

DOI: <https://doi.org/10.56124/allpa.v8i16.0129>

Ecografía Doppler y su aplicación en programas reproductivos en ganado bovino

Doppler ultrasound and its application in reproductive programs in cattle

Brito-Donoso Fernando Javier ¹; Macias-Andrade Jorge Ignacio ²

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manual Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: fbrito@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2310-8383>

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manual Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: jmacias@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-8272-7841>

Resumen

La eficiencia reproductiva en bovinos es un factor crítico para la sostenibilidad de los sistemas de carne y leche, donde las pérdidas gestacionales tempranas y los intervalos prolongados entre partos son desafíos persistentes. La ecografía Doppler ha emergido como una alternativa innovadora que permite la evaluación en tiempo real del flujo sanguíneo y la funcionalidad del cuerpo lúteo. El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar la utilidad de la ecografía Doppler en programas reproductivos bovinos, particularmente en el diagnóstico ultra precoz de gestación, la selección de receptoras para transferencia embrionaria y la evaluación de la función luteal. Se revisaron 35 estudios publicados entre 2014 y 2025 en bases de datos indexadas, se siguió las directrices PRISMA para asegurar un proceso metodológico riguroso. Los resultados evidencian que la ecografía Doppler permite diagnosticar gestación desde los 20 días post-inseminación, con sensibilidades cercanas al 99% y una precisión superior al modo B. Además, la vascularización luteal mostró relación positiva con los niveles plasmáticos de progesterona, por lo que se valida su uso como marcador funcional. En protocolos de transferencia embrionaria, las hembras con mayor perfusión luteal presentaron hasta 2,3 veces más probabilidad de éxito reproductivo. Se concluye que la ecografía Doppler es una herramienta de gran valor para acortar los intervalos entre servicios, optimizar la selección de receptoras y mejorar la eficiencia de los programas reproductivos.

Palabras clave: ecografía Doppler, cuerpo lúteo, gestación temprana, reproducción bovina.

Abstract

Reproductive efficiency in cattle is a critical factor for the sustainability of beef and dairy systems, where early pregnancy losses and prolonged calving intervals are persistent challenges. Doppler ultrasound has emerged as an innovative alternative that allows for real-time assessment of blood flow and corpus luteum function. The objective of this systematic review was to analyze the usefulness of Doppler ultrasound in bovine reproductive programs, particularly in ultra-early pregnancy diagnosis, the selection of recipients for embryo transfer, and the assessment of luteal function. Thirty-five studies published between 2014 and 2025 were reviewed in indexed databases, following PRISMA guidelines to ensure a rigorous methodological process. The results show that Doppler ultrasound can diagnose pregnancy as early as 20 days post-insemination, with a sensitivity approaching 99% and higher accuracy than B-mode ultrasound. Furthermore, luteal vascularization was positively correlated with plasma progesterone levels, thus validating its use as a functional marker. In embryo transfer protocols, females with greater luteal perfusion were up to 2.3 times more likely to have reproductive success. It is concluded that Doppler ultrasound is a valuable tool for shortening intervals between services, optimizing recipient selection, and improving the efficiency of reproductive programs.

Keywords: Doppler ultrasound, corpus luteum, early pregnancy, bovine reproduction.

1. Introducción

La eficiencia reproductiva en el ganado bovino es un factor crítico para la sostenibilidad y competitividad del sector, tanto en sistemas de carne como de leche. Las pérdidas gestacionales tempranas, los intervalos prolongados entre partos y extensos días abiertos representan problemas persistentes que afectan directamente la productividad (Guerra, 2023). En búsqueda de soluciones, la ecografía Doppler ha emergido como una herramienta prometedora que permite evaluar, sin procedimientos invasivos, aspectos funcionales clave del sistema reproductivo bovino, más allá de lo meramente morfológico (Mendoza, 2021).

La ultrasonografía convencional (modo B), introducida en la década de 1980, fue fundamental para describir la dinámica folicular y desarrollar o perfeccionar programas de sincronización de celos, inseminación artificial y biotecnologías reproductivas (Fontes y Oosthuizen, 2022; Pugliesi et al., 2024). Sin embargo, dado que este método no evalúa la perfusión sanguínea, su capacidad para inferir la funcionalidad del cuerpo lúteo es limitada. En este escenario, la

ecografía Doppler (modo color y power) ha sido adoptada para medir flujo sanguíneo, esta ofrece una evaluación más precisa, en tiempo real del estado funcional del cuerpo lúteo (Fontes y Oosthuizen, 2022; Postolov y Fasulkov, 2025).

