



Efeito do tratamento com gonadotrofina na transferência de embriões nos resultados de prenhez em bovinos

Effect of gonadorelin treatment in embryo transfer on pregnancy outcomes in cattle

Melissa Lobato Defendor¹ , Ana Cláudia Fagundes Faria¹ , Gustavo Pereira Cadima¹ , Mayara Mafra Soares¹ , Ricarda Maria dos Santos^{*1} 

¹ Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

*autora correspondente: ricarda.santos@ufu.br

Resumo: Objetivou-se avaliar os efeitos da administração de análogo da gonadorelina no momento da transferência de embrião em tempo fixo (TETF), da categoria da receptora e da estação do ano na prenhez por TETF aos 30 (P/TETF 30) e 60 (P/TETF60) após o estro e nas perdas gestacionais (PG). As receptoras foram distribuídas aleatoriamente: grupo tratado (n = 624), onde as receptoras receberam injeção intramuscular de 0,2 mg de gonadorelina (Fertagyl®) na TETF e grupo controle (n = 687) permaneceu sem tratamento. As receptoras foram previamente tratadas com protocolo de sincronização à base de progesterona e estradiol. Todos os embriões foram produzidos *in vitro*. Os dados foram analisados por regressão logística multivariada, utilizando o procedimento GLIMIX do SAS. Foi detectada maior P/TETF30 (45,8 vs. 40,0%; P = 0,03) e P/TETF60 (43,0 vs. 37,0%; P = 0,01) no grupo tratado. Houve tendência de redução da PG no grupo tratado (4,0 vs. 7,0%; P = 0,09). Vacas secas (2,70%) e vacas em lactação (2,47%) apresentaram menor PG (P = 0,001), em comparação com novilhas (10,42%). Na estação primavera/verão a P/TETF60 foi menor (P = 0,024). Maior PG tendeu a ocorrer na estação mais quente. O tratamento com gonadorelina no momento do TETF aumentou a prenhez por TE aos dias 30 e 60 e reduziu o PG. Vacas receptoras secas e lactantes apresentaram menor taxa de PG em comparação com novilhas. Além disso, a TE realizada nas estações mais quentes do ano resultou em menor taxa de prenhez aos 60 dias e maior PG.

Palavras-chave: eficiência reprodutiva; gado de leite; reprodução.

Abstract: The objectives were to evaluate the effects of recipient category, season and administration of a gonadorelin analogue at the time of fixed-time embryo transfer (FTET) on pregnancy per FTET at 30 and 60 days after oestrus and on pregnancy losses (PL). Recipients were randomly assigned to: treated group (n = 624), in which recipients received

Recebido: 30 de maio, 2023. Aceito: 31 de outubro, 2023. Publicado: 15 de janeiro, 2024.

an intramuscular injection of 0.2 mg of gonadorelin (Fertagyl®) at FTET; or a control group (n = 687) that remained untreated. Recipients were previously treated with a synchronisation protocol based on progesterone and oestradiol. All embryos were produced *in vitro*. The data with binomial distribution were analysed by multivariate logistic regression, using the GLIMIX procedure of SAS. Higher P/FTET was observed at 30 days (45.8 vs. 40.0%; $P = 0.03$) and 60 days (43.0 vs. 37.0%; $P = 0.01$) in the treated group. There was a tendency toward reduced PL in the treated group (4.0 vs. 7.0%; $P = 0.09$). Dry cows (2.70%) and lactating cows (2.47%) had less PL ($P = 0.001$) compared with heifers (10.42%). In the spring/summer season the P/FTET at 60 days was smaller ($P = 0.024$). Greater PL tended to occur in the warmer season. Treatment with gonadorelin at the time of bovine ET increased the pregnancy per ET at days 30 and 60 and reduced PL. Additionally, dry and lactating recipient cows showed a lower PL rate compared to heifers. Furthermore, ET performed in the warmer seasons of the year resulted in a lower pregnancy rate at day 60 and greater PL.

Keywords: reproductive efficiency; dairy cattle; reproduction.

