



Abanico Veterinario. Enero-Diciembre 2023; 13:1-34. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2023.18>

Revisión de Literatura. Recibido:24/12/2022. Aceptado:06/07/2023. Publicado:13/09/2023. Clave: e2022-81.

<https://www.youtube.com/watch?v=DYXRCAvYA-8>



Los procesos reproductivos en vacas y el uso de la ultrasonografía

Reproductive processes in cows and the use of ultrasonography

Barrón-Bravo Oscar^{1ID}, Avilés-Ruiz Ricardo^{*1ID}, Fraga-Escamilla Eric^{2ID}, Bautista-Martínez Yuridia^{2ID}

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Noreste, Campo Experimental Las Huastecas, Carretera Tampico-Mante Km 55, C.P. 89610, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México. ²Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, carretera Cd. Victoria - Mante Km 9, Cd. Victoria, Tamaulipas C.P. 87000. *Autor de correspondencia: Avilés-Ruiz Ricardo. E-mail: barron.oscar@inifap.gob.mx, aviles.ricardo@inifap.gob.mx, efraga@docentes.uat.edu.mx, ybautista@docentes.uat.edu.mx

Resumen

La ultrasonografía transrectal es una tecnología utilizada en el manejo reproductivo de los bovinos como medio del diagnóstico de gestación y de seguimiento del ciclo estral. Asimismo, tiene aplicación en el manejo, diagnóstico y tratamiento tanto de procesos reproductivos como en programas de biotecnología reproductiva. El objetivo del trabajo fue realizar una revisión bibliográfica sobre los procesos reproductivos en vacas y el uso de la ultrasonografía. Se realizó una revisión bibliográfica incluyendo publicaciones del 2022 y años previos. Se consideraron criterios que sustentan el desarrollo alcanzado en el uso de ultrasonido, basados en el análisis lógico de la bibliografía consultada. Las palabras clave utilizadas fueron ultrasonografía, ecografía, bovinos, reproducción bovina, palpación transrectal, ciclo estral, dinámica folicular, función ovárica, Doppler, funcionalidad del cuerpo lúteo, diagnóstico precoz de la preñez, muerte embrionaria. La ultrasonografía transrectal ha aumentado nuestro conocimiento y comprensión de la fisiología de la reproducción del bovino. Los avances tecnológicos han permitido que su empleo en el manejo reproductivo del ganado bovino se incremente. La ultrasonografía es un avance revolucionario en la investigación que ha influenciado la eficiencia en el manejo reproductivo de la vaca.

Palabras claves: ecografía, bovinos, palpación transrectal, reproducción.

Abstract

Transrectal ultrasonography is a technology used in cattle reproductive management as a means of gestation diagnosis and estrous cycle monitoring. Likewise, it has application in the management, diagnosis and treatment of both reproductive processes and in reproductive biotechnology programs. The objective of the work was to carry out a bibliographic review on the reproductive processes in cows and the use of ultrasonography. A bibliographic review was carried out including publications from 2022 and previous years. Criteria that support the development achieved in the use of ultrasound were considered, based on the logical analysis of the consulted bibliography. The keywords used were ultrasonography, ultrasound, cattle, bovine reproduction, transrectal palpation, estrous cycle, follicular dynamics, ovarian function, Doppler, corpus luteum functionality, early pregnancy diagnosis, embryonic death. Transrectal ultrasonography has increased our knowledge and understanding of bovine reproductive physiology.



Technological advances have allowed its use in the reproductive management of cattle to increase. Ultrasonography is a revolutionary advance in research that has influenced the efficiency of cow reproductive management.

Keywords: ultrasound, cattle, transrectal palpation, reproduction.

INTRODUCCIÓN

La disminución de fertilidad observada en el ganado en las últimas décadas, y los crecientes requerimientos de los ganaderos han hecho imprescindible un control periódico de la reproducción para identificar y solucionar con urgencia los problemas en la eficiencia reproductiva. Tradicionalmente, los principales métodos de diagnóstico para el control reproductivo en el ganado incluían la palpación rectal, la inspección del flujo vaginal y la vaginoscopia (Quintela *et al.*, 2012). La ultrasonografía es una herramienta que ha contribuido en gran medida a facilitar el manejo reproductivo de los bovinos, se ha demostrado que las vacas tienen dos o tres ondas de desarrollo folicular durante un ciclo estral (Ginther *et al.*, 1989), además ha permitido monitorear folículos individuales durante su desarrollo y determinar patrones de desarrollo folicular (Pierson & Ginther, 1984; Sirois & Fortune, 1988), también permite el diagnóstico de gestación (Kastelic *et al.*, 1988), así como la determinación del sexo fetal (Curran *et al.*, 1989), el diagnóstico de los órganos reproductivos y el seguimiento posparto (Avellaneda *et al.*, 2014), patologías como los quistes ováricos (Farin *et al.*, 1990), a lo que se suma la ultrasonografía doppler para el flujo sanguíneo entre otras funciones (Constantino-Rocha *et al.*, 2019; Holton *et al.*, 2022). La ultrasonografía transrectal de modo B y tiempo real fue utilizada en un principio, como un medio diagnóstico del ciclo estral, y en la actualidad tiene gran aplicación en el manejo, diagnóstico y tratamiento tanto en procesos reproductivos especializados como en programas de biotecnología reproductiva (Kramer *et al.*, 2016). La aportación de la ultrasonografía en el estudio de los procesos reproductivos de la vaca es de gran interés debido a que tiene gran impacto en la eficiencia reproductiva. Algunos estudios han demostrado que un cuerpo lúteo (CL) es detectable por ultrasonografía transrectal desde dos días después de la ovulación hasta el día 21 del ciclo subsiguiente, mientras que las concentraciones de progesterona (P4) solo se elevan desde el día seis hasta el día 16 del ciclo, por lo que la ultrasonografía puede ser un mejor indicador del estado reproductivo que la medición de P4 (McDougall & Rhodes, 1999). Desde la década de 1990, la ultrasonografía se ha convertido en un método de diagnóstico utilizado en el mundo como resultado de los avances en su desarrollo: menor tamaño, alto nivel de autonomía, alta calidad de imagen y precios accesibles. Mejora la identificación de las diferentes etapas del ciclo estral y en el diagnóstico de patologías ováricas, uterinas, y diagnóstico de la preñez, así como de sus posibles alteraciones (mortalidad embrionaria, malformaciones fetales, entre otras) y ayuda a determinar el sexo fetal a partir del día 55 de la gestación bovina (Quintela *et al.*, 2012). Como herramienta de investigación y de diagnóstico se ha utilizado en muchos



descubrimientos, la mayoría de los cuales, de otro modo habrían escapado a la detección durante años (Griffin & Ginther, 1992). Existen algunas revisiones sobre el tema de ultrasonografía, pero el enfoque en la vaca y sus procesos reproductivos ha sido poco profundizado, así como el aspecto práctico en el que cada vez es más necesario su uso. Por lo anterior, el objetivo del estudio fue realizar una revisión bibliográfica sobre Los procesos reproductivos en vacas y el uso de la ultrasonografía.

Antecedentes

En México la ganadería se ha desarrollado en sistemas de pastoreo extensivo, la eficiencia reproductiva es importante en la rentabilidad del hato como en los recursos naturales en los sistemas de producción vaca-becerro, es influenciada por prácticas de manejo del hato (Lassala *et al.*, 2020). La vaca debe producir un ternero por año, un examen anual de preñez, ayuda a eliminar las vacas ineficientes, un hato en temporada de reproducción definida que identifique y elimine vacas no preñadas, e incorpore novillas, permite ser eficiente (Gwynn *et al.*, 2018). Aumentar el porcentaje de vacas preñadas da resultado a más terneros destetados, dando más ganancias por vaca (Burns *et al.*, 2010). Eliminar vacas vacías o subfértiles y el uso de novillas de reemplazo, mejora la fertilidad del hato, el dinero ahorrado puede ayudar a la mejora de instalaciones (Martínez-Albarrán *et al.*, 2021). El diagnóstico de preñez es realizado en 31% de los hatos, el 23% descarta vacas no preñadas, menos del 10% utilizan métodos de sincronización del ciclo estral, las vaquillonas suelen ser inseminadas después de los dos años de edad (73%) (Lassala *et al.*, 2020). Los métodos más comunes para determinar preñez son: palpación transrectal, la ultrasonografía transrectal (Kramer *et al.*, 2016) y determinación de niveles de hormonas mediante pruebas en sangre (Szelényi *et al.*, 2015; Engida *et al.*, 2022) y en gestaciones avanzadas se realiza de la ultrasonografía trans-abdominal (Hayawie-Lazim *et al.*, 2016). Cuando todos estos métodos son realizados correctamente, son seguros para la vaca y el feto, aunque existen varios factores que hacen que de forma natural exista pérdida de preñes temprana (Ryan *et al.*, 1993; Inskeep *et al.*, 2005). El “ultrasonido” es el sonido cuya frecuencia de vibraciones es superior al límite perceptible por el oído humano (20000 Hz), los ultrasonidos que emiten las sondas de los equipos de ultrasonografía tienen una frecuencia comprendida generalmente entre dos y 10 millones de Hz (Segura-Grau *et al.*, 2014), mediante el uso de ondas ultrasónicas se han desarrollado equipos que tiene diversas aplicaciones y se emplean en medicina humana (Rehman-Khan, 2022) y animal (Guedes *et al.*, 2022), los cuales se han denominado ecógrafos (Díaz-Rodríguez *et al.*, 2007), la “ecografía” empleada en medicina, permite la exploración del interior del cuerpo mediante ultrasonidos (Gargus *et al.*, 2020). La presión económica, exige se incremente la productividad y el aumento de tecnologías para el manejo en los bovinos. Por lo que se han identificado claves para manejo de fertilidad: 1) manejo de datos, 2) selección genética, 3) manejo nutricional 4) control de enfermedades, 5) manejo reproductivo, 6)



sincronización, 7) diagnóstico rápido del estado reproductivo (Mee, 2007; Terry *et al.*, 2020; Brito *et al.*, 2021). En un futuro será posible el desarrollo de tendencias para mejorar la fertilidad que incluyen: 1) desarrollo de fenotipos de fertilidad, 2) marcadores genómicos de fertilidad específicos, 3) detección temprana y rápida de preñez, 4) mayor uso de monitores de actividad, 5) mejora de protocolos de cría, 6) sensores en línea automatizados para fenotipos y 7) capturar y extraer fuentes de datos (Crowe *et al.*, 2018). La ultrasonografía es indispensable en estudios que se correlacionan la morfología (estructura) y función de la reproducción de los bovinos (Ribadu & Nakao, 1999). Para el estudio de los efectos de las hormonas y medicamentos utilizados comúnmente en la reproducción, en la vascularización folicular, observada por ultrasonografía Doppler (Pereira-de Moraes *et al.*, 2021). La determinación del sexo fetal y el control de la mortalidad embrionaria, es menos probable que se apliquen en el manejo del hato, sin embargo, son valiosos para la investigación de la fisiología reproductiva (Beal *et al.*, 1992; Kamimura *et al.*, 1997; Chagas & Lopes, 2005). Las señales ultrasónicas fueron observadas como un fenómeno de la naturaleza. Lazzaro Spallanzani descubre en 1779 ondas asociadas con la caza de los murciélagos (Martínez-Rodríguez *et al.*, 2007). Al tapar con cera el oído del murciélago dedujo que al volar debía producir algún sonido que se reflejaba sobre los objetos (Águila-Carbelo *et al.*, 2019). Pierre y Jacques Curie en 1880, descubren el fenómeno de la piezoelectricidad, presente en cristales que se deforman por fuerzas internas, al someterse a una energía eléctrica, produciendo oscilaciones en forma de onda por encima del rango audible por el humano, experimentaron en cristales de cuarzo y turmalina (Martínez-Serrano, 1995; Zhou *et al.*, 2011). En 1883 aparece el silbato de Galton, para el control de perros por un sonido inaudible en los humanos (Águila-Carbelo *et al.*, 2019). En 1842 Johann Christian Doppler observó el cambio de frecuencia emitida por una fuente sonora. El efecto, Doppler, se presenta cuando un lente y observador se desplazan en movimiento relativo (Martínez-Rodríguez *et al.*, 2007). Armand Hippolyte L. Fizeau, generalizó en 1848 el trabajo de Doppler al aplicar su teoría a la luz (Paolinelli, 2013). Richardson inicio en 1912 el uso del ultrasonido para detectar objetos sumergidos. Langevin y Chilowsky, produjeron en 1917 el primer generador piezoeléctrico de ultrasonido (Águila-Carbelo *et al.*, 2019). Durante 1930 y 1940, se aplicó el ultrasonido con fines médicos en Alemania, Austria, Francia y Suiza, en neuralgias, mialgias, artritis y artrosis, (Edler & Lindström, 2004). Karl Dussik, en 1942 lo utilizó para explorar anomalías cerebrales. John Julián Wild estudió, mediante el modo A, los cambios de las ondas de tejido mamario con el equipo a una frecuencia de 15 megaciclos para detectar tumores, comenzó su uso en el cerebro, y en cardiología para estudiar oscilaciones de la válvula mitral (Águila-Carbelo *et al.*, 2019). Douglas Howry en 1947, fue pionero en la visualización del carcinoma y tejidos blandos (Howry *et al.*, 1954). La ultrasonografía en el manejo reproductivo de la vaca tiene gran relevancia, ya que para ser más eficiente se debe realizar el diagnóstico reproductivo al reincorporar a la vaca parida lo más pronto posible al programa de manejo reproductivo