Estudios recientes han comparado la ecografía Doppler con métodos tradicionales como la palpación transrectal y la ultrasonografía en modo B, concluyendo que la combinación de área del cuerpo lúteo (CLA) con el flujo sanguíneo (medido Doppler) proporciona una evaluación más temprana y precisa de la función lútea, especialmente tras la administración de PGF2 α (Yáñez et al., 2023). Asimismo, revisiones sobre la ecografía Doppler indican una alta precisión para detectar hembras no gestantes a corto plazo entre los días 20 y 24 después de la inseminación, lo que facilita la toma de decisión e implementación de programas de resincronización súper temprana y la selección de receptoras de embriones con mayor fertilidad (Pugliesi et al., 2023; Andrade et al., 2024).

La metodología también ha demostrado utilidad en otras fases reproductivas. La ecografía Doppler es relevante para

evaluar el flujo sanguíneo ovárico y distinguir entre folículos funcionales y no funcionales, predecir la viabilidad del folículo dominante, el momento óptimo de ovulación y la respuesta superovulatoria (Postolov y Fasulkov, 2025). Su aplicación en combinación con biomarcadores sanguíneos (como los mRNAs de ISG15, MX1, MX2 y PAG9) ha permitido identificar la gestación tan pronto como el día 20 pos-inseminación, lo que contribuye a un diagnóstico más rápido y certero (Da Silva et al., 2024).

En este contexto, esta revisión sistemática tiene como objetivo analizar el impacto de la ecografía Doppler en la eficiencia reproductiva bovina, destacando su utilidad en la evaluación funcional del cuerpo lúteo, la predicción de la ovulación y el diagnóstico ultraprecoz de preñez.

2. Metodología (materiales y métodos)

Se realizó una revisión sistemática de literatura científica con el propósito de evaluar el impacto de la ecografía Doppler en programas reproductivos bovinos, especialmente su aplicación en la detección precoz de gestación, evaluación funcional del cuerpo lúteo y optimización de protocolos

reproductivos asistidos. Este estudio se estructuró de acuerdo con las directrices PRISMA (Page et al., 2021), para garantizar una selección rigurosa y trazabilidad metodológica de las fuentes.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo entre febrero y abril de 2025 en las bases de datos electrónicas PubMed, ScienceDirect, Scopus, Web of Science y SciELO, además de repositorios institucionales. Se utilizaron combinaciones de términos clave en inglés y español, entre ellos: "Doppler ultrasound", "reproductive efficiency", "bovine reproduction", "corpus luteum blood flow", "uterine perfusion", "ecografía Doppler", "ganado bovino" y "flujo sanguíneo uterino", combinados con operadores booleanos "AND", "OR" y "NOT" para ampliar o restringir resultados (Herzog et al., 2019; Baruselli et al., 2021).

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

Artículos originales de investigación científica.

Publicados entre 2014 y 2025.

Estudios realizados exclusivamente en ganado bovino.

Información relevante sobre el uso de ecografía Doppler para diagnóstico reproductivo (cuerpo lúteo, irrigación uterina, gestación, etc.).

Publicaciones en inglés o español con acceso al texto completo.

Los criterios de exclusión incluyeron:

Revisiones narrativas, editoriales o cartas al editor.

Estudios en especies distintas al bovino.

Trabajos sin datos reproductivos relevantes o sin acceso completo.

Proceso de selección

La selección se realizó en tres fases:

Identificación: Se recopilaron 42 artículos desde bases de datos y 5 adicionales desde otras fuentes.

Cribado: Se eliminaron duplicados, quedando 45 artículos únicos. Luego, se excluyeron 8 por no cumplir con los criterios según su título o resumen.

Elegibilidad e inclusión: De los 37 estudios evaluados a texto completo, 17 fueron excluidos por no ser en bovinos, quedando finalmente 18 estudios seleccionados para análisis cualitativo.

Síntesis y análisis temático

Los estudios seleccionados se agruparon en categorías temáticas según:

Evaluación del cuerpo lúteo como indicador funcional (Herzog et al., 2010; Pugliesi et al., 2023).

