

Níveis de progesterona e os parâmetros reprodutivos no período periovulatório de vacas Nelore submetidas ao protocolo de IATF

Progesterone Levels and Reproductive Parameters
in the Perioovulatory Period of Nelore Cows under FTAI Protocol

Aldo Barbosa Sousa¹, Artur Azevedo Menezes¹, Lucas André Silva Batista¹, Marcus Vinicius Galvão Loiola^{1,2},
Rodrigo Freitas Bittencourt^{1,2}, Antonio de Lisboa Ribeiro Filho^{1,2} & Alexandra Soares Rodrigues¹

ABSTRACT

Background: Fixed Time Artificial Insemination (FTAI) has achieved a significant evolution in the last 18 years, however, despite the progress achieved by modern FTAI programs, the conception rates obtained are still low. Therefore, this study aimed to evaluate the interrelation between progesterone levels in the perioovulatory period and reproductive parameters of Nelore cows submitted to an FTAI protocol.

Materials, Methods & Results: On a random day, called day 0 (D0), 57 cows received a P4 device associated with the intramuscular (IM) application of 2.0 mg of estradiol benzoate. On D9, the P4 devices were removed and then were administered 500 µg of cloprostenol sodium IM; 0.6 mg of estradiol cypionate IM and 300 IUI of Equine Chorionic Gonadotrophin IM. Blood samples were collected for the determination of serum P4 concentrations on D9 and D11 of the protocol. The evaluations of follicular diameter (DFOL), follicular wall area (AFOL) and the vascularization area of the follicle wall (VFOL) were carried out on D11 using B-mode ultrasonography examination and colour Doppler, and then the artificial inseminations were performed. The evaluation of the corpus luteum diameter (CLD), of the total corpus luteum area (CLA), of the area of corpus luteum vascularization (CLV) and blood sampling for determination of post-ovulatory P4 levels (Post-P4) were performed on D24. For the analysis of the P4 concentration the chemiluminescence method was used, with a sensitivity of 0.1 ng/mL. According to the P4 concentrations on D11, cows were divided into 2 groups, LOW LEVELS OF P4 and HIGH LEVELS OF P4. The diagnosis of pregnancy was performed using transrectal ultrasonography on D45, at this point the cows were divided into 2 groups, PREGNANT and NON-PREGNANT. The correlation between DFOL and P4 dosage on D11 was moderate, negative and significant and between the AFOL and the serum P4 levels on D9, was moderate, negative and significant. As for the other correlations between follicular and luteal parameters and serum P4 levels, these were low to moderate, negative and not significant. Cows in the LOW LEVELS OF P4 group had significantly larger diameter and follicular areas than the cows in the HIGH LEVELS OF P4 group, the other follicular and luteal parameters showed no statistical difference. Of the total 57 cows that were inseminated, 30 cows became pregnant. Cows in the PREGNANT group had serum P4 levels on D9 equivalent to that obtained by the NON-PREGNANT group. However, at D11 the cows that became pregnant presented significantly lower serum P4 levels than cows that did not become pregnant.

Discussion: The results of the interrelation between follicular parameters and P4 levels obtained in the present study, pointed out that the lower the levels of P4, the higher the follicular parameters, corroborating with other authors. Thus, larger preovulatory follicles provided high ovulation rates. Perioovulatory serum P4 levels did not significantly affect the morphofunctional parameters of the CL. Such findings may be justified by high perioovulatory P4 levels resulting from less efficient luteolysis, exert a negative effect on the results of FTAI protocols, because progesterone inhibits the release of LH pulses. It is concluded that lower perioovulatory P4 levels established a favourable condition for follicular development and fertility, however, morphofunctional parameters of the corpus luteum were not affected.

Keywords: follicular development, fertility, conception rate, ovarian hemodynamics, synchronization.

Descritores: crescimento folicular, fertilidade, índice de concepção, hemodinâmica ovariana, sincronização.

DOI: 10.22456/1679-9216.120702

Received: 14 January 2022

Accepted: 30 May 2022

Published: 28 June 2022

¹Multidisciplinary Center of the Barra Campus, Federal University of West Bahia (UFOB), Barra, BA, Brazil. ²School of Veterinary Medicine and Zootechnics (EMEVZ), Federal University of Bahia (UFBA), Salvador, BA. CORRESPONDENCE: A.B. Sousa [aldosousamedvet@gmail.com]. UFOB - Campus Barra, Av. 23 de Agosto n. 860. CEP 47100-000 Barra, BA, Brazil.

INTRODUÇÃO

A Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) alcançou uma evolução significativa nos últimos 18 anos, sendo que em 2020 apresentou um crescimento de 29,47% [4]. Apesar do progresso atingido pelos programas de IATF, os índices de concepção obtidos ainda são baixos, isto é, em torno de 50% [29].