para reducir los días abiertos (La Torre, 2001). El uso de ésta tecnología en la variación en el intervalo transcurrido hasta el estro, después de la aplicación de PGF2 α , se entendió hasta la palpación transrectal, para monitorear los patrones de crecimiento de folículos individuales (Sartori & Barros, 2011).

Importancia y potencial de la ultrasonografía transrectal

La ultrasonografía transrectal ha estado disponible para tomar decisiones de manejo reproductivo desde mediados de la década de 1980, y proporciona una amplia gama de información morfológica sin invadir, ni alterar los tejidos. Los exámenes se pueden realizar repetidamente durante muchos días, o un evento dinámico, como la ovulación se puede monitorear en su totalidad mediante observación continua durante 30 minutos o más. La inclusión de exámenes ultrasónicos en los protocolos experimentales brinda la oportunidad de asociar la morfología cambiante con cambios hormonales y otros cambios funcionales (Griffin & Ginther, 1992; Ginther, 2014). El ultrasonido en tiempo real modo B proporcionó la oportunidad de mejorar los métodos de evaluación de la función ovárica y el diagnóstico de preñez en los bovinos, la determinación del sexo del feto en la gestación temprana, del día 55 al 85 y la verificación de la viabilidad del embrión mediante el monitoreo fetal del latido cardiaco, son métodos únicos que implican la exploración por ultrasonido. Estas técnicas y el método para evaluar la inseminación artificial pueden ser usadas para mejorar el manejo reproductivo en el ganado (Beal *et al.*, 1992; DesCôteaux *et al.*, 2009). Dentro de estas tecnologías reproductivas, la importancia de la ultrasonografía es ampliar la ventaja del diagnóstico reproductivo temprano que, en algunos sistemas de producción radica en la separación de grupos de hembras gestantes y vacías para implementar estrategias reproductivas, que incrementen la fertilidad global. La ultrasonografía es una técnica de exactitud en el diagnóstico temprano de gestación en vacas, tanto en programas de monta natural (Alonso-Alanusa *et al.*, 2012), así como de inseminación artificial a tiempo fijo (Beal *et al.*, 1989) por encima de la obtenida por palpación rectal (Gwynn *et al.*, 2018). Los investigadores clínicos han aprovechado los desarrollos tecnológicos como circuitos de estado sólido, imágenes en tiempo real, Doppler color y potencia, ultrasonografía transrectal y transvaginal e imágenes 3D para mejorar la investigación y el diagnóstico en áreas muy diversas (Campbell, 2013).

ULTRASONOGRAFÍA MODO B

La dinámica folicular en la vaca

La teoría de crecimiento folicular en forma de ondas fue propuesta originalmente por Rajakoski en 1960, quien basado en observaciones visuales e histológicas, propuso que el crecimiento de los folículos ováricos se desarrolla en forma de ondas y que durante un ciclo estral se propagan dos ondas foliculares, esta teoría fue puesta en duda por más de 20 años, durante los cuales se realizaron múltiples estudios con resultados contradictorios sobre la naturaleza del crecimiento folicular (Rajakoski, 1960; Adams *et*



al., 2008; Henao-Restrepo, 2010; Bó *et al.*, 2020). Esta teoría fue confirmada en los bovinos gracias al uso de la ultrasonografía en la década de los 80s (Pierson & Ginther, 1984). Desde la década de los 70s Rosalyn Sussman Yallow y Solomon A. Berson trabajaron con el radioinmunoensayo (Zárate & Manuel, 2011), ésta técnica permite cuantificar y diferenciar los valores característicos de las hormonas reproductivas en suero, durante los diferentes estados reproductivos de las vacas (Herrera *et al.*, 1993). Es aplicable para el diagnóstico de vacas gestantes, con un resultado cuantitativo, 24 días después de la inseminación (Sasser & Ruder, 1987). Aunque esta herramienta analítica es altamente específica, sensible y de bajo costo por muestra, tiene como desventaja que requiere equipo y personal altamente especializado, licencias para el manejo y desecho de productos radiactivos (Ehrhardt *et al.*, 2000). El radioinmunoensayo permitió desarrollar perfiles de hormonas como la progesterona en muestras de leche de vaca recolectadas dos veces por semana, lo que hizo posible la selección de vacas con patrones anormales de progesterona, y esto permitió el estudio de algunos tratamientos de vacas subfértiles (Lamming & Bulman, 1976). El estudio de la dinámica folicular comenzó a mediados del siglo XX, pero el progreso ha sido particularmente rápido en las últimas tres décadas mediante el uso de herramientas que han permitido el examen en serie y no invasivo pudiendo observar en tiempo real los cambios en los ovarios gracias a la ultrasonografía incluso durante la gestación (Kastelic *et al.*, 1990). Los estudios realizados hasta la fecha respaldan el concepto de que el par de ovarios actúa como una sola unidad e influye en el desarrollo folicular principalmente a través de rutas endócrinas sistémicas que involucran productos ováricos y uterinos, las gonadotropinas y sus receptores. Los folículos dominantes y subordinados pasan por fases de crecimiento, estáticas y regresivas que tienen distintas características que son la base para diagnosticar el estado folicular (Adams *et al.*, 2008). El seguimiento de la dinámica folicular por medio de ultrasonografía en los bovinos permitió observar que pueden ser dos o tres ondas foliculares en un ciclo (Ginther *et al.*, 1989), esto ha permitido realizar estudios más precisos sobre las hormonas relacionadas a la reproducción en bovinos como la asociación entre picos de hormona folículo estimulante (FSH) y la aparición de ondas foliculares en bovinos, la cual ha sido estudiada mediante técnicas como la ablación del folículo dominante (Adams *et al.*, 1991). El tratamiento de vacas que no han sido detectadas en estro, pero que tienen un cuerpo lúteo detectable, se ha centrado en el uso de PGF2 α . En vacas con un cuerpo lúteo detectable por ultrasonografía, el tratamiento con PGF2 α dio como resultado que el 55 % de los animales se detectaran en celo dentro de los seis días posteriores al tratamiento (Smith *et al.*, 1998). La ultrasonografía ayudó en el estudio de cambios en las estructuras foliculares y lúteas, así como la medición de concentraciones de estradiol y progesterona en vacas, en las razas Hereford x Angus lactantes durante el anestro posparto, monitoreando el tamaño folicular, la ovulación y la formación y regresión del cuerpo lúteo, el intervalo desde el parto hasta la primera ovulación fue de 82 días. Los patrones de crecimiento folicular fueron



diferentes antes de la primera y segunda ovulación posparto. El primer ciclo estral posparto se inició con la ovulación de un folículo de tamaño similar al folículo de la segunda (Perry *et al.*, 1991). Estos estudios son de gran importancia y se llevan a cabo por medio de la ultrasonografía, además de que se pueden estudiar las diferencias en la dinámica folicular y sus cambios debidos a varios factores (Ayala *et al.*, 2019).

Ciclo estral y determinación de la ovulación

El uso del ultrasonido confirmó que los folículos crecen, retroceden y son reemplazados por otros folículos grandes continuamente a lo largo del ciclo. También que las concentraciones de estradiol aumentan en los folículos preovulatorios hasta el pico preovulatorio de LH y luego disminuyen rápidamente. Además que la gonadotropina como control de la esteroidogénesis folicular, y que altas concentraciones de estradiol suprimen la producción de progesterona antes del pico de LH (Hansel & Convey, 1983). La ultrasonografía es una herramienta con alta sensibilidad y especificidad para detectar folículos ováricos, cuerpos lúteos o estructuras quísticas, útil para determinar la etapa del ciclo estral de una vaca o diagnosticar patologías ováricas como endometritis subclínica y quistes ováricos (Quintela *et al.*, 2012). La oportunidad de monitorear el ciclo estral y los ovarios se puede realizar diariamente mediante ultrasonografía, además el diagnóstico de gestación se puede realizar desde los 32 días después de la inseminación artificial (Kastelic *et al.*, 1988), con esto es posible observar el efecto de tratamientos hormonales como la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) y Prostaglandina F2 α sobre los ovarios (Bonacker *et al.*, 2020), para lo que se debe monitorear desde el día -7 hasta el día +4 e incluso +7 para determinar las actividades foliculares y lúteas, la respuesta del folículo dominante (de mayor tamaño) en vacas cíclicas y no cíclicas es de gran interés (Thompson *et al.*, 1999). La detección deficiente del estro sigue siendo una limitación para lograr un alto rendimiento reproductivo en hatos debido a la disminución de la expresión del estro en vacas de alta producción. Una estrategia para aumentar las concentraciones séricas de progesterona antes de la inseminación artificial (IA) durante el diestro es administrar GnRH o gonadotropina coriónica humana (hCG) del día cinco al siete del ciclo estral para inducir la ovulación de un folículo dominante de primera onda y formar un cuerpo lúteo, estos estudios han sido posibles gracias al seguimiento del ciclo estral mediante el uso de la ultrasonografía (Cunha *et al.*, 2021).

Desarrollo de protocolos y tratamientos de superovulación

La ultrasonografía ayudo en gran medida al desarrollo de los protocolos y tratamientos de superovulación, el objetivo de los tratamientos para inducir la superovulación en los programas de transferencia de embriones es obtener el número máximo de embriones transferibles con una alta probabilidad de producir gestaciones lo cual es posible observar en tiempo real por medio de ultrasonografía (Torres-Simental *et al.*, 2021). El protocolo convencional para superovulación se basó originalmente en una mayor respuesta



superovulatoria cuando los tratamientos se iniciaron de ocho a 12 días después del estro, estos primeros estudios no evaluaron el estado folicular específico de los animales al iniciar los tratamientos, debido a que el seguimiento por ultrasonido en el ganado bovino se encontraba en las primeras etapas de desarrollo y no estaba disponible en muchos laboratorios (Bó & Mapletoft, 2014). A través de información generada mediante ultrasonografía, ahora se sabe que de ocho a 12 días después del celo (equivalente a siete a 11 días después de la ovulación) sería el tiempo aproximado de aparición de la segunda onda folicular, y un grupo de folículos en crecimiento se presenta en ese momento. Sin embargo, se ha demostrado que el día de aparición de la segunda onda folicular difiere entre los ciclos de dos ondas y los ciclos de tres ondas (uno o dos días antes en los ciclos de tres ondas) y entre animales individuales (Ginther *et al.*, 1989). En este sentido, se ha demostrado claramente que la respuesta superovulatoria se optimizó cuando los tratamientos se iniciaron en el momento de la aparición de la onda folicular, el iniciar los tratamientos con gonadotropinas tan solo un día antes o después de la aparición de la oleada redujo significativamente la respuesta superovulatoria (Nasser *et al.*, 1993; Bergfelt *et al.*, 1997; Cirit *et al.*, 2019). La superovulación en las vacas es influenciada de manera multifactorial por lo que esto debe considerarse al desarrollar un protocolo, el uso de la ultrasonografía es necesario al dar seguimiento a estos tratamientos (Mikkola *et al.*, 2020).