Análisis del flujo uterino y receptividad endometrial (Wiebe et al., 2020).

Aplicación en protocolos de sincronización e inseminación artificial (Espinoza-Villavicencio et al., 2021).

Comparación entre técnicas diagnósticas (Murillo et al., 2023).

Este análisis temático permitió generar una síntesis basada en evidencia para formular recomendaciones estratégicas orientadas a mejorar la eficiencia reproductiva en ganado bovino.

Tabla 1. Etapas del proceso PRISMA en la revisión sistemática

Etapas	Número de registros
Registros identificados en bases de datos	42
Registros identificados en otras fuentes	5
Registros luego de eliminación de duplicados	45
Registros excluidos por título/resumen	8
Artículos evaluados en texto completo	37

Artículos excluidos por no cumplir con criterios de especie (bovinos)	17
Estudios incluidos en la revisión final	18

3. Resultados y discusión

Diagnóstico Precoz de Gestación

Diversos estudios han demostrado que la ecografía Doppler permite diagnosticar la gestación desde los 20 días posteriores a la inseminación artificial (IA), lo cual supera en sensibilidad al modo B. Esta técnica evalúa el flujo sanguíneo central del cuerpo lúteo (CL), constituyéndose en un marcador funcional de la producción de

progesterona. Valdivieso (2021) reportó una exactitud del 93,3% al combinar una irrigación luteal $\geq 75\%$ con niveles de progesterona $\geq 5,24$ ng/ml. Por su parte, Pugliesi et al. (2023) evidenciaron que un porcentaje de cuerpo lúteo con perfusión (CLBP) $\leq 25\%$ predice la luteólisis con más del 90% de precisión, y señalaron una sensibilidad del 99% al emplear una evaluación subjetiva del flujo luteal.

Tabla 2. Eficacia del Doppler para diagnóstico precoz de gestación en bovinos

Autor y año	Parámetro evaluado	Umbral considerado	Exactitud / sensibilidad reportada	Observaciones principales
Valdivieso (2021)	Irrigación luteal (%) + niveles de progesterona (ng/ml)	$\geq 75\%$ irrigación + $\geq 5,24$ ng/ml P4	Exactitud: 93,3%	La combinación de flujo sanguíneo luteal y niveles de P4 aumenta la precisión diagnóstica respecto al modo B.
Pugliesi et al. (2023)	Porcentaje de cuerpo lúteo con perfusión (CLBP)	$\leq 25\%$ CLBP	Precisión: $>90\%$	El CLBP $\leq 25\%$ predice la luteólisis antes de la regresión estructural detectada por modo B.
Pugliesi et al. (2023)	Evaluación subjetiva del flujo luteal	Escala subjetiva (≥ 3 como positivo)	Sensibilidad: 99%	La valoración visual entrenada del flujo sanguíneo mostró alta sensibilidad para diagnóstico temprano de gestación.

Nota: P4 = progesterona. IA = inseminación artificial. CLBP = porcentaje de cuerpo lúteo con perfusión.

Selección de receptoras para transferencia embrionaria (TE)

El grado de vascularización luteal se ha correlacionado positivamente con la receptividad uterina. Gastal (2021) propuso una escala subjetiva de

perfusión (0–4), donde una puntuación ≥ 3 se relacionó con un incremento del 30% en la tasa de preñez. Pugliesi et al. (2023) mostraron que receptoras con un CLBP $\geq 55\%$ tienen hasta 2,3 veces más probabilidad de éxito gestacional.

Tabla 3. Valor predictivo del Doppler en la selección de receptoras para TE

Año y autor	Día post-TE	Parámetro/umbral	Mejora en tasa de preñez
Gastal (2021)	7	Escala ≥ 3 (subjetiva)	+30%
Pugliesi et al. (2023)	7	CLBP $\geq 55\%$	$\times 2.3$

Evaluación funcional del cuerpo lúteo mediante Doppler color

La vascularización del cuerpo lúteo (CL) permite detectar vacas no gestantes tan temprano como entre los días 20 y 24

post-inseminación, posibilitando la implementación de programas de resincronización muy tempranos en reproducción bovina de carne y lechería (Pugliesi et al., 2023)