1. Introdução

A transferência de embriões (TE) é uma importante biotécnica para a produção animal, sendo uma ferramenta para a multiplicação de animais de mérito genético superior⁽¹⁾. Segundo Viana⁽²⁾, em 2020 foram produzidos mais de 1,1 milhão de embriões *in vitro* em todo o mundo. Isto mostra o grande potencial e a importância desta biotécnica na reprodução bovina⁽²⁾. Apesar do crescimento do uso de TE em bovinos, seus resultados permanecem inconsistentes. Receptoras de embriões produzidos *in vitro* (PIVE) apresentam menores taxas de concepção e maior perda gestacional em comparação com as vacas que recebem embriões produzidos *in vivo* e inseminação artificial⁽³⁾. Portanto, estudos que busquem criar novas estratégias para aumentar a eficiência dos programas de produção de embriões *in vitro* e TE devem ser desenvolvidos.

Dentre vários fatores que podem influenciar o sucesso da TE, a qualidade do corpo lúteo (CL) desempenha papel importante na manutenção da prenhez⁽⁴⁾. A qualidade do CL está correlacionada com a concentração sérica de progesterona (P4), responsável pela concepção e desenvolvimento embrionário intrauterino⁽⁵⁾. O aumento da concentração sérica de P4 imediatamente após a inseminação tem função na manutenção da prenhez e na promoção do desenvolvimento adequado do conceito⁽⁶⁻⁸⁾. Indiretamente, a presença de P4 no ambiente uterino modifica a expressão gênica endometrial⁽⁹⁾, que por sua vez possibilita o desenvolvimento do embrião e a produção de interferon tau. O efeito direto da P4 no alongamento do embrião não foi totalmente elucidado. Porém, a presença de P4 em níveis adequados, antes mesmo da deposição do embrião por meio da inovulação, prepara o ambiente uterino, tornando-o mais receptivo ao embrião e favorecendo o seu desenvolvimento⁽¹⁰⁾.

O tratamento pós-ovulatório com hormônios luteotrópicos na primeira semana do ciclo estral, como a gonadotrofina coriônica humana (hCG) e o hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), pode melhorar as taxas de prenhez e reduzir as perdas gestacionais⁽¹¹⁻¹²⁾. Esses

hormônios promovem a formação de um CL acessório e, conseqüentemente, aumento na concentração sérica de P4. Outra explicação para o aumento da taxa de prenhez foi descrita em vacas tratadas com hormônios luteotrópicos, a maior concentração de P4, causada pela formação de um CL acessório, leva a uma melhor modulação do crescimento folicular. Assim, os folículos que crescem nestas condições são geralmente menores e, portanto, produzem menos estrogênio. Neste momento, concentrações elevadas de estrogênio não são desejáveis, pois podem aumentar a possibilidade de luteólise, o que interromperia a gestação⁽¹¹⁾. Devido aos resultados inconsistentes da transferência de embriões em tempo fixo (TETF) e à eficácia controversa dos hormônios luteotrópicos no aumento da taxa de prenhez⁽¹³⁾, mais pesquisas nesta área são necessárias.

Os objetivos com este estudo foram avaliar os efeitos da administração de um análogo da gonadorelina (Fertagyl®) no momento do TETF, da categoria da receptora, e da estação do ano na prenhez por TETF aos 30 (P/TETF 30) e 60 (P/TETF60) dias após o estro e nas perdas gestacionais (PG).

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado em 11 fazendas comerciais de Uberlândia, Minas Gerais, Sudeste do Brasil, no período de julho de 2015 a julho de 2016. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, megatérmico, com verões quentes e chuvosos (outubro a março) e invernos frios e secos (abril a setembro)⁽¹⁴⁾. Nas estações primavera/verão, a temperatura média foi de 24,97 °C e a umidade relativa do ar foi de 69,05% e, nas estações outono/inverno, a temperatura média foi de 22,29 °C e a umidade relativa do ar foi de 49,34%⁽¹⁴⁾. Este trabalho foi conduzido de acordo com os Princípios Éticos em Experimentação Animal, aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) sob protocolo número 041/14.