Proceso de implantación y muerte embrionaria temprana en bovinos

Una de las ventajas de la ultrasonografía es el diagnóstico y seguimiento de la gestación en vacas, aunque se debe tomar en cuenta la mortalidad embrionaria tiene un impacto sustancial en la fertilidad de las vacas. La mayor parte de las pérdidas embrionarias se producen durante los primeros días tras la fecundación y durante el proceso de implantación. A menudo se ha prestado atención primaria a los agentes infecciosos, pero las causas no infecciosas probablemente representan el 70% o más de los casos (Vanroose *et al.*, 2000). La incidencia de pérdidas embrionarias suele ser mayor que las pérdidas perinatales, la muerte embrionaria temprana ocurre antes de la calcificación fetal y suele observarse la reabsorción completa del embrión, momificación, maceración o aborto. La edad gestacional, la causa de la muerte y la fuente de progesterona para el mantenimiento de la gestación son los factores que afectan el resultado de la muerte embrionaria o fetal (Givens & Marley, 2008). Los embriones muertos, entre el momento de la implantación y la calcificación, también son reabsorbidos (Sha, 2019). El parto exitoso sigue a la supervivencia del conceptus durante el desarrollo embrionario y fetal. Generalmente las pérdidas del producto ocurren durante los primeros 42 a 50 días después del apareamiento o inseminación (Inskeep *et al.*, 2005). Existe una variedad de factores de manejo fácilmente adoptables que pueden aumentar directamente la supervivencia embrionaria o mejorar las consecuencias de las tasas de supervivencia embrionaria bajas (Parmar *et al.*, 2016). La pérdida de la gestación puede deberse a



traumas causados en el diagnóstico de gestación, ya sea por palpación rectal o por ultrasonido. En bovinos, el diagnóstico precoz de la gestación se realiza generalmente entre los 35 y 50 días de gestación, sin embargo, [Vaillancourt et al. \(1979\)](#) no encontró indicios de que aumentara la pérdida embrionaria, [Baxter & Ward \(1997\)](#) informaron que el examen de ultrasonido no tiene efectos perjudiciales para el feto, la palpación rectal también es un procedimiento seguro cuando se realiza correctamente ([Vanroose et al., 2000](#)).

Diagnóstico de la preñez

La morfometría fetal por medio de ultrasonografía es útil para la evaluación del desarrollo fetal, la estimación de la edad gestacional y la predicción del parto, si se desconoce la fecha de monta ([Fitzgerald et al., 2015](#)). Mientras que la determinación de la edad gestacional es factible durante la preñez temprana en ganado bovino y se vuelve más difícil al final de la gestación debido al tamaño del feto y su posición en el abdomen materno ([Buczinski, 2009](#)). La determinación del tamaño del placentoma, el diámetro torácico, abdominal y umbilical del feto, así como el ancho del corazón mediante ultrasonido, son las variables confiables para predecir la edad gestacional ([Nagel et al., 2020](#)). En estudios realizados por [Chaudhary & Purohit, \(2012\)](#) la pérdida temprana de la gestación puede detectarse por ultrasonografía hasta el día 55 de gestación, aunque la mayor incidencia ocurre alrededor del día 35 de gestación. El examen y seguimiento de la gestación es muy importante ya que existen periodos cruciales para la pérdida de ésta durante el primer trimestre de gestación en vacas ([López-Gatius, 2012](#)), aun cuando puede ocurrir en otras etapas y por una variedad de causas, produciendo un impacto negativo en el desempeño reproductivo y económico de los hatos ([Wiltbank et al., 2016](#); [Franco et al., 2020](#)). El primer período de pérdidas ocurre durante la primera semana después de la inseminación con falta de fertilización y muerte del embrión temprano, particularmente bajo condiciones ambientales y hormonales específicas, entre el 20 % y el 50 % de las vacas lecheras lactantes de alta producción experimentan pérdida de gestación por causas como el estrés por calor, las enfermedades inflamatorias y la pérdida de condición corporal ([Fernández-Novo et al., 2020](#)). Un segundo período fundamental, es de los días ocho a 27 después de la cubrición, contempla la elongación del embrión y el período de "reconocimiento materno de la preñez" con pérdidas promedio de 30% pero con una variación de 25% a 41%, el mantenimiento del CL por el interferón-tau y los cambios en la secreción de prostaglandinas, así como las fallas en la elongación del trofoblasto ([Hirayama et al., 2014](#)). El tercer período fundamental es durante el segundo mes de preñez, entre los días 28 a 60, con pérdidas de 12 %. Los retrasos o defectos en el desarrollo de los placentomas corioalantoideos o del embrión dan como resultado la regresión de CL o la muerte del embrión ([Pinedo et al., 2020](#)). Un cuarto período es durante el tercer mes con un 2%, las estrategias para reducir estas pérdidas requieran un enfoque multifactorial, además del apoyo diagnóstico de la ultrasonografía



(Wiltbank *et al.*, 2016). El aborto bovino, también es un factor limitante, puede presentarse en forma esporádica o endémica o en forma de brote y pueden ser de origen infeccioso y no infeccioso. Los principales agentes infecciosos con o sin tropismo por las membranas fetales y/o fetos son la Brucelosis, Leptospirosis, Diarrea Viral Bovina (DVB), Aspergilosis, Neosporosis. Aunque el ultrasonido no diagnóstica directamente estas enfermedades, el seguimiento de la gestación ayuda al diagnóstico en base al historial o antecedente de aborto (Rivera *et al.*, 2018), así como también se pueden observar síntomas relacionados a los problemas en los órganos reproductivos como metritis, endometritis y piometra (Vallejo-Timaran *et al.*, 2020). Es importante continuar investigando sobre de la problemática del aborto bovino para lo que la ultrasonografía es una herramienta de gran apoyo (Rivera, 2001). Es común que el diagnóstico de gestación en los experimentos se realice mediante ultrasonografía transrectal entre 30 y 47 días después de la inseminación (Oosthuizen *et al.*, 2020). La detección de vacas no preñadas es de suma importancia para reducir los días abiertos, ya que uno de los problemas más críticos es lograr una eficiente detección del celo. Además, a partir de la imagen de ultrasonografía se puede obtener información valiosa sobre la viabilidad del embrión, la presencia de gemelos, la normalidad del desarrollo fetal o el sexo del feto (Quintela *et al.*, 2012; Kanazawa *et al.*, 2016). Esto es de gran relevancia ya que el objetivo de tener eficiencia reproductiva repercute directamente en la viabilidad de la ganadería, lo que implica el diagnóstico lo más pronto posible de cualquier problema, haciendo una herramienta muy útil la ultrasonografía (Kelley *et al.*, 2017; Abdelnaby *et al.*, 2018).

Comparación de palpación transrectal, ultrasonografía transrectal y pruebas en sangre

Al realizar el diagnóstico del tracto reproductivo la ultrasonografía tiene varias ventajas en comparación con la palpación transrectal, aunque este sigue siendo el método más común para determinar la preñez en el ganado, ambos métodos se deben realizar de manera competente (Annandale *et al.*, 2019), para lo que la capacitación debe ser generalmente usando ganado privado, esto puede ser difícil porque los productores pueden creer que la palpación transrectal por los estudiantes sin experiencia aumenta el riesgo de pérdida de preñez, por lo que se han diseñado experimentos con apoyo de ambas técnicas, obteniendo resultados sin diferencias en la pérdida de preñez entre el ganado bovino palpado por estudiantes y por ultrasonido clínico, lo que respalda la seguridad de usar animales de propiedad privada para la palpación bovina de estudiantes y la capacitación en diagnóstico de preñez sin afectar la pérdida temprana de preñez (Bond *et al.*, 2019). McDougall & Rhodes (1999) en su estudio sobre la detección de un cuerpo lúteo en vacas en anestro, donde compararon entre sí los resultados de la palpación manual, ultrasonografía transrectal y concentración de progesterona plasmática por medio del radioinmunoensayo, encontrando que la ultrasonografía puede proporcionar una mejor herramienta de diagnóstico para examinar vacas que no se



detectaron en estro, en comparación a la palpación manual o la medición de la concentración de progesterona. También se demostró, que las vacas que no se detectaron en estro pero que tuvieron un cuerpo lúteo, tienen un rendimiento reproductivo significativamente más bajo que las compañeras de hato que mostraron celo. Por otra parte [Gwynn et al. \(2018\)](#) menciona que con ultrasonografía a diferencia de los exámenes de sangre se puede realizar la evaluación de la viabilidad fetal, la detección de gemelos, la determinación de la edad y el sexo fetal, los resultados son disponibles inmediatamente y existe oportunidad de discutir con el veterinario otros problemas de salud animal en la granja, fomentando la relación del veterinario con el ganadero.

Programas de sincronización del estro

Los programas de sincronización se mejoraron gracias a la comprensión del patrón de crecimiento folicular en forma de onda ([Pierson & Ginther, 1984](#)), y su seguimiento en tiempo real con el uso de la ultrasonografía, la investigación sobre el control exógeno de la vida útil del cuerpo lúteo (CL), así como el uso de agonistas de GnRH para inducir la ovulación fueron observados a detalle por ultrasonografía ([Macmillan & Thatcher, 1991](#)), y de manera general la predicción y sincronización del estro sigue siendo estudiada en busca de alternativas para los diversos sistemas de producción ganaderos ([Pluta et al., 2021](#)). El protocolo OvSynch (PGF2 α y GnRH) fue desarrollado y completamente validado para su uso en vacas ([Pursley et al., 1995](#)), junto con sus variaciones, este protocolo sigue siendo el protocolo de sincronización de celos más utilizado en la ganadería ([Burke et al., 1996](#); [Pursley et al., 1997a](#); [Pursley et al., 1997b](#); [Bisinotto et al., 2014](#); [Tippenhauer et al., 2021](#)), incluso bajo condiciones de estrés calórico ([De la Sota et al., 1997](#); [Aréchiga et al., 1998](#)). El tratamiento de vacas que no han sido detectadas en estro, pero que tienen un cuerpo lúteo detectable, se ha centrado principalmente en el uso de PGF2 α ([Martins et al., 2021](#); [Wilke et al., 2021](#)). En el ganado de carne, una de las características de las vacas anovulatorias es la pulsatilidad reducida de la LH, lo que perjudica el crecimiento del folículo y perjudica el logro o el mantenimiento de la dominancia folicular. Sin embargo, la mayoría de las vacas anovulatorias se caracterizan por tener folículos de tamaño moderado que responden a la ovulación inducida. Los estudios que utilizan PGF2 α para fines distintos a la luteólisis han demostrado que estimula la liberación de LH ([Lopes et al. 2020](#)). Los tratamientos de sincronización a base de progesterona se deben usar con precaución debido a la variabilidad en la ciclicidad de las vacas posparto. Los animales no cíclicos que no responden a los tratamientos pueden continuar ciclando normalmente. Las tasas de concepción de vacas después del segundo servicio varían de 67 y 58% para vacas cíclicas o no cíclicas, respectivamente ([Beal et al., 1984](#)). Hay tres características clave de la sincronización exitosa de los programas de sincronización. 1) Es necesario inducir la aparición de una nueva onda folicular y controlar el desarrollo del folículo para garantizar que, al final del protocolo, haya disponible un folículo en crecimiento de tamaño adecuado para la



