

ULTRASSONOGRAFIA DOPPLER EM OVELHAS

(Doppler ultrasonography in sheep)

Renato Travassos BELTRAME¹; Ricardo Lopes Dias da COSTA²

¹Médico Veterinário Autônomo. Rua Arnaldo Cotta, 332. Moacir Brotas, Colatina/ES. CEP: 29.701-600.;

²Instituto de Zootecnia, Nova Odessa/SP. *E-mail: rtbeltrame@yahoo.com.br

RESUMO

O uso da técnica de ultrassonografia em modo B, como uma ferramenta pouco invasiva na reprodução animal, passou por uma evolução significativa na pesquisa e na prática. Na exploração comercial de animais de produção seu uso é, praticamente, concentrado ao manejo reprodutivo. Embora a ultrassonografia convencional em Modo B tenha passado por avanços tecnológicos esta não possibilita o acesso às informações da função do órgão, demonstradas pela perfusão vascular. Em ovelhas, o estudo da hemodinâmica e funcionalidade do útero, ovário e suas estruturas podem ser úteis para avaliar a viabilidade de programas reprodutivos e, por conseguinte, exibirem impacto econômico diante do uso da modalidade colorida ou pulsada (ou espectral) da ultrassonografia doppler. A ultrassonografia doppler é baseada no efeito Doppler na qual as frequências dos feixes de ultrassom refletidos pelos eritrócitos em movimento variam conforme as células se movem com diferentes velocidades. No tocante a reprodução de ovelhas, uma série de estratégias tem sido apresentadas para uso desta tecnologia, dada a necessidade e intempéries apresentadas a campo. Suas principais aplicações baseiam-se na avaliação da gestação, hemodinâmica uterina, funcionalidade luteal e respostas à superovulação, dentre outras. O presente trabalho teve como objetivo apresentar os aspectos relacionados ao uso e aplicações da ultrassonografia doppler espectral e colorida na reprodução de ovelhas.

Palavras-chave: *Ovis aries*, corpo lúteo, fluxo sanguíneo, ultrassom.

ABSTRACT

The use of B-mode ultrasound technique, as a little invasive tool in animal reproduction, has undergone a significant evolution in research and practice. In farm animals, its use is practically concentrated on reproductive management. Although conventional B-mode ultrasonography has undergone technological advances, it does not allow access to organ function information, as demonstrated by vascular perfusion. In sheep, the study of the hemodynamics and functionality of the uterus, ovary and its structures can be useful to assess reproductive programs viability and, therefore, exhibit economic impact when using the color or pulsed (or spectral) modality of doppler ultrasound. Doppler ultrasonography is based on the Doppler effect in which the frequencies of the ultrasound beams reflected by the erythrocytes in motion vary as the cells move at different speeds. A lot of strategies have been presented using this technology, related to reproduction of sheep animals, in farm conditions. Applications are based on the evaluation of pregnancy, uterine hemodynamics, luteal functionality and responses to superovulation, among others. This work aimed to present aspects regarding to applications of spectral and color doppler ultrasound in sheep reproduction.

Key words: *Ovis aries*, corpus luteum, blood flow, ultrasound.

INTRODUÇÃO

A otimização do desempenho reprodutivo em ruminantes é dependente de diagnóstico acurado em relação à funcionalidade uterina e ovariana. Diferentes técnicas têm sido investigadas para este fim, incluindo ultrassonografia (US), palpação retal / abdominal, proteínas específicas da gestação (PAG's), ensaio hormonal e técnicas de raios-X. No geral, ao comparar essas técnicas distintas, a US é a mais simples e menos invasiva, ao mesmo tempo em que alcança um resultado imediato (COSENTINO *et al.*, 2018).

A US tem sido aplicada ao trato reprodutivo de animais domésticos desde o início dos anos 80 e é estabelecida como uma ferramenta essencial para tomada de decisão na reprodução de pequenos ruminantes (BALARO *et al.*, 2017).