Os protocolos de IATF baseiam-se no controle da emergência folicular por meio da associação de progestágenos e benzoato de estradiol, seguida da retirada dos dispositivos de progesterona (P4) e tratamento com luteolíticos que permitem o término da fase luteínica de forma sincronizada e, por fim, ésteres de estradiol são empregados no intuito de induzir o estro e a ovulação. O proestro trata-se do período entre a retirada do dispositivo de P4 e a IATF propriamente dita [7,35]. Durante este período deve ocorrer o declínio das concentrações séricas de P4 associada a regressão do corpo lúteo, concomitante ao aumento do estrógeno (E2) relacionado ao crescimento folicular, resultando na ovulação [16,25,29,34].

Alguns estudos tem relatado que as concentrações de P4 periovulatórias podem impactar na fertilidade em programas de IATF, por meio de alterações nas funções foliculares e luteais [17,26]. Neste contexto, um perfil endócrino com altos níveis de P4 neste período podem resultar em um comprometimento dos parâmetros morfológicos e funcionais foliculares e desencadear a formação de corpos lúteos que apresentam menor capacidade de produção de P4, afetando, assim, os índices de concepção [5,18,27].

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a inter-relação entre os níveis de progesterona no período periovulatório e os parâmetros reprodutivos de vacas Nelore submetidas a um protocolo para IATF.

MATERIAIS E MÉTODOS

Vacas e manejo

O experimento foi realizado entre os meses de agosto de 2019 e agosto de 2020, na Fazenda Belo Horizonte, localizada no município de Barra, região oeste da Bahia. A propriedade adotava um sistema extensivo de criação de animais em pastagem de capim-Buffel (*Cenchrus ciliaris*), com suplementação mineral e água *ad libitum*.

Foram utilizadas 57 vacas Nelore, cíclicas, lactantes, pertencentes à categoria plurípara, idade de 5

a 7 anos, escore de condição corporal (ECC) de em média 2,75, avaliado utilizando-se a escala de 1 a 5 [36].

Previamente ao início do protocolo de IATF, as vacas foram submetidas ao exame clínico-ginecológico e ultrassonografia transretal, utilizando-se um transdutor linear com frequência de 6,0 MHz (S2 VET®)¹, sendo consideradas aptas a participarem do experimento, aquelas que no momento da avaliação se apresentavam cíclicas, com ausência de anormalidades do trato reprodutivo e sem histórico de aborto. As vacas foram manipuladas em conformidade com a Comissão de Ética no Uso de Animais institucional (CEUA-UFOB, n°0026/2020).

Manejo reprodutivo geral

As vacas foram submetidas ao seguinte protocolo de sincronização: em um dia aleatório do ciclo estral denominado dia 0 (D0), elas receberam um dispositivo intravaginal de primeiro uso [contendo 1,0 g de progesterona (Sincrogest®)² associado a 2,0 mg de Benzoato de Estradiol (Sincrodiol®)² por via intramuscular (IM)]. No dia 9 (D9) foi realizada a remoção dos dispositivos intravaginais de progesterona e se aplicou 500 µg de cloprostenol sódico (Sincrocio®)² IM; 0,6 mg de cipionato de estradiol (SincroCP®)² IM e 300 UI de Gonadotrofina Coriônica Equina (Sincro eCG®)² IM.

No dia 11 (D11) do protocolo de sincronização foram realizadas as inseminações artificiais, utilizando sêmen criopreservado de um único touro da raça Nelore que se enquadrava dentro dos padrões mínimos estabelecidos pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA). No momento da IA, o sêmen foi descongelado a 37°C por 30 s e as inseminações foram efetuadas pelo mesmo técnico (Figura 1).

Avaliação dos parâmetros foliculares

Os exames ultrassonográficos foram realizados utilizando um aparelho portátil equipado com as funções modo B e doppler colorido (S2 VET®)¹, para as avaliações em modo B se empregou um transdutor transretal com frequência de 7,5 MHz. No modo Doppler colorido as configurações foram ajustadas na faixa de velocidade de 6 cm/s para detectar movimento das células sanguíneas em pequenos vasos, para este efeito se utilizou o modo “power-flow”, uma frequência de 4,2 MHz, com padrões de ganho de cor de 58%, frequência de repetição de pulsos (PRF) de 0,6 KHz e a profundidade de avaliação de 6 cm.

Imediatamente antes de cada IATF, os ovários foram localizados e avaliados por ultrassonografia em modo B, e a imagem do maior folículo foi congelada para determinação do diâmetro do folículo pré-ovulatório (DFOL) e da área total da parede do folículo pré-ovulatório (AFOL). Posteriormente, realizou a ultrassonografia modo doppler colorido para se determinar a área de vascularização na parede do folículo (VFOL) [Figura 1].

Avaliação dos parâmetros luteais

No dia 24 (D24), após a localização do ovário ovulatório, o mesmo foi analisado por ultrassonografia em modo B, sendo a imagem do CL congelada para mensuração do diâmetro do CL (DCL) e da área total do CL (ACL). Nos CLs cavitários, a área da cavidade foi calculada e subtraída da área total do CL. Para o cálculo da área de vascularização utilizou o cursor para verificar a VCL (Figura 1).

