

Pontos para maximizar a eficiência reprodutiva em gado de corte.

Dantas, F. G.¹; Zechiel, K. E.¹; Reese, S. T.¹; Araújo, G.¹; Rhinehart, J. D.¹; Pohler, K. G.¹

¹ Department of Animal Science, University of Tennessee, Knoxville, TN, USA

Correspondência para Autor: K. G. Pohler; kpohler@utk.edu

Pontos chave:

- IA e TE em tempo fixo são métodos eficazes para estabelecer a prenhez em vacas de corte
- Para aumentar a probabilidade de estabelecer e manter a prenhez, as vacas precisam responder de forma efetiva ao estímulo para sincronizar as ondas foliculares. Precisamos poder controlar o tempo de vida do corpo lúteo, induzir a ovulação e depositar o sêmen no local apropriado.
- Reduzir a progesterona antes da ovulação, seguido por aumento pós-ovulação aumenta as taxas de prenhez.
- Aumentar a duração do proestro antes da IATF aumenta as taxas de prenhez.
- Aumentar o estradiol antes da ovulação, aumenta as taxas de prenhez.
- O comportamento estral entre a remoção do CIDR e a IA aumenta as taxas de prenhez e reduz a mortalidade embrionária.

Introdução

A sincronização de estro/ovulação e a inseminação artificial (IA) continuam sendo as tecnologias mais influentes disponíveis para os produtores de bovinos para o melhoramento genético e o manejo reprodutivo [1]. Os protocolos de IA em tempo fixo (IATF) eliminam a necessidade de detectar o estro e permite a inseminação de novilhas e vacas em momento pré-determinado. Além disso, a transferência de embrião em tempo fixo, ou TETF, é outro método que permite a transferência direta de embriões em momento pré-determinado sem a necessidade de fazer a detecção do estro. As taxas de prenhez resultantes da IATF são similares à da inseminação após a detecção do estro (ver Figura 1). Além disso, os protocolos de IATF e de sincronização de estro aumentam a proporção de novilhas e vacas que concebem no início da estação de monta, importante para o manejo reprodutivo e a produção de carne [3].

Um protocolo de sincronização eficiente exige os seguintes processos fisiológicos: 1.) Sincronização das ondas foliculares após estímulo ovulatório (injeção de hormônio de liberação de gonadotropina [GnRH]) ou indução do turnover do folículo dominante (administração de estradiol ou progesterona), culminando no desenvolvimento de um folículo dominante fisiologicamente maduro no momento da inseminação, 2.) Controle do

tempo de vida do corpo lúteo através da luteólise induzida pela prostaglandina F2 α (PGF), 3.) ovulação de um folículo dominante fisiologicamente maduro induzida por GnRH, e 4.) deposição de semen no momento apropriado em relação à indução de ovulação. A sequência de injeções de hormônios baseia-se na premissa de que o GnRH inicial irá induzir a ovulação do folículo dominante, resultando na sincronia de ondas foliculares seguidas por uma injeção de PGF 7 dias depois, para induzir a luteólise. Uma segunda injeção de GnRH é administrada 48 horas depois do PGF, para induzir a ovulação de um novo folículo dominante e a inseminação ocorre 24 horas depois da segunda injeção de GnRH [4]. Nos Estados Unidos, quase todos os protocolos de IATF são uma variação da sequência de injeções GnRH-PGF-GnRH, com algumas diferenças quanto ao momento da inseminação [3].

Alternativamente, tratamento com estradiol e dispositivos de liberação de progesterona resulta na emergência sincronizada de novas ondas foliculares pela indução do turnover do folículo dominante. No primeiro dia do protocolo, as vacas recebem um dispositivo de liberação de progesterona, como um CIDR, e uma injeção de estradiol. Sete a nove dias depois, o dispositivo é retirado e uma injeção de PGF administrada. Além disso, uma segunda injeção de estradiol é administrada para induzir a ovulação de um folículo dominante fisiologicamente maduro. A inseminação é realizada aproximadamente 30-56 horas depois da segunda injeção de estradiol [5]. A abordagem com estradiol e progesterona e suas variações são os protocolos de sincronização usados com maior frequência no Brasil e em outros países que permitem o uso de estradiol.

Muitos pesquisadores realizaram estudos nos últimos 20 anos para melhorar a eficiência de ambos [6-11]. Suas pesquisas contribuíram para melhor entendimento da fisiologia reprodutiva da vaca e levaram aos atuais protocolos de IATF e TETF. Esta revisão irá delinear a fisiologia dos protocolos de sincronização e como foram manipulados para melhorar as taxas de prenhez.