Dentre os modos de exibição existentes podem ser citados classicamente o modo amplitude-profundidade (modo A) e modo de modulação de brilho (modo B). Mais recentemente, abordagens incluem imagens ultrassonográficas tridimensionais e Doppler (MEINECKE-TILLMANN, 2017). Na ultrassonografia modo B, a imagem obtida é o resultado da reflexão das ondas ultrassonográficas emitidas pelo transdutor em diferentes tecidos, após sua propagação pelo corpo em graus variáveis, dependendo de sua impedância acústica (GODDARD, 1995). Em sinergia, na ultrassonografia Doppler, a imagem é o resultado das ondas refletidas em estruturas móveis, ou seja, eritrócitos dentro dos vasos sanguíneos.

Nas últimas décadas diversas tecnologias de diagnóstico por imagem com potencial uso na reprodução animal se desenvolveram. Além do uso consagrado da ultrassonografia modo-B a campo, a tecnologia Doppler tem aberto novas oportunidades visto a possibilidade de avaliar a funcionalidade de estruturas e tecidos (FELICIANO *et al.*, 2014).

Diante do descrito, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão dos aspectos gerais da ultrassonografia doppler, discutindo suas modalidades e aplicações a campo para avaliação de fêmeas ovinas.

DESENVOLVIMENTO

Uso da ultrassonografia na reprodução ovina

Desde a década de 80 a US, para monitorar o aparelho reprodutor de ruminantes, é uma tecnologia disponível que integra um aparato essencial na viabilidade econômica da atividade. Na ovinocultura, em decorrência de particularidades da espécie, escalas de produção e baixa organização da cadeia, dentre outros, a US não tem recebido a mesma atenção comparativamente a outras espécies, principalmente em pequenas propriedades em praticamente todo país (FELICIANO *et al.*, 2014).

O uso da tecnologia de ultrassonografia em modo B, como uma ferramenta pouco invasiva na reprodução animal, passou por uma evolução significativa na pesquisa e na prática. Na exploração comercial em animais de produção seu uso é praticamente concentrado ao manejo reprodutivo. Em propriedades que atrelam as rotinas de US à tomada de decisão, um exame ginecológico de uma fêmea hígida pode remeter à fêmeas vazias, que podem ou não ser destinadas a sincronização de estro ou descarte. Já nas fêmeas diagnosticadas gestantes, a contagem fetal é uma importante informação para adequação nutricional. Embora a contagem fetal possa ser realizada pela via trans-abdominal de maneira acurada, a avaliação ovariana tem sido preferencialmente realizada pela via trans-retal. Ressalta-se também a possibilidade do diagnóstico de viabilidade fetal ou mesmo a sexagem para tomadas de decisão (FELICIANO *et al.*, 2014).

Embora de competência veterinária, são poucos os técnicos habilitados a utilizar totalmente o potencial desta tecnologia nos ovinos (BALARO *et al.*, 2019). A interpretação correta da imagem requer conhecimento profundo da anatomia e fisiologia da espécie a ser

trabalhada, bem como de princípios que envolvem a formação da imagem. Mesmo que as estruturas morfológicamente internas possam ser avaliadas de forma pouco invasiva, a US modo B não possibilita o acesso às informações da função do órgão, demonstradas pela perfusão vascular (HERZOG e BOLLWEIN, 2007).

Princípios físicos da ultrassonografia doppler

Nos últimos 20 anos, muitos estudos nesta área foram delineados para interpretar as diferentes taxas de reflexão sonora dos eritrócitos sanguíneos em movimento, e sua exibição de forma bidimensional (Doppler colorido) ou graficamente, conhecida como doppler pulsado ou espectral, descrevendo a velocidade do sangue em uma pequena área de um grande vaso (GINTHER, 2007). Em ambos os casos, a tecnologia é baseada no efeito Doppler na qual as frequências dos feixes de ultrassom refletidos pelos eritrócitos em movimento variam conforme as células se movem com diferentes velocidades.