As concentrações séricas de P4 periovulatórias foram determinadas após coletas das amostras de sangue, no D9 e D11. Já as concentrações séricas de progesterona pós-ovulatórias (Pós-P4) foram mensuradas no D24 do protocolo de sincronização (Figura 1). As análises da concentração de

progesterona foram realizadas pela metodologia de quimioluminescência utilizando o imunoensaio “Access immunoassay systems Progesterone” (Beckman Coulter)³, conforme especificações do fabricante no Laboratório de Imunologia do Instituto de Ciências da Saúde (ICS) da Universidade Federal da Bahia, com uma sensibilidade de 0,1 ng/mL. Foram realizados 2 ensaios e os coeficientes de variação intra-ensaio e inter-ensaio foram de 6,2% e 3,5%, respectivamente.

Após a realização das dosagens hormonais periovulatórias, as vacas foram divididas em 2 grupos seguindo a classificação instituída por Martins *et al.* [21]: BAIXOS NIVEIS DE P4, aquelas que apresentaram concentração de P4 menor ou igual a 0,5ng/mL no momento da IATF e ALTOS NIVEIS DE P4, as vacas que tiveram concentração de P4 maior que 0,5 ng/mL no momento da IATF.

O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia transretal no dia 45 (D45), 34 dias após as inseminações, utilizando transdutor linear de 5,0 MHz (S2 VET®)¹. Foi considerado diagnóstico de gestação positivo, as vacas com presença de um embrião visível com viabilidade confirmada (batimento cardíaco).

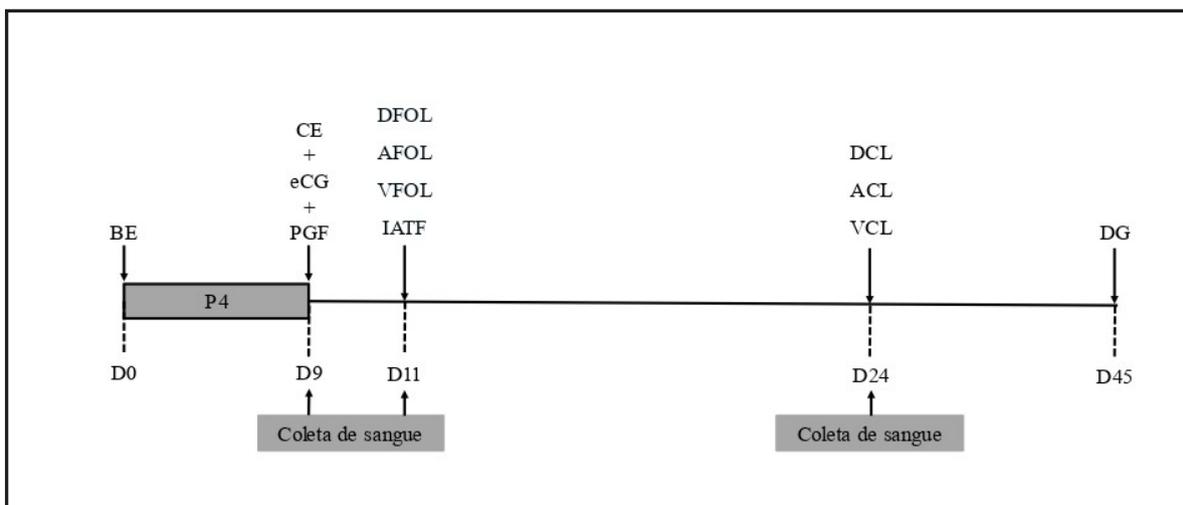


Figura 1. Diagrama de atividades realizadas ao longo do protocolo de sincronização, objetivando avaliar os parâmetros foliculares e luteais de vacas Nelore com distintos níveis séricos periovulatórios de P4. [P4= implantes intravaginais contendo 1,0 g de progesterona; BE= 2 mg de benzoato de estradiol; CE= 0,6 mg de cipionato de estradiol; eCG= 300 UI de gonadotrofina coriônica equina; PGF= Prostaglandina F2 α (500 μ g de cloprostenol sódico); US= ultrassonografia transretal].