ovulación. 2) Debe definirse la duración del protocolo, el período de exposición a la progesterona, que generalmente varía de cinco a nueve días. 3) Al final del protocolo, las concentraciones circulantes de progesterona deben ser mínimas con una inducción sincrónica de la ovulación que coincidan con la inseminación (Prata *et al.*, 2020; Madureira *et al.*, 2020). En los protocolos de sincronización para IA, se utiliza progesterona exógena para suprimir la frecuencia del pulso de LH y retrasar el estro y la ovulación, esto conduce a una disminución de las concentraciones de progesterona circulante y estimula la maduración del folículo y la ovulación. Desarrollados por primera vez en la década de 1970, los dispositivos intravaginales administran progesterona exógena de manera sostenida, el dispositivo intravaginal de liberación controlada (CIDR) y el dispositivo intravaginal de liberación de P4 (PRID-Delta) son los únicos dispositivos autorizados para su uso en ganado vacuno en Canadá (Zwiefelhofer *et al.*, 2021). La ultrasonografía sentó las bases para el desarrollo de OvSynch, el cual fue el primer protocolo de sincronización de celo que logró suficiente sincronización de la ovulación en el hato para permitir el uso de inseminación artificial a tiempo fijo (Pursley *et al.*, 1995). Por medio de la ultrasonografía transrectal ha sido posible confirmar el anestro, la ausencia de CL y la ausencia de signos del estro, y determinar la presencia de folículos \geq a 10 mm en el día 0, para incrementar la efectividad en los programas OvSynch (Ahuja *et al.*, 2005). La ultrasonografía ha sido determinante en trabajos para determinar la tasa de preñez luego del tratamiento con GnRH + PGF 2α para la inducción de la ovulación de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* en anestro y baja condición corporal durante los meses de verano en un ambiente tropical, en este estudio se comparó la inseminación artificial a tiempo fijo que fue más efectiva que la inseminación artificial después de la detección del celo, ambas para lograr preñeces en vacas en anestro que se encontraban en mala condición corporal durante los meses más cálidos (Ahuja *et al.*, 2005). El uso de la ultrasonografía ayuda en gran medida siendo uno de los principales impulsores de un régimen de sincronización exitoso a nivel de granja, en conjunto con la condición corporal y los días posparto al inicio del tratamiento, así como un aliado de la inseminación artificial, la cual sigue siendo la forma más rentable de aumentar el progreso genético en los hatos bovinos (Randi *et al.*, 2021).

Incorporación del efecto Doppler en la ultrasonografía

La longitud de onda de la luz varía con el movimiento relativo entre la fuente y el observador. El ultrasonido Doppler color usa este efecto para mostrar las estructuras en movimiento en una gama de color. El principio básico radica en la observación de cómo se altera la frecuencia de un haz ultrasónico cuando se encuentra con un objeto en movimiento (Fernández-Sánchez, 2012). En el ámbito de la reproducción del ganado vacuno, ha sido de gran ayuda para identificar los cambios hemodinámicos que tienen lugar en el tracto genital durante sus diferentes etapas. Empleando esta información, se han investigado las diferentes aplicaciones de esta herramienta a nivel de campo



(Ginther, 2014; Yáñez *et al.*, 2022). Esta tecnología ha aportado para continuar investigando sobre los procesos reproductivos de la vaca, como por ejemplo en un estudio realizado con vacas Holstein, se encontró que las vacas con menor número de folículos antrales tienen un folículo preovulatorio de diámetro mayor, un folículo preovulatorio con mayor flujo sanguíneo, un CL más grande y con mayor área de perfusión sanguínea, que presentan niveles séricos de progesterona más elevados, que las vacas con mayor número de folículos antrales (Bonato *et al.*, 2022).

Ultrasonografía Doppler en la superovulación y transferencia embrionaria

El manejo de las tecnologías relacionadas a la función ovárica en los bovinos ha sido impulsado a diversos avances gracias al uso de la ultrasonografía Doppler (Viana *et al.*, 2018), en la transferencia embrionaria su principal uso es para ser más eficientes en la elección de receptoras, basado en la calidad de su cuerpo lúteo, aunque también nos puede servir para monitorear el proceso de superovulación, transferencia e implantación de embriones (Pugliesi *et al.*, 2018). Singh *et al.* (1998) analizaron la imagen ultrasonográfica de los cuerpos lúteos de varias novillas y la relacionaron con sus características histomorfológicas, su contenido luteal y sus niveles de progesterona en plasma. Los autores concluyen que receptoras con cuerpos lúteos de más calidad serán candidatas más favorables para implantar el embrión. Durante los últimos años, la ultrasonografía Doppler transrectal ha demostrado ser una herramienta útil, puede determinar el flujo sanguíneo uterino durante el ciclo estral, la gestación y el puerperio (Honnens *et al.*, 2008). La evaluación visual del flujo sanguíneo del cuerpo lúteo 14 días después de la transferencia de embrión, es eficaz para la detección de receptoras no preñadas. La información de la evaluación ovárica en el día siete y la validación de las puntuaciones visuales para el flujo sanguíneo del cuerpo lúteo mejoraron la precisión de la predicción. Esta metodología aumenta la flexibilidad en el uso de receptores, permitiendo resincronizar alrededor del 79 % de los animales no gestantes entre nueve y 14 días antes (Guimarães *et al.*, 2015).

Estudio de la funcionalidad del CL su número y calidad aparente con ultrasonografía Doppler

En cuanto a la medición del flujo sanguíneo en el cuerpo lúteo mediante el ultrasonido Doppler color, hay trabajos que relacionan el flujo sanguíneo en el CL con la respuesta a la administración de prostaglandinas y otros lo estudian con fines de resincronización a los 21 días de la inseminación a tiempo fijo (Palhão *et al.*, 2020). También se puede utilizar para identificar animales no preñados en función de la disminución del flujo sanguíneo del cuerpo lúteo asociado con la luteólisis. En el estudio realizado por Utt *et al.* (2009) la precisión del diagnóstico de no gestación no dependió de la experiencia con ultrasonido del operador, lo que implica que se puede requerir menos tiempo de aprendizaje para este método. Sin embargo, debido a la pérdida embrionaria entre los



días 17 al 33 y la cantidad de vacas identificadas como preñadas que luego perdieron el embrión, no se recomienda el uso de este método solo para el diagnóstico temprano de preñez en un programa de transferencia de embriones (Siqueira *et al.*, 2013). En el ganado bovino existen dos tipos de cuerpo lúteo: homogéneo y cavitario. Aunque se les considera iguales en su actividad hormonal, se cuestiona la función del cuerpo lúteo cavitario. En consecuencia, las hembras con cuerpo lúteo cavitario se consideran menos valiosas para técnicas de reproducción asistida. Recientes estudios han concluido que el cuerpo lúteo cavitario puede dar al embrión mejores posibilidades de sobrevivir al momento del reconocimiento de la gestación y, en consecuencia, puede tener un efecto positivo (Jaśkowski *et al.*, 2022).

La perfusión sanguínea del útero mediante ultrasonografía Doppler

La imagen de la arteria ovárica puede ser observada con la ultrasonografía modo Doppler, aunque la imagen del lumen de las arterias ováricas puede no ser completamente anecogénicas (Ginther, 2007). La medición del flujo sanguíneo de la arteria uterina media puede ser útil para determinar la edad gestacional, para lo que el ultrasonido Doppler se ha utilizado para medir los vasos sanguíneos maternos y fetales, lo que permite el reconocimiento y la evaluación de gestaciones de alto riesgo (Bollwein *et al.*, 2000). Un objetivo en los hatos lecheros comerciales es determinar cuanto antes si un animal tuvo aborto y, aun cuando la examinación por perfusión del CL y el disminuido flujo sanguíneo de las arterias del útero en el día 34 (cuando se realiza diagnóstico de preñez) no ofrece un método para identificar un riesgo de pérdida embrionaria a este tiempo, probablemente después del día 34 de gestación sea más certero (Kelley *et al.*, 2017). Hasta hace poco, los estudios de cambios en la circulación uterina durante la gestación en vacas requerían el uso de métodos invasivos, como la implantación de sondas de flujo electromagnético y el método de difusión en estado estacionario (Bollwein *et al.*, 2002). Sin embargo, conforme el tiempo avanza, durante todas las etapas reproductivas, se han observado cambios característicos en el flujo sanguíneo uterino al utilizar la ultrasonografía. Por ejemplo, dentro de las primeras tres semanas después de la inseminación, antes de la visibilidad del embrión por ecografía en modo B, se detectaron diferencias en el suministro de sangre uterina y lútea en vacas con preñez temprana en comparación con vacas cíclicas (Bollwein *et al.*, 2016), también se han observado diferencias en las vacas sometidas al protocolo Ovsynch (Sharawy *et al.*, 2022). Por otro lado, se han observado diferencias ecotexturales en placentomas en la última etapa de gestación en vacas, con cambios significativos en el flujo sanguíneo de la arteria placentaria y uterina. Estos cambios pueden estar relacionados con la maduración membranas fetales, especialmente en los días cercanos al parto (Demir *et al.*, 2022). Durante el anestro posparto en vacas, uno de los órganos que sufre más cambios marcados, encontrados por ultrasonografía Doppler, es el útero (Abdelnaby *et al.*, 2018). Además, se ha observado que las vacas con trastornos puerperales muestran



una disminución tardía del flujo sanguíneo uterino en las primeras semanas después del parto en comparación con las vacas sanas (Bollwein *et al.*, 2016). En la actualidad, la ultrasonografía Doppler está jugando un rol importante en el control reproductivo artificial, tal es el caso del hallazgo, donde se encontró que el benzoato de estradiol exógeno fue el responsable de aumentar el flujo sanguíneo uterino en vacas con cuatro semanas posparto (Rawy *et al.*, 2018), y en aquellas que se sometieron a un protocolo de sincronización, usando un dispositivo de progesterona, GnRH y Prostaglandina F2 α (Moonmanee *et al.*, 2018). Por último, la ultrasonografía también ha sido de ayuda para evaluar el flujo sanguíneo uterino cuando se suplementan las novillas con la hormona melatonina (Brockus *et al.*, 2016) y las vacas y novillas con vitamina B3 (Gard *et al.*, 2021) durante la gestación en respuesta a riesgo de terminación de la gestación y nivel de toxicidad, respectivamente.