A frequência de retorno da onda sonora pode ser maior do que a emitida, representando que os eritrócitos se movem em direção ao transdutor e a imagem observada pelo operador aparecerá na cor vermelha. Ao contrário, quando a frequência de retorno da onda refletida for menor do que a emitida os eritrócitos se movem em sentido contrário ao transdutor e o fluxo sanguíneo é exibido na cor azul (PETRIDIS *et al.*, 2016). Quando o movimento dos eritrócitos é perpendicular ao feixe de ultrassom, não existe diferença entre as duas frequências (emitida ou refletida) e não é exibida uma coloração.

Alguns tecidos e órgãos podem ter quantidades inadequadas de fluxo sanguíneo para a obtenção de imagens nítidas do ciclo cardíaco, ou as artérias principais que fluem para esses tecidos podem ser tão pequenas que um diâmetro definitivo não pode ser obtido. A ultrassonografia Power Doppler é uma nova modalidade de digitalização que exhibe em cores a intensidade do sinal Doppler, ao invés da velocidade e direção do fluxo sanguíneo. Consequentemente, esta modalidade é mais sensível do que o Doppler colorido convencional na detecção do fluxo sanguíneo e, portanto, é particularmente útil para pequenos vasos sanguíneos como os encontrados nos folículos ovarianos (BARTLEWSKI, 2019; DIAZ *et al.*, 2019; LEMLEY *et al.*, 2020,).

O "Ângulo Doppler" ou "ângulo de insonação" é a denominação do ângulo em que os feixes de ultrassom cruzam o caminho do fluxo de eritrócitos. Este ajuste pode influenciar os valores das análises de velocidade no doppler espectral. Podem ocorrer super estimação e erros de medição na velocidade do fluxo sanguíneo quando valores acima de 60° forem usados, e portanto, medidas mais precisas são obtidas com ângulo inferior (GINTHER, 2007; ELMETWALLY, 2016; DAL *et al.*, 2020).

O "gate" posicionado dentro do vaso sanguíneo, deve ser ajustado para o ângulo doppler, e remete a uma forma de onda característica do modo espectral que é utilizada para calcular uma matriz de índices velocimétricos registrados durante os estádios sistólico e diastólico (BARTLEWSKI, 2019).

A ultrassonografia Doppler colorida permite uma avaliação qualitativa em tempo real da perfusão vascular em tecidos e órgãos. Para avaliação quantitativa, porém, a análise do Doppler espectral é necessária. Um espectro gráfico pode ser produzido, com base na mudança da velocidade do fluxo sanguíneo em uma área escolhida ao longo do tempo durante o exame (FELICIANO *et al.*, 2014). Atualmente, em função da ausência de valores de

referência, para as práticas diárias de campo, em ovinos, a imagem qualitativa do fluxo sanguíneo tem sido mais interessante (BELTRAME *et al.*, 2017).

Independente da modalidade, a ultrassonografia Doppler é uma excelente ferramenta para direcionar descartes antes do período reprodutivo, pois aumenta a possibilidade de identificação de problemas (ausência, aumento ou redução do fluxo sanguíneo) não diagnosticados pela ultrassonografia convencional (BELTRAME *et al.*, 2019).

Exame reprodutivo com a ultrassonografia Doppler colorida e espectral

Nosso grupo tem utilizado a ultrassonografia doppler para exame do útero e ovários pela técnica transretal, com o animal em estação e transdutor linear com frequência entre 6 e 8 MHZ. A remoção do conteúdo fecal mostra-se um pré-requisito essencial, e em alguns momentos, pode ser necessária a compressão abdominal para aproximação e localização das estruturas alvo (BELTRAME *et al.*, 2019).

Embora não seja uma prática comum em nossa rotina, a introdução de cerca de 20-30 ml de gel condutor com o auxílio de uma seringa pode ser realizada para auxílio na obtenção das imagens (OLIVEIRA *et al.*, 2014; FIGUEIRA *et al.*, 2015).