Tamanho do Folículo

Os atuais protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) alcançam uma taxa de sucesso de 80-90% na sincronização da ovulação [12]. Em bovinos, no entanto, o tamanho do folículo ovulatório induzido por GnRH ou por ovulação espontânea é variável (Tabela 1). No pós-parto de vacas de corte, o tamanho do folículo ovulatório foi $15,0 \pm 0,3$ mm (média \pm desvio padrão) com variação de ≤ 12 mm a ≥ 18 mm [13]. No estudo anterior, houve diminuição significativa na taxa de prenhez após a ovulação induzida por GnRH de folículos $\leq 12,0$ mm, independente do tratamento. Em vacas de leite, a ovulação de folículos dominantes induzida por GnRH resultou em uma relação quadrática entre o tamanho do folículo e o estabelecimento da prenhez, em que a taxa de prenhez aumentou com o tamanho do folículo dominante até um certo tamanho de folículo e depois diminuiu [14]. Outros pesquisadores também relataram que a ovulação induzida de folículos

XX Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos

pequenos, fisiologicamente imaturos, reduz as taxas de prenhez tanto em bovinos de corte como os de leite [7, 8, 15-19].

A ovulação de um folículo dominante fisiologicamente imaturo foi associada com a concentração reduzida de estradiol na inseminação e menor taxa de secreção de progesterona lútea após a inseminação [3]. Perry et al., [16] relataram redução na taxa de prenhez e aumento na mortalidade embrionária tardia depois da ovulação induzida por GnRH de folículos ovulatórios pequenos (≤ 11 mm de diâmetro; Figura 2). O autor atribui a redução na fertilidade a menores concentrações circulantes de estradiol no dia da inseminação, aumento mais lento na progesterona depois da inseminação e redução na concentração circulante de progesterona. O tamanho do folículo, no entanto, não teve efeito aparente sobre a fertilidade quando ovulado espontaneamente (Figura 2).

É importante observar que não é o tamanho do folículo dominante que afeta a taxa de prenhez mas a maturidade fisiológica do folículo dominante no pós-parto das vacas de corte, depois da inseminação artificial em tempo fixo. Podemos definir um folículo dominante fisiologicamente maduro como aquele que: 1) contem um oócito competente, 2) secreta teores adequados de estradiol durante o período pré-ovulatório, e 3) tem a capacidade de formar um corpo lúteo capaz de secretar teores adequados de progesterona para o estabelecimento e a manutenção da prenhez.

Há evidências de que a idade do folículo pode afetar as taxas de prenhez em bovinos. Cerri et al. [20] relataram que, no dia 6, a qualidade do embrião era maior em vacas de leite submetidas a indução para ovular folículos cerca de 1,5 dia mais cedo do que o pico da dominância folicular. Além disso, foi demonstrado que vacas de leite em lactação com 3 ondas foliculares ovularam espontaneamente folículos mais jovens e tiveram taxa de concepção maior do que as vacas que tiveram duas ondas foliculares durante o ciclo estral [21]. Em bovinos de corte, a idade do folículos ovulatório foi indiretamente pesquisada por Bridges et al. [6]. Naquele estudo, a ovulação induzida de folículos que se estimou serem aproximadamente 1,5 dias mais jovens resultou em taxas de prenhez maiores do que quando as vacas com folículos mais jovens puderam ter proestro estendido. Abreu et al. [15], no entanto, não relataram diferenças nas taxas de prenhez por tamanho do folículo na IA e progesterona depois da IA em vacas submetidas a ovulação induzida de um folículo aproximadamente 3 dias mais jovem. Assim, não foi esclarecido qual foi o efeito exato da idade do folículos sobre o sucesso da prenhez. Evidência recente de Dias et al. [22] sugere um efeito potencial da progesterona sobre os receptores de LH dentro do folículo, que pode desempenhar papel em alguns destes resultados.

