



## Comparação das taxas de concepção e custos financeiros em protocolos de IATF para novilhas nelore

Comparison of conception rates and financial costs in FTAI protocols for Nelore heifers

Lucas Chianca Neves<sup>1</sup> , Lucas Dantas Nogueira<sup>1</sup> , Carlos Eduardo Lima Sousa<sup>1</sup> , Éder Bruno Rebelo da Silva<sup>2</sup> , Raimundo Nonato Colares Camargo-Júnior<sup>3</sup> , Lilian Kátia Ximenes Silva<sup>4</sup> , Kedson Alessandri Lobo Neves<sup>5</sup> , Wellington Conceição da Silva\*<sup>1</sup> 

1 Centro Universitário da Amazônia (UNAMA), Santarém, Pará, Brasil 

2 Centro Universitário Luterano de Santarém (CEULS/ULBRA), Santarém, Pará, Brasil

3 Instituto Federal do Pará (IFPA), Santarém, Pará, Brasil 

4 Universidade Federal do Pará (UFPA), Castanhal, Pará, Brasil 

5 Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, Pará, Brasil 

\*autor correspondente: wellington.medvet@gmail.com

Recebido: 06 de julho de 2024. Aceito: 17 de janeiro de 2025. Publicado: 26 de maio de 2025. Editor: Rondineli P. Barbero

**Resumo:** O presente estudo teve como objetivo comparar a taxa de concepção e os custos financeiros de diferentes protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em novilhas. Foram utilizadas 612 novilhas Nelore, com 16 meses de idade, oriundas do município de Mojuí dos Campos, Pará, Brasil. As novilhas foram divididas em três grupos de 204 animais distintos, quais sejam: Grupo I (controle), Grupo II (Hormônio liberador de gonadotrofina - GnRH) e Grupo III (gonadotrofina coriônica humana - hCG). Foi avaliada a taxa de concepção para comparar os resultados dos grupos II e III e realizada análise econômica para comparar os custos dos grupos II e III. Os dados foram analisados por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e a comparação entre os grupos utilizou o teste de Wilcoxon. Os resultados reportaram diferença ( $p < 0,05$ ) entre os grupos II e III, quando comparados ao grupo I, quanto à taxa de concepção. Ao comparar os custos financeiros dos grupos II e III, verificou-se uma diferença de R\$ 10.046,00 em desfavor do grupo III, visto que o grupo II produziu 5 bezerros a mais que o grupo III. Este estudo demonstrou melhores taxas de concepção com a utilização de GnRH ou hCG em protocolos de IATF. Contudo, do ponto de vista financeiro, o uso do GnRH se mostrou mais vantajoso, proporcionando maior retorno ao produtor.

**Palavras-chave:** *Bos indicus*; eficiência reprodutiva; hormônios; ovulação.

**Abstract:** The objective of this study was to compare and contrast pregnancy rate, and financial costs associated with fixed-time artificial insemination (FTAI) protocols in heifers. A total of 612 16-month-old Nelore heifers from the municipality of Mojuí dos Campos, Pará, Brazil, were utilized in this study. The animals were divided into three groups of 204 individuals each, designated as Group I (control), Group II (Gonadotropin-releasing hormone - GnRH) and Group III (Human chorionic gonadotropin - hCG). The pregnancy rate was evaluated to facilitate a comparison of the results obtained from groups II and III. Furthermore, an economic analysis was conducted to ascertain the financial costs associated with groups II and III. The data were analyzed using the nonparametric Kruskal-Wallis's test, and the comparison between groups was conducted using the Wilcoxon test. The results indicated a statistically significant difference ( $p < 0.05$ ) between groups II and III in comparison to group I about the pregnancy rate. Moreover, a comparative



analysis of the financial costs associated with groups II and III revealed a notable discrepancy, with group III exhibiting a cost advantage of R\$ 10,046.00. This outcome can be attributed to the fact that group II produced five additional calves compared to group III. The findings of this study substantiate the assertion that the utilization of GnRH or hCG in IATF protocols is associated with enhanced pregnancy rates. Additionally, from a financial perspective, the deployment of GnRH proved to be a more lucrative strategy for the producer.

