W., & Holyoak, G. R. (2025). Characterization of endometrial microbiome in mares with various degrees of endometritis. *Frontiers in Veterinary Science*, *12*, 1588432. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1588432>
- Heil, B. A., et al. (2023). Effect of sampling method on detection of the equine uterine microbiome during estrus. *Veterinary Sciences*, *10*(11), 644. <https://doi.org/10.3390/vetsci10110644>
- Heil, B. A., van Heule, M., Thompson, S. K., Kearns, T. A., Beckers, K. F., Oberhaus, E. L., King, G., Daels, P., Dini, P., & Sones, J. L. (2024). Metagenomic characterization of the equine endometrial microbiome during anestrus. *Journal of Equine Veterinary Science*, *140*, 105134. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2024.105134>
- Holyoak, G. R., et al. (2022). Study on uterine microbiome signatures associated with endometrial health in mares. *Scientific Reports*, *12*, 14790. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18971-6>
- Ibrahim, M., Ferrer, M. S., Ellerbrock, R. E., & Rollin, E. (2021). Evaluation of mare endometrial cytology using the novel cytotape technique. *Animal Reproduction Science*, *230*, 106770. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106770>
- Jaramillo-Morales, C., Gomez, D. E., Renaud, D., & Arroyo, L. G. (2022). *Streptococcus equi* culture prevalence, associated risk factors and antimicrobial susceptibility in a horse population from Colombia. *Journal of Equine Veterinary Science*, *111*, 103890. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2022.103890>
- Katila, T. (2012). Post-mating inflammatory responses of the uterus. *Reproduction in Domestic Animals*, *47*(Suppl 5), 31–41. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02120.x>
- Köhne, M., et al. (2020). Diagnostic and treatment practices of equine endometritis. *Frontiers in Veterinary Science*, *7*, 547. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00547>

- Köhne, M., et al. (2024). Frequency of potentially pathogenic bacterial and fungal isolates among 28,887 endometrial samples from mares, with an emphasis on multi-drug resistant bacteria in Germany (2018–2022). *Journal of Equine Veterinary Science*, 133, 105008. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2024.105008>
- Köhne, M., Hatmann, D., & Kähn, W. (2024). Frequency of potentially pathogenic bacterial and fungal isolates in the equine uterus during the breeding season—A 10-year survey. *Journal of Equine Veterinary Science*, 137, 105008. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2024.105008>
- Köhne, M., Hegger, A., Görgens, A., Martinsson, G., & Sieme, H. (2023). Success of different therapy concepts for bacterial endometritis in stud farm practice. *Journal of Equine Veterinary Science*, 125, 104723. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2023.104723>
- LeBlanc, M. M., & Causey, R. C. (2009). Clinical and subclinical endometritis in the mare: both threats to fertility. *Reproduction in Domestic Animals*, 44(Suppl 3), 10–22. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2009.01485.x>
- LeBlanc, M. M., Magsig, J., & Stromberg, A. J. (2007). Use of a low-volume uterine flush for diagnosing endometritis in chronically infertile mares. *Theriogenology*, 68(3), 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.04.038>
- Léon, A., et al. (2020). Evolution of in vitro antimicrobial susceptibility of equine pathogens in France between 2016 and 2019. *Animals*, 10(5), 812. <https://doi.org/10.3390/ani10050812>
- Melkus, E., et al. (2013). Investigations on the endometrial response to intrauterine administration of N-acetylcysteine in oestrous mares. *Reproduction in Domestic Animals*, 48(4). <https://doi.org/10.1111/rda.12131>
- Morrell, J. M., & Rocha, A. (2022). A Novel Approach to Minimising Acute Equine Endometritis. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 799619. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.799619>
- Morris, L. H. A., McCue, P. M., & Aurich, C. (2020). Equine endometritis: A review of challenges and new approaches. *Reproduction*, 160(5), R95–R110. <https://doi.org/10.1530/REP-19-0478>
- Nielsen, J. M. (2005). Endometritis in the mare: A diagnostic study comparing cultures from swab and biopsy. *Theriogenology*, 64(3), 510–518. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.05.034>