Progesterona

Nas vacas, o ciclo estral pode ser dividido em duas fases, folicular e lútea. A fase folicular inicia-se no estro e termina na ovulação. A fase lútea inicia-se no metaestro e encerra-se com a luteólise. A progesterona é o hormônio predominante durante a fase

lútea. A concentração de progesterona durante o ciclo estral regula a secreção de GnRH pelo hipotálamo, que regula a secreção de gonadotropinas (FSH e LH) pela hipófise anterior. O FSH é responsável pelo recrutamento de folículos e o LH leva aos estágios finais de crescimento folicular, maturação do oócito e promove a produção e secreção de estradiol pelo folículo dominante [23-26]. Verificou-se que as concentrações de progesterona antes da ovulação suprimem a frequência do pulso de LH, que pode afetar a maturação do oócito, o crescimento folicular e a produção de estradiol [27]. Além disso, a probabilidade da concepção está positivamente associada com a concentração sérica de progesterona 7 dias depois da IATF [28]. Martins et al. [28] também relataram concentração séricas mais elevadas de progesterona 7 dias depois da IA em novilhas tratadas com baixas doses de progesterona durante o protocolo de sincronização do estro (Figura 3). Os autores também relataram que um folículo de maior diâmetro na IATF, apresenta melhores taxas de ovulação e taxas de detecção de estro mais elevadas entre a remoção do CIDR (dia 9) e a IATF em novilhas tratadas com baixo teor de progesterona em comparação com as tratadas com progesterona mais elevada durante o protocolo do estro. Além disso, as vacas que foram induzidas a ovularem um folículo maior tiveram concentração sérica de progesterona mais alta depois da IA [16] (Figura 4).

Foi demonstrado que alta concentração de progesterona durante os protocolos hormonais tem efeito negativo sobre o crescimento do folículo, reduzindo o estradiol pré-ovulatório e a progesterona pós ovulatória, especificamente em novilhas Nelore. Além disso, como mencionado acima, foi verificado que altas concentrações de progesterona antes da ovulação suprimem a frequência do pulso de LH, que pode afetar a maturação do oócito, o crescimento folicular e produção de estradiol [27]. Evidências recentes sugerem que o LH pode ter impacto sobre a expressão do LH nas células da granulosa, afetando diretamente a fertilidade [29]. Dados preliminares de Dias et al. [22] mostram que altas concentrações de progesterona durante o período sincronizado diminui a expressão do receptor de LH nas células da granulosa do folículo dominante em novilhas Nelore. São necessárias outras pesquisas para confirmar estas observações, mas parece que P4 levando a alterações na pulsatilidade de LH poderia ser um importante fator para a fertilidade nestes protocolos de IATF.

Estradiol

O início do estro ocorre após elevação na concentração sérica de estradiol [30]. Múltiplos estudos foram realizados em diferentes raças de bovinos e diferentes ambientes e demonstraram que aumento no estradiol tem correlação direta com aumento na fertilidade, taxas de fertilização e taxas de prenhez. O estradiol pré-ovulatório coordena diversos processos fisiológicos que contribuem para o estabelecimento e manutenção da prenhez. Foi demonstrado que níveis circulantes de estradiol mais elevados têm correlação positiva com o tamanho do folículo [31], que resultou em maior fertilidade na IATF. Também foi relatado que as vacas que exibem estro até 24 horas depois da IATF têm aumentos na

fertilidade [32, 33]. O papel do estradiol durante este período é multifatorial, mas o efeito direto sobre as células foliculares do folículo em maturação é crítico. Há relatos de que níveis de estradiol mais elevados têm efeito positivo sobre a preparação da capacidade das células foliculares de luteinizar e a secreção de progesterona (papel da progesterona revisado acima).

Aumentar as concentrações circulantes de estradiol podem facilitar a fertilização por meio de transporte mais eficiente do óvulo e do espermatozóide [34, 35]. Uma explicação potencial de como o estradiol afeta o transporte do espermatozóide é a alteração do pH uterino em torno do momento do estro. Trabalhos recentes de Perry & Perry [36, 37] enfocou a maneira pela qual a administração de estradiol exógeno e estro mudam o pH uterino. Vacas em estro ou suplementadas com estradiol tiveram maiores concentrações de estradiol e menor pH uterino quando comparadas com vacas que não exibiam estro (pH 6,7 vs. 7,0 respectivamente). Além disso, o trabalho de Roper et al. [38] trouxe dados preliminares de que o pH uterino e vaginal no momento da IA ou TE tem correlação positiva com o sucesso da prenhez.

As concentrações séricas de estradiol antes do pico de LH e da ovulação parecem regular as alterações no ambiente uterino que ocorrem em bovinos. Foi demonstrado que as concentrações circulantes de estradiol alcançam o pico em torno de 36 h antes da ovulação [39] e múltiplos grupos relataram que estes aumentos no estradiol pré-ovulatório aumenta o sucesso da prenhez. Jinks et al. [1] relataram que as vacas doadoras com concentrações circulantes de estradiol tinham maior probabilidade de resultar em um embrião do que em um oócito não fertilizado. No mesmo estudo, as vacas receptoras com mais estradiol no momento do GnRH2 também tiveram maior estabelecimento de prenhez [1]. Além disso, quando as concentrações de estradiol no momento do GnRH2 eram <8,4 pg/ml também era observada redução na prenhez.