Ainda no modo B, a bexiga pode ser utilizada como guia para localização dos cornos uterinos. A partir daí, uma rotação contínua e lenta do transdutor deve ser realizada em direção as laterais para identificação dos ovários. Se o equipamento de ultrassom estiver equipado com um modo de tela dupla, as leituras Doppler podem ser obtidas simultaneamente à imagem em modo B ((BELTRAME *et al.*, 2017; BELTRAME *et al.*, 2019).

A funcionalidade uterina é altamente dependente de uma adequada perfusão vascular. O diagnóstico precoce da disfunção uterina desencadeada por um distúrbio vascular é fundamental para a aplicação de estratégias terapêuticas que maximizem a fertilidade e retardem o dano tecidual do trato reprodutivo feminino (FELICIANO *et al.*, 2014).

Doppler espectral

A perfusão vascular medida por ultrassonografia Doppler é analisada pelos parâmetros de velocidade de fluxo sanguíneo e índices hemodinâmicos; ou seja, pico de velocidade sistólica (cm/s), velocidade final da diástole (cm/s), média de tempo máxima e velocidade média (cm/s), índice de pulsatilidade (IP), índice de resistência (IR), relação sístole/diástole e o volume de fluxo sanguíneo (mL/min) (BELTRAME *et al.*, 2017).

Embora ainda poucos, nos últimos anos estudos têm sido realizados para compreender a variabilidade dos parâmetros hemodinâmicos e a dinâmica vascular, principalmente no útero e ovário em ovelhas. Há relatos do comportamento hemodinâmico umbilical ao longo da gestação em fetos (ELMETWALLY E MEINECKE-TILLMANN, 2017; VEIGA *et al.*, 2018), uterino durante a gestação (ELMETWALLY *et al.*, 2016; BELTRAME *et al.*, 2017; VEIGA *et al.*, 2018), parto e todo o período de involução uterina (IOANNIDI *et al.*, 2016; VEIGA *et al.*, 2018; MONICO *et al.*, 2019; DAL *et al.*, 2020) e durante protocolo de sincronização (BELTRAME *et al.*, 2019a); em protocolos de superovulação a hemodinâmica ovariana também já foi estudada (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Corroborando a escassez de trabalhos, na espécie ovina, ainda existe variabilidade na forma de avaliação (BELTRAME *et al.*, 2017a), nos “presets” e nos parâmetros utilizados em situações similares. Em função de ainda não existirem valores de referência, embora

mudanças hemodinâmicas sejam facilmente identificáveis em exames seriados, deve-se ter cuidado ao interpretar quaisquer valores e suas associações com condições fisiológicas ou patológicas diante do uso da ferramenta pulsado/espectral na reprodução animal.

Doppler colorido

Uma avaliação da parede uterina no pós-parto ou mesmo antecedente a estação reprodutiva, utilizando doppler colorido, pode evidenciar aumento na vascularização. Ainda, nos ovários, identificação de tumores, cisto folicular e luteínico são possíveis aplicações (ACOSTA *et al.*, 2003; BALARO *et al.*, 2019).

Nos procedimentos de produção *in vivo* de embriões, o uso da laparoscopia é uma recorrente estratégia utilizada para contagem de ovulações e determinação da resposta ovariana. Pinto *et al.* (2017) exibem que a US doppler colorida pode substituir a laparoscopia para acessar a contagem de ovulações e resposta ovariana em ovelhas superovuladas. Entretanto, a acurácia deste procedimento parece reduzir quanto maior a quantidade de corpos lúteos presentes.

A otimização do desempenho reprodutivo em ruminantes é dependente de diagnóstico gestacional acurado. Embora seja possível reconhecer uma prenhez a partir do 17º dia pós cobertura usando US convencional, esta não se mostra adequada, visto variabilidade do início da luteólise e mortalidade embrionária precoce (ARASHIRO *et al.*, 2017).