Análise estatística

Os dados foram processados pelo “Statistical Package for Social Science” (SPSS, versão 19)⁴ com nível de significância de 5%. Para tanto, se realizou a seguinte sequência de análises: 1- A média e desvio-padrão das variáveis de interesse ao estudo foram obtidas por meio da análise descritiva; 2- As correlações dos níveis periovulatórios de progesterona com as médias de diâmetro folicular (DFOL), da área da parede do folículo pré-ovulatório (AFOL), área de vascularização da parede do folículo pré-ovulatório (VFOL) foram avaliadas utilizando-se o teste de correlação de Pearson; 3- As correlações dos níveis periovulatórios de progesterona com as médias do diâmetro do corpo lúteo (DCL), área total do corpo lúteo (ACL), área de vascularização do corpo lúteo (VCL) e níveis pós-ovulatórios de progesterona (Pós-P4) foram analisados utilizando o teste de correlação de Pearson; 4-As diferenças entre as médias dos parâmetros foliculares (DFOL, AFOL, VFOL) e características luteais (DCL, ACL, VCL, Pós-P4) nas vacas dos grupos ALTOS NÍVEIS DE P4 e BAIXOS NÍVEIS DE P4 foram comparadas pelo teste t de Student. 5- As diferenças de médias da Progesterona no dia 9 (P4D9) e da Progesterona no dia 11 (P4D11) entre as vacas gestantes e não gestantes foram também comparadas pelo teste t de Student.

RESULTADOS

Na avaliação da relação entre níveis séricos periovulatórios de P4 e os parâmetros foliculares (Tabela 1), foi verificada uma correlação baixa, negativa e não

significativa entre o DFOL e os níveis de P4 no D9, já entre o DFOL e a dosagem de P4 no D11 a correlação foi moderada, negativa e significativa. No que se refere a correlação entre o AFOL e os níveis séricos de P4 no D9, a mesma foi moderada, negativa e significativa, enquanto no D11 esta correlação comportou-se como moderada, negativa e não significativa. Verificou-se uma correlação baixa, negativa e não significativa entre a VFOL e a concentração de P4 no D9, assim como no D11.

Já a inter-relação entre os níveis séricos periovulatórios de P4 e os parâmetros luteais, ainda esboçadas na Tabela 1, foram em sua totalidade baixas, negativas e não significativas. A correlação entre a concentração pós-ovulatória e os níveis de P4 no D9 e no D11, ambas foram moderadas, positivas e não significativas.

Os animais do grupo BAIXOS NÍVEIS DE P4 apresentaram diâmetro e área folicular significativamente superior aos animais do grupo ALTOS NÍVEIS DE P4. No entanto, no que se refere aos demais parâmetros foliculares e luteais não foi verificada diferença estatística entre os grupos com distintos níveis de P4 periovulatória (Tabela 2).

Quanto aos índices de fertilidade, de um total de 57 animais, 30 ficaram gestantes perfazendo uma taxa de concepção de 52,63 %. As fêmeas do grupo GESTANTE apresentaram níveis séricos de P4 no D9, equivalente aquele obtido pelo grupo NÃO GESTANTE. Entretanto, no D11 as fêmeas que ficaram gestantes esboçaram níveis séricos de P4 significativamente inferior aos animais que não ficaram gestantes, conforme esboçado na Tabela 3.

Tabela 1. Correlação entre os níveis séricos periovulatórios de progesterona (P4) e as características foliculares (DFOL, AFOL e VFOL) e luteais (DCL, ACL, VCL e Pós-P4) de vacas Nelore submetidas a um protocolo para IATF.

Características	Média ± S	P4D9 R (P-valor)	P4D11 R (P-valor)
DFOL	1,15 ± 0,23 cm	-0,145 (0,295)	-0,381** (0,005)
AFOL	0,40 ± 0,12 cm ²	-0,299* (0,033)	-0,235 (0,104)
VFOL	0,19 ± 0,10 cm ²	-0,124 (0,388)	-0,172 (0,237)
DCL	1,95 ± 0,27 cm	-0,004 (0,975)	-0,042 (0,776)
ACL	3,21 ± 0,79 cm ²	-0,097 (0,497)	-0,071 (0,629)
VCL	1,23 ± 0,43 cm ²	-0,025 (0,859)	-0,125 (0,392)
P4-Pós	10,82 ± 6,18 ng/mL	0,204 (0,132)	0,240 (0,080)

*Correlação significativa a partir de 0,01. **Correlação significativa a partir de 0,05.

Tabela 2. Média e desvio padrão (S) dos parâmetros foliculares (DFOL, AFOL E VFOL) e luteais (DCL, ACL, VCL e Pós-P4) em vacas Nelore que apresentaram baixos e altos níveis de progesterona no período periovulatório de um Programa de IATF.

Parâmetros	BAIXOS NÍVEIS DE P4	ALTOS NÍVEIS DE P4	R (P-valor)
DFOL	1,19 ± 0,25a	1,07 ± 0,19b	0,04
AFOL	0,43 ± 0,13a	0,35 ± 0,11b	0,03
VFOL	0,21 ± 0,10	0,16 ± 0,09	0,14
DCL	1,95 ± 0,32	1,96 ± 0,19	0,94
ACL	3,26 ± 0,87	3,17 ± 0,66	0,66
VCL	1,21 ± 0,46	1,26 ± 0,40	0,72
P4-Pós	8,84 ± 5,38	11,27 ± 4,40	0,09

^{a,b}Letras distintas, diferem significativamente entre si ($P < 0,05$).