El diagnóstico hiperprecóz de gestación con ultrasonografía Doppler y la resincronización

La morfología lútea y el flujo sanguíneo en el ganado negro japonés son efectivos para el diagnóstico de preñez con ultrasonografía. El área de tejido de cuerpo lúteo es un predictor preciso para el diagnóstico de gestación, con una sensibilidad y especificidad del 100 % en el día 21 de la inseminación. Este método aumenta las oportunidades para la reproducción temprana en el ganado no gestante (Kanazawa *et al.*, 2022) y la determinación del latido cardiaco mediante ultrasonido Doppler a color como signo de viabilidad del feto (Fernández-Sánchez, 2012). La evaluación del flujo sanguíneo lúteo en los días siete y 14 utilizando ultrasonido Doppler es un nuevo predictor confiable de la preñez. Por lo tanto, este método puede ser útil para la selección de vacas receptoras antes de la transferencia de embriones y el diagnóstico temprano de preñez en condiciones de campo (Kanazawa *et al.*, 2016). En cuanto a las posibilidades de resincronización, los protocolos que comienzan 14 días después de la primera inseminación hasta 24 días. El uso de programas de resincronización con un intervalo corto entre inseminaciones conduce a una mayor proporción de vacas preñadas dentro de los primeros 30 días, lo que se asocia con un mejor desempeño reproductivo, menor riesgo de descarte y mayor rentabilidad (Guimarães-da Silva *et al.*, 2022). Para realizar este método, es necesario evaluar la funcionalidad del cuerpo lúteo mediante ultrasonografía Doppler color, ya que este método detecta con alta precisión la luteólisis de 20 a 22 días después de la IA en vacas que no lograron la preñez (Carvalho *et al.*, 2021; Cupper *et al.*, 2021; Stevenson *et al.*, 2021). El establecimiento de programas de resincronización de la ovulación acelera la ganancia genética al aumentar el número de terneros nacidos y reduce el número de toros necesarios en la granja. Además de eso, los programas de resincronización pueden dar como resultado mayores tasas de preñez al final de la temporada de reproducción que la inseminación seguido del apareamiento natural en hatos (Guimarães-da Silva *et al.*, 2022). Actualmente se han estudiado



alternativas complementarias a los programas de sincronización, como el análogo de GnRH en la fase lútea temprana para mejorar la fertilidad en vacas repetidoras (>3 inseminaciones), administrándose de cinco a siete días después de la inseminación observando la supervivencia del embrión (López-Gatius *et al.*, 2020). Los equipos de ultrasonido Doppler están disponibles comercialmente, pero el costo del equipo es actualmente elevado. Sin embargo, estas técnicas de ultrasonido ya han sido incorporadas en estudios de investigación, y cuando esta tecnología se vuelva más disponible y accesible, se espera que se integren a la práctica rutinaria del manejo reproductivo del ganado bovino (Herickhoff *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

La ultrasonografía transrectal ha aumentado nuestro conocimiento y comprensión de la fisiología de la reproducción del bovino. Los diagnósticos pueden realizarse en forma temprana y con mayor precisión que con la palpación transrectal. Los avances tecnológicos han permitido que existan equipos de ultrasonido accesibles, que son altamente funcionales, portátiles y económicos, por lo que se ha incrementado considerablemente su utilización en el manejo reproductivo del ganado bovino. La ultrasonografía es un avance revolucionario en la investigación que ha influenciado la eficiencia en el manejo reproductivo de la vaca.

LITERATURA CITADA

ABDELNABY EA, El-Maaty AMA, Ragab RSA, Seida AA. 2018. Dynamics of uterine and ovarian arteries flow velocity waveforms and their relation to follicular and luteal growth and blood flow vascularization during the estrous cycle in Friesian cows. *Theriogenology*. 121: 112-121. ISSN 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.08.003>

ADAMS GP, Jaiswal R, Singh J, Malhi P. 2008. Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. *Theriogenology*. 69: 72-80. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.09.026>

ADAMS GP, Matteri RL, Kastelic J P, Ko JCH, Ginther OJ. 1991. Association between surges of follicle stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *J Reprod Fertil*. 94 (1): 177–188. ISSN: 1741-7899. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0940177>

ÁGUILA-CARBELO M, Esquivel Sosa L, Rodríguez González C. 2019. Historia y desarrollo del ultrasonido en la Imagenología. *Acta Médica del Centro*. 13 (4): 601-615. ISSN 2709-7927. <https://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2019/mec194o.pdf>



AHUJA C, Montiel F, Canseco R, Silva E, Mapes G. 2005. Pregnancy rate following GnRH+PGF2 α treatment of low body condition, anestrus *Bos taurus* by *Bos indicus* crossbred cows during the summer months in a tropical environment. *Anim Reprod Sci.* 87 (3–4): 203-213. ISSN: 0378-4320.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.12.002>

ALONSO-ALANUSA L, Galina-Hidalgo C, Romero-Zúñiga JJ, Estrada-König S, Galindo-Badilla J. 2012. Utilidad de la palpación rectal y la ecografía transrectal en el diagnóstico de gestación del ganado cebú en el trópico húmedo de Costa Rica. *Rev Cient (Maracaibo).* 22 (1): 09-16. ISSN: 0798-2259.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95921743002>

ANNANDALE A, Fosgate GT, Bok H, Holm DE. 2019. Ability of a bovine transrectal palpation objective structured clinical examination to predict veterinary students' pregnancy diagnosis accuracy. *Vet Rec.* 185 (6): 171-171.

<https://doi.org/10.1136/vr.105022>

ARÉCHIGA CF, Staples CR, McDowell LR, Hansen PJ. 1998. Effects of timed insemination and supplemental β carotene on reproduction and milk yield of dairy cows under heat stress. *J Dairy Sci.* 81: 390-402. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75589-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75589-4)

AYALA L, Pesantez JL, Rodas E, Dután J, Calle JR, Murillo Y, Vázquez JM, Nieto PE, Ortega VV, Samaniego JX. 2019. Dinámica folicular de vaquillas Criollas al pastoreo en el altiplano ecuatoriano. *Archivos de zootecnia.* 68 (262): 184-190. ISSN: 1885-4494.

<https://doi.org/10.21071/az.v68i262.4135>

AVELLANEDA JF, Roa N, D'Endel D, Drescher K. 2014. Evaluación ultrasonográfica postparto de vacas primíparas *bos taurus* x *bos indicus* (F1) en el trópico. *Revista Científica.* 24 (4): 295-304. ISSN: 0798-2259.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95931404007>

BAXTER SJ, Ward WR. 1997. Incidence of fetal loss in dairy cattle after pregnancy diagnosis using an ultrasound scanner. *Vet Rec.* 140 (11): 287–288.

<https://doi.org/10.1136/vr.140.11.287>

BEAL WE, Perry RC, Corah LR. 1992. The Use of Reproductive Ultrasound in Monitoring Physiology of Beef Cattle. *J Anim Sci.* 70 (3): 924-929. ISSN 1525-3163.

<https://doi.org/10.2527/1992.703924x>



BEAL WE, Edwards RB, Kearnan JM. 1989. Use of B-mode, linear array ultrasonography for evaluating the technique of bovine artificial insemination. *J Dairy Sci.* 72: 2198. ISSN: 0022-0302. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79346-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79346-2)

BEAL WE, Good GA, Peterson LA. 1984. Estrous synchronization and pregnancy rates in cyclic and noncyclic beef cows and heifers treated with Synchronate B or Norgestomet and Alfaprostol. *Theriogenology.* 22 (1): 59-66. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(84\)90473-4](https://doi.org/10.1016/0093-691X(84)90473-4)

BERGFELT DR, Bo GA, Mapletoft RJ, Adams GP. 1997. Superovulatory response following ablation-induced follicular wave emergence at random stages of the oestrous cycle in cattle. *Anim Reprod Sci.* 49 (1): 1-12. ISSN 0378-4320. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(97\)00064-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(97)00064-X)

BISINOTTO RS, Ribeiro ES, Santos JEP. 2014. Synchronisation of ovulation for management of reproduction in dairy cows. *Animal.* 8 (1): 151-159. ISSN: 1751-7311. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000858>

BONACKER RC, Stoecklein KS, Locke JWC, Ketchum JN, Knickmeyer ER, Spinka CM, Pock SE, Thomas JM. 2020. Treatment with prostaglandin F2 α and an intravaginal progesterone insert promotes follicular maturity in advance of gonadotropin-releasing hormone among postpartum beef cows. *Theriogenology.* 157: 350-359. ISSN 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.08.018>

BÓ GA. 2020. Pursuit of a means of manipulating ovarian function in the cow: An adventure of serendipity, collaboration and friendship. *Theriogenology.* 150. 480-489. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.010>

BÓ GA, Mapletoft, RJ. 2014. Historical perspectives and recent research on superovulation in cattle. *Theriogenology.* 81 (1): 38-48. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.020>

BOLLWEIN H, Baumgartner U, Stolla R. 2002. Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow in cows during pregnancy. *Theriogenology.* 57 (8): 2053-2061. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)00706-9](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)00706-9)

BOLLWEIN H, Heppelmann M, Lüttgenau J. 2016. Ultrasonographic doppler use for female reproduction management. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 32 (1): 149-164. ISSN: 0749-0720. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2015.09.005>



BOLLWEIN H, Meyer HHD, Maierl J, Weber F, Baumgartner U, Stolla R. 2000. Transrectal doppler sonography of uterine blood flow in cows during the estrous cycle. *Theriogenology*. 53 (8): 1541-1552. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00296-X](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00296-X)

BONATO DV, Ferreira EB, Gomes DN, Bonato FGC, Droher RG, Morotti F, Seneda MM. 2022. Follicular dynamics, luteal characteristics, and progesterone concentrations in synchronized lactating Holstein cows with high and low antral follicle counts. *Theriogenology*. 179: 223-229. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.12.006>

BOND RL, Midla LT, Gordon ED, Bimbo WFH, Masterson MA, Mathys DA, Mollenkopf DF. 2019. Effect of student transrectal palpation on early pregnancy loss in dairy cattle. *J Dairy Sci*. 102 (10): 9236-9240. ISSN 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16515>

BRITO LF, Bedere N, Douhard F, Oliveira HR, Arnal M, Peñagaricano F, Schinckel AP, Baes CF, Miglior F. 2021. Review: Genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable farming systems in a rapidly changing world. *Animal*. 15(1):100292. ISSN 1751-7311. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100292>

BROCKUS KE, Hart CG, Gilfeather CL, Fleming BO, Lemley CO. 2016. Dietary melatonin alters uterine artery hemodynamics in pregnant Holstein heifers. *Domestic Animal Endocrinology*. 55:1-10. ISSN 0739-7240. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2015.10.006>

BUCZINSKI S. 2009. Evaluación ultrasonográfica de la gestación tardía en bovinos. *Clin. North Am Food Anim Pract*. 25 (3): 753–765. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.07.005>

BURKE JM, De La Sota RL, Risco CA, Staples CR, Schmitt EJP, Thatcher WW. 1996. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J Dairy Sci*. 79: 1385-1393. ISSN: 1525-3198. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76496-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76496-2)

BURNS BM, Fordyce G, Holroyd RG. 2010. A review of factors that impact on the capacity of beef cattle females to conceive, maintain a pregnancy and wean a calf—Implications for reproductive efficiency in northern Australia. *Anim Reprod Sci*. 122 (1-2): 1-22. ISSN: 0378-4320. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.04.010>



CAMPBELL S. 2013. A short history of sonography in obstetrics and gynaecology. *Facts, views and visión in ObGyn*. 5 (3): 213-229. PMID: 24753947.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3987368/pdf/FVVinObGyn-5-213-229.pdf>

CARVALHO FCA, Ruiz PJ, Oliveira SV, Silva FAC, Moreira VJH, Bruno SLG, Pereira PM. 2021. Timing of early resynchronization protocols affects subsequent pregnancy outcome in dairy cows. *Theriogenology*. 167: 61-66. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.03.009>

CHAGAS SJ, Lopes DCL. 2005. Lutetrophic influence of early bovine embryos and the relationship between plasma progesterone concentrations and embryo survival. *Theriogenology*. 64 (1): 49-60. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.10.019>

CHAUDHARY AK, Purohit GN. 2012. Ultrasonographic detection of early pregnancy loss in dairy cows. *J Anim Sci Adv*. 2(8): 706-710. ISSN: 2251-7219.

https://www.academia.edu/2717446/Ultrasonographic_Detection_of_Early_Pregnancy_Loss_in_Dairy_Cows

CIRIT Ü, Özmen MF, Küçükaşlan İ, Köse M, Kutsal HG, Çınar EM. 2019. Effect of the interval from follicle aspiration to initiation of lengthened FSH treatment on follicular superstimulatory and superovulatory responses and embryo production in lactating Simmental cows. *Theriogenology*. 128: 218-224. ISSN 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.02.008>

CONSTANTINO-ROCHA C, Martins T, Oliveira CB, Andrade SL, Binelli M, Pugliesi G. 2019. Ultrasonography-accessed luteal size endpoint that most closely associates with circulating progesterone during the estrous cycle and early pregnancy in beef cows. *Anim Reprod Sci*. 201:12-21. ISSN 0378-4320.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.12.003>

CORREDOR-CAMARGO ES, Barón-Páez EM. 2012. Aplicaciones de la ultrasonografía en la reproducción bovina: revisión. *Ciencia y Agricultura*. 9(2): 29-37. ISSN: 0122-8420.

https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/2813

CROWE MA, Hostens M, Opsomer G. 2018. Reproductive management in dairy cows - the future. *Irish Veterinary Journal*. 71(1):1-13. ISSN: 2046-0481.