Em ovelhas, a ultrassonografia doppler colorido tem sido, principalmente, aplicada como uma ferramenta prática na elucidação da funcionalidade luteínica, dada a avaliação subjetiva da vascularização do corpo lúteo (CL) por via transretal. Assim como em outras espécies, em ovinos, existe uma correlação positiva da área vascularizada com a concentração plasmática de progesterona (P4) (GONZALEZ-BULNES *et al.*, 2000; FIGUEIRA *et al.*, 2015).

Uma série de trabalhos mostram que no dia 17 (D17) pós inseminação artificial (IA) ou monta, uma estratégia viável a campo é avaliar os ovários e pontuar a vascularização do corpo lúteo subjetivamente numa escala de 1 a 4 (1 (0-25%), 2 (26-50%), 3 (51-75%) e 4 (76-100%)) (Fig. 01), definindo-se a presença de um CL com nota maior ou igual a 2 (dois) em um ovário como ovelha gestante (ARASHIRO *et al.*, 2017; MÔNICO *et al.*, 2019; ERLER *et al.*, 2019).

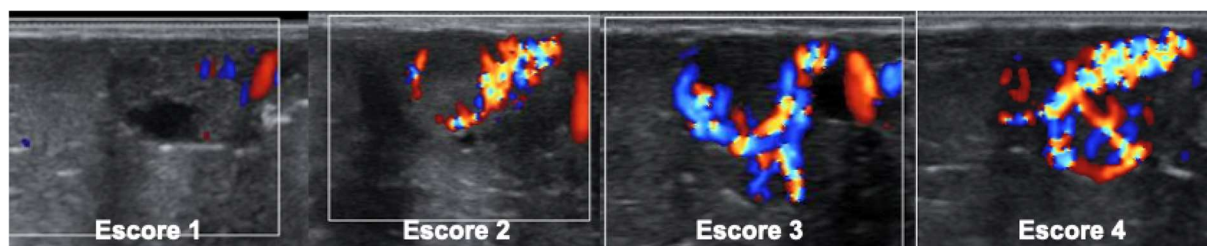


Figura 01: Avaliação subjetiva da vascularização do corpo lúteo em escalas de 1 a 4 (10-25%), 2 (26-50%), 3 (51-75%) e 4 (76-100%).

Após sincronização, ovelhas diagnosticadas com escore 1, podem ser descartadas ou incluídas em tratamentos de ressincronização do estro, reduzindo o tempo necessário entre a sincronização e a ressincronização das ovulações. Ainda, otimiza-se o processo administrativo

e financeiro visto a redução de hormônios e manejo desnecessário de ovelhas possivelmente gestantes provenientes da inseminação anterior (CONSENTINO *et al.*, 2019).

É importante destacar que embora ovelhas não gestantes possam ser identificadas com precisão, é inerente a técnica uma eficácia inferior a 100% para identificar ovelhas gestantes no D17. Tal situação é oriunda de perdas precoces de gestação, que podem ocorrer com maior frequência em ovelhas até 60 dias de gestação e luteólise tardia, pois pode haver falsos positivos quando diagnóstico de prenhez for realizado precocemente (D17) (ARASHIRO *et al.*, 2017; MÔNICO *et al.*, 2017; CONSENTINO *et al.*, 2019; ERLER *et al.*, 2019). Independente, deve-se ter em mente que a inclusão do diagnóstico de prenhez super precoce não prejudica os resultados da primeira IATF e ainda proporciona várias vantagens práticas.

