



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

Revisão da literatura. Recebido:24/12/2022. Aceito:06/07/2023. Publicado:13/09/2023. Chave: e2022-81.

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

Processos reprodutivos em vacas e uso de ultrassonografia

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 para correspondência: 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

Resumo

A ultrassonografia transretal é uma tecnologia usada no manejo reprodutivo de bovinos como meio de diagnosticar a gestação e monitorar o ciclo estral. Também é usada no manejo, diagnóstico e tratamento de processos reprodutivos e em programas de biotecnologia reprodutiva. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura sobre os processos reprodutivos em vacas e o uso da ultrassonografia. Foi realizada uma revisão da literatura, incluindo publicações de 2022 e de anos anteriores. Foram considerados critérios para apoiar o desenvolvimento alcançado no uso do ultrassom, com base na análise lógica da literatura consultada. As palavras-chave utilizadas foram ultrassonografia, ultrassonografia, bovinos, reprodução bovina, palpação transretal, ciclo estral, dinâmica folicular, função ovariana, Doppler, funcionalidade do corpo lúteo, diagnóstico precoce de gestação, morte embrionária. A ultrassonografia transretal aumentou nosso conhecimento e compreensão da fisiologia reprodutiva bovina. Os avanços tecnológicos permitiram o aumento de seu uso no manejo reprodutivo de bovinos. A ultrassonografia é um avanço revolucionário na pesquisa que influenciou a eficiência do manejo reprodutivo dos bovinos.

Palavras-chave: ultrassonografia, bovinos, palpação transretal, reprodução.

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.

INTRODUÇÃO

O declínio da fertilidade observado nos bovinos nas últimas décadas e as exigências cada vez maiores dos fazendeiros tornaram o monitoramento reprodutivo periódico essencial para identificar e resolver urgentemente os problemas de eficiência reprodutiva. Tradicionalmente, os principais métodos de diagnóstico para o monitoramento reprodutivo em bovinos incluíam a palpação retal, a inspeção do corrimento vaginal e a vaginoscopia (Quintela *et al.*, 2012). A ultrassonografia é uma ferramenta que tem contribuído muito para facilitar o manejo reprodutivo de bovinos, pois foi demonstrado que as vacas têm duas ou três ondas de desenvolvimento folicular durante um ciclo estral (Ginther *et al.*, 1989), além de permitir o monitoramento de folículos individuais durante seu desenvolvimento e determinar os padrões de desenvolvimento folicular (Pierson & Ginther, 1984; Sirois & Fortune, 1988), permitindo também o diagnóstico de gestação (Kastelic *et al.*, 1988), bem como a determinação do sexo fetal (Curran *et al.*, 1989), o diagnóstico de órgãos reprodutivos e o acompanhamento pós-parto (Avellaneda *et al.*, 2014), patologias como cistos ovarianos (Farin *et al.*, 1990), além da ultrassonografia com doppler para fluxo sanguíneo, entre outras funções (Constantino-Rocha *et al.*, 2019; Holton *et al.*, 2022). A ultrassonografia transretal em modo B em tempo real foi usada pela primeira vez como um meio de diagnóstico do ciclo estral e agora é amplamente aplicada no gerenciamento, diagnóstico e tratamento de processos reprodutivos especializados, bem como em programas de biotecnologia reprodutiva (Kramer *et al.*, 2016). A contribuição da ultrassonografia no estudo dos processos reprodutivos de vacas é de grande interesse porque tem um grande impacto na eficiência reprodutiva. Alguns estudos mostraram que um *corpus luteum* (CL) é detectável pela ultrassonografia transretal de dois dias após a ovulação até o dia 21 do ciclo subsequente, enquanto as concentrações de progesterona (P4) só aumentam do sexto ao 16º dia do ciclo, de modo que a ultrassonografia pode ser um indicador melhor do status reprodutivo do que a medição de P4 (McDougall & Rhodes, 1999). Desde a década de 1990, a ultrassonografia se tornou um método de diagnóstico usado em todo o mundo como resultado dos avanços em seu desenvolvimento: tamanho menor, alto nível de autonomia, alta qualidade de imagem e preços acessíveis. Melhora a identificação das diferentes fases do ciclo estral e no diagnóstico de patologias ovarianas e uterinas e no diagnóstico de gestação, bem como de suas possíveis alterações (mortalidade embrionária, malformações fetais, entre outras) e ajuda a determinar o sexo fetal a partir do 55º dia de gestação bovina (Quintela *et al.*, 2012). Como ferramenta de pesquisa e diagnóstico, tem sido usada em muitas descobertas, a maioria das quais, de outra forma, teria escapado à detecção por anos (Griffin & Ginther, 1992). Existem algumas revisões sobre o tema da



ultrassonografia, mas o foco na vaca e em seus processos reprodutivos tem sido pouco explorado, bem como o aspecto prático em que seu uso é cada vez mais necessário. Portanto, o objetivo do estudo foi realizar uma revisão da literatura sobre os processos reprodutivos em vacas e o uso da ultrassonografia.