Tabela 3. Média e desvio padrão (S) dos níveis séricos de progesterona do dia 9 (P4D9) e dia 11 (P4D11) das vacas Nelore que ficaram gestantes e não gestantes após serem submetidas a um Programa para Inseminação Artificial em Tempo Fixo.

Grupos experimentais	P4D9 Média ± S (ng/mL)	P4D11 Média ± S (ng/mL)
Gestante	4,16 ± 2,49	0,47 ± 0,35a
Não Gestante	4,47 ± 3,12	1,05 ± 1,35b
Total	4,31 ± 2,79	0,80 ± 1,09

^{a,b}Letras distintas, diferem significativamente entre si ($P < 0,05$).

DISCUSSÃO

Os resultados da inter-relação entre os parâmetros foliculares e os níveis de P4 obtidos neste estudo foram similares aqueles reportados por Dadarwal *et al.* [13] e Martins *et al.* [20], os quais trabalhando com níveis de P4 periovulatório, proestro, ovulação e fertilidade em protocolos de IATF observaram que os parâmetros foliculares e as dosagens de P4 periovulatórias apresentaram correlações negativa, baixa a moderada, enfatizando que, quanto menores os níveis de P4, maiores os parâmetros foliculares.

O presente estudo constatou também que as vacas que apresentaram menores níveis séricos de P4 no momento da IATF, esboçaram maiores parâmetros foliculares, quando comparados com aquelas que apresentam altos níveis séricos de P4 no dia da IATF, ressaltando assim, a importância dos baixos níveis de P4 periovulatório sobre a resposta folicular de vacas Nelore submetidas a protocolos de sincronização.

De forma semelhante, trabalhos com novilhas Nelore buscando avaliar ambientes endócrinos com distintas concentrações séricas de P4, verificaram que quanto menor a concentração sanguínea de P4

no momento da IA, maior a pulsatilidade de LH, que por sua vez, facilitava o crescimento folicular [22,28].

Nesse cenário, estudos sobre o impacto da concentração plasmática de P4 sob a fisiologia folicular ovariana e fertilidade, constataram que as vacas que possuíam menores concentrações séricas de progesterona no proestro, demonstravam maiores folículos dominantes e ovulatórios comparado com aquelas que esboçavam alta concentração sérica de P4, corroborando, assim, com o no presente estudo [23].

Neste contexto, a literatura aponta que vacas de corte submetidas a um maior período de proestro, obtiveram um incremento no desenvolvimento folicular, por alcançarem níveis mínimos de progesterona no momento da IA. Dessa forma, se são formados folículos pré-ovulatórios maiores, haverá uma maior taxa de ovulação [6].

Em vista disso, vacas no período pré-ovulatório, devem apresentar uma baixa concentração sérica de progesterona que consequentemente vai favorecer a liberação de LH em alta frequência. Desta forma, ocorre um melhor desenvolvimento e maturação folicular, levando o folículo pré-ovulatório formar um diâmetro maior e, consequentemente, uma maior produção de

estradiol, sendo responsável então por induzir o pico pré-ovulatório de LH e ovulação [8,15].

Abdelnary *et al.* [1], no experimento com avaliação ovariana por meio da ultrassonografia modo Doppler em vacas holandesas, comprovaram a relação entre parâmetros funcionais foliculares e luteais. Seguindo essa linha de pesquisa, trabalhos com fluxo ovariano e ultrassonografia modo Doppler verificaram, ainda, a existência de uma relação entre características funcionais luteais e os níveis de progesterona [12].

No presente estudo os níveis séricos periovulatórios de P4 não afetaram significativamente os parâmetros morfofuncionais do CL, observando apenas uma baixa relação negativa e não significativa entre os níveis séricos periovulatórios de P4 e os parâmetros morfofuncionais luteais, além de não ocorrer diferença estatística entre os parâmetros luteais dos grupos BAIXOS e ALTOS NÍVEIS DE P4.

Dessa forma, estudos avaliando a luteólise em vacas, demonstraram que uma luteólise completa no período periovulatório favorece os resultados de programas reprodutivos, sugerindo que tais efeitos ocorrem devido ser necessário um ambiente endócrino adequado para ovulação e formação de um corpo lúteo funcionalmente ativo no período pós-ovulatório [20]. Em pesquisas com vacas Nelore submetidas a um protocolo de IATF em que as mesmas apresentaram mínimos níveis de P4 previamente a IA, foi demonstrado um incremento na liberação de LH concomitante com altas concentrações de estradiol, apresentando uma maior proliferação das células da granulosa que após a ovulação se tornaram as grandes células luteais, sendo estas responsáveis pela constituição morfológica do corpo lúteo e por 80% da produção de progesterona [24].