2.1 Doadoras e embriões

Foram utilizadas 144 doadoras de ovócitos e sêmen de 38 touros diferentes. As doadoras não foram submetidas a nenhum protocolo hormonal e seus ovócitos foram coletados por aspiração folicular guiada por ultrassom (OPU). O intervalo entre OPU em cada doadora foi de pelo menos dois meses. Todos os embriões foram produzidos *in vitro*. Os embriões foram classificados pelos técnicos de laboratório de acordo com seu estágio de desenvolvimento (de 1 a 9) e sua qualidade morfológica (de 1 a 4)⁽²⁾. Foram utilizados apenas embriões classificados como grau 1 para qualidade morfológica e nos estágios de desenvolvimento três (mórula), quatro (mórula compacta), cinco (blastocisto inicial), seis (blastocisto), sete (blastocisto expandido) ou oito (blastocisto eclodido)⁽¹⁶⁾. Foram utilizados embriões das raças Nelore (80), Gir (530) e Girolando (701). Os embriões foram transferidos a fresco de acordo com a ordem em que foram alocados no transportador de embriões.

2.2 Receptoras e tratamento

Para serem elegíveis para o programa TETF, as receptoras mestiças não poderiam apresentar nenhuma doença clínica. Além disso, o escore de condição corporal (ECC) deveria estar entre 3 e 3,75, em uma escala de 1 a 5⁽¹⁷⁾. As receptoras selecionadas foram divididas aleatoriamente em dois grupos: o grupo tratado (n = 624, tratado com 0,2 mg de gonadorelina (Fertagyl®) no dia do TETF e o grupo controle (n = 687, não tratado).

O protocolo hormonal utilizado para sincronizar a ovulação das receptoras foi: D0: inserção do dispositivo intravaginal P4 (FertilCare®) com dosagem de 1,2 g e aplicação intramuscular de 2,0 mg de benzoato de estradiol (FertilCare Sincronização®); D7: administração de 0,526mg de cloprostenol sódico (Sincrosin®) por via intramuscular; D9: administração de 0,526mg de cloprostenol sódico (Sincrosin®) por via intramuscular + 1mg de cipionato de estradiol (FertilCare Ovulação®) por via intramuscular + retirada do dispositivo intravaginal; D18: as receptoras foram submetidas a exame ultrassonográfico transretal e apenas aquelas que apresentavam pelo menos uma CL foram consideradas elegíveis para o programa TETF. Os embriões foram transferidos para o corno uterino ipsilateral do ovário que possuía o CL, sendo administrada ou não 0,2 mg de gonadorelina i.m. (Fertagyl®). Os embriões foram designados as receptoras de forma aleatória. As avaliações de saúde, ECC e ovários foram realizadas pelo mesmo veterinário, assim como todas as inovulações e diagnósticos de gestação.

2.3 Diagnósticos de prenhez e coleta de dados

O diagnóstico de prenhez foi realizado por exame ultrassonográfico transretal, 23 ± 5 dias após o TETF. Cerca de 30 ± 5 dias depois, os animais diagnosticados como gestantes foram reexaminados. A prenhez por TETF aos 30 dias de gestação (P/TETF 30) foi calculada pela razão entre o número de animais gestantes na primeira avaliação e o número total de TETF. A prenhez por TETF aos 60 dias de gestação (P/TETF 60) foi calculada pela razão entre o número de animais gestantes na segunda avaliação e o número total de TETF. A perda de gestação (PG) foi calculada pela razão entre o número de perdas de gestação entre o primeiro e o segundo diagnóstico e o número de animais gestantes no primeiro diagnóstico. O resultado dessas divisões foi multiplicado por 100 para obter o valor percentual. Também foram coletados dados sobre a estação do ano em que a TETF foi realizada (primavera/verão e outono/inverno) e a categoria receptora (novilhas, vacas lactantes e vacas secas).

2.4 Análise estatística

Os dados com distribuição binomial (P/TETF30, P/TETF60 e PG) foram analisados por regressão logística multivariada, utilizando o procedimento GLIMIX do SAS, versão 9.2 (SAS/STAT, SAS Institute Inc., Cary, NC). No primeiro modelo foram avaliados os efeitos do tratamento, estação do ano da TETF, categoria da receptora, bem como possíveis efeitos de interação sobre P/TETF 30, P/TETF60 e PG. Uma vez que nenhum efeito das possíveis interações foi detectado, elas foram retiradas do modelo final. Considerou-se significância estatística quando $P \leq 0,05$ e tendência estatística quando $0,05 < P \leq 0,10$.