Antecedentes

A eficiência reprodutiva é importante para a lucratividade do rebanho e os recursos naturais nos sistemas de produção de vacas e bezerros e é influenciada pelas práticas de gerenciamento do rebanho (Lassala *et al.*, 2020). A vaca deve produzir um bezerro por ano, um teste de prenhez anual ajuda a eliminar as vacas ineficientes, um rebanho com estação reprodutiva definida que identifica e elimina as vacas não prenhes e incorpora novilhas, o que permite a eficiência (Gwynn *et al.*, 2018). O aumento da porcentagem de vacas prenhes resulta em mais bezerros desmamados, gerando mais lucro por vaca (Burns *et al.*, 2010). A eliminação de vacas vazias ou subfêteis e o uso de novilhas de reposição melhoram a fertilidade do rebanho, e o dinheiro economizado pode ajudar a melhorar as instalações (Martínez-Albarrán *et al.*, 2021). O diagnóstico de gravidez é realizado em 31 % dos rebanhos, 23 % descartam vacas não grávidas, menos de 10 % usam métodos de sincronização do ciclo estral e as novilhas geralmente são inseminadas após os dois anos de idade (73 %) (Lassala *et al.*, 2020). Os métodos mais comuns para determinar a prenhez são a palpação transretal, a ultrassonografia transretal (Kramer *et al.*, 2016) e a determinação dos níveis hormonais por meio de exames de sangue (Szelényi *et al.*, 2015; Engida *et al.*, 2022) e, em gestações avançadas, a ultrassonografia transabdominal (Hayawie-Lazim *et al.*, 2016). Quando todos esses métodos são realizados corretamente, eles são seguros para a vaca e o feto, embora existam vários fatores que naturalmente levam à perda precoce da gravidez (Ryan *et al.*, 1993; Inskeep *et al.*, 2005). O "ultrassom" é o som cuja frequência de vibrações é superior ao limite perceptível pelo ouvido humano (20000 Hz), os ultrassons emitidos pelas sondas dos equipamentos de ultrassonografia têm uma frequência geralmente entre dois e 10 milhões de Hz (Segura-Grau *et al.*, 2014), por meio do uso de ondas ultrassônicas, foram desenvolvidos equipamentos que têm várias aplicações e são utilizados na medicina humana (Rehman-Khan, 2022) e animal (Guedes *et al.*, 2022), os quais têm sido chamados de scanners de ultrassom (Díaz-Rodríguez *et al.*, 2007), o "ultrassom" utilizado na medicina, permite a exploração do interior do corpo usando ultrassom (Gargus *et al.*, 2020). A pressão econômica exige maior produtividade e mais tecnologias para o manejo do gado. Portanto, foram identificadas as chaves para o gerenciamento da fertilidade: 1) gerenciamento de dados, 2) seleção genética, 3) gerenciamento nutricional, 4) controle de doenças, 5) gerenciamento reprodutivo, 6) sincronização, 7) diagnóstico rápido do status reprodutivo (Mee, 2007; Terry *et al.*, 2020; Brito *et al.*, 2021). As tendências futuras para melhorar a fertilidade podem incluir: 1) desenvolvimento de fenótipos de fertilidade, 2) marcadores genômicos específicos de



fertilidade, 3) detecção precoce e rápida de prenhez, 4) maior uso de monitores de atividade, 5) protocolos de reprodução aprimorados, 6) sensores on-line automatizados para fenótipos e 7) captura e mineração de fontes de dados (Crowe *et al.*, 2018). A ultrassonografia é indispensável em estudos que correlacionam a morfologia (estrutura) e a função reprodutiva dos bovinos (Ribadu & Nakao, 1999). Para o estudo dos efeitos de hormônios e drogas comumente utilizados na reprodução, sobre a vascularização folicular, observada pela ultrassonografia Doppler (Pereira-de Moraes *et al.*, 2021). A determinação do sexo fetal e o monitoramento da mortalidade embrionária são menos prováveis de serem aplicados no manejo do rebanho, porém, são valiosos para pesquisas sobre a fisiologia reprodutiva (Beal *et al.*, 1992; Kamimura *et al.*, 1997; Chagas & Lopes, 2005). Os sinais ultrassônicos foram observados como um fenômeno da natureza. Lazzaro Spallanzani descobriu ondas associadas à caça de morcegos em 1779 (Martínez-Rodríguez *et al.*, 2007). Ao cobrir o ouvido do morcego com cera, ele deduziu que, quando ele voava, devia produzir algum som que era refletido nos objetos (Águila-Carbelo *et al.*, 2019). Em 1880, Pierre e Jacques Curie descobriram o fenômeno da piezoelectricidade, presente em cristais que são deformados por forças internas quando submetidos à energia elétrica, produzindo oscilações na forma de ondas acima da faixa audível para humanos; eles fizeram experimentos com cristais de quartzo e turmalina (Martínez-Serrano, 1995; Zhou *et al.*, 2011). Em 1883, surgiu o apito de Galton, para o controle de cães por meio de um som inaudível para os seres humanos (Águila-Carbelo *et al.*, 2019). Em 1842, Johann Christian Doppler observou a mudança na frequência emitida por uma fonte sonora. O efeito Doppler ocorre quando uma lente e um observador se movem em um movimento relativo (Martínez-Rodríguez *et al.*, 2007). Em 1848, Armand Hippolyte L. Fizeau generalizou o trabalho de Doppler aplicando sua teoria à luz (Paolinelli, 2013). Richardson iniciou em 1912 o uso de ultrassom para detectar objetos submersos. Langevin e Chilowsky produziram o primeiro gerador de ultrassom piezoelétrico em 1917 (Águila-Carbelo *et al.*, 2019). Durante as décadas de 1930 e 1940, o ultrassom foi aplicado para fins médicos na Alemanha, Áustria, França e Suíça para neuralgia, mialgia, artrite e osteoartrite (Edler & Lindström, 2004). Karl Dussik, em 1942, usou-o para explorar anormalidades cerebrais. John Julian Wild estudou, usando o modo A, as alterações das ondas do tecido mamário com o equipamento em uma frequência de 15 megaciclos para detectar tumores, iniciou seu uso no cérebro e na cardiologia para estudar as oscilações da válvula mitral (Águila-Carbelo *et al.*, 2019). Douglas Howry, em 1947, foi o pioneiro na visualização de carcinoma e tecidos moles (Howry *et al.*, 1954). A ultrassonografia no manejo reprodutivo de vacas é de grande relevância, pois, para ser mais eficiente, o diagnóstico reprodutivo deve ser feito ao reincorporar a vaca parida o mais rápido possível ao programa de manejo reprodutivo para reduzir o número de dias abertos (La Torre, 2001). O uso dessa tecnologia na variação do intervalo decorrido até o estro após a aplicação de PGF2 α foi compreendido até a palpação transretal para monitorar os padrões de crescimento de folículos individuais (Sartori & Barros, 2011).