<https://doi.org/10.1186/s13620-017-0112-y>



CUPPER VC, Fernandes PH, Buss V, Gonzalez DFB, Martins GB, Gallas LF, Pugliesi G, Silveira MF. 2021. Resynchronization of follicular wave using long-acting injectable progesterone or estradiol benzoate at 14 days post-timed AI in *Bos taurus* x *Bos indicus* beef heifers. *Theriogenology*. 176:194-199. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.09.017>

CUNHA TO, Martinez W, Walleser E, Martins NJP. 2021. Effects of GnRH and hCG administration during early luteal phase on estrous cycle length, expression of estrus and fertility in lactating dairy cows. *Theriogenology*. 173:23-31. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.06.010>

CURRAN S, Kastelic JP, Ginther OJ. 1989. Determining sex of the bovine fetus by ultrasonic assessment of the relative location of the genital tubercle. *Anim Reprod Sci*. 19 (3-4): 217-227. ISSN 0378-4320. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(89\)90095-X](https://doi.org/10.1016/0378-4320(89)90095-X)

DE LA SOTA RL, Burke JM, Risco CA, Moreira F, De Lorenzo MA, Thatcher WW. 1998. Evaluation of timed insemination during summer heat stress in lactating dairy cattle. *Theriogenology*. 49(4):761-770. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(98\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(98)00025-9)

DEMİR MC, Kaçar C, Polat B. 2022. Evaluation of the relationship between placentome perfusion, echotexture, and endocrine changes in cows at the end of pregnancy. *Theriogenology*. 194: 83-91. ISSN 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.09.022>

DESCÔTEAUX L, Gnemmi G, Colloton J. 2009. Ultrasonography of the bovine female genital tract. *Vet Clin Food Anim*. 25 (3): 733-752. ISSN: 0749-0720.

<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.07.009>

DÍAZ-RODRÍGUEZ N, Garrido-Chamorro RP, Castellano-Alarcón J. 2007. Ecografía: principios físicos, ecógrafos y lenguaje ecográfico. *SEMERGEN - Medicina de Familia*. 33 (7): 362-369. ISSN 1138-3593. [https://doi.org/10.1016/S1138-3593\(07\)73916-3](https://doi.org/10.1016/S1138-3593(07)73916-3)

EDLER I, Lindström K. 2004. La historia de la ecocardiografía. *Ultrasonido en medicina y biología*. 30 (12): 1565-1644. ISSN 0301-5629. [https://doi.org/10.1016/S0301-5629\(99\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0301-5629(99)00056-3)

EHRHARDT RA, Slepatis RM, Siegal-Willott J, Van Amburgh ME, Bell AW, Boisclair R. 2000. Development of a specific radioimmunoassay to measure physiological changes of circulating leptin in cattle and sheep. *J Endocrinol*. 166: 519-528. ISSN 1479-6805.

<https://doi.org/10.1677/joe.0.1660519>



ENGIDA T, Lobago F, Lemma A, Yenehun AM, Mekete B. 2022. Validation of the Human Progesterone Assay Kit for Cattle as a Pregnancy Diagnosis Tool. *Veterinary Medicine International*. 2022: 1-5. ID 4610830. <https://doi.org/10.1155/2022/4610830>

FARIN PW, Youngquist RS, Parfet JR, Garverick HA. 1990. Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts in dairy cows by sector scan ultrasonography. *Theriogenology*. 34 (4): 633-642. ISSN 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(90\)90019-P](https://doi.org/10.1016/0093-691X(90)90019-P)

FERNÁNDEZ-NOVO A, Fargas O, Loste JM, Sebastian F, Perez-Villalobos N, Pesantez-Pacheco JL, Patron-Collantes R, Astiz S. 2020. Pregnancy Loss (28-110 Days of Pregnancy) in Holstein Cows: A Retrospective Study. *Animals*. 10 (6): 925. <https://doi.org/10.3390/ani10060925>

FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ M. 2012. Reproducción y control ecográfico en vacuno. *Servet editorial* - Grupo Asís Biomedica S.L. © 2012 Grupo Asís Biomedica S.L. https://issuu.com/grupoasis/docs/p07060_repr_controlecogrvacuno_issuu

FITZGERALD AM, Ryan DP, Berry DP. 2015. Factors associated with the differential in actual gestational age and gestational age predicted from transrectal ultrasonography in pregnant dairy cows. *Theriogenology*. 84 (3): 358-364. ISSN 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.03.023>

FRANCO G, Reese S, Poole R, Rhinehart J, Thompson K, Cooke R, Pohler K. 2020. Sire contribution to pregnancy loss in different periods of embryonic and fetal development of beef cows. *Theriogenology*. 154: 84-91. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.05.021>

GARD Schnuelle J, Blythe E, Cole R, Taylor S, Alfaro G, Muntifering R, Pacheco WJ, Rodning SP, Moisa SJ. 2021. Evaluation of alterations in uterine blood flow using doppler ultrasonography in pregnant, genotyped beef cows and heifers consuming endophyte-infected tall fescue seeds and supplemented with rumen-protected niacin. *J Vet Sci Res*. 6: 1-8. ISSN: 2474-9222. <https://doi.org/10.23880/oajvsr-16000207>

GARGUS ES, Jakubowski KL, Arenas GA, Miller SJ, Lee SSM, Woodruff TK. 2020. Ultrasound shear wave velocity varies across anatomical region in ex vivo bovine ovaries. *Tissue Engineering Part A*. 26(13):720-732. ISSN 5937-3341. <https://doi.org/10.1089/ten.tea.2020.0037>



GINTHER OJ. 2007. Ultrasonic imaging and animal reproduction: Color-Doppler ultrasonography. Wisconsin (Estados Unidos), Cross Plains. *Equiservices Publishing* ISBN 0-9640-0728-2. <https://vetbooks.ir/ultrasonic-imaging-and-animal-reproduction-color-doppler-ultrasonography-book-4/>

GINTHER OJ. 2014. How ultrasound technologies have expanded and revolutionized research in reproduction in large animals. *Theriogenology*. 81: 112-125. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.007>

GINTHER OJ, Knopf L, Kastelic JP. 1989. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J Reprod Fertil*. 87: 223-230. ISSN 1741-7899. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0870223>

GINTHER OJ, Silva LA, Araujo RR, Beg MA. 2007. Temporal associations among pulses of 13,14-dihydro-15-keto-PGF_{2a}, luteal blood flow, and luteolysis in cattle. *Biol Reprod*. 76: 506-13 ISSN 1529-7268. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.106.057653>

GIVENS MD, Marley MSD. 2008. Infectious causes of embryonic and fetal mortality. *Theriogenology*. 70 (3): 270-285. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.04.018>

GRIFFIN PG, Ginther OJ. 1992. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. *J Anim Sci*. 70: 953-972. ISSN 1525-3163. <https://doi.org/10.2527/1992.703953x>

GUEDES PHE, Oliveira CS, Dias HRS, Freitas C, Camargo AJR, Saraiva NZ, Camargo LSA. 2022. Ultrasound characteristics and pregnancy loss in bovine IVF-derived pregnancies. *Livestock Science*. 257: 104847. ISSN 1871-1413. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104847>.

GUIMARÃES CRB, Oliveira ME, Rossi JR, Fernandes CAC, Viana JHM, Palhao MP, 2015. Corpus luteum blood flow evaluation on day 21 to improve the management of embryo recipient herds. *Theriogenology*. 84(2): 237-241. ISSN 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.03.005>.



GUIMARÃES-DA Silva A, Kan-Nishimura T, Constantino-Rocha C, Garcia-Motta I, Laurindo-Neto A, Assis-Ferraz P, Andrade-Bruni G, Evangelista-Orlandi R, Martinelli-Massoneto JP, Guilherme P. 2022. Comparison of estradiol benzoate doses for resynchronization of ovulation at 14 days after timed-AI in suckled beef cows. *Theriogenology*. 184: 41-50. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.02.025>

GWYNN T, Rodning S, Goodrich B, Dyce P, Elmore M, Elmore JB, Edmondson M, Newcomer BJ, Mullenix K, Carson RL. 2018. Beef Cow Pregnancy Examination. *Livestock & Poultry. Alabama Cooperative Extension System*. https://www.aces.edu/wp-content/uploads/2019/05/ANR-1417_BeefCowPregnancyExam_031618.pdf

HANSEL W, Convey EM. 1983. Physiology of the estrous cycle. *J Anim Sci*. 57 (2): 404-424. ISSN 1525-3163. https://doi.org/10.2527/animalsci1983.57Supplement_2404x

HAYAWIE-LAZIM Eman, Muneeb-Alrawi H, Mohammad-Aziz D. 2016. Relationship between gestational age and transabdominal ultrasonographic measurements of fetus and uterus during the 2nd and 3rd trimester of gestation in cows. *Asian Pac. J. Reprod*. 5(4): 326-330. ISSN 2305-0500. <https://doi.org/10.1016/j.apjr.2016.06.010>

HERRERA DMR, Luna MM, Romero RCM. 1993. Obtención de ensayos contra progesterona y estradiol, estandarización del radioinmunoanálisis y validación en suero de rumiantes. *Vet Méx*. 24 (3): 223-230. ISSN: 2448-6760. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=14738>

HENAO-RESTREPO G. 2010. Algunos factores relacionados con la dinámica folicular en *Bos indicus*. *Rev Fac Nac Agron Medellin*. 63 (2): 5577-5586. ISSN 0304-2847. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179918602011>

HERICKHOFF CD, Morgan MR, Broder JS, Dahl JJ. 2018. Low-cost volumetric ultrasound by augmentation of 2D systems: Design and prototype. *Ultrasonic imaging*. 40 (1): 35-48. ISSN: 1096-0910. <https://doi.org/10.1177/0161734617718528>.

HIRAYAMA H, Moriyasu S, Kageyama S, Sawai K, Takahashi H, Geshi M, Fujii T, Koyama T, Koyama K, Miyamoto A, Matsui M, Minamihashi A. 2014. Enhancement of maternal recognition of pregnancy with parthenogenetic embryos in bovine embryo transfer. *Theriogenology*. 81 (8) 1108-1115. ISSN 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.01.039>



HOLTON MP, Oosthuizen N, Melo GD, Davis DB, Stewart RL, Pohler KG, Lamb GC, Fontes PLP. 2022. Luteal color doppler ultrasonography and pregnancy-associated glycoproteins as early pregnancy diagnostic tools and predictors of pregnancy loss in *Bos taurus* postpartum beef cows. *J Anim Sci.* 100 (2): skac018. ISSN 1525-3163.

<https://doi.org/10.1093/jas/skac018>

HONNENS A, Niemann H, Paul V, Meyer HHD, Bollwein H. 2008. Doppler sonography of the uterine arteries during a superovulatory regime in cattle: Uterine blood flow in superovulated cattle. *Theriogenology.* 70 (5): 859-867. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.05.054>

HOWRY DH, Stott DA, Bliss WR. 1954. La visualización ultrasónica del carcinoma de mama y otras estructuras de tejidos blandos. *Cáncer.* 7(2): 354-358. ISSN: 1097-0142.