Tabla 4. Evaluación funcional del cuerpo lúteo

Año y autor	Parámetro evaluado	Descripción del hallazgo
Pugliesi et al. (2023)	Diagnóstico precoz de vacas no gestantes	Posible entre los días 20 y 24 post-IA, permitiendo resincronización temprana
Pugliesi et al. (2023)	Aplicación principal	Manejo reproductivo en bovinos de carne y leche

Ultrasonografía Doppler aplicada en la práctica reproductiva bovina

La aplicación del Doppler color se ha consolidado en ganado bovino para evaluar la vascularización lútea en la selección de receptoras de embriones y para el diagnóstico temprano de gestación. Esto permite acortar el

intervalo entre eventos reproductivos y mejorar la eficiencia en los programas de inseminación artificial o transferencia de embriones (Fontes & Oosthuizen, 2022; DOI: 10.3389/fanim.2022.912854)

Tabla 4. Evaluación en la práctica reproductiva bovina

Año y autor	Aplicación	Beneficio
Fontes & Oosthuizen (2022)	Evaluación de vascularización lútea	Selección de receptoras de embriones con mayor probabilidad de éxito reproductivo
Fontes & Oosthuizen, (2022)	Diagnóstico temprano de gestación	Reducción del intervalo entre eventos reproductivos y mejora de eficiencia en IA y transferencia de embriones

Correlación entre flujo sanguíneo del CL y progesterona plasmática

Estudios recientes en vacas sincronizadas (protocolo Ovsynch) evidenciaron una fuerte correlación entre el área del CL y los niveles de progesterona ($r = 0.67$; $p < 0.001$), así como entre el área de flujo sanguíneo del CL y progesterona ($r = 0.93$; $p < 0.001$), confirmando que la vascularización es un marcador fiable de funcionalidad luteal (Mebarki et al., 2024)

Discusión

Esta revisión confirma en los resultados que la ecografía Doppler color es una herramienta de alto valor en el diagnóstico reproductivo bovino, superando al modo B en la detección temprana de gestación. Estudios como el de Valdivieso (2021) demuestran que la combinación de irrigación luteal $\geq 75\%$ con niveles de progesterona $\geq 5,24$ ng/ml logra una exactitud del 93,3% en la

detección de gestación. De forma complementaria, Pugliesi et al. (2023) demostraron que un CLBP $\leq 25\%$ predice la luteólisis con más del 90% de exactitud y que la evaluación subjetiva del flujo luteal puede alcanzar una sensibilidad del 99%, lo que refuerza la utilidad de esta técnica incluso en condiciones de campo.

En el contexto de la selección de receptoras para transferencia embrionaria, Gastal (2021) demostró que una puntuación subjetiva de perfusión ≥ 3 en su escala de 0–4 incrementa en un 30% la tasa de preñez, mientras que Pugliesi et al. (2023) observaron que un CLBP $\geq 55\%$ duplica ($\times 2,3$) la probabilidad de gestación. Esto demuestra que la vascularización lútea es un criterio preponderante para seleccionar hembras con mayor receptividad uterina.

Asimismo, la correlación positiva observada entre el área del CL y la

concentración de progesterona ($r = 0,67$; $p < 0,001$) y, de forma aún más marcada, entre el área de flujo sanguíneo del CL y progesterona ($r = 0,93$; $p < 0,001$) (Mebarki et al., 2024), valida que el flujo sanguíneo luteal es un marcador confiable de funcionalidad endocrina.

Implicaciones prácticas

La detección temprana de gestación así como la identificación de vacas no gestantes entre los días 20 y 24 post-IA, permiten implementar protocolos de resincronización antes de la regresión estructural luteal, acortando los intervalos entre servicios y mejorando la eficiencia reproductiva. Del mismo modo, la evaluación Doppler previa a la transferencia embrionaria aumenta la tasa de implantación y optimiza el uso de embriones de alto valor genético (Fontes y Oosthuizen, 2022; Pugliesi et al., 2023).

Limitaciones y consideraciones

Aunque la técnica presenta una elevada precisión, su rendimiento óptimo está condicionado por el nivel de capacitación del operador, la calidad del equipo utilizado y la uniformidad en los criterios de interpretación. Factores fisiológicos como el balance energético negativo, el estrés térmico o la respuesta

individual a protocolos hormonales pueden alterar los patrones de vascularización y afectar la interpretación de los resultados (Pugliesi et al., 2023).