Importância e potencial da ultrassonografia transretal

A ultrassonografia transretal está disponível para decisões de manejo reprodutivo desde meados da década de 1980 e fornece uma ampla gama de informações morfológicas sem invadir ou perturbar os tecidos. Os exames podem ser realizados repetidamente durante muitos dias, ou um evento dinâmico, como a ovulação, pode ser monitorado em sua totalidade por meio de observação contínua por 30 minutos ou mais. A inclusão de exames ultrassônicos em protocolos experimentais oferece a oportunidade de associar a alteração da morfologia com alterações hormonais e outras alterações funcionais (Griffin & Ginther, 1992; Ginther, 2014). O ultrassom em modo B em tempo real proporcionou a oportunidade de melhorar os métodos de avaliação da função ovariana e o diagnóstico de gestação em bovinos, a determinação do sexo fetal no início da gestação, do 55º ao 85º dia, e a verificação da viabilidade do embrião pelo monitoramento dos batimentos cardíacos fetais são métodos exclusivos que envolvem a varredura por ultrassom. Essas técnicas e o método de avaliação da inseminação artificial podem ser usados para melhorar o manejo reprodutivo do gado (Beal *et al.*, 1992; DesCôteaux *et al.*, 2009). Dentro dessas tecnologias reprodutivas, a importância da ultrassonografia é ampliar a vantagem do diagnóstico reprodutivo precoce que, em alguns sistemas de produção, reside na separação de grupos de fêmeas prenhes e vazias para implementar estratégias reprodutivas que aumentem a fertilidade geral. A ultrassonografia é uma técnica precisa no diagnóstico precoce da prenhez em vacas, tanto em programas de acasalamento natural (Alonso-Alanusa *et al.*, 2012) quanto em inseminação artificial em tempo fixo (Beal *et al.*, 1989), em comparação com a obtida por palpação retal (Gwynn *et al.*, 2018). Os pesquisadores clínicos aproveitaram os desenvolvimentos tecnológicos, como circuitos de estado sólido, imagens em tempo real, Doppler colorido e de potência, ultrassonografia transretal e transvaginal e imagens 3D para melhorar a pesquisa e o diagnóstico em muitas áreas diversas (Campbell, 2013).

ULTRASSONOGRRAFIA MODO B

Dinâmica folicular na vaca

A teoria da onda de crescimento folicular foi originalmente proposta por Rajakoski em 1960, que, com base em observações visuais e histológicas, propôs que o crescimento dos folículos ovarianos se desenvolve em ondas e que, durante um ciclo estral, duas ondas foliculares se propagam. Essa teoria foi questionada por mais de 20 anos, período em que vários estudos foram realizados com resultados contraditórios sobre a natureza do crescimento folicular (Rajakoski, 1960; Adams *et al.*, 2008; Henao-Restrepo, 2010; Bó *et al.*, 2020). Essa teoria foi confirmada em bovinos pelo uso da ultrassonografia na década de 1980 (Pierson & Ginther, 1984). Desde os anos 70, Rosalyn Sussman Yallow e Solomon A. Berson trabalharam com o radioimunoensaio (Zárate & Manuel, 2011), essa técnica permite quantificar e diferenciar os valores característicos dos hormônios



reprodutivos no soro, durante os diferentes estágios reprodutivos das vacas (Herrera *et al.*, 1993).  aplicável para o diagnóstico de vacas prenhes, com um resultado quantitativo 24 dias após a inseminao (Sasser & Ruder, 1987). Embora essa ferramenta analítica seja altamente específica, sensível e de baixo custo por amostra, ela tem a desvantagem de exigir equipamentos e pessoal altamente especializados, licenas para manuseio e descarte de produtos radioativos (Ehrhardt *et al.*, 2000). O radioimunoensaio permitiu o desenvolvimento de perfis de hormônios, como a progesterona, em amostras de leite de vaca coletadas duas vezes por semana, o que possibilitou a seleao de vacas com padrões anormais de progesterona, o que permitiu o estudo de alguns tratamentos de vacas subfrteis (Lamming & Bulman, 1976). O estudo da dinmica folicular comeou em meados do século XX, mas o progresso foi particularmente rápido nas últimas três décadas com o uso de ferramentas que permitiram o exame em série e não invasivo e a observaao em tempo real das alteraoes ovarianas por ultrassonografia, mesmo durante a gestaao (Kastelic *et al.*, 1990). Os estudos realizados até o momento sustentam o conceito de que o par ovariano atua como uma unidade única e influencia o desenvolvimento folicular principalmente por meio de vias endócrinas sistmicas que envolvem produtos ovarianos e uterinos, gonadotrofinas e seus receptores. Os folículos dominantes e subordinados passam por fases de crescimento, estticas e regressivas que têm características distintas que são a base para o diagnóstico do status folicular (Adams *et al.*, 2008). O monitoramento da dinmica folicular por meio de ultrassonografia em bovinos permitiu observar que pode haver duas ou três ondas foliculares em um ciclo (Ginther *et al.*, 1989), o que possibilitou estudos mais precisos sobre hormônios relacionados à reproduao em bovinos, como a associaao entre os picos de hormônio folículo estimulante (FSH) e o aparecimento de ondas foliculares em bovinos, que foi estudada por técnicas como a ablaao do folículo dominante (Adams *et al.*, 1991). O tratamento de vacas que não foram detectadas em estro, mas têm um corpo lúteo detectável, concentrou-se no uso de PGF2. Em vacas com um corpo lúteo detectável por ultrassonografia, o tratamento com PGF2 resultou na detecao de 55 % dos animais em estro dentro de seis dias após o tratamento (Smith *et al.*, 1998). A ultrassonografia auxiliou no estudo das mudanas nas estruturas foliculares e luteais e na mediao das concentraoes de estradiol e progesterona em vacas Hereford x Angus em lactaao durante o anestro pós-parto, monitorando o tamanho folicular, a ovulaao e a formaao e regressão do corpo lúteo; o intervalo entre o parto e a primeira ovulaao foi de 82 dias. Os padrões de crescimento folicular foram diferentes antes da primeira e da segunda ovulaao pós-parto. O primeiro ciclo estral pós-parto comeou com a ovulaao de um folículo de tamanho semelhante ao do segundo folículo (Perry *et al.*, 1991). Esses estudos são de grande importância e são realizados por meio de ultrassonografia, e as diferenas na dinmica folicular e suas alteraoes devido a vários fatores podem ser estudadas (Ayala *et al.*, 2019).