[https://doi.org/10.1002/1097-0142\(195403\)7:2<354::AID-CNCR2820070220>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1097-0142(195403)7:2<354::AID-CNCR2820070220>3.0.CO;2-9)

INSKEEP EK, Dailey RA. 2005. Embryonic Death in Cattle. *Vet Clin Food Anim.* 21: 437–461. ISSN: 0749-0720. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2005.02.002>

JAŚKOWSKI BM, Herudzińska M, Gehrke M, Niżański W. 2022. The impact of the cavitory corpus luteum on the blood progesterone concentration and pregnancy rate of embryo recipient heifers. *Theriogenology.* 178: 73-76. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.11.003>

KAMIMURA S, Nishiyama N, Ookutsu S, Goto K, Hamana K. 1997. Determination of bovine fetal sex by PCR using fetal fluid aspirated by transvaginal ultrasound-guided amniocentesis. *Theriogenology.* 47 (8): 1563-1569. ISSN: 0093-691X.

[https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(97\)00161-1](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(97)00161-1)

KANAZAWA T, Seki M, Iga K. 2022. Early pregnancy diagnosis based on luteal morphology and blood flow on Days 17–21 post-artificial insemination in Japanese Black cattle. *Theriogenology.* 181: 69-78. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2022.01.002>

KANAZAWA T, Seki M, Ishiyama K, Kubo T, Kaneda Y, Sakaguchi M, Izaike Y, Takahashi T. 2016. Pregnancy prediction on the day of embryo transfer (Day 7) and Day 14 by measuring luteal blood flow in dairy cows. *Theriogenology.* 86 (6): 1436-1444. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.05.001>



KASTELIC JP, Curran S, Pierson RA, Ginther OJ. 1988. Ultrasonic evaluation of the bovine conceptus. *Theriogenology*. 29 (1): 39-54. ISSN: 0093-691X.
[https://doi.org/10.1016/0093-691X\(88\)90030-1](https://doi.org/10.1016/0093-691X(88)90030-1)

KASTELIC JP, Pierson RA, Ginther OJ. 1990. Ultrasonic morphology of corpora lutea and central luteal cavities during the estrous cycle and early pregnancy in heifers. *Theriogenology*. 34 (3): 487-498. ISSN 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(90\)90006-F](https://doi.org/10.1016/0093-691X(90)90006-F)

KELLEY DE, Galvão KN, Mortensen CJ, Risco CA, Ealy AD. 2017. Using Doppler ultrasonography on day 34 of pregnancy to predict pregnancy loss in lactating dairy cattle. *J Dairy Sci*. 100 (4): 3266-3271. ISSN 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11955>

KRAMER RW, Smith DR, Rupp GR, Griffin DD, Funston RN. 2016. Estimation of calving date in beef cattle with real-time ultrasound. *Prof Anim Sci*. 32 (3): 322–327. ISSN 1080-7446. <https://doi.org/10.15232/pas.2015-01478>

LAMMING GE, Bulman DC. 1976. The use of milk progesterone radioimmunoassay in diagnosis and treatment of subfertility in dairy cows. *Br Vet J*. 132: 507. ISSN: 0007-1935.
[https://doi.org/10.1016/S0007-1935\(17\)34588-8](https://doi.org/10.1016/S0007-1935(17)34588-8)

LASSALA A, Hernández-Cerón J, Pedernera M, González-Padilla E, Gutiérrez CG. 2020. Cow-calf management practices in Mexico: Reproduction and breeding. *Vet Méx*. 7(1):1-15. ISSN: 2448-6760.
<https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2020.1.839>

LA TORRE Walter. 2001. Métodos de reducción de los días abiertos en bovinos lecheros. *Rev Inv Vet Perú*. 12 (2): 179-184. ISSN: 1682-3419.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a22v12n2.pdf>

LOPES FR, Silva LM, Zimpel R, Munhoz AK, Vieira-Neto A, Pereira MHC, Poindexter M, Gambarini ML, Thatcher WW, Vasconcelos JLM, Santos JEP. 2020. Prostaglandin F2 α influences pre-ovulatory follicle characteristics and pregnancy per AI in anovular dairy cows. *Theriogenology*. 153: 122-132. ISSN: 0093-691X.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.04.038>

LÓPEZ-GATIUS F. 2012. Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. *Theriogenology*. 77 (6): 1029-1041. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.10.014>



LÓPEZ-GATIUS F, Garcia-Ispuerto I. 2020. Treatment with an elevated dose of the GnRH analogue dephereline in the early luteal phase improves pregnancy rates in repeat-breeder dairy cows. *Theriogenology*. 155: 12-16. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.06.011>

MACMILLAN KL, Thatcher WW. 1991. Effects of an agonist of gonadotropin-releasing hormone on ovarian follicles in cattle. *Biol Reprod*. 45 (6): 883-889. ISSN 1529-7268.

<https://doi.org/10.1095/biolreprod45.6.883>

MADUREIRA G, Motta JCL, Drum JN, Consentini CEC, Prata AB, Monteiro PLJ, Melo LF, Alvarenga AB, Wiltbank MC, Sartori R. 2020. Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle I: Evaluation of ovarian function. *Theriogenology*. 145: 126-137. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.030>

MARTÍNEZ-ALBARRÁN JF, Galina Hidalgo C, Rubio-Gutiérrez I, Balam-Villarreal WL, Corro-Morales MD. 2021. Evaluación reproductiva y costos en programas de empadre estacional con *Bos indicus* en trópico mexicano. *Revista MVZ Córdoba*. 26(2):e2130. ISSN: 1909-0544.

<https://doi.org/10.21897/rmvz.2130>

MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ JA, Vitola-Oyaga J, Sandoval-Cantor SDP. 2007. Fundamentos teórico-prácticos del ultrasonido. *Tecnura*. 10 (20): 4-18. ISSN: 0123-921X.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257021012001>

MARTÍNEZ-SERRANO C. 1995. Historia de la ecografía. *Medicina balear*. 10(3):160-

162. <https://www.medicinabalear.org/pdfs/Vol10n3.pdf#page=50>

MARTINS NJP, Acevedo MJT, Piterini CG, Cunha TO, Pursley JR. 2021. Effect of PGF $_{2\alpha}$ treatments during early corpus luteum development on circulating progesterone concentrations and ovulation in breeding-age Holstein heifers. *Theriogenology*. 173: 12-18. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.06.002>

MCDOUGALL S, Rhodes FM. 1999. Detection of a corpus luteum in apparently anoestrous cows by manual palpation, transrectal ultrasonography and plasma progesterone concentration. *N Z Vet J*. 47 (2): 47-52.

<https://doi.org/10.1080/00480169.1999.36110>

MEE JF. 2007. The role of the veterinarian in bovine fertility management on modern dairy farms. *Theriogenology*. 68 (1): S257-S265. ISSN 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.04.030>.



MIKKOLA M, Hasler JF, Taponen J. 2020. Factores que afectan la producción de embriones en bovinos *Bos taurus* superovulados. *Reproducción, Fertilidad y Desarrollo* 32 (2): 104-124. <https://doi.org/10.1071/RD19279>

MOONMANEE T, Navanukraw C, Yama P, Jitjumnong J. 2018. Uterine artery flow velocity waveform, arterial flow indices, follicular dynamics, and sex hormones during preovulatory period in synchronized ovulatory cycle of *Bos indicus* beef cows. *Reproductive Biology*. 18 (1): 99-108. ISSN 1642-431X. <https://doi.org/10.1016/j.repbio.2018.01.008>

NAGEL C, Aurich J, Aurich C. 2020. Prediction of the onset of parturition in horses and cattle. *Theriogenology*. 150: 308-312. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.072>

NASSER L, Adams GP, Bó GA, Mapletoft RJ. 1993. Ovarian superstimulatory response relative to follicular wave emergence in heifers. *Theriogenology*. 40: 713–724. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(93\)90207-L](https://doi.org/10.1016/0093-691X(93)90207-L)

OOSTHUIZEN N, Fontes PLP, Porter K, Lamb GC. 2020. Presynchronization with prostaglandin F2 α and prolonged exposure to exogenous progesterone impacts estrus expression and fertility in beef heifers. *Theriogenology*. 146: 88-93. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.010>

PALHÃO MP, Ribeiro AC, Martins AB, Guimarães CRB, Alvarez RD, Seber MF, Fernandes CAC, Neves JP, Viana JHM. 2020. Early resynchronization of non-pregnant beef cows based in corpus luteum blood flow evaluation 21 days after Timed-AI. *Theriogenology*. 146: 26-30. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.064>

PAOLINELLI GP. 2013. Principios físicos e indicaciones clínicas del ultrasonido doppler. *Rev méd Clín Las Condes*. 24 (1): 139-148. ISSN: 0716-8640. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(13\)70139-1](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(13)70139-1)

PARMAR SC, Dhami AJ, Hadiya KK, Parmar CP. 2016. Early Embryonic Death in Bovines: An Overview. *Raksha Technical Review*. 6(1): 6-12. ISSN: 2250-1134. https://www.researchgate.net/profile/Sanjay-Parmar-5/publication/315589534_Early_Embryonic_Death_in_Bovines_An_Overview/links/58d50d4392851c44d445d61d/Early-Embryonic-Death-in-Bovines-An-Overview.pdf



PERRY RC, Corah LR, Kiracofe GH, Stevenson JS, Beal WE. 1991. Endocrine changes and ultrasonography of ovaries in suckled beef cows during resumption of postpartum estrous cycles. *J Anim Sci.* 69 (6): 2548-2555. ISSN 1525-3163.

<https://doi.org/10.2527/1991.6962548x>

PEREIRA-DE-MORAES F, Amaral DAC, Caetano DOF, Ávila DCN, Diniz VA, Schneider A, Machado PLF, Cantarelli PLM, Ferreira R, Germano FJ, Tomazele RM, Nunes CM, Días GPB, Lucia T, Garziera GB. 2021. Prostaglandin F₂ α regulation and function during ovulation and luteinization in cows. *Theriogenology.* 171: 30-37. ISSN: 0093-691X

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.05.008>

PIERSON RA, Ginther OJ. 1984. Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology.* 21 (3): 495-504. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(84\)90411-4](https://doi.org/10.1016/0093-691X(84)90411-4)

PINEDO P, Santos JEP, Chebel RC, Galvão KN, Schuenemann GM, Bicalho RC, Gilbert RO, Rodriguez ZS, Seabury CM, Rosa G, Thatcher WW. 2020. Early-lactation diseases and fertility in 2 seasons of calving across US dairy herds. *J Dairy Sci.* 103 (11): 10560-10576. ISSN 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17951>

PLUTA K, Jones PRH, Drabińska N, Ratcliffe N, Carrington SD, Lonergan P, Evans ACO. 2021. The potential of volatile organic compound analysis in cervicovaginal mucus to predict estrus and ovulation in estrus-synchronized heifers. *J Dairy Sci.* 104 (1): 1087-1098. ISSN 0022-0302. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19024>

PRATA AB, Madureira G, Robl AJ, Ribeiro HS, Sagae M, Elias MCV, Pimenta C, Barrios J, Hartman D, Schneider AA, Sandoval GAF, Wiltbank MC, Sartori R. 2020. Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle III: Comparison of protocol lengths. *Theriogenology.* 152: 29-35. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.04.020>

PUGLIESI G, de Melo GD, Ataíde GA Jr, Pellegrino CAG, Silva JB, Rocha CC, Motta IG, Vasconcelos JLM, Binelli M. 2018. Use of Doppler ultrasonography in embryo transfer programs: feasibility and field results. *Anim Reprod.* 15 (3): 239-246. ISSN: 0378-4320.