Os resultados supracitados associados aos achados do presente estudo sugerem que os níveis periovulatórios de P4 afetaram os parâmetros morfofuncionais foliculares, as taxas de ovulação e a fertilização, porém após a ovulação, este ambiente endócrino parece não interferir nas características morfológicas e funcionais do corpo lúteo.

Em relação ao efeito das concentrações séricas de P4 no proestro sobre a fertilidade, resultados semelhantes aos deste estudo foram relatados em estudos similares com vacas de corte submetidas a um protocolo de sincronização do estro com diferentes concentrações periovulatórias de P4 onde os animais com menores valores de P4 nesses momentos, obtiveram, também, uma maior taxa de concepção ao final do trabalho [2,3].

Estes achados podem ser justificados pelo fato de alguns estudos apontarem que altos níveis periovulatórios de P4 decorrentes de uma luteólise menos eficaz, pode exercer efeito negativo sobre os resultados dos protocolos de IATF. Assim, os mesmos alegam que por meio do mecanismo de retroalimentação negativa, a progesterona inibe a liberação de pulsos de LH [19,30,35]. Esse hormônio, por sua vez, possui extrema importância para o desenvolvimento e maturação folicular, expressão do estro e ovulação [14,30,34].

Dessa forma, alguns trabalhos sugerem a utilização da PGF em 2 momentos do protocolo ou utilizar uma dupla dose de prostaglandina com o intuito de potencializar a ação desse fármaco e proporcionar um ambiente endócrino ideal no proestro. Por consequência, os autores apontaram que esses protocolos promovem um maior controle dos níveis séricos de progesterona entre a retirada do implante e a inseminação propriamente dita e melhorias nos índices de fertilidade [10,11,17,30].

Diante desse cenário, experimentos com vacas Nelore submetidas a IATF, constataram que os animais que apresentaram menores concentrações de P4 entre a retirada do implante de progesterona e a inseminação propriamente dita, esboçaram, também, uma maior produção de progesterona após a IATF e maiores taxas de concepção, corroborando com os resultados nesse trabalho [9]. Em complementação a tais achados, alguns pesquisadores sugerem que um ambiente endócrino adequado, pode levar essas vacas a desenvolverem uma melhor condição uterina pós ovulação, favorecendo o reconhecimento materno da gestação e desenvolvimento embrionário, o que justifica os menores níveis séricos de P4 nos animais do grupo gestante, evidenciados no presente trabalho [8,35].

Sendo assim, a fertilidade é impactada de forma plurifacetada pelos níveis periovulatórios de progesterona em programas de IATF. A progesterona no proestro interfere no suporte gonadotrófico do folículo dominante necessário para a produção de estradiol, reduzindo os valores de estradiol que são fundamentais para a maturação e competência oocitária. Elevados níveis de P4 no período periovulatório, levam a contratilidade uterina reduzida, prejudicando o transporte espermático e a fertilização [20]. Conseqüentemente a viabilidade embrionária é afetada pelas concentrações de progesterona no proestro, certificando, assim, o importante papel da progesterona para a manutenção de condições uterinas para o estabelecimento da gestação [32].

CONCLUSÃO

À frente do cenário em que este estudo foi realizado, conclui-se que menores níveis periovulatórios de progesterona estabeleceram uma condição favorável ao desenvolvimento folicular e a fertilidade, no entanto, não interfere nos parâmetros morfofuncionais do corpo lúteo. Desta forma, é necessário a inserção de protocolos de sincronização que proporcionem mínimos níveis de progesterona no período periovulatório em vacas Nelore cíclicas, para gerar um ambiente endócrino ideal para ovulação e fertilização em programas de IATF.

MANUFACTURERS

¹SonoScape. Shenzhen, China.

²Ourofino Agroindustrial Ltda. Cravinhos, SP, Brazil.

³Beckman Coulter. Fullerton, CA, USA.

⁴SPSS Incorporated. Chicago, IL, USA.

Ethical approval. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da Universidade Federal do Oeste da Bahia (CEUA-UFOB, nº0026/2020). Todas as diretrizes institucionais para o cuidado dos animais foram seguidas.

Declaration of interest. The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of paper.