Está claro que o estradiol desempenha papel crítico no estabelecimento e manutenção de prenhez, mas o seu papel exato continua não sendo claro. Os dados relatados acima parecem apontar principalmente para a habilidade do estradiol de melhorar o ambiente materno no sistema reprodutivo, mas correlações com o tamanho do folículo, a qualidade do embrião, etc. não podem ser ignorados. Em geral, aumentar o estradiol pré-ovulatório ou aumentar a proporção de fêmeas exibindo estro resultam em maior sucesso do prenhez. Assim, aumentar o estradiol pré-ovulatório e a expressão de estro em um programa de reprodução poderia ajudar a melhorar as taxas de fertilidade do rebanho de bovinos.

Proestro e Estro

O proestro é geralmente definido como o período desde o início da luteólise até o começo do estro durante o qual um folículo dominante e oócito continuam o processo de maturação. Há muitas evidências de que a duração do proestro pode afetar o estabelecimento da prenhez em bovinos. Independente do diâmetro folicular, a função lútea e o desenvolvimento do embrião foram reduzidos quando os folículos bovinos ovulavam depois de um período de proestro curto em oposição a um longo [6, 40-42]. Reduzir a duração do proestro resultou em função lútea inadequada depois da ovulação,

independente do diâmetro do folículo [42]. No mesmo estudo, as taxas de prenhez após a transferência de embrião foram mais baixas nas vacas com proestro mais curto quando comparadas com proestro mais longo [42]. Os dados anteriores trazem suporte adicional de que é a maturidade fisiológica do folículo que contribui para o estabelecimento e manutenção da prenhez e não apenas o tamanho. No protocolo CO-Synch + CIDR, a remoção do CIDR depois de 5 dias ao invés de 7 dias irá aumentar a duração do proestro e aumentar as taxas de prenhez em vacas de corte [6]. Meneghetti et al. [7] relataram aumento nas taxas de prenhez quando a duração do proestro era 2 dias mais longo. Neste experimento, os pesquisadores aumentaram o proestro administrando prostaglandina dois dias antes da retirada do CIDR. Além disso, evidências recentes trazidas por Dias et al., 2015 [22] demonstraram que aumentar o período de proestro em novilhas Nelore reduz os efeitos negativos de nível de progesterona alto vs baixo, avaliando o receptor de LH no folículo dominante.

Há décadas, o comportamento estral tem sido positivamente correlacionado com o sucesso da prenhez. Abreu et al. [15] relataram um folículo ovulatório de diâmetro maior na IA e taxas de prenhez mais altas em vacas que exibiam comportamento estral. Em vacas que tinham expressado estro antes da IATF (Figura 5), Pohler et al. [43, 44] relataram aumento nas taxas de prenhez e na concentração de bPAG no dia 28 após a IATF. No mesmo estudo, as taxas de prenhez e a concentração de bPAG aumentaram com o aumento da intensidade de estro em vacas de corte Nelore. Dados similares também foram observados em vacas de leite submetidas a TETF. Pereira et al. [45] relataram que vacas de leite que receberam um embrião e que tinham apresentado estro antes da TETF tiveram redução na perda de prenhez em comparação com as que não tinham apresentado estro. Por isso, mesmo nos protocolos com IA ou TE em tempo fixo, não pode-se desconsiderar o benefício adicional de animais apresentarem estro.

Resumo

Em bovinos, a fertilização geralmente ocorre depois da inseminação (90% das vezes), mas a taxa de detecção mais precoce da prenhez (dia 27) geralmente é <70%. No presente trabalho, descrevemos algumas estratégias para aumentar as taxas de prenhez durante o protocolo de sincronização. Os dados apresentados neste trabalho demonstram as numerosas variáveis que contribuem para o estabelecimento bem sucedido da prenhez em bovinos de corte. Com base nos dados, fica evidente que os atuais protocolos de IATF são eficazes na geração de prenhez em vacas de corte, mas aumentar o sucesso é uma área que ainda precisa ser investigada.