<https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2018-0059>

PURSLEY JR, Mee MO, Wiltbank MC. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF₂a and GnRH. *Theriogenology.* 44 (7): 915-923. ISSN: 0093-691X.

[https://doi.org/10.1016/0093-691X\(95\)00279-H](https://doi.org/10.1016/0093-691X(95)00279-H)



PURSLEY JR, Kosorok MR, Wiltbank MC. 1997a. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J Dairy Sci.* 80 (2): 301-306. ISSN: 1525-3198. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75938-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75938-1)

PURSLEY JR, Wiltbank MC, Stevenson JS, Ottobre JS, Garverick HA, Anderson LL. 1997b. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci.* 80 (2): 295-300. ISSN: 1525-3198. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75937-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75937-X)

QUINTELA LA, Barrio M, Peña AI, Becerra JJ, Cainzos J, Herradón, PG, Díaz C. 2012. Uso del ultrasonido en el manejo reproductivo del ganado lechero. *Reprod Dom Anim.* 47: 34-44. ISSN:1439-0531. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02032.x>

RAJAKOSKI E. 1960. The ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to seasonal, cyclical, and left-right variations. *Eur J Endocrinol.* 34 (3): S7-S68. ISSN: 1479-683X. <https://doi.org/10.1530/acta.0.XXXIVS0007>

RANDI F, Kelly K, Parr MH, Diskin MG, Lively F, Lonergan P, Kenny DA. 2021. Effect of ovulation synchronization program and season on pregnancy to timed artificial insemination in suckled beef cows. *Theriogenology.* 172: 223-229. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.06.021>

RAWY M, Mido S, El-sheikh AH, Derar D, Megahed G, Kitahara G, Osawa T. 2018. Effect of exogenous estradiol Benzoate on uterine blood flow in postpartum dairy cows. *Anim Reprod Sci.* 192: 136-145. ISSN 0378-4320. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.03.001>

REHMAN-KHAN H. 2022. A First-in-Human Complete Insertion of Single-Chamber Cardiac Pacemaker Using Ultrasound. *JACC: Case Reports.* 4 (23): 101528. ISSN 2666-0849. <https://doi.org/10.1016/j.jaccas.2022.05.034>

RIBADU AY, Nakao T. 1999. Bovine Reproductive Ultrasonography: A Review. *J Reprod Dev.* 45 (1): 13-28. ISSN: 1348-4400. <https://doi.org/10.1262/jrd.45.13>

RIVERA DC, Rincón JC, Echeverry JC. 2018. Prevalencia de algunas enfermedades infecciosas en bovinos de resguardos indígenas del Cauca, Colombia, 2017. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica.* 21 (2): 507-517. ISSN 0123-4226. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.983>



RIVERA GH. 2001. Causas frecuentes de aborto bovino. *Rev Inv Vet Perú*. 12 (2): 117-122. ISSN: 1682-3419. <https://doi.org/10.15381/rivep.v12i2.1638>

RYAN DP, Prichard JF, Kopel E, Godke RA. 1993. Comparing early embryo mortality in dairy cows during hot and cool seasons of the year. *Theriogenology*. 39 (3): 719-737. ISSN 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(93\)90257-6](https://doi.org/10.1016/0093-691X(93)90257-6)

SARTORI R, Barros CM. 2011. Reproductive cycles in *Bos indicus* cattle. *Anim Reprod Sci*. 124 (3-4): 244-250. ISSN: 0378-4320.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.006>

SASSER RG, Ruder CA. 1987. Detection of early pregnancy in domestic ruminants. *J Reprod Fertil*. 34: 261-271. ISSN: 2633-8386. PMID: 3305923.
<https://www.bioscioproceedings.org/bp/0009/bp0009rdr20.pdf>

SEGURA-GRAU A, Sáez-Fernández A, Rodríguez-Lorenzo A, Díaz-Rodríguez N. 2014. Curso de ecografía abdominal. Introducción a la técnica ecográfica. Principios físicos. Lenguaje ecográfico. *SEMERGEN - Medicina de Familia*. 40 (1): 42-46. ISSN 1138-3593.
<https://doi.org/10.1016/j.semerg.2013.09.008>

SHA BR. 2019. Factors Leading to Early Embryonic Death. *Nepalese Vet J*. 36: 118 – 125. ISSN 2091-0290. <https://doi.org/10.3126/nvj.v36i0.27765>

SHARAWY HA, Hegab AO, Risha EF, El-Adl M, Soliman WT, Gohar MA, Fahmy RA, Farag VM, Imakawa K, Bazer FW, James D, Zaghoul A, Abdalla AA, Rabie MM, Elmetwally MA. 2022. The vaginal and uterine blood flow changes during the ovsynch program and its impact on the pregnancy rates in Holstein dairy cows. *BMC Vet Res*. 18: 350. ISSN: 1746-6148. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03444-9>

SIQUEIRA LGB, Areas VS, Ghetti AM, Fonseca JF, Palhao MP, Fernandes CAC, Viana JHM. 2013. Color Doppler flow imaging for the early detection of nonpregnant cattle at 20 days after timed artificial insemination. *J Dairy Sci*. 96 (10): 6461-6472. ISSN 0022-0302.
<https://doi.org/10.3168/jds.2013-6814>

SINGH J, Pearson RA, Adams GP. 1998. Ultrasound image attributes of bovine ovarian follicles and endocrine and functional correlates. *J Reprod Fertil*. 112: 19-29. ISSN: 1741-7899. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.1120019>



SIROIS J, Fortune JE. 1988. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitoring by real-time ultrasonograph. *Biology of Reproduction*. 39 (2): 308–317. ISSN: 1529-7268. <https://doi.org/10.1095/biolreprod39.2.308>

SMITH ST, Ward WR, Dobson H. 1998. Use of ultrasonography to help to predict observed oestrus in dairy cows after the administration of prostaglandin F2 α . *Vet Rec*. 142: 271–274. <https://doi.org/10.1136/vr.142.11.271>

STEVENSON JS, Sauls-Hiesterman JA. 2021. Resynchronizing the first eligible estrus in dairy cattle after a prior insemination and fertility of the prior insemination after gonadotropin-releasing hormone and progesterone treatments. *Theriogenology*. 170: 54-66. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.04.016>

SZELÉNYI Z, Répási A, Melo de Sousa N, Francois-Beckers J, Szenci O. 2015. Accuracy of diagnosing double corpora lutea and twin pregnancy by measuring serum progesterone and bovine pregnancy-associated glycoprotein 1 in the first trimester of gestation in dairy cows. *Theriogenology*. 84 (1): 76-81. ISSN 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.02.014>

TERRY SA, Basarab JA, Guan LL, McAllister TA. 2020. Strategies to improve the efficiency of beef cattle production. *Can J Anim Sci*. 101 (1): 1-19. <https://doi.org/10.1139/cjas-2020-0022>

THOMPSON KE, Stevenson JS, Lamb GC, Grieger DM, Loest CA. 1999. Follicular, hormonal, and pregnancy responses of early postpartum suckled beef cows to GnRH, norgestomet, and prostaglandin F2 α . *J Anim Sci*. 77:1823–1832. ISSN 1525-3163. <https://doi.org/10.2527/1999.7771823x>

TIPPENHAUER CM, Steinmetz I, Heuwieser W, Fricke PM, Lauber MR, Cabrera EM, Borchardt S. 2021. Effect of dose and timing of prostaglandin F2 α treatments during a 7-d Ovsynch protocol on progesterone concentration at the end of the protocol and pregnancy outcomes in lactating Holstein cows. *Theriogenology*. 162: 49-58. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.12.020>

TORRES-SIMENTAL JF, Peña-Calderón C, Avendaño-Reyes L, Correa-Calderón A, Macías-Cruz U, Rodríguez-Borbón A, Leyva-Corona JC, Rivera-Acuña F, Thomas MG, Luna-Nevárez P. 2021. Predictive markers for superovulation response and embryo production in beef cattle managed in northwest Mexico are influenced by climate. *Livestock Science*. 250. e104590. ISSN 1871-1413. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104590>



UTT MD, Johnson GL, Beal WE. 2009. The evaluation of corpus luteum blood flow using color-flow Doppler ultrasound for early pregnancy diagnosis in bovine embryo recipients. *Theriogenology*. 71 (4): 707-715. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.09.032>

VAILLANCOURT D, Bierschwal CJ, Elmore RG, Martin CE, Sharp AJ, Youngquist RS. 1979. Correlation between pregnancy diagnosis by membrane slip and embryonic mortality. *J Am Vet Med Assoc*. 175: 466–468 ISSN: 0003-1488. PMID: 500480.

<https://europepmc.org/article/med/500480>

VALLEJO-TIMARAN DA, Arango-Sabogal JC, Reyes-Vélez J, Maldonado-Estrada JG. 2020. Postpartum uterine diseases negatively impact the time to pregnancy in grazing dairy cows from high-altitude tropical herds. *Prev. Vet. Med*. 185: 105202. ISSN 0167-5877. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105202>

VANROOSE G, de Kruif A, Van Soom A. 2000. Embryonic mortality and embryo–pathogen interactions. *Anim Reprod Sci*. 60-61: 131-143. ISSN: 0378-4320.

[https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00098-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00098-1)

VIANA JHM, Arashiro EKN, Siqueira LGB, Ghetti AM, Areas VS, Guimarães CRB, Palhao MP, Camargo LSA, Fernandes CAC. 2018. La ultrasonografía doppler como herramienta para el manejo ovárico. *Reproducción Animal*. 10 (3): 215-222. ISSN: 1806-9614.

[https://www.animal-](https://www.animal-reproduction.org/journal/animreprod/article/5b5a6049f7783717068b4694)

[reproduction.org/journal/animreprod/article/5b5a6049f7783717068b4694](https://www.animal-reproduction.org/journal/animreprod/article/5b5a6049f7783717068b4694)

WILKE DJH, Guimarães PRF, Bahia TAC, Nivia RJA, Marconato NI, Guedes MCF, Slade OC, Garrett PK, Pugliesi G, Zoccolaro OL. 2021. Administration of PGF2 α at the moment of timed-AI using sex-sorted or conventional semen in suckled Nelore cows with different intensity of estrus behavior. *Theriogenology*. 174: 169-175. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.08.023>

WILTBANK MC, Baez GM, Garcia-Guerra A, Toledo MZ, Monteiro PL, Melo LF, Ochoa JC, Santos JE, Sartori R. 2016. Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows. *Theriogenology*. 86 (1): 239-253. ISSN: 0093-691X.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.037>

YÁÑEZ U, González JJB, Herradón PJG, Martínez AIP, Arias LAQ. 2022. Ecografía Doppler y su aplicación en reproducción bovina: revisión. ITEA, información técnica económica agraria: *ITEA-Inf Tec Econ Agrar*. 118 (1): 82-100. ISSN 1699-6887.

<https://doi.org/10.12706/itea.2021.019>



ZÁRATE A, Manuel L. 2011. El radioinmunoensayo y su impacto en la investigación. Tributo a Rosalyn Yallow. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 49 (5): 465-468. ISSN: 0443-5117. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457745504001>

ZHOU Q, Lau S, Wu D, Kirk-Shung K. 2011. Piezoelectric films for high frequency ultrasonic transducers in biomedical applications. *Progress in Materials Science.* 56 (2): 139-174. ISSN 0079-6425. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2010.09.001>

ZWIEFELHOFER EM, Macmillan K, Gobikrushanth M, Adams GP, Yang SX, Anzar M, Asai-Coakwell M, Colazo MG. 2021. Comparison of two intravaginal progesterone-releasing devices in shortened-timed artificial insemination protocols in beef cattle. *Theriogenology.* 168: 75-82. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.03.023>

[Errata Erratum](#)

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/errata>