**Key-words:** *Bos indicus*; reproductive efficiency; hormones; ovulation.

## 1. Introdução

A pecuária nacional de corte confere ao Brasil o título de maior rebanho comercial do mundo, sendo a segunda maior potência em rebanho bovino, perdendo apenas para Índia <sup>(1)</sup>. Assim, a pecuária nacional ainda mostra problemas em manejos reprodutivos, deixando um déficit na produção líquida de bezerros e, implicando na renda dos produtores na economia nacional. No entanto, com o avanço da busca pela aplicação de biotecnologias na reprodução, notou-se uma alta na produtividade <sup>(1)</sup>.

Neste contexto, a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) é uma das técnicas que mais auxiliam a aumentar os índices reprodutivos na pecuária <sup>(2-4)</sup>. Portanto, o uso da IATF em vacas de corte passou a ser mais utilizado no território brasileiro, devido a facilidade de aplicação de protocolos de sincronização para indução da ovulação <sup>(5)</sup>. Nesse cenário, existem diferentes hormônios utilizados para estimular a indução de novilhas, dentre eles destaca-se o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) e a gonadotrofina coriônica humana (hCG).

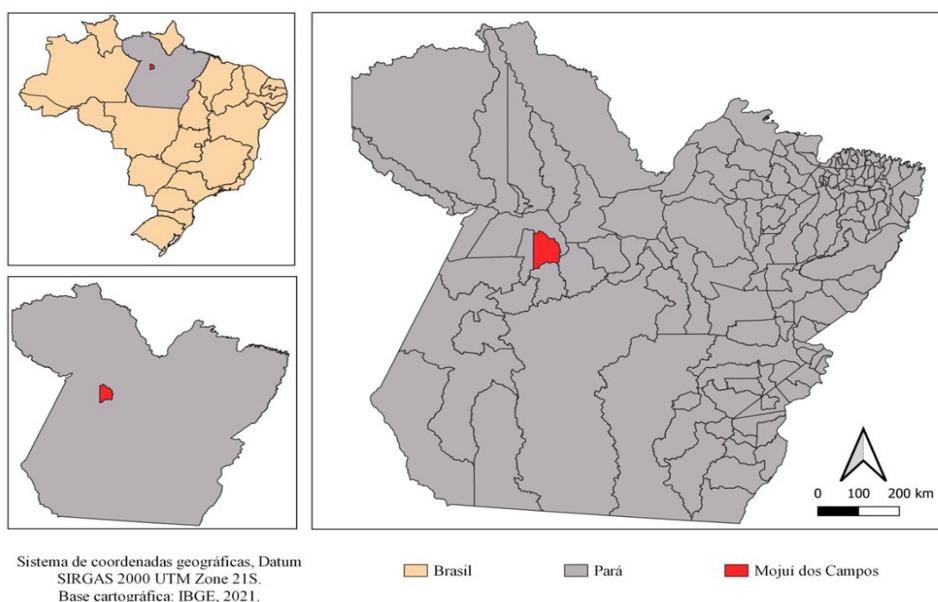
O GnRH, tem sido uma maneira eficiente de melhorar as taxas de concepção de em novilhas, minimizando o intervalo entre partos dos animais <sup>(2)</sup>. Este hormônio tem como objetivo induzir as novilhas a ovulação, promovendo a luteinização, e aumentando a chance de ovulação e concepção das novilhas após a IATF <sup>(6-7)</sup>. Por outro lado, a administração de hCG no período de formação do corpo lúteo (CL) possui o efeito luteotrófico, pois elevam a produção de progesterona pela indução da ovulação, formando um CL acessório, tendo o poder de induzir a ovulação do primeiro folículo dominante na hora da inseminação <sup>(8)</sup>.