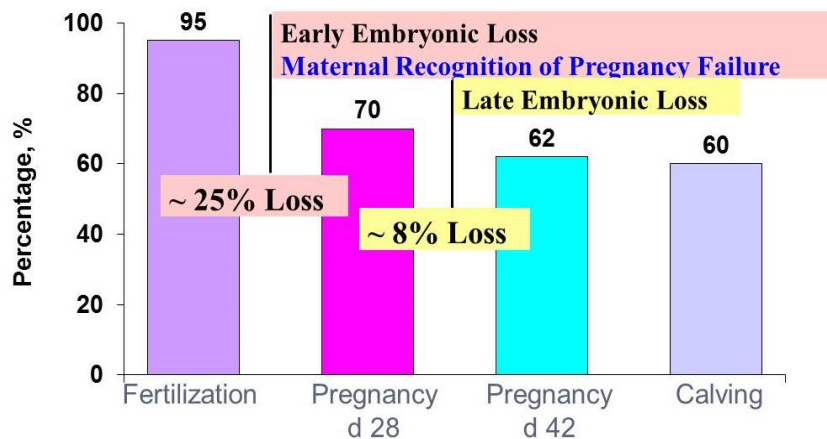


Figura 1 – Taxas de prenhez durante diferentes fases da gestação de vacas de corte (bovinos *Bos Taurus* e *Bos indicus* podem apresentar pequenas diferenças após a fertilização, mas a tendência geral é similar).

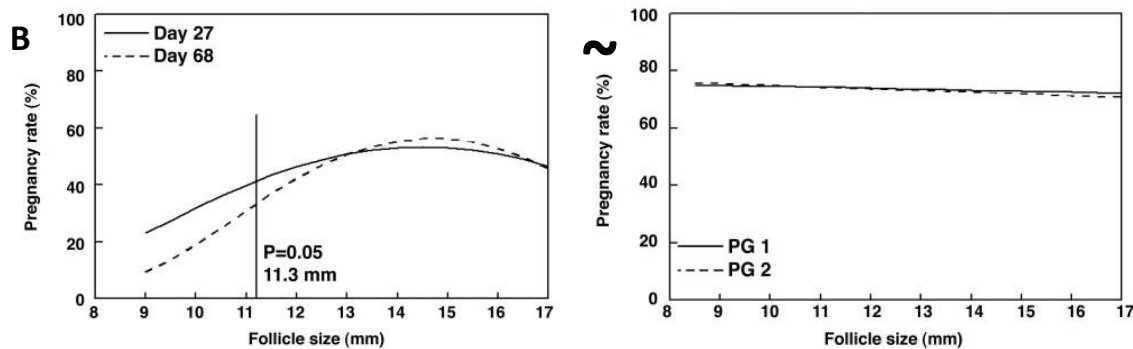


Figura 2 – Análise de regressão do efeito do tamanho do folículo ovulatório sobre as taxas de prenhez. As linhas verticais (Painel A) indicam o tamanho do folículo em que as taxas de prenhez foram reduzidas ($P < 0,05$) abaixo das taxas máximas de prenhez. O tamanho dos folículos que ovularam espontaneamente não teve nenhum efeito sobre as taxas de prenhez subsequentes ou mortalidade embrionária/fetal tardia (Painel B).

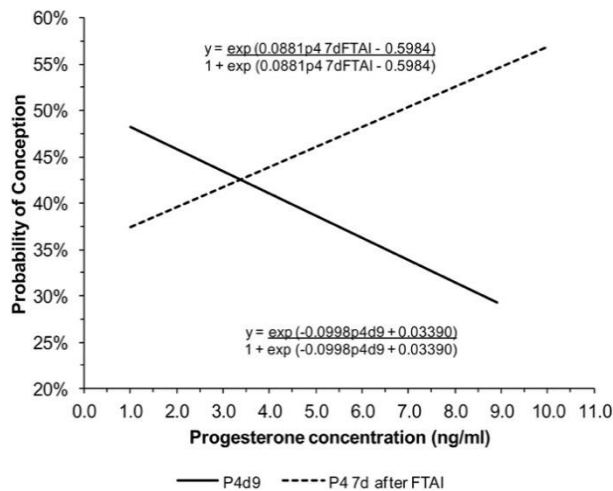


Figura 3 – Relação entre as concentrações séricas de P4 (ng/ml) no momento da remoção do dispositivo de liberação controlada de drogas (CIDR) (Dia 9; linha contínua; $P \frac{1}{4} 0,08$; $n \frac{1}{4} 449$) ou 7 dias depois da inseminação artificial em tempo fixo (IATF; linha pontilhada; $P \frac{1}{4} 0.01$; $n \frac{1}{4} 926$) e probabilidade de concepção em novilhas *Bos indicus* (Nelore) pós-púberes submetidas a protocolo IATF [28].