3. Resultados

O tratamento afetou tanto P/TETF30 (P = 0,03) quanto P/TETF60 (P = 0,01). O tratamento com gonadorelina no dia 7 tendeu (P = 0,09) a reduzir a PG (7% e 4% para os grupos controle e tratado, respectivamente, Tabela 1).

Tabela 1 Efeito do tratamento com gonadorelina na prenhez aos 30 dias, 60 dias e perda gestacional

Grupo	P/TETF30 % (n)	P/TETF60 % (n)	PG % (n)
Controle	40,0 (247/624) ^a	37,0 (230/624) ^a	7,0 (17/247) ^a
Tratamento	45,8 (312/687) ^b	43,0 (299/687) ^b	4,0 (13/312) ^b
P valor	0,03	0,01	0,09

Não houve efeito da categoria receptora sobre P/TETF30 e P/TETF60, porém, as novilhas tiveram maior PG (P = 0,001), quando comparadas com vacas secas e vacas em lactação (Tabela 2). A estação do TETF afetou a gestação por TETF aos 60 dias (P = 0,024) e tendeu a afetar (P = 0,095) a PG. Durante a estação primavera/verão, a PG tendeu a ser maior em relação ao outono/inverno. Consequentemente, a P/TETF60 foi maior nas estações outono/inverno (Tabela 3).

Tabela 2 Efeito da categoria receptora na prenhez aos 30 e 60 dias e perda gestacional.

Categoria Animal (n)	P/TETF 30(%)	P/TETF 60(%)	PG(%)
Novilha (607)	45,14	41,52	10,42 ^a
Vaca seca (537)	40,22	39,11	2,70 ^b
Vaca em lactação (167)	41,32	40,12	2,47 ^b
P valor	0,160	0,544	0,001

^{a,b} Valores com letras diferentes são estatisticamente diferentes (P ≤ 0,05)

Tabela 3 Efeito da estação da TETF na prenhez aos 30 e 60 dias e perda de gestação.

Estação da TETF (n)	P/TETF 30 (%)	P/TETF 60 (%)	PG (%)
Primavera/Verão (775)	40,77	37,10 ^a	7,71 ^a
Outono/Inverno (536)	45,34	44,03 ^b	4,43 ^b
P valor	0,101	0,024	0,095

4. Discussão

Um dos objetivos deste estudo foi avaliar se o tratamento com gonadorelina no momento do TE melhoraria ou não a prenhez por TETF aos 30 e 60 dias. Os resultados deste estudo mostraram que os grupos tratados com gonadorelina no momento do TETF tiveram resultados aumentados na prenhez quando comparados ao grupo controle (5,8% aos 30 dias e 6% aos 60 dias; Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Marques *et al.* ⁽¹¹⁾, em que animais tratados com GnRH apresentaram maior P/TE em comparação ao grupo controle. Vasconcelos *et al.* ⁽¹²⁾ também encontraram maior P/TE em receptoras tratadas com hCG e GnRH, em comparação ao grupo controle. Juntos, estes estudos mostram que a administração de um indutor de ovulação pode ser eficaz para melhorar os resultados da prenhez em programas de TE.

Segundo Guerra *et al.* ⁽¹⁸⁾, o tratamento com gonadorelina, ao fazer com que o folículo dominante da primeira onda folicular ovule e forme um CL acessório, pode melhorar a P/TE da receptora. Esse tratamento provoca aumento na concentração de P4⁽¹⁹⁾, o que é de fundamental importância para o desenvolvimento do conceito e manutenção da prenhez. Além disso, a alta concentração de P4 proporciona um ambiente uterino mais favorável ao alongamento do conceito, o que influencia positivamente a produção de interferon tau e o reconhecimento materno da gestação⁽²⁰⁾.

Uma segunda possível explicação para os resultados encontrados é que a ovulação do folículo dominante na primeira onda folicular levando à formação de um CL acessório e o consequente aumento na concentração de P4 inibem a presença de um novo folículo dominante no momento do reconhecimento materno da gestação, reduzindo a possibilidade de elevação do estradiol circulante e o desenvolvimento do gatilho luteolítico neste período crítico da gestação⁽¹¹⁾. Um estudo que caracterizou o desenvolvimento folicular e luteal e a luteólise em vacas Holandesas lactantes não inseminadas que formaram CL acessório em resposta ao tratamento com hCG após a ovulação, mostrou que a formação de CL acessório alterou a luteólise natural e a ovulação subsequente ao tratamento, que são eventos fisiológicos críticos na regulação da duração do ciclo estral, mas um possível atraso na luteólise poderia ser benéfico para os resultados de prenhez após a TE⁽²¹⁾.