Determinação do ciclo estral e da ovulação

O uso do ultrassom confirmou que os folículos crescem, regredem e são substituídos por outros folículos grandes continuamente durante o ciclo. Além disso, as concentrações de estradiol aumentam nos folículos pré-ovulatórios até o pico pré-ovulatório de LH e depois diminuem rapidamente. Além disso, a gonadotrofina controla a esteroidogênese folicular e as altas concentrações de estradiol suprimem a produção de progesterona antes do pico de LH (Hansel & Convey, 1983). A ultrassonografia é uma ferramenta com alta sensibilidade e especificidade para detectar folículos ovarianos, corpos lúteos ou estruturas císticas, útil para determinar o estágio do ciclo estral de uma vaca ou diagnosticar patologias ovarianas, como endometrite subclínica e cistos ovarianos (Quintela *et al.*, 2012). A oportunidade de monitorar o ciclo estral e os ovários pode ser realizada diariamente por ultrassonografia, além disso, o diagnóstico de gestação pode ser feito a partir de 32 dias após a inseminação artificial (Kastelic *et al.*, 1988), com isso é possível observar o efeito de tratamentos hormonais como o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) e a Prostaglandina F₂ α nos ovários (Bonacker *et al.*, 2020) que deve ser monitorado do dia -7 ao dia +4 e até +7 para determinar as atividades foliculares e luteais, a resposta do folículo dominante (maior) em vacas cíclicas e não cíclicas é de grande interesse (Thompson *et al.*, 1999). A detecção deficiente do estro continua sendo uma restrição para alcançar um alto desempenho reprodutivo nos rebanhos devido à diminuição da expressão do estro em vacas de alta produção. Uma estratégia para aumentar as concentrações séricas de progesterona antes da inseminação artificial (IA) durante o estro é administrar GnRH ou gonadotrofina coriônica humana (hCG) do quinto ao sétimo dia do ciclo estral para induzir a ovulação de um folículo dominante da primeira onda e formar um corpo lúteo. Esses estudos foram possíveis graças ao monitoramento do ciclo estral por meio de ultrassonografia (Cunha *et al.*, 2021).

Desenvolvimento de protocolos e tratamentos de superovulação

O objetivo dos tratamentos de indução de superovulação em programas de transferência de embriões é obter o número máximo de embriões transferíveis com alta probabilidade de gerar gestações, que podem ser observadas em tempo real por meio da ultrassonografia (Torres-Simental *et al.*, 2021). O protocolo convencional para superovulação foi originalmente baseado em uma maior resposta superovulatória quando os tratamentos eram iniciados oito a 12 dias após o estro. Esses primeiros estudos não avaliaram o status folicular específico dos animais no início dos tratamentos, porque o monitoramento por ultrassom em bovinos estava nos estágios iniciais de desenvolvimento e não estava disponível em muitos laboratórios (Bó & Mapletoft, 2014). Por meio de informações geradas pela ultrassonografia, sabe-se agora que oito a 12 dias após o estro (equivalente a sete a 11 dias após a ovulação) seria o momento aproximado de aparecimento da segunda onda folicular, e um aglomerado de folículos em crescimento está presente nesse momento. Entretanto, foi demonstrado que o dia de



início da segunda onda folicular difere entre ciclos de duas ondas e ciclos de três ondas (um a dois dias antes em ciclos de três ondas) e entre animais individuais (Ginther *et al.*, 1989). A esse respeito, foi claramente demonstrado que a resposta superovulatória foi otimizada quando os tratamentos foram iniciados no momento do início da onda folicular; iniciar os tratamentos com gonadotrofinas apenas um dia antes ou depois do início do surto reduziu significativamente a resposta superovulatória (Nasser *et al.*, 1993; Bergfelt *et al.*, 1997; Cirit *et al.*, 2019). A superovulação em vacas é influenciada de forma multifatorial, portanto, isso deve ser considerado ao desenvolver um protocolo; o uso de ultrassonografia é necessário ao acompanhar esses tratamentos (Mikkola *et al.*, 2020).

Processo de implantação e morte embrionária precoce em bovinos

Uma das vantagens da ultrassonografia é o diagnóstico e o monitoramento da gravidez em vacas, embora a mortalidade embrionária tenha um impacto substancial na fertilidade das vacas. A maioria das perdas embrionárias ocorre nos primeiros dias após a fertilização e durante o processo de implantação. A atenção principal tem sido dada aos agentes infecciosos, mas as causas não infecciosas provavelmente são responsáveis por 70% ou mais dos casos (Vanroose *et al.*, 2000). A incidência de perdas embrionárias geralmente é maior do que a de perdas perinatais; a morte embrionária precoce ocorre antes da calcificação do feto e a reabsorção completa do embrião, a mumificação, a maceração ou o aborto são frequentemente observados. A idade gestacional, a causa da morte e a fonte de progesterona para a manutenção gestacional são fatores que afetam o resultado da morte embrionária ou fetal (Givens & Marley, 2008). Os embriões mortos, entre o momento da implantação e a calcificação, também são reabsorvidos (Sha, 2019). O parto bem-sucedido ocorre após a sobrevivência do concepto durante o desenvolvimento embrionário e fetal. Em geral, as perdas de produtos ocorrem durante os primeiros 42 a 50 dias após o acasalamento ou a inseminação (Inskeep *et al.*, 2005). Há uma variedade de fatores de manejo prontamente adotáveis que podem aumentar diretamente a sobrevivência embrionária ou melhorar as consequências das baixas taxas de sobrevivência embrionária (Parmar *et al.*, 2016). A perda de prenhez pode ser decorrente de trauma causado no diagnóstico de gestação, seja por palpação retal ou ultrassom. Em bovinos, o diagnóstico precoce da gestação é geralmente realizado entre 35 e 50 dias de gestação; no entanto, Vaillancourt *et al.* (1979) não encontraram evidências de aumento da perda embrionária, Baxter & Ward (1997) relataram que o exame de ultrassom não tem efeitos prejudiciais sobre o feto, e a palpação retal também é um procedimento seguro quando realizado corretamente (Vanroose *et al.*, 2000).