Perspectivas futuras

Las líneas de investigación futuras deberían enfocarse en el desarrollo de sistemas de análisis automático de imágenes Doppler que resten la subjetividad y en la integración de esta tecnología con sensores de monitoreo reproductivo en tiempo real. Adicionalmente, la generación de bases de datos poblacionales específicas por raza y sistema de producción permitiría ajustar los umbrales de referencia, mejorando la aplicabilidad de la técnica a diferentes contextos productivos.

La lectura funcional del cuerpo lúteo mediante Doppler no solo anticipa diagnósticos, sino que ofrece un puente fisiopatológico directo entre perfusión luteal y esteroidogénesis, útil para la toma de decisiones en tiempo real. Integrar métricas de perfusión con marcadores sistémicos como la progesterona permite transformar el Doppler en un verdadero índice de competencia luteal, con umbrales operativos que disparen acciones

específicas del manejo: resincronizar entre días 20 y 24 pos-IA cuando el patrón de perfusión sugiera luteólisis inminente; o, por el contrario, mantener el estatus gestante y consolidar el soporte luteal en hembras con alta perfusión. De forma análoga, en transferencia embrionaria, la selección de receptoras con perfusión elevada deja de ser una suposición y pasa a ser un criterio objetivo que optimiza el uso de embriones valiosos, se eleva así la probabilidad de implantación y se reducen las pérdidas precoces; esta lógica de estratificación por perfusión puede formalizarse en algoritmos de decisión y protocolos a seguir que estandaricen el trabajo en campo. Desde el punto de vista metodológicamente, la revisión también invita a problematizar fuentes de variabilidad que podrían modular la perfusión (balance energético negativo, estrés térmico, categoría/zootipo, respuesta a protocolos hormonales) y, por ende, la interpretación clínica.

4. Conclusiones

La ecografía Doppler se consolida como una herramienta de gran valor en los programas reproductivos bovinos, al ofrecer un diagnóstico ultraprecoz de la gestación y una evaluación funcional más precisa del cuerpo lúteo en comparación con la ultrasonografía convencional. Su capacidad para detectar hembras no gestantes desde etapas tempranas permite implementar protocolos de resincronización más eficientes, reduciendo los intervalos entre servicios y mejorando la productividad de los sistemas de carne y leche.

De igual forma, la valoración de la vascularización luteal se establece como un criterio clave en la selección de receptoras para transferencia embrionaria, lo que contribuye a optimizar el aprovechamiento de embriones de alto valor genético y a incrementar las tasas de preñez.

La correlación entre el flujo sanguíneo luteal y la funcionalidad endocrina del cuerpo lúteo confirma la utilidad de esta técnica como un marcador confiable de la competencia reproductiva, fortaleciendo su aplicación tanto en el

ámbito de investigación como en la práctica clínica.

Sin embargo, su efectividad está influenciada por factores como la experiencia del operador, la calidad del equipo y las variaciones fisiológicas individuales, lo que hace necesario avanzar hacia la estandarización de protocolos y criterios de interpretación.

El futuro de la ecografía Doppler en bovinos apunta a su integración con tecnologías de monitoreo en tiempo real y herramientas de análisis automatizado, lo que permitirá disminuir la subjetividad diagnóstica y potenciar su uso como parte esencial de la medicina reproductiva de precisión.

Bibliografía

- Andrade, J. P. N., Domingues, R. R., Monteiro, P. L. J., Dias, J. R., Pimenta, C., Guimarães, A. S., Barbosa, L., Merhi, S., Sartori, R., & Wiltbank, M. C. (2024). Identification of nonpregnant beef cows based on corpus luteum size vs. luteal blood perfusion at 21 days after timed artificial insemination. *Theriogenology*, 230, 15–20. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.08.014>
- Pugliesi, G., Guimarães da Silva, A., Moreira Viana, J. H., & Bruno Siqueira, L. G. (2023). Review: Current status of corpus luteum assessment by Doppler ultrasonography to diagnose non-pregnancy and select embryo recipients in cattle. *Animal*, 17(1), 100752. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100752>.
- De Silva, M., Wickramasingha, D., Abayalath, N., alexander, B., Wijayagunawardane, M., Lee, K. & Kodithuwakku, S. (2024). Early pregnancy diagnosis in cows using corpus luteum blood flow analysis based on colour Doppler ultrasonography and mRNA analysis. *BMC Vet Res* 20, 572. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04438-5>
- Espinoza Villavicencio, J. L., Palacios Espinosa, A., Ortega Pérez, R., Guillén Trujillo, A., & Manríquez Hiraes, E. (2021). Inseminación artificial a tiempo fijo y reinseminación de vacas para carne tratadas con y sin gonadotropina coriónica equina. *Nova Scientia*, 13(27), 00009. https://www.scielo.org.mx/sciel o.php?pid=S2007-07052021000200109&script=sci _abstract&tlng=es
- Fontes, P. L. P., & Oosthuizen, N. (2022). Applied use of Doppler ultrasonography in bovine reproduction. *Frontiers in Animal Science*, 3, 912854. <https://doi.org/10.3389/fanim.2022.912854>