- Nocera, F. P., D'Eletto, E., Ambrosio, M., Fiorito, F., Pagnini, U., & De Martino, L. (2022). Occurrence and antimicrobial susceptibility profiles of *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* strains isolated from mares with fertility problems. *Antibiotics*, *11*(1), 25. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11010025>
- Obando, G. C., & Rodríguez, R. S. G. (2025). Primer acercamiento al aislamiento bacteriano en yeguas con endometritis en el sur de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, *17*(1), e1093-e1093. <https://doi.org/10.24188/recia.v17.n1.2025.1093>
- Paredes Cañón, A. L., Pérez Osorio, J., González Rodríguez, A., et al. (2023). Reporte de caso clínico: endometritis crónica en una yegua criolla colombiana. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, *15*(1), 68–86. <https://doi.org/10.22335/rlect.v15i1.1686>
- Rasmussen, C. D., et al. (2013). *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus* isolates from equine infectious endometritis belong to a distinct genetic group. *Veterinary Research*, *44*, 26. <https://doi.org/10.1186/1297-9716-44-26>
- Rodríguez, R. S. G., Ruíz Jaramillo, A. F., & Ruíz Buitrago, J. D. (2021). Evaluación de la eficacia clínica de tres protocolos antibióticos en yeguas diagnosticadas con endometritis bacteriana. *Revista colombiana de ciencia animal-RECIA*, *13*(1), 44-49. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.772>
- Ruiz-Jiménez, J., Perez-Osório, J., Espinosa-Salazar, J. A., Valencia-Hernández, A. F., & Jaramillo-Hernández, D. A. (2018). Placentitis bacteriana como causa de aborto en yeguas: reporte de caso. *Orinoquia*, *22*(2), 236–247. <https://doi.org/10.22579/20112629.531>
- Ryan, C. A., McNeal, C. D., & Credille, B. C. (2023). Ceftiofur use and antimicrobial stewardship in the horse. *Equine Veterinary Journal*, *55*(6), 944–961. <https://doi.org/10.1111/evj.13930>
- Scofield, D., Black, J., Wittenburg, L., Gustafson, D., Ferris, R., Hatzel, J., Traub-Dargatz, J., & McCue, P. (2014). Endometrial tissue and blood plasma concentration of ceftiofur and metabolites following intramuscular administration of ceftiofur crystalline free acid to mares. *Equine Veterinary Journal*, *46*(5), 606–610. <https://doi.org/10.1111/evj.12192>
- Troedsson, M. H. (1999). Uterine clearance and resistance to persistent endometritis in the mare. *Theriogenology*, *52*(3), 461–471. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00143-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00143-0)
- Tuberquia-López, B. C., & Correa-Valencia, N. M. (2025). Colombian standards for antimicrobial dosing in cattle: Establishing defined daily doses and defined course doses. *Zoonoses and Public Health*, *72*(8), 735–746. <https://doi.org/10.1111/zph.70017>

- Tyrnenopoulou, P., & Fthenakis, G. C. (2023). Antimicrobial Resistance in Equines and the Potential Role of One Health Surveillance: A Review of the Literature. *Antibiotics*, *12*(4), 664. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12040664>
- Virendra, A., Gulavane, S. U., Ahmed, Z. A., Reddy, R., Chaudhari, R. J., Gaikwad, S. M., Shelar, R. R., Ingole, S. D., Thorat, V. D., Khanam, A., & Khan, F. A. (2024). Metagenomic analysis unravels novel taxonomic differences in the uterine microbiome between healthy mares and mares with endometritis. *Veterinary Medicine and Science*, *10*(2), e1369. <https://doi.org/10.1002/vms3.1369>
- Woodward, E. M., Christoffersen, M., Campos, J., Squires, E. L., & Troedsson, M. H. T. (2012). Susceptibility to persistent breeding-induced endometritis in mares is associated with endometrial proteome changes. *Theriogenology*, *78*(3), 495–501. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.02.028>