Diagnóstico de gestação

A morfometria fetal por ultrassonografia é útil para avaliar o desenvolvimento fetal, estimar a idade gestacional e prever o parto se a data do acasalamento for desconhecida (Fitzgerald *et al.*, 2015). A determinação da idade gestacional é viável durante o início da



gestação em bovinos e se torna mais difícil no final da gestação devido ao tamanho do feto e sua posição no abdômen materno (Buczinski, 2009). A determinação do tamanho do placentoma, o diâmetro torácico, abdominal e umbilical do feto, bem como a largura do coração por ultrassom, são as variáveis confiáveis para prever a idade gestacional (Nagel *et al.*, 2020). Em estudos realizados por Chaudhary & Purohit, (2012), a perda gestacional precoce pode ser detectada por ultrassonografia até o 55º dia de gestação, embora a maior incidência ocorra por volta do 35º dia de gestação. O exame e o monitoramento da gestação são muito importantes, pois há períodos cruciais para a perda de prenhez durante o primeiro trimestre de gestação em vacas (López-Gatius, 2012), embora ela possa ocorrer em outros estágios e por uma variedade de causas, produzindo um impacto negativo no desempenho reprodutivo e econômico dos rebanhos (Wiltbank *et al.*, 2016; Franco *et al.*, 2020). O primeiro período de perdas ocorre durante a primeira semana após a inseminação, com falta de fertilização e morte embrionária precoce, particularmente sob condições ambientais e hormonais específicas. De 20 a 50 % das vacas leiteiras em lactação de alta produção sofrem perda de gestação devido a causas como estresse por calor, doenças inflamatórias e perda de condição corporal (Fernández-Novo *et al.*, 2020). Um segundo período crítico, dos dias oito a 27 após o acasalamento, é o alongamento do embrião e o período de "reconhecimento materno da prenhez" com perdas médias de 30 %, mas com uma variação de 25 a 41 %, manutenção do CL por interferon-tau e alterações na secreção de prostaglandina, bem como falhas no alongamento do trofoblasto (Hirayama *et al.*, 2014). O terceiro período crítico é durante o segundo mês de gravidez, entre os dias 28 e 60, com perdas de 12 %. Atrasos ou defeitos no desenvolvimento dos placentomas corioalantóicos ou do embrião resultam em regressão do CL ou morte embrionária (Pinedo *et al.*, 2020). Um quarto período é durante o terceiro mês, com 2 %, e as estratégias para reduzir essas perdas exigem uma abordagem multifatorial, além do apoio diagnóstico da ultrassonografia (Wiltbank *et al.*, 2016). O aborto bovino, também um fator limitante, pode ocorrer esporadicamente ou endemicamente ou como um surto e pode ser de origem infecciosa e não infecciosa. Os principais agentes infecciosos com ou sem tropismo por membranas fetais e/ou fetos são brucelose, leptospirose, diarreia viral bovina (BVD), aspergilose e neosporose. Embora a ultrassonografia não diagnostique diretamente essas doenças, o acompanhamento gestacional ajuda no diagnóstico com base na história ou no histórico de aborto (Rivera *et al.*, 2018), assim como também podem ser observados sintomas relacionados a problemas nos órgãos reprodutivos, como metrite, endometrite e piometra (Vallejo-Timaran *et al.*, 2020). É importante continuar a pesquisa sobre o problema do aborto bovino, para o qual a ultrassonografia é uma ferramenta muito útil (Rivera, 2001). É comum que o diagnóstico de gravidez em experimentos seja feito por ultrassonografia transretal entre 30 e 47 dias após a inseminação (Oosthuizen *et al.*, 2020). A detecção de vacas não prenhes é de extrema importância para reduzir os dias abertos, pois um dos problemas mais críticos é conseguir uma detecção eficiente do estro. Além disso,



informações valiosas sobre a viabilidade do embrião, a presença de gêmeos, o desenvolvimento fetal normal ou o sexo do feto podem ser obtidas a partir da imagem ultrassonográfica (Quintela *et al.*, 2012; Kanazawa *et al.*, 2016). Isso é de grande relevância, pois a meta de eficiência reprodutiva tem um impacto direto na viabilidade do gado, o que implica diagnosticar qualquer problema o mais cedo possível, tornando a ultrassonografia uma ferramenta muito útil (Kelley *et al.*, 2017; Abdelnaby *et al.*, 2018).