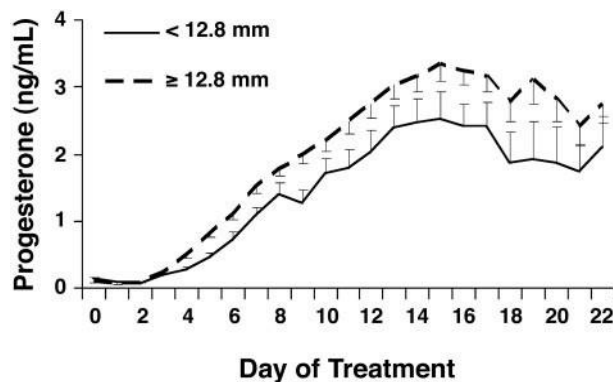


Figura 4 – Efeito do tamanho do folículo ovulatório sobre as concentrações séricas de progesterona do dia 0 (inseminação) até o 22 e o efeito do tamanho do folículo ovulatório sobre a taxa de elevação de progesterona do dia 0 ao 16 [32].

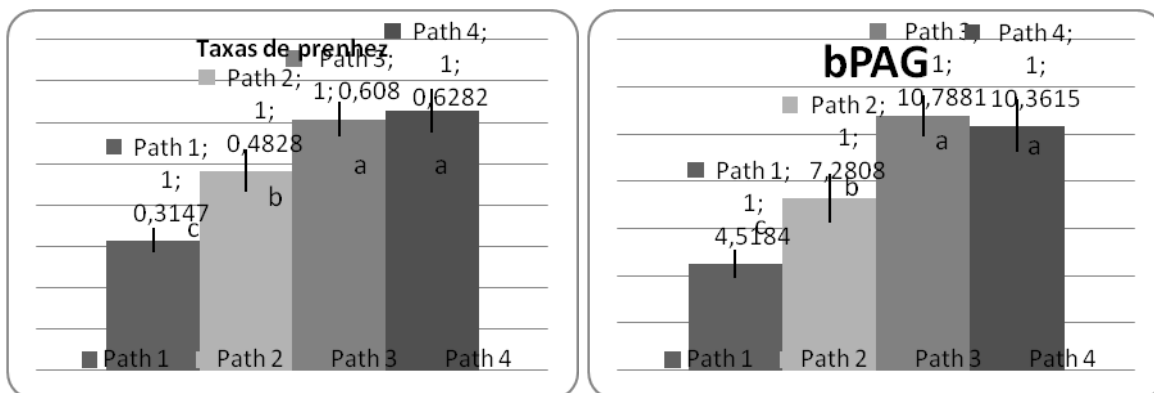


Figura 5 – Taxas de prenhez e concentração séricas de glicoproteínas associadas à prenhez de vacas que apresentavam diferentes intensidades de estro. As vacas com intensidade de estro maior, determinado por escore utilizando Estrotect, patch de detecção de estro, tiveram concentração maior de bPAG no dia 28 [44].

Tabela 1 – Tamanho do folículo ovulatório e sucesso reprodutivo (desenvolvimento do embrião, concepção e prenhez)

Espécie	¹ Tamanho do folículo em que houve diminuição do desenvolvimento do embrião/concepção/prenhez	Variação no tamanho do folículo	Fonte
Vacas de corte	≤ 12.0 mm	< 12 a > 18 mm	Lamb et al., 2001
Vacas de corte	≤ 11.3 mm	10 a 17 mm mm	Perry et al., 2005
Beef Novilhas	< 10.7 mm >15.7 mm	<10 a > 16 mm	Perry et al., 2007
Vacas de corte e Novilhas	Linear	7,5 a 18,0 mm	Peres et al., 2009
Novilhas de corte	Linear	6 mm a 16 mm	Dias et al., 2009
Vacas de corte	Linear	< 9 a > 17 mm	Sa Filho et al.,
Vacas de corte	Linear	< 9 a > 16 mm mm	Meneghetti et al., 2009
Vacas de leite	Quadrático	10 a 23 mm mm	Bello et al., 2006
Vacas de leite	15 mm e 14,5 mm	8 a 17 mm	Lopes et al., 2007

¹Tamanho do folículo em que o sucesso reprodutivo foi significativamente diminuído.

Linear e quadrático refere-se à linha significativa, que foi ajustada para estes dados.

Linear: com o aumento do folículo ovulatório houve um aumento nas taxas de prenhez.