No entanto, na literatura coligada, foram evidenciados poucos estudos que comparem a utilização de GnRH e hCG em novilhas nelores, e por consequente não foram evidenciadas informações que sinalizem quais dos dois são mais eficientes, o que pode dificultar seu uso em novilhas nelores de corte. Com base nessas informações, o objetivo nesta pesquisa foi avaliar a dinâmica folicular, a taxa de concepção e os ganhos econômicos em novilhas Nelore utilizando GnRH ou hCG submetidas a protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) na Amazônia Oriental, no município de Mojuí dos Campos-PA, Brasil.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Aspecto ético, local e clima

Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa e Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), com número de protocolo Nº 0120230238. A pesquisa foi em duas propriedades rurais situadas em município de Mojuí dos Campos (Figura1). O período de realização do experimento foi em março de 2022, período mais chuvoso do ano<sup>(9)</sup>.



**Figura 1.** Mapa da localização da realização do experimento.

## 2.2 Animais experimentais

Foram utilizadas 612 novilhas zebuínas da raça Nelore, com idade de 16 meses, peso médio de  $300 \pm 30,2$  kg, mantidas em sistema de criação semi-intensivo, com pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*. Todos os animais tinham acesso ao sal mineral (Fosbovi® Reprodução DSM) e água a vontade *ad libidum*. A seleção das fêmeas foi realizada a partir do escore de condição corporal (ECC) e da avaliação ginecológica através da ultrassonografia. Foram utilizados somente animais com  $300 \pm 30,2$  kg de peso vivo, sendo classificados como ECC 3, considerando-se a escala 1-magra e 5-obesa<sup>(10)</sup>, bem como tinham a presença de corpo lúteo (CL) na avaliação ultrassonográfica, indicando ciclicidade, e que tivessem o trato reprodutivo sem alterações.

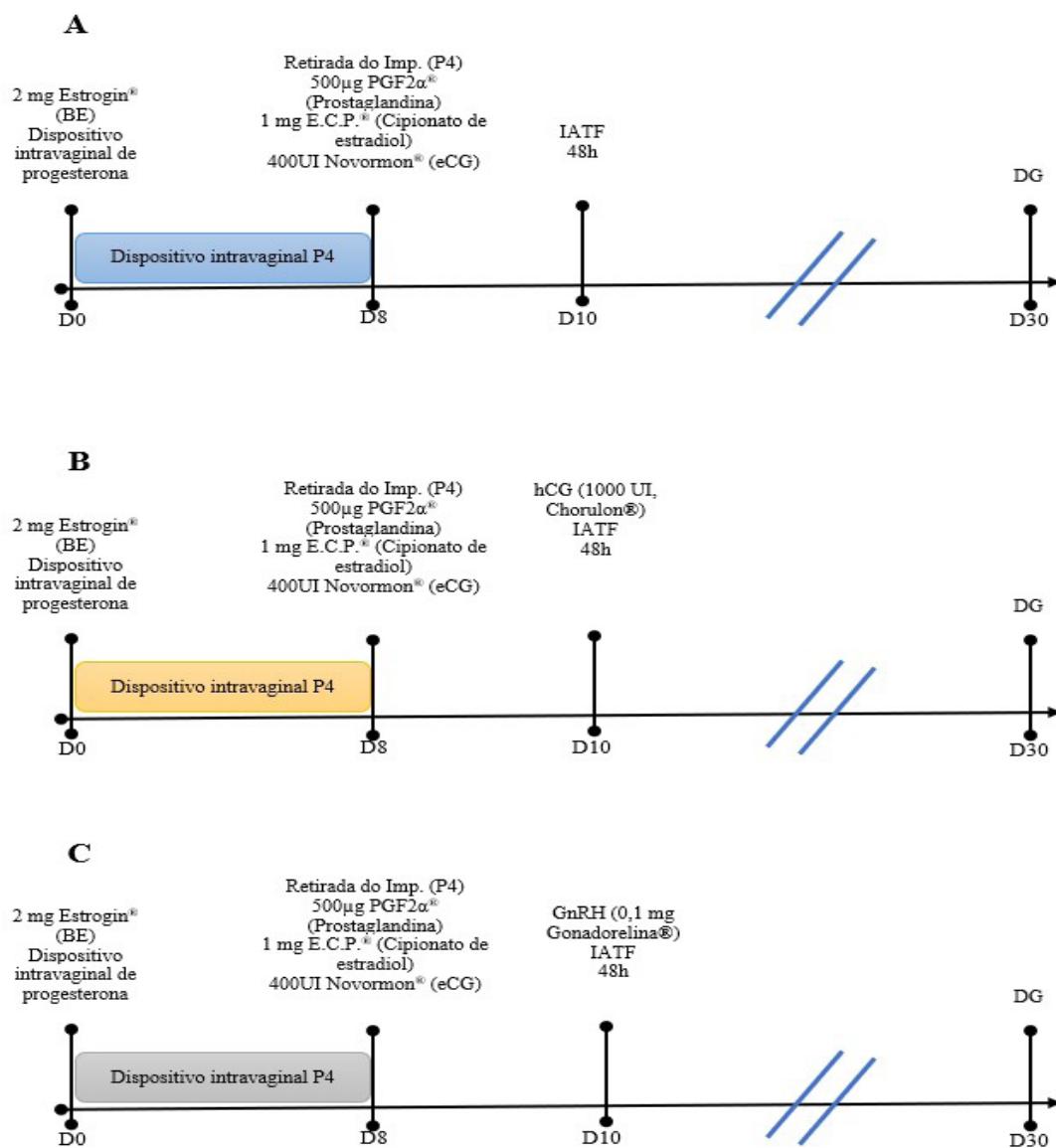
As novilhas Nelore foram divididas em três grupos distintos de 204 animais cada, a saber: grupo controle, grupo GnRH e grupo hCG. No experimento, foi avaliada a dinâmica folicular usando protocolos GnRH (grupo GnRH) e hCG (grupo hCG). Em outra análise, o experimento avaliou a taxa de concepção das novilhas dos grupos controle, GnRH e hCG que foram submetidas a IATF após a realização dos protocolos, e que foram diagnosticadas como prenhez no diagnóstico gestacional.