Em contrapartida, alguns estudos demonstraram que o uso de medicamentos que promovem a formação de um CL acessório não melhora a prenhez nas receptoras⁽¹³⁾. Guerra *et al.* ⁽¹⁸⁾ não encontraram melhora na taxa de concepção de animais tratados com GnRH. Segundo os autores, isso pode ter ocorrido porque ambos os grupos, tratado e controle, apresentaram alta fertilidade e baixa PG. Portanto, o tratamento com GnRH de 5 a 7 dias após a ovulação pode não ser eficiente em rebanhos com bons resultados de fertilidade.

Loiola *et al.* ⁽¹³⁾ relataram menor taxa de prenhez para um grupo tratado com GnRH. No entanto, o protocolo utilizado incluía a administração de gonadotrofina coriônica equina (eCG). Segundo Baruselli *et al.* ⁽²²⁾, o protocolo utilizado para sincronização das receptoras pode influenciar a P/TE. Protocolos que utilizam eCG geralmente levam a um maior desenvolvimento do folículo dominante e, consequentemente, à formação de um CL maior. Um CL

maior tem maior capacidade de produção de P4, levando a uma prenhez maior. O uso de eCG também pode aumentar a taxa de ovulação dupla quando administrado durante a fase inicial da onda folicular, aumentando as concentrações de P4 após a ovulação. Como o uso de eCG já aumenta as concentrações de P4, o tratamento com GnRH após a ovulação pode não influenciar as taxas de P/TE neste caso. Isso pode explicar os resultados encontrados por Loiola et al. ⁽¹³⁾, que divergem dos resultados do presente estudo.

O tratamento com gonadorelina tendeu a reduzir a taxa de PG ($P = 0,095$; Tabela 1). Alguns estudos que administraram diferentes drogas luteotrópicas encontraram resultados semelhantes ao presente estudo⁽²³⁾. Niles et al. ⁽²³⁾, observaram redução da PG entre o primeiro e o segundo diagnóstico de gestação (dias 32 a 67) em novilhas tratadas com hCG no dia da TETF (7 dias após a ovulação). Guerra et al. ⁽¹⁸⁾, estudando a administração de GnRH no 5º dia do ciclo estral de novilhas Holandesas e mestiças, relataram efeito da qualidade embrionária na taxa de PG. Os animais que receberam embriões no estágio 7 de desenvolvimento (blastocisto expandido) tiveram menor percentual de perdas gestacionais do que as demais receptoras. Além disso, o efeito da presença de um CL acessório nesses animais potencializou a redução da PG. Essa redução da PG chegou até a 50%. Segundo os autores, o estágio embrionário e a presença de CL acessório (responsável por maiores concentrações de P4) são fatores que possivelmente contribuíram para a diminuição da PG.

Não foi detectado efeito da categoria da receptora (novilhas, vacas secas e vacas lactantes) na prenhez por TE aos 30 dias e 60 dias, porém as novilhas apresentaram maior PG quando comparadas aos demais grupos ($P = 0,001$; Tabela 2). Esses resultados foram contrários ao esperado, uma vez que a maioria dos dados da literatura mostra que novilhas tendem a ter melhores resultados gestacionais e menos perdas gestacionais⁽²⁴⁾. Contudo, a taxa de PG para novilhas deste estudo foi semelhante aos valores encontrados em outros estudos⁽²⁵⁾. Assim, essa diferença pode ser devida a baixa taxa de PG encontrado para as outras duas categorias de receptoras (vacas secas e lactantes). Normalmente, são observadas taxas reduzidas de P/TE e altas de PG para vacas em lactação de alta produção⁽²⁶⁾. Como as vacas receptoras utilizadas no presente estudo eram vacas de baixa produção ou secas, o efeito negativo da produção de leite pode não ter impactado as taxas de PG, explicando assim os baixos valores encontrados.