Quadrático: com o aumento do folículo ovulatório houve um aumento nas taxas de prenhez

até que um diâmetro folicular de $\cong 15,0$ mm fosse alcançado, momento em que um aumento no tamanho do folículo ovulatório diminuía a taxa de prenhez.

Referências bibliográficas

1. Jinks, E., et al., *Preovulatory estradiol and the establishment and maintenance of pregnancy in suckled beef cows*. Journal of animal science, 2013. **91**(3): p. 1176-1185.
2. Seidel Jr, G.E. *Reproductive biotechnologies for profitable beef production*. in *Proc. Beef Improvement Federation*. Sheridan, WY. 1995.
3. Smith, M.F., et al., *Effect of ovulatory follicle size on the establishment and maintenance of pregnancy in beef cattle*. . Presented at XVI Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos in Uberlândia-MG, Brazil. Available at <http://www.fca.unesp.br/conapeccjr>, 2012.
4. Pursley, J., M. Mee, and M. Wiltbank, *Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF 2 α and GnRH*. Theriogenology, 1995. **44**(7): p. 915-923.
5. Martinez, M., et al., *Induction of follicular wave emergence for estrus synchronization and artificial insemination in heifers*. Theriogenology, 2000. **54**(5): p. 757-769.
6. Bridges, G., et al., *Decreasing the interval between GnRH and PGF 2 α from 7 to 5 days and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows*. Theriogenology, 2008. **69**(7): p. 843-851.
7. Meneghetti, M., et al., *Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for Bos indicus cows I: Basis for development of protocols*. Theriogenology, 2009. **72**(2): p. 179-189.
8. Vasconcelos, J., et al., *Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows*. Theriogenology, 1999. **52**(6): p. 1067-1078.
9. Bridges, G.A., et al., *Decreasing the interval between GnRH and PGF2alpha from 7 to 5 days and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows*. Theriogenology, 2008. **69**(7): p. 843-51.
10. Sa Filho, O.G., et al., *Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for Bos indicus cows II: strategies and factors affecting fertility*. Theriogenology, 2009. **72**(2): p. 210-8.
11. Meneghetti, M., et al., *Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for Bos indicus cows I: basis for development of protocols*. Theriogenology, 2009. **72**(2): p. 179-89.
12. Binelli, M., et al., *Evolution in fixed-time-from synchronization of ovulation to improved fertility*. 2014(Proceedings 9th IRRS).
13. Lamb, G.C., et al., *Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin F2alpha for ovulation control in postpartum suckled beef cows*. J Anim Sci, 2001. **79**(9): p. 2253-9.
14. Bello, N.M., J.P. Steibel, and J.R. Pursley, *Optimizing ovulation to first GnRH improved outcomes to each hormonal injection of ovsynch in lactating dairy cows*. J Dairy Sci, 2006. **89**(9): p. 3413-24.
15. Abreu, F., et al., *The effect of follicle age on pregnancy rate in beef cows*. Journal of animal science, 2014. **92**(3): p. 1015-1021.