Nos exames que envolvem a utilização do doppler colorido, acredita-se que o ajuste do PRF seja fundamental para não produzir imagens com Aliasing (fenômeno que ocorre quando usamos um PRF muito abaixo e observamos o efeito de turbilhonamento de cor dentro do vaso), o que pode dar a falsa sensação de um fluxo turbulento, dificultando ou mascarando informações importantes para o diagnóstico. Considerando a dinâmica do útero não gestante e ovários em ovelhas, embora valores entre 0,7 e 1,4 KHz (ARASHIRO *et al.*, 2017; MÔNICO *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2018; BELTRAME *et al.* CONSENTINO *et al.*, 2019; 2019; DAL *et al.*, 2020;) possam ser utilizados, para avaliação da funcionalidade luteal, por via transretal, sugere-se ajustar o PRF em 1,0 kHz.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da ferramenta Doppler na espécie ovina ainda é incipiente e a modalidade Doppler colorido exhibe potencial de uso imediato a campo. Independente, a tomada de decisão pela aplicação deve estar atrelada ao impacto econômico decorrentes de mudança de manejo, ressincronização e, ainda, o descarte orientado de fêmeas. Deve-se considerar como inerente a técnica, quando realizada para diagnóstico super precoce, eficácia inferior a 100% para identificar ovelhas gestantes em decorrência de luteólise tardia e reabsorção.

REFERÊNCIAS

BELTRAME, R.T.; COVRE, C.; LITTIG, L.B.; MARTINS, A.B.; QUIRINO, C. R.; JUNIOR, BARTHOLAZZI. A.; COSTA, R. L. D. Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow in ewes during pregnancy. *Theriogenology*, v.91, p.55-61, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.12.026>

BELTRAME, R.T.; LITTIG, L.B.; COVRE, C.; MARTINS, A.B.; QUIRINO, C.R.; COSTA, R.L.D. Automatic and manual doppler velocimetry measurements of the uterine artery in pregnant ewes. *Animal Reproduction Science*, v.181, p.103-107, 2017a. <https://10.1016/j.anireprosci.2017.03.021>

BELTRAME, R.T; MORAIS JUNIOR, N.N.; CARETA, J.V.P.; RIBEIRO, A.P.; LIMA, T.A.D.; COSTA, R.L.D.; QUIRINO, C.R. Uterine hemodynamics during a short-term progesterone synchronization protocol in ewes. *Tropical Animal Health and Production*. v.51, p.1-7, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02035-5>

COSENTINO, I.O.; BALARO, M.F.A.; ARASHIRO, E.K.N.; RODRIGUES SANTOS, J.D.; CARVALHO, A.B.S.; CLARIGET, R.P.; UNGERFELD, R.; BRANDÃO, F.Z. Hormonal protocols for early resynchronization of ovulation in ewes: The use of progestagens, eCG, and inclusion of early pregnancy diagnosis with color Doppler ultrasound. *Theriogenology*, v.133, p.113-118, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.04.033>

DAL, G.E.; ENGINLER, S.O.; CETIN, A.C.; BAYKAL, K.; SABUNCU, A. B-mode and Doppler Ultrasonographic Assessment of Uterine Involution in Ewes Treated with Two Different Doses of ProstaglandinF2 α . *Acta Scientiae Veterinariae*, v.48, n.1765, 2020. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-9216.105041>

DÍAZ, P.U.; BELOTTI, E.M.; NOTARO, U.S.; SALVETTI, N.R.; LEIVA, C.J.M.; DURANTE, L.I.; MARELLI, B.E.; STANGAFERRO, M.L.; ORTEGA, H.H. Hemodynamic changes detected by Doppler ultrasonography in the ovaries of cattle during early development of cystic ovarian disease. *Animal Reproduction Science*, v.209, p.106-164, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106164>

ELMETWALLY, M.A. Uterine Blood Flow Indices in Sheep during Pregnancy. *Quality in Primary Care*, v.24, n.4, p.197-202, 2016.

ELMETWALLY, M.A.; TILLMANN, S.M. Simultaneous umbilical blood flow during normal pregnancy in sheep and goat fetuses using non-invasive colour Doppler ultrasound. *Animal Reproduction*, v.15, n.2, p.148-155, 2018.