Em estudo que utilizou hCG, como indutor de ovulação, foi observada maior concentração de P4 no 12º dia após a IA, e independente da paridade, a prenhez melhorou apenas nas vacas primíparas, em comparação à vaca múltipara⁽²⁷⁾. Em contraste com os presentes resultados, Silva et al. (2023) ⁽²⁸⁾ em estudos com *Bos indicus* observaram que a administração de dose única de GnRH foi capaz de induzir a ovulação em novilhas, mas não em vacas. Segundo os autores, uma possível razão para este achado é que a ovulação em novilhas pode exigir um pico de LH mais baixo em comparação com vacas, levando a um possível efeito de paridade a nível folicular, impactando a resposta ovulatória.

Foi encontrado efeito da estação do ano ($P = 0,024$) na P/TETF60. As receptoras que foram submetidos à TETF no outono/inverno apresentaram melhor desempenho reprodutivo em comparação aos animais onde a TETF foi realizada na primavera/verão (Tabela 3). Demétrio et al. ⁽²⁹⁾ relataram que o aumento da temperatura corporal dos animais no sétimo

dia após a ovulação tem efeito negativo na gestação aos 28 dias em animais submetidos a TE. Da mesma forma, Ferraz et al.⁽³⁰⁾, avaliaram a relação entre o índice de temperatura e umidade (ITU) com a taxa de concepção, observando que a taxa de concepção para vacas e novilhas diminuiu com o aumento do ITU. Eles também demonstraram que as vacas são mais sensíveis ao estresse térmico indicado pelo ITU em comparação com as novilhas. Segundo Sartori et al.⁽³¹⁾, quando comparadas às novilhas, é mais difícil para as vacas regular a temperatura corporal em resposta ao clima quente. Esta maior susceptibilidade ao estresse térmico contribui para taxas de concepção mais baixas durante as estações quentes.

No presente estudo, a estação do ano em que foi realizado a TETF tendeu a afetar a PG ($P = 0,095$). Nas estações mais quentes (primavera/verão) a PG foi maior do que nas estações mais frias (outono/inverno) (Tabela 3). Garcia-Ispuerto et al.⁽³²⁾ também avaliaram a influência do estresse térmico na PG, e observaram maior taxa de PG nos meses mais quentes quando comparados aos períodos mais frios. Segundo os autores, o ITU elevado durante a quarta semana de gestação pode impactar negativamente a taxa de prenhez e contribuir para a PG devido à sensibilidade do embrião ao estresse térmico durante o período de implantação. Nanas et al. (2021)⁽³³⁾ analisando vacas inseminadas artificialmente encontraram maior taxa de prenhez no inverno em comparação ao verão. Também encontraram maior PG no verão. Segundo os autores, esses resultados podem ser decorrentes principalmente da insuficiência lútea. Com base nisso, podemos inferir que o tratamento com GnRH após a TE não foi suficiente para prevenir PG durante o verão.

5. Conclusão

O tratamento com gonadorelina no momento da TE bovina aumentou a prenhez por transferência de embriões aos 30 e 60 dias e reduziu a perda de gestação. Além disso, vacas receptoras secas e lactantes apresentaram menor taxa de perda de gestação em comparação às novilhas, e a transferência de embriões realizada nas estações mais quentes do ano (primavera/verão) resultou em menor taxa de prenhez aos 60 dias e maior taxa de perda de gestação.

Conflito de interesses

Não há conflito de interesses entre os autores.

Contribuição dos autores

Conceituação: M. L. Defensor and R. M. Santos. *Curadoria de dados:* M. L. Defensor, M. M. Soares and R. M. Santos. *Análise formal:* M. L. Defensor, A. C. F. Faria, G. P. Cadima and R. M. Santos. *Aquisição de financiamento:* R. M. Santos. *Investigação:* M. L. Defensor, A. C. F. Faria, G.P. Cadima, M. M. Soares and R. M. Santos. *Metodologia:* M. L. Defensor and R. M. Santos. *Administração do projeto:* R. M. Santos. *Recursos:* M. L. Defensor and R. M. Santos. *Software:* Não aplicável. *Supervisão:* R. M. Santos. *Validação:* M. L. Defensor and R. M. Santos. *Visualização:* M. L. Defensor, A. C. F. Faria, G.P. Cadima and M. M. Soares. *Redação- rascunho original:* M. L. Defensor, A. C. F. Faria, G. P. Cadima and M. M. Soares. *Redação- revisão e edição:* M. L. Defensor, A. C. F. Faria, G. P. Cadima and M. M. Soares.