REFERENCES

- 1 **Abdelnaby E.A., El-Maaty A.M.A., Ragab R.S. & Seida A.A. 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.
- 2 **Abreu F.M., Silva M.C., Cruppe L.H., Mussard M.L., Bridges G.A., Harstine B.R. & Day M.L. 2018.** Role of progesterone concentrations during early follicular development in beef cattle: I. Characteristics of LH secretion and oocyte quality. *Animal Reproduction Science*. 196: 59-68.
- 3 **Abreu F.M., Geary T.W., Silva M.C., Cruppe L.H., Mussard M.L., Madsen C.A. & Day M.L. 2018.** Role of progesterone concentrations during early follicular development in beef cattle: II. Ovulatory follicle growth and pregnancy rates. *Animal Reproduction Science*. 196: 69-76.
- 4 **Baruselli P.S. 2021.** Mercado da IATF cresce 30% em 2020 e supera 21 milhões de procedimentos. Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP. 5ª ed. [Fonte <<http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>>].
- 5 **Batista E.O.S., Sala R.V., Ortolan M.D.D.V., Jesus E.F., Del Valle T.A., Rennó F. P. & Baruselli P.S. 2019.** Hepatic mRNA expression of enzymes associated with progesterone metabolism and its impact on ovarian and endocrine responses in Nelore (*Bos indicus*) and Holstein (*Bos taurus*) heifers with differing feed intakes. *Theriogenology*. 143: 113-122.
- 6 **Bó G.A., Huguenine E., Mata J.J.L., Núñez-Olivera R., Baruselli P.S. & Menchaca A. 2018.** Programs for fixed-time artificial insemination in South American beef cattle. *Animal Reproduction*. 15(Suppl 1): 952-962.
- 7 **Bollwein H., Lüttgenau J. & Herzog K. 2012.** Bovine luteal blood flow: Basic mechanism and clinical relevance. *Reproduction, Fertility and Development*. 25: 71-79.
- 8 **Carter F., Forde N., Duffy P., Wade M., Fair T., Crowe M.A., Evans A.C.O., Kenny D.A., Roche J.F. & Lonergan P. 2008.** Effect of increasing progesterone concentration from Day 3 of pregnancy on subsequent embryo survival and development in beef heifers. *Reproduction, Fertility and Development*. 20: 368-375.
- 9 **Carvalho E.R., Martins T., Lamb G.C. & Vasconcelos J.L.M. 2016.** Ovulation time in suckled beef cows is anticipated by use of low doses of progesterone and temporary calf removal on fixed timed AI protocol. *Theriogenology*. 86(9): 2238-2243.
- 10 **Carvalho J.D., Carvalho N.D., Reis E.L., Nichi M., Souza A.D. & Baruselli P.S. 2008.** Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* × *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology*. 69(2): 167-175.
- 11 **Carvalho P.D., Fuenzalida M.J., Ricci A., Souza A.H., Barletta R.V., Wiltbank M.C. & Fricke P.M. 2015.** Modifications to Ovsynch improve fertility during resynchronization: Evaluation of presynchronization with gonadotropin-releasing hormone 6 d before initiation of Ovsynch and addition of a second prostaglandin F2α treatment. *Journal of Dairy Science*. 98(12): 8741-8752.
- 12 **Counce S.L., Dadarwal D., Adams G.P., Brar P. & Singh J. 2019.** An objective volumetric method for assessment of ovarian follicular and luteal vascular flow using colour Doppler ultrasonography. *Theriogenology*. 138: 66-76.