ELMETWALLY, M.; ROHN, K.; MEINECKE-TILLMANN, S. Non-invasive color Doppler sonography of uterine blood flow throughout pregnancy in sheep and goats. *Theriogenology*, v.85, p.1070-1079, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.11.018>

ERLER, M.F.; MÔNICO, I.Z.; SCHMITH, R.; PERIM, N.O.; PADOVANI NETO, E.; SOUZA, J.E.B.; MALEGONI, A.C.; MORAIS JUNIOR, N.N.; BELTRAME, R.T. Avaliação subjetiva do corpo lúteo no diagnóstico de gestação em ovelhas. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.43, n.2, p.516, 2019.

FELICIANO, M.A.R.; OLIVEIRA, M.E.F.; VICENTE, W.R.R. *Ultrassonografia na reprodução animal*. 1ª ed., São Paulo: MedVet, 2014. 191p.

FONSECA, J.F.; OLIVEIRA, M.E.F.; BRANDÃO, F.Z.; RIBRIO, C.; BATISTA, I.T.P.; GARCIA, A.R.; BARTLEWSKI, P.M.; SOUZA-FABIAN, J.M.G. Non-surgical embryo transfer in goats and sheep: the Brazilian experience. *Reproduction Fertility and Development*, v.31, n.1, p.17-26, 2019.

GODDARD, P.J. *Veterinary Ultrasonography*. Wallingford: CABI, 1995. 352p.

GARCÍA, A.; NEARY, M.K.; KELLY, G.R.; PIERSON, R.A. Accuracy of ultrasonography in early pregnancy diagnosis in the ewe. *Theriogenology*, v.39, n.4, p.847-861, 1993.

GONZALEZ-BULNES, A.; SANTIAGO-MORENO, J.; GOMEZ-BRUNET, A.; LOPEZ-SEBASTIAN, A. Relationship between ultrasonographic assessment of the corpus luteum and plasma progesterone concentration during the oestrous cycle in monovular ewes. *Reproduction in Domestic Animals*, v.35, n.2, p.65–68, 2000.

HERZOG K.; BOLLWEIN H. Application of Doppler ultrasonography in cattle reproduction. *Reproduction in Domestic Animals*, v.42, Suppl 2, p.51-58, 2007.

LEMLEY, C.O.; BOWERS, K.J.; YANKEY, K.C.; TU, M.L.; HART, C.G.; STEADMAN, C.S.; MCCARTY, K.J.; OWEN, M.P.T. Investigating ovine placentome blood perfusion using power flow Doppler ultrasonography. *Small Ruminant Research*, v.184, n.106051, p.1-5, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106051>

MEINECKE-TILLMANN, S., Basics of ultrasonographic examination in sheep. *Small Ruminant Research*, v.152, p.10-21, 2017.

MONICO, I.Z.; TRINDADE, K.R.; CARETA, J.V.P.; FAVARATO, R.; COLLATI, A.R.; MORAIS JUNIOR, N.N.; BELTRAME, R.T. Doppler colorido no 17º dia pós cobertura em ovelhas é efetivo para detectar fêmeas não gestantes. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.43, n.2, p.514-521, 2019.

PINTO, P.H.N.; BRAGANÇA, G.M.; BALARO, M.F.A.; ARASHIRO, E.K.N.; SANTOS, G.B.; SOUZA, G.N.; SOUZA-FABJAN, J.M.G.; FONSECA, J.F.; BRANDÃO, F.Z. Colour-Doppler ultrasound imaging as a laparoscopy substitute to count corpora lutea in superovulated sheep. *Reproduction in Domestic Animals*, v.5, n.1, p.266–269, 2017.

RODRIGUEZ, M.G.K.; MACIEL, G.S.; USCATEGUI, R.A.R.; CORREIA SANTOS, V.J.; NOCITI, R.P.; AGUILA DA SILVA, P.D.; FELICIANO, M.A.R.; BRANDÃO, F.Z.; FONSECA, J.F. Early luteal development in Santa Inês ewes superovulated with reduced doses of porcine follicle-stimulating hormone. *Reproduction in Domestic Animals*, v.54, n.3, p.456–463, 2019.