Comparação entre palpação transretal, ultrassonografia transretal e exames de sangue

Ao realizar o diagnóstico do trato reprodutivo, a ultrassonografia tem várias vantagens em comparação com a palpação transretal, embora esse ainda seja o método mais comum para determinar a prenhez em bovinos, ambos os métodos devem ser realizados com competência (Annandale *et al.*, 2019), para os quais o treinamento geralmente deve ser feito com gado privado, o que pode ser difícil porque os produtores podem acreditar que a palpação transretal por estudantes inexperientes aumenta o risco de perda de prenhez, portanto, os experimentos foram projetados com o apoio de ambas as técnicas, Isso corrobora a segurança do uso de animais de propriedade privada para a palpação de bovinos por estudantes e o treinamento em diagnóstico de gestação sem afetar a perda precoce de gestação (Bond *et al.*, 2019). McDougall & Rhodes (1999) em seu estudo sobre a detecção de um corpo lúteo em vacas em anestro, no qual compararam os resultados da palpação manual, da ultrassonografia transretal e da concentração de progesterona plasmática por radioimunoensaio, descobriram que a ultrassonografia pode ser uma ferramenta de diagnóstico melhor para examinar vacas que não foram detectadas em estro, em comparação com a palpação manual ou a medição da concentração de progesterona. Também foi demonstrado que as vacas que não foram detectadas em estro, mas que tinham um corpo lúteo, tinham um desempenho reprodutivo significativamente menor do que as companheiras de rebanho que apresentavam estro. Além disso, Gwynn *et al.* (2018) mencionam que a ultrassonografia, ao contrário dos exames de sangue, pode ser usada para avaliar a viabilidade fetal, detectar gêmeos, determinar a idade e o sexo do feto, os resultados estão imediatamente disponíveis e há uma oportunidade de discutir outros problemas de saúde animal na fazenda com o veterinário, promovendo o relacionamento do veterinário com o fazendeiro.

Programas de sincronização do cio

Os programas de sincronização foram aprimorados com a compreensão do padrão de crescimento folicular em forma de onda (Pierson & Ginther, 1984) e seu monitoramento em tempo real com o uso de ultrassonografia, pesquisas sobre o controle exógeno do tempo de vida do corpo lúteo (CL), bem como o uso de agonistas de GnRH para induzir a ovulação foram observados em detalhes por ultrassonografia (Macmillan & Thatcher,



1991), A duração da vida do corpo lúteo (CL), bem como o uso de agonistas de GnRH para induzir a ovulação foram observados em detalhes por ultrassonografia (Macmillan & Thatcher, 1991) e, em geral, a previsão e a sincronização do estro continuam sendo estudadas em busca de alternativas para vários sistemas de produção animal (Pluta *et al.*, 2021). O protocolo OvSynch (PGF2 α e GnRH) foi desenvolvido e totalmente validado para uso em vacas (Pursley *et al.*, 1995), juntamente com suas variações, esse protocolo continua sendo o protocolo de sincronização de estro mais amplamente usado em bovinos (Burke *et al.*, 1996; Pursley *et al.*, 1997a; Pursley *et al.*, 1997b; Bisinotto *et al.*, 2014; Tippenhauer *et al.*, 2021), mesmo em condições de estresse por calor (De la Sota *et al.*, 1997; Aréchiga *et al.*, 1998). O tratamento de vacas que não foram detectadas em estro, mas têm um corpo lúteo detectável, tem se concentrado principalmente no uso de PGF2 α (Martins *et al.*, 2021; Wilke *et al.*, 2021). No gado de corte, uma das características das vacas anovulatórias é a pulsatilidade reduzida do LH, que prejudica o crescimento do folículo e a obtenção ou manutenção da dominância folicular. Entretanto, a maioria das vacas anovulatórias é caracterizada por folículos de tamanho moderado que respondem à ovulação induzida. Estudos que utilizam PGF2 α para outros fins que não a luteólise demonstraram que ela estimula a liberação de LH (Lopes *et al.* 2020). Os tratamentos de sincronização baseados em progesterona devem ser usados com cautela devido à variabilidade na ciclicidade das vacas no pós-parto. Os animais não cíclicos que não respondem aos tratamentos podem continuar a ciclar normalmente. As taxas de concepção das vacas após o segundo serviço variam de 67 e 58 % para vacas cíclicas ou não cíclicas, respectivamente (Beal *et al.*, 1984). Há três características principais para o sucesso dos programas de sincronização. 1) É necessário induzir o aparecimento de uma nova onda folicular e controlar o desenvolvimento do folículo para garantir que, ao final do protocolo, haja um folículo em crescimento de tamanho adequado para a ovulação. 2) A duração do protocolo, o período de exposição à progesterona, que geralmente varia de cinco a nove dias, deve ser definida. 3) Ao final do protocolo, as concentrações circulantes de progesterona devem ser mínimas com indução síncrona da ovulação para coincidir com a inseminação (Prata *et al.*, 2020; Madureira *et al.*, 2020). Nos protocolos de sincronização da IA, a progesterona exógena é usada para suprimir a taxa de pulso de LH e retardar o estro e a ovulação, levando a uma diminuição nas concentrações circulantes de progesterona e estimulando a maturação dos folículos e a ovulação. Desenvolvidos pela primeira vez na década de 1970, os dispositivos intravaginais fornecem progesterona exógena de forma sustentada, o dispositivo intravaginal de liberação controlada (CIDR) e o dispositivo intravaginal de liberação de P4 (PRID-Delta) são os únicos dispositivos licenciados para uso em bovinos no Canadá (Zwiefelhofer *et al.*, 2021). A ultrassonografia estabeleceu a base para o desenvolvimento do OvSynch, que foi o primeiro protocolo de sincronização do estro que alcançou sincronização suficiente da ovulação no rebanho para permitir o uso de inseminação artificial em tempo fixo (Pursley *et al.*, 1995). Por meio da ultrassonografia transretal, foi



possível confirmar o anestro, a ausência de CL e a ausência de sinais de estro, além de determinar a presença de folículos ≥ 10 mm no dia 0, para aumentar a eficácia dos programas OvSynch (Ahuja *et al.*, 2005). A ultrassonografia tem sido determinante em estudos para determinar a taxa de prenhez após o tratamento com GnRH + PGF2 α para indução da ovulação em vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* em anestro e baixa condição corporal durante os meses de verão em um ambiente tropical, Esse estudo comparou a inseminação artificial em tempo fixo, que foi mais eficaz do que a inseminação artificial após a detecção do estro, tanto para a obtenção de gestações em vacas em anestro com baixa condição corporal durante os meses mais quentes (Ahuja *et al.*, 2005). O uso da ultrassonografia ajuda muito por ser um dos principais impulsionadores de um regime de sincronização bem-sucedido em nível de fazenda, em conjunto com a condição corporal e os dias pós-parto no início do tratamento, bem como um aliado da inseminação artificial, que continua sendo a maneira mais econômica de aumentar o progresso genético em rebanhos bovinos (Randi *et al.*, 2021).