Agradecimentos

Agradamos o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Bolsa de Produtividade em Pesquisa – R. M. Santos). Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001.

Referências

1. Batista EOS, Guerreiro BM, Freitas BG, Silva JCB, Vieira LM, Ferreira RM, Rezende RG, Basso AC, Lopes RNVR, Rennó FP. Plasma anti-Müllerian hormone as a predictive endocrine marker to select *Bos taurus* (Holstein) and *Bos indicus* (Nelore) calves for *in vitro* embryo production. Domestic Animal Endocrinology. 2016; 54, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2015.08.001>
2. Viana JHM. 2020 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. Embryo Technology Newsletter. 2022; 39, 24–38
3. Sartori R, Prata AB, Figueiredo ACS, Sanches BV, Pontes GCS, Viana JHM. Update and overview on assisted reproductive technologies (arts) in Brazil. Anim. Reprod. 2016; 13, 300–312. <http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-AR873>
4. Diskin MG, Morris DG. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. Reproduction in Domestic Animals. 2008; 43, 260–267. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x>
5. Wiltbank MC, Souza AH, Carvahlo PA, Cunha AP, Giordano JO, Fricke PM. Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. Animal. 2014; 8(1), 70–81. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000585>
6. Inskeep EK. Preovulatory, postovulatory, and post maternal recognition effects of concentrations of progesterone on embryonic survival in the cow. Journal of Animal Science. 2004; 82, 24–39. https://doi.org/10.2527/2004.8213_supplE24x
7. Stronge AJH, Sreenan JM, Diskin MG, Mee JF, Kenny DA, Morris DG. Post-insemination milk progesterone concentration and embryo survival in dairy cows. Theriogenology. 2005; 64, 1212–1224. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.02.007>
8. Mcneil RE, Diskin MG, Sreenan JM, Morris DG. Associations between milk progesterone on different days and with embryo survival during the early luteal phase in dairy cows. Theriogenology. 2006; 65, 1435–1441. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.08.015>
9. Lonergan P, Forde N. Maternal-embryo interaction leading up to the initiation of implantation of pregnancy in cattle. Animal. 2014; 8, 64–69. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000470>
10. Geisert RD, Short EC, Zavy MC. Maternal recognition of pregnancy. 1991; 282, 87–298.
11. Marques MO, Nasser LF, Silva RCP, Bó GA, Sales JNS, Sá Filho MF, Reis EL, Binelli M, Baruselli PS. Follicular dynamics and pregnancy rates in *Bos taurus* x *Bos indicus* embryo transfer recipients treated to increase plasma progesterone concentrations. Anim. Reprod. 2012; 9, 111–119.
12. Vasconcelos JLM, Sá Filho OG, Justolin PLT, Morelli P, Aragon FL, Veras MB, Soriano S. Effects of post breeding gonadotropin treatments on conception rates of lactating dairy cows subjected to timed artificial insemination or embryo transfer in a tropical environment. Journal of Dairy Science. 2011; 94, 223–234. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3462>
13. Loiola MVG, Pereira DFC, Vasconcelos LV, Lima MCC, Ferraz PA, Rodrigues A, Bittencourt RF, Jesus EO, Ribeiro Filho AL. Taxa de gestação de receptoras de embriões bovinos tratadas com um análogo do GnRH no momento da inovação. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 2014; 15, 782–789.
14. Rosa R. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia-MG. Sociedade & Natureza. 1991; 3, 91–108.
15. IGUFU – Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. 2017. Localizado em: Av. João Naves de Ávila, 2121 – Bloco 1H – Sala 1H 18A, Campus Santa Mônica – Uberlândia – MG – CEP 38400-902.
16. Bó GA, Mapletoft, RJ. Evaluation and classification of bovine embryos. Anim. Reprod. 2013; 10, 168–173.
17. Klopčič M, Hamoen A, Bewley J. Body condition scoring of dairy cows. University of Ljubljana Biotechnical Faculty. Slovenia. 2011; 1–44.
18. Guerra AG, Sala RV, Sala LC, Baez GM, Motta JCL, Fosado M, Moreno JF, Wiltbank MC. Postovulatory treatment with GnRH on day 5 reduces pregnancy loss in recipients receiving an *in vitro* produced expanded blastocyst. Theriogenology. 2020; 14, 202–210. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.05.010>