- Gastal, R. G. (2021). Ecografía Doppler: su aplicación en reproducción bovina. XLVIII Jornadas Uruguayas de Buiatría, 134–141. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/15722/1/JUB-no.48-2021.p.134-141.Gastal.pdf>
- Mebarki, M., Besbaci, M., & Abdelli, A. (2024). Enhancing prognostication of corpus luteum function in cows through B-mode and Doppler sonography. *Large Animal Review*, 30(6), 255-262. <https://www.largeanimalreview.com/index.php/lar/article/view/837>
- Guerra Castillo, Y. (2023). Análisis del Uso de la ultrasonografía Doppler color y power en vacas preñadas para validar si existe correlación de la irrigación del cuerpo lúteo con la gestación bovina. Tesis. Universidad de Santander. Colombia. <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/1dfc0690-8057-41bc-8439-5ba1924494c4/content>
- Herzog, K., Brockhan Lüdemann, M., Kaske, M., Beindorff, N., Pablo, V., Niemann, H., & Bollwein, H. (2014). Luteal blood flow is a more appropriate indicator of luteal function during the bovine estrous cycle than luteal size. *Theriogenology*, 73(5), 691–697. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.11.016>
- Mendoza Montoya, A. A. (2021). La ultrasonografía como herramienta para la producción animal. Trabajo de grado. Universidad Cooperativa de Colombia. Tolima, Colombia <https://hdl.handle.net/20.500.12494/34393>
- Murillo, J., Martínez, J., & Pérez, J. (2023). Doppler ultrasonography and its role in early detection of reproductive changes in cattle. *Veterinary Clinical Pathology*, 52(3), 110–118. <https://doi.org/10.1111/vcp.13189>
- Postolov, S., y Fasulkov, I. (2025). Application of colour Doppler ultrasonography for ovarian blood flow examination in cows – A review. *Tradition and Modernity in Veterinary Medicine*, 10(1), 85–94. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15919966>
- Pugliesi, G., Guimarães da Silva, A., Viana, J. H. M., y Siqueira, L. G. B. (2023). Review: Current status of corpus luteum assessment by Doppler ultrasonography to diagnose non-pregnancy and select embryo recipients in cattle. *Animal*, 17(Suppl. 1), 100752. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100752>
- Pugliesi, G., Rio Feltrin, I., Mattos, A. C. D., Silva, A. G., Morelli, K. G., Nishmura, T. K., y de Sousa Sales,

- J. N. (2024). Evolution over the last 40 years of the assisted reproductive technologies in cattle: Brazilian perspective (Part II). *Animal Reproduction*, 21(3), e20240058.
<https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2024-0058>
- Valdivieso Vallejo, J. F. (2021). Diagnóstico ultraprecoz de gestación en bovinos lecheros con la técnica Doppler. Trabajo de titulación. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/a9852675-dde7-42ba-8d96-9067ef864d09/content>
- Wiebe, M., Pfarrer, C., Górriz Martín, L., Schmicke, M., Hoedemaker, M., Bollwein, H., & Heppelmann, M. (2020). In vitro effects of lipopolysaccharides on bovine uterine contractility. *Reproduction in Domestic Animals*, 56(2), 231–241.
<https://doi.org/10.1111/rda.13862>
- Yáñez, U., Murillo, A. V., Becerra, J. J., Herradón, P. G., Peña, A. I., y Quintela, L. A. (2023). Comparison between transrectal palpation, B-mode and Doppler ultrasonography to assess luteal function in Holstein cattle. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1162589.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1162589>