Incorporação do efeito Doppler na ultrassonografia

O comprimento de onda da luz varia de acordo com o movimento relativo entre a fonte e o observador. O ultrassom Doppler colorido usa esse efeito para mostrar estruturas em movimento em uma gama de cores. O princípio básico está na observação de como a frequência de um feixe ultrassônico se altera quando ele encontra um objeto em movimento (Fernández-Sánchez, 2012). No campo da reprodução bovina, tem sido de grande ajuda para identificar as mudanças hemodinâmicas que ocorrem no trato genital durante seus diferentes estágios. Usando essas informações, as diferentes aplicações dessa ferramenta foram investigadas em nível de campo (Ginther, 2014; Yáñez *et al.*, 2022). Essa tecnologia contribuiu para pesquisas mais aprofundadas sobre os processos reprodutivos da vaca, como, por exemplo, em um estudo realizado com vacas Holstein, verificou-se que as vacas com menos folículos antrais têm um folículo pré-ovulatório de maior diâmetro, um folículo pré-ovulatório com maior fluxo sanguíneo, uma CL maior e maior área de perfusão sanguínea, que têm níveis séricos mais altos de progesterona do que as vacas com mais folículos antrais (Bonato *et al.*, 2022).

Ultrassonografia Doppler em superovulação e transferência de embriões

O manejo de tecnologias relacionadas à função ovariana em bovinos tem sido levado a vários avanços graças ao uso da ultrassonografia Doppler (Viana *et al.*, 2018), na transferência de embriões seu principal uso é ser mais eficiente na escolha das receptoras, com base na qualidade de seu corpo lúteo, embora também possa servir para monitorar o processo de superovulação, transferência de embriões e implantação (Pugliesi *et al.*, 2018). Singh *et al.* (1998) analisaram a imagem ultrassonográfica dos corpos lúteos de várias novilhas e a relacionaram com suas características histomorfológicas, conteúdo luteal e níveis plasmáticos de progesterona. Os autores



concluíram que as receptoras com corpos lúteos de maior qualidade serão candidatas mais favoráveis à implantação de embriões. Nos últimos anos, a ultrassonografia Doppler transretal provou ser uma ferramenta útil, que pode determinar o fluxo sanguíneo uterino durante o ciclo estral, a gestação e o puerpério (Honnens *et al.*, 2008). A avaliação visual do fluxo sanguíneo do corpo lúteo 14 dias após a transferência do embrião é eficaz para a detecção de receptoras não grávidas. As informações da avaliação ovariana no sétimo dia e a validação dos escores visuais do fluxo sanguíneo do corpo lúteo melhoraram a precisão da previsão. Essa metodologia aumenta a flexibilidade no uso de receptoras, permitindo a ressincronização de cerca de 79 % dos animais não prenhes entre nove e 14 dias antes (Guimarães *et al.*, 2015).

Estudo da funcionalidade do CL, seu número e qualidade aparente com a ultrassonografia Doppler.

Com relação à medição do fluxo sanguíneo no corpo lúteo por meio da ultrassonografia Doppler colorida, há estudos que relacionam o fluxo sanguíneo no CL à resposta à administração de prostaglandinas e outros o estudam para fins de ressincronização 21 dias após a inseminação em tempo fixo (Palhão *et al.*, 2020). Ele também pode ser usado para identificar animais não prenhes com base na diminuição do fluxo sanguíneo do corpo lúteo associado à luteólise. No estudo de Utt *et al.* (2009), a precisão do diagnóstico de não gestação não dependeu da experiência em ultrassom do operador, o que implica que esse método pode exigir menos tempo de aprendizado. No entanto, devido à perda de embriões entre os dias 17 e 33 e ao número de vacas identificadas como prenhes que posteriormente perderam o embrião, não se recomenda o uso desse método isoladamente para o diagnóstico precoce de prenhez em um programa de transferência de embriões (Siqueira *et al.*, 2013). Em bovinos, há dois tipos de corpo lúteo: homogêneo e cavitário. Embora sejam considerados iguais em sua atividade hormonal, a função do corpo lúteo cavitário é questionada. Consequentemente, as mulheres com corpo lúteo cavitário são consideradas menos valiosas para as técnicas de reprodução assistida. Estudos recentes concluíram que o corpo lúteo cavitário pode dar ao embrião uma melhor chance de sobrevivência no momento do reconhecimento gestacional e, conseqüentemente, pode ter um efeito positivo (Jaśkowski *et al.*, 2022).

Perfusão sanguínea do útero por ultrassonografia Doppler

A imagem da artéria ovariana pode ser observada com a ultrassonografia no modo Doppler, embora a imagem do lúmen das artérias ovarianas possa não ser completamente anecogênica (Ginther, 2007). A medição do fluxo sanguíneo da artéria uterina média pode ser útil na determinação da idade gestacional, para a qual o ultrassom Doppler tem sido usado para medir os vasos sanguíneos maternos e fetais, permitindo o reconhecimento e a avaliação de gestações de alto risco (Bollwein *et al.*, 2000). Um objetivo nos rebanhos leiteiros comerciais é determinar o mais cedo possível se um