- 13 Dadarwal D., Mapltoft R.J., Adams G.P., Pfeifer L.F.M., Creelman C. & Singh J. 2013. Effect of progesterone concentration and duration of proestrus on fertility in beef cattle after fixed-time artificial insemination. *Theriogenology*. 79: 859-866.
- 14 Dias C.C., Wechsler F.S., Day M.L. & Vasconcelos J.L.M. 2009. Progesterone concentrations, exogenous equine chorionic gonadotropin, and timing of prostaglandin F2 α treatment affect fertility in postpuberal Nelore heifers. *Theriogenology*. 72(3): 378-385.
- 15 Ferraz P.A. 2017. Efeito da eCG sobre a dinâmica ovariana de vacas mestiças com diferentes concentrações circulantes de progesterona durante a sincronização da ovulação. 97f. Salvador, BA. Tese (Doutorado em Ciência Animal nos Trópicos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal nos Trópicos, Universidade Federal da Bahia.
- 16 Ferraz P.A., Silva M.A., Carôso B.S., Araujo E.A., Bittencourt T.C., Chalhoub M. & Ribeiro Filho A.L. 2019. Effect of eCG on the follicular dynamics and vascularization of crossbred cows with different circulating progesterone concentrations during synchronization of ovulation in an FTAI protocol. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 39(5): 324-331.
- 17 Giordano J.O., Wiltbank M.C., Fricke P.M., Bas S., Pawlisch R., Guenther J.N. & Nascimento A.B. 2013. Effect of increasing GnRH and PGF2 α dose during Double-Ovsynch on ovulatory response, luteal regression, and fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology*. 80(7): 773-783.
- 18 Hassan M., Arshad U., Bilal M., Sattar A., Avais M., Bollwein H. & Ahmad N. 2018. Luteal blood flow measured by Doppler ultrasonography during the first three weeks after artificial insemination in pregnant and non-pregnant *Bos indicus* dairy cows. *Journal of Reproduction and Development*. 65(1): 29-36.
- 19 Martins J.P., Policelli R.K., Nauder L.M., Raphael W. & Pursley J.R. 2011. Effects of cloprostenol sodium at final prostaglandin F-2 alpha of Ovsynch on complete luteolysis and pregnancy per artificial insemination lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 94: 2815-2824.
- 20 Martins J.P.N., Policelli R.K. & Pursley J.R. 2011. Luteolytic effects of cloprostenol sodium in lactating dairy cows treated with G6G/Ovsynch. *Journal of Dairy Science*. 94: 2806-2814.
- 21 Martins T., Peres R.F.G., Rodrigues A.D.P., Pohler K.G., Pereira M.H.C., Day M.L. & Vasconcelos J.L.M. 2014. 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*. 81: 446-453.
- 22 Pegorer M.F., Ereno R.L., Satrapa R.A., Pinheiro V.G., Trinca L.A. & Barros C.M. 2011. Neither plasma progesterone concentrations nor exogenous eCG affects rates of ovulation or pregnancy in fixed-time artificial insemination (FTAI) protocols for puberal Nelore heifers. *Theriogenology*. 75: 17-23.
- 23 Pfeifer L.F.M., Mapltoft R.J., Kastelic J.P., Small J.A., Adams G.P., Dionello N.J. & Singh J. 2009. Effects of low versus physiologic plasma progesterone concentrations on ovarian follicular development and fertility in beef cattle. *Theriogenology*. 72: 237-1250.
- 24 Rodrigues A.D., Cooke R.F., Cipriano R.S., Silva L.G.T., Cerri R.L.A., Cruppe L.H., Meneghetti M., Pohler K.G. & Vasconcelos J.L.M. 2018. Impacts of estrus expression and intensity during a timed-AI protocol on variables associated with fertility and pregnancy success in *Bos indicus*-influenced beef cows. *Journal Animal Science*. 96(1): 236-249.
- 25 Rodrigues A.S., Silva M.A., Brandão T.O., Nascimento A.B., Bittencourt R.F., Chalhoub M. & Ribeiro Filho A.D.L. 2018. Eficácia da associação dupla dose PGF2 alfa-eCG no proestro de vacas leiteiras mestiças submetidas à IATF. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 38(8): 1518-1527.
- 26 Santos J.E.P., Bisinotto R.S. & Ribeiro E.S. 2016. Mechanisms underlying reduced fertility in anovular dairy cows. *Theriogenology*. 86(1): 254-262.
- 27 Simões L.M.S., Orlandi R.E., Massoneto J.P.M., Scandiuzzi Jr. L.A., Freitas B.G., Bastos M.R. & Sales J.N.S. 2018. Exposure to progesterone previous to the protocol of ovulation synchronization increases the follicular diameter and the fertility of suckled *Bos indicus* cows. *Theriogenology*. 116: 28-33.
- 28 Stevenson J.S. & Lamb G.C. 2016. Contrasting effects of progesterone on fertility of dairy and beef cows. *Journal of Dairy Science*. 99(7): 5951-5964.
- 29 Vasconcelos J.L.M., Pereira M.H.C., Wiltbank M.C., Guida T.G., Lopes Jr. F.R., Sanches Jr. C.P., Barbosa L.F.S.P., Costa Jr. W.M. & Munhoz A.K. 2018. Evolution of fixed-time AI in dairy cattle in Brazil. *Animal Reproduction*. 15: 940-951.

- 30 Vasconcelos J.L.M., Sartori R., Oliveira H.N., Guenther J.G. & Wiltbank M.C. 2001. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology*. 56(2): 307-314.
- 31 Wiley C., Jahnke M., Redifer C., Gunn P.J. & Dohlman T. 2019. Effects of endogenous progesterone during ovarian follicle superstimulation on embryo quality and quantity in beef cows. *Theriogenology*. 129: 54-60.
- 32 Wiltbank M.C., Baez G.M., Cochrane F., Barletta R.V., Trayford C.R. & Joseph R.T. 2015. Effect of a second treatment with prostaglandin F2 α during the Ovsynch protocol on luteolysis and pregnancy in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 98(12): 8644-8654.
- 33 Wiltbank M.C., Baez G.M., Vasconcelos J.L.M., Pereira M., Souza A.H. & Sartori R. 2014. The physiology and impact on fertility of the period of proestrus in lactating dairy cows. *Animal Reproduction*. 11: 225-36.
- 34 Wiltbank M.C. & Pursley J.R. 2014. The cow as an induced ovulator: Timed AI after synchronization of ovulation. *Theriogenology*. 81: 170-185.
- 35 Wiltbank M.C., Souza A.H., Giordano J.O., Nascimento J.M., Pereira M.H.C., Fricke P.M., Surjus R.S., Zinsly F.C.S., Carvalho P.D., Bender R.W. & Sartori R. 2012. Positive and negative effects of progesterone during timed AI protocols in lactating dairy cattle. *Animal Reproduction*. 9(3): 231-241.
- 36 Wright I.A., Russel A.J.F. & Hunter E.A. 1986. The use of body condition scoring to ration beef cows in late pregnancy. *Animal Science*. 43(3): 391-396.