19. Cabrera EM, Lauber MR, Peralta EM, Bilby TR, Fricke PM. Human chorionic gonadotropin dose response for induction of ovulation 7 days after a synchronized ovulation in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science communications*. 2021; 2(1), 35-40. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2020-0024>
20. Maillou V, Rizos D, Besenfelder U, Havlicek V, Kelly AK, Garrett M, Lonergan P. Influence of lactation on metabolic characteristics and embryo development in postpartum Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2012; 95, 3865–3876. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5270>
21. Cunha TO, Statz LR, Domingues RR, Andrade JPN, Wiltbank MC, Martins JPN. Accessory corpus luteum induced by human chorionic gonadotropin on day 7 or days 7 and 13 of the estrous cycle affected follicular and luteal dynamics and luteolysis in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(3), 2631-2650. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20619>
22. Baruselli PS, Reis EL, Carvalho NAT, Carvalho JBP. eCG increase ovulation rate and plasmatic progesterone concentration in Nelore (*Bos indicus*) heifers treated with progesterone releasing device. *Anais. Belo Horizonte, MG*. 2004.
23. Niles AM, Fricke HP, Carvalho PD, Wiltbank MC, Hernandez LL, Fricke PM. Effect of treatment with human chorionic gonadotropin 7 days after artificial insemination or at the time of embryo transfer on reproductive outcomes in nulliparous Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*. 2019; (102), 2593–2606. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15588>
24. Hasler JF. Forty years of embryo transfer in cattle: A review focusing on the journal *Theriogenology*, the growth of the industry in North America, and personal reminiscences. *Theriogenology*. 2014; 81, 152–169. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.09.010>
25. Scanavez AL, Campos CC, Santos RM. Taxa de prenhez e de perda de gestação em receptoras de embriões bovinos produzidos in vitro. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 2013; 65, 722–728. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000300017>
26. Vasconcelos JLM, Demétrio DGB, Santos RM, Chiari JR, Rodrigues CA, Filho OGS. Factors potentially affecting fertility of lactating dairy cow recipients. *Theriogenology*. 2006; 65, 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.09.030>
27. Zolini AM, Ortiz WG, Estrada-Cortes E, Ortega MS, Dikmen SERDAL, Sosa F, Giordano JO, Hansen PJ. Interactions of human chorionic gonadotropin with genotype and parity on fertility responses of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102(1), 846-856. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15358>
28. Silva LO, Motta JC, Oliva AL, Madureira G, Alves RL, Folchini NP, Silva MA, Silva TJB, Consentini CEC, Wiltbank MC, Sartori R. Influence of GnRH analog and dose on LH release and ovulatory response in *Bos indicus* heifers and cows on day seven of the estrous cycle. *Theriogenology*. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.10.015>
29. Demétrio DG, Santos RM, Demetrio CG, Vasconcelos JL. Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 2007; 90, 5073–5082. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0223>
30. Ferraz PA, Burnley C, Karanja J, Vieira-Neto A, Santos JEP, Chebel RC, Galvão KN. Factors affecting the success of a large embryo transfer program in Holstein cattle in a commercial herd in the southeast region of the United States. *Theriogenology*. 2016; 86, 1834–1841. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.05.032>
31. Sartori R, Sartor-Bergfelt R, Mertens SA, Guenther JN, Parrish JJ, Wiltbank MC. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *Journal of Dairy Science*. 2002; 85, 2803–2812. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74367-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74367-1)
32. Garcia-Ispuerto I, López-Gatius F, Santolaria, P, Yáñez, J. L, Nogareda C, López-Béjar M, De Rensis F. Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. *Theriogenology, Estados Unidos*. 2006; 65(4), 799–807. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.06.011>
33. Nanas I, Chouzouris TM, Dovolou E, Dadouli K, Stamperna K, Kateri I, Barbogianni M, Amiridis S.G. Early embryo losses, progesterone and pregnancy associated glycoproteins levels during summer heat stress in dairy cows. *Journal of thermal biology*. 2021; 98, 102951. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102951>