animal abortou e, embora o exame de perfusão do CL e a diminuição do fluxo sanguíneo da artéria uterina no dia 34 (quando o diagnóstico de gravidez é realizado) não forneçam um método para identificar o risco de perda embrionária nesse momento, após o dia 34 de gestação é provável que seja mais preciso (Kelley *et al.*, 2017). Até recentemente, os estudos de alterações na circulação uterina durante a gestação em vacas exigiam o uso de métodos invasivos, como a implantação de sondas de fluxo eletromagnético e o método de difusão em estado estacionário (Bollwein *et al.*, 2002). No entanto, com o passar do tempo, durante todos os estágios reprodutivos, foram observadas mudanças características no fluxo sanguíneo uterino com o uso da ultrassonografia. Por exemplo, nas três primeiras semanas após a inseminação, antes da visibilidade do embrião por ultrassonografia de modo B, foram detectadas diferenças no suprimento de sangue uterino e luteal em vacas prenhes precoces em comparação com vacas cíclicas (Bollwein *et al.*, 2016), e também foram observadas diferenças em vacas submetidas ao protocolo Ovsynch (Sharawy *et al.*, 2022). Por outro lado, diferenças ecotextuais nos placentomas foram observadas no final da gestação em vacas, com alterações significativas no fluxo sanguíneo da artéria placentária e uterina. Essas alterações podem estar relacionadas à maturação da membrana fetal, especialmente nos dias próximos ao parto (Demir *et al.*, 2022). Durante o anestro pós-parto em vacas, um dos órgãos que sofre as alterações mais marcantes, encontradas pela ultrassonografia Doppler, é o útero (Abdelnaby *et al.*, 2018). Além disso, observou-se que vacas com distúrbios puerperais apresentam uma diminuição tardia do fluxo sanguíneo uterino nas primeiras semanas após o parto em comparação com vacas saudáveis (Bollwein *et al.*, 2016). Atualmente, a ultrassonografia com Doppler está desempenhando um papel importante no monitoramento da reprodução artificial, como é o caso da descoberta de que o benzoato de estradiol exógeno foi responsável pelo aumento do fluxo sanguíneo uterino em vacas com quatro semanas pós-parto (Rawy *et al.*, 2018) e naquelas submetidas a um protocolo de sincronização, usando um dispositivo de progesterona, GnRH e Prostaglandina F2 α (Moonmanee *et al.*, 2018). Por fim, a ultrassonografia também tem sido útil para avaliar o fluxo sanguíneo uterino ao suplementar novilhas com o hormônio melatonina (Brockus *et al.*, 2016) e vacas e novilhas com vitamina B3 (Gard *et al.*, 2021) durante a gestação em resposta ao risco de interrupção da gravidez e ao nível de toxicidade, respectivamente.

Diagnóstico de gravidez hiperprecoce com ultrassonografia Doppler e ressincronização

A morfologia lútea e o fluxo sanguíneo em gado preto japonês são eficazes para o diagnóstico de prenhez com ultrassonografia. A área do tecido do corpo lúteo é um indicador preciso para o diagnóstico de gravidez, com sensibilidade e especificidade de 100 % no 21^o dia de inseminação. Esse método aumenta as chances de reprodução precoce em bovinos não prenhes (Kanazawa *et al.*, 2022) e a determinação dos



batimentos cardíacos por ultrassom Doppler colorido como sinal de viabilidade fetal (Fernández-Sánchez, 2012). A avaliação do fluxo sanguíneo luteal nos dias 7 e 14 usando o ultrassom Doppler é um novo indicador confiável de prenhez. Portanto, esse método pode ser útil para a seleção de vacas receptoras antes da transferência de embriões e do diagnóstico precoce de gravidez em condições de campo (Kanazawa *et al.*, 2016). Com relação às possibilidades de ressincronização, os protocolos começam 14 dias após a primeira inseminação e vão até 24 dias. O uso de programas de ressincronização com um intervalo curto entre as inseminações leva a uma maior proporção de vacas prenhes nos primeiros 30 dias, o que está associado a um melhor desempenho reprodutivo, menor risco de abate e maior lucratividade (Guimarães-da Silva *et al.*, 2022). Para realizar esse método, é necessário avaliar a funcionalidade do corpo lúteo por meio de ultrassonografia com Doppler colorido, pois esse método detecta com alta precisão a luteólise 20 a 22 dias após a IA em vacas que não alcançaram a prenhez (Carvalho *et al.*, 2021; Cupper *et al.*, 2021; Stevenson *et al.*, 2021). O estabelecimento de programas de ressincronização da ovulação acelera o ganho genético ao aumentar o número de bezerros nascidos e reduz o número de touros necessários na fazenda. Além disso, os programas de ressincronização podem resultar em taxas de prenhez mais altas no final da estação reprodutiva do que a inseminação seguida de acasalamento natural nos rebanhos (Guimarães-da Silva *et al.*, 2022). Atualmente, alternativas complementares aos programas de sincronização têm sido estudadas, como o análogo de GnRH no início da fase lútea para melhorar a fertilidade em vacas repetidas (>3 inseminações), administrado cinco a sete dias após a inseminação e observando a sobrevivência do embrião (López-Gatius *et al.*, 2020). O equipamento de ultrassom Doppler está disponível comercialmente, mas o custo do equipamento atualmente é alto. No entanto, essas técnicas de ultrassom já foram incorporadas a estudos de pesquisa e, à medida que essa tecnologia se tornar mais disponível e acessível, espera-se que elas sejam integradas à prática de rotina no manejo reprodutivo de bovinos (Herickhoff *et al.*, 2018).

CONCLUSÕES

A ultrassonografia transretal aumentou nosso conhecimento e compreensão da fisiologia reprodutiva bovina. Os diagnósticos podem ser feitos mais cedo e com mais precisão do que com a palpação transretal. Os avanços tecnológicos levaram à disponibilidade de equipamentos de ultrassom acessíveis, altamente funcionais, portáteis e baratos, o que aumentou muito seu uso no manejo reprodutivo de bovinos. A ultrassonografia é um avanço revolucionário na pesquisa que influenciou a eficiência do manejo reprodutivo dos bovinos.



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 Synchromate 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, Pook 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 vision 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. Luteotrophic 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, Slepētis 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 2α 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>

MCDUGALL 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/10.21451/2F1984-3143-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 F₂α. *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 F₂α 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-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 PGF 2α 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>