XX Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos

16. Perry, G., et al., *Relationship between size of the ovulatory follicle and pregnancy success in beef heifers*. Journal of animal science, 2007. **85**(3): p. 684-689.
17. Sá Filho, O., et al., *Progesterone-based estrous synchronization protocols in non-suckled and suckled primiparous Bos indicus beef cows*. Animal reproduction science, 2010. **119**(1): p. 9-16.
18. Sá Filho, O., et al., *Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for Bos indicus cows II: Strategies and factors affecting fertility*. Theriogenology, 2009. **72**(2): p. 210-218.
19. Waldmann, A., et al., *The effects of ovarian function on estrus synchronization with PGF in dairy cows*. Theriogenology, 2006. **66**(5): p. 1364-1374.
20. Cerri, R.L., et al., *Period of dominance of the ovulatory follicle influences embryo quality in lactating dairy cows*. Reproduction, 2009. **137**(5): p. 813-823.
21. Townson, D., et al., *Relationship of fertility to ovarian follicular waves before breeding in dairy cows*. Journal of animal science, 2002. **80**(4): p. 1053-1058.
22. Dias, H.P., et al., *High progesterone concentration has a negative effect on the expression of LH receptors in granulosa cells from Nelore heifers*. Proceedings of the 28th Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society, 2014.
23. Ginther, O., et al., *Selection of the dominant follicle in cattle: role of estradiol*. Biology of reproduction, 2000. **63**(2): p. 383-389.
24. Gong, J., et al., *Effects of chronic treatment with a gonadotrophin-releasing hormone agonist on peripheral concentrations of FSH and LH, and ovarian function in heifers*. Journal of reproduction and fertility, 1995. **105**(2): p. 263-270.
25. Savio, J., et al., *Regulation of dominant follicle turnover during the oestrous cycle in cows*. Journal of reproduction and fertility, 1993. **97**(1): p. 197-203.
26. Schallenberger, E., et al., *Pulsatile secretion of gonadotrophins, ovarian steroids and ovarian oxytocin during prostaglandin-induced regression of the corpus luteum in the cow*. Journal of reproduction and fertility, 1984. **71**(2): p. 493-501.
27. Bó, G., P. Baruselli, and M. Martinez, *Pattern and manipulation of follicular development in Bos indicus cattle*. Animal Reproduction Science, 2003. **78**(3): p. 307-326.
28. Martins, T., et al., *Effect of progesterone concentrations, follicle diameter, timing of artificial insemination, and ovulatory stimulus on pregnancy rate to synchronized artificial insemination in postpubertal Nelore heifers*. Theriogenology, 2014. **81**(3): p. 446-53.
29. Luo, W., et al., *The role of luteinizing hormone in regulating gene expression during selection of a dominant follicle in cattle*. Biol Reprod, 2011. **84**(2): p. 369-78.
30. Allrich, R.D., *Endocrine and neural control of estrus in dairy cows*. J Dairy Sci, 1994. **77**(9): p. 2738-44.
31. J. A. Atkins, M.F.S., * K. J. Wells,*2 and T. W. Geary†3, *Factors affecting preovulatory follicle diameter and ovulation rate after gonadotropin-releasing hormone in postpartum beef cows. Part I: Cycling cows*¹. Journal of Animal Science, December 4, 2014.
32. Perry, G.A., et al., *Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2005. **102**(14): p. 5268-73.
33. Perry, G.A., et al., *Relationship between size of the ovulatory follicle and pregnancy success in beef heifers*. J Anim Sci, 2007. **85**(3): p. 684-9.
34. Crisman, R.O., L.E. McDonald, and F.N. Thompson, *Effects of progesterone or estradiol on uterine tubal transport of ova in the cow*. Theriogenology, 1980. **13**(2): p. 141-54.

XX Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos

35. Crisman, R.O., L.E. McDonald, and C.E. Wallace, *Oviduct (uterine tube) transport of ova in the cow*. Am J Vet Res, 1980. **41**(4): p. 645-7.
36. Perry, G.A. and B.L. Perry, *Effects of standing estrus and supplemental estradiol on changes in uterine pH during a fixed-time artificial insemination protocol*. J Anim Sci, 2008. **86**(11): p. 2928-35.
37. Perry, G.A. and B.L. Perry, *Effect of preovulatory concentrations of estradiol and initiation of standing estrus on uterine pH in beef cows*. Domest Anim Endocrinol, 2008. **34**(3): p. 333-8.
38. Roper, D.A., *Characterization of the Reproductive Tract in Recipients for Bovine Embryo Transfer: pH and Bacterial Presence*. 2014.
39. Chenault, J.R., et al., *Transitory changes in plasma progestins, estradiol, and luteinizing hormone approaching ovulation in the bovine*. J Dairy Sci, 1975. **58**(5): p. 709-17.
40. Burke, C., et al., *Effects of maturity of the potential ovulatory follicle on induction of oestrus and ovulation in cattle with oestradiol benzoate*. Animal reproduction science, 2001. **66**(3): p. 161-174.
41. Mussard, M., et al., *Influence of premature induction of a luteinizing hormone surge with gonadotropin-releasing hormone on ovulation, luteal function, and fertility in cattle*. Journal of animal science, 2007. **85**(4): p. 937-943.
42. Mussard, M., C. Burke, and M. Day. *Ovarian follicle maturity at induced ovulation influences fertility in cattle*. in *Society for Theriogenology annual conference and symposium.*, Columbus, OH. p. 2003.
43. Pohler, K.G., et al., *Predicting Embryo Presence and Viability*. Adv Anat Embryol Cell Biol, 2015. **216**: p. 253-70.
44. Pohler, K.G., et al., *Use of bovine pregnancy associated glycoproteins (bPAGs) to diagnose pregnancy and predict late embryonic mortality in postpartum Nelore beef cows*. Theriogenology, 2016. **Accepted**.
45. Pereira, M., M. Wiltbank, and J. Vasconcelos, *Expression of estrus improves fertility and decreases pregnancy losses in lactating dairy cows that receive artificial insemination or embryo transfer*. J Dairy Sci, 2015.