## 2.3 Desenho experimental

No experimento, as fêmeas zebuínas receberam no D-0 um dispositivo intravaginal de progesterona (P4) contendo 0,5 g de P4 monodose (Dib Zoets®), juntamente a uma injeção intramuscular (IM) de 2 mg de benzoato de estradiol (Estrogin®, Biofarm, São Paulo, Brasil). No D-8, ocorreu a retirada dos dispositivos intravaginais de progesterona desses animais, assim logo após a retirada receberam três injeção intramuscular (IM) de dinoprost trometamina (PGF2a, 500 $\mu$ g), 1 mg de cipionato de estradiol (E.C.P.®, Zoetis, Brasil) e 400UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG) (Novormon®, Zoetis).

No D-10 o protocolo foi o mesmo utilizado para os tratamentos avaliados (Figura 2 A), no entanto, foi realizada a aplicação de gonadotrofina coriônica humana (hCG) (1000 UI, Chorulon®, MSD, Brasil) ou hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) (0,1 mg Gonadorelina®, I.M), dependendo do grupo

experimental avaliado (Figura 2 B e C), posteriormente, foi realizada a inseminação artificial (IA), nesses lotes de novilhas (Figura 2). Avaliou-se também a taxa de concepção de novilhas Nelore submetidas à IATF com os mesmos protocolos contendo GnRH ou hCG.



**Figura 2.** Desenho esquemático do protocolo de inseminação artificial instituído para o grupo controle (A), hCG (B) e GnRH (C). E.C.P. = Cipionato de estradiol; IATF = inseminação artificial em tempo fixo; DG = diagnóstico de gestação.

#### 2.4 Sêmen e inseminação artificial e avaliação da taxa de concepção

Todos os animais utilizados nesse experimento foram inseminados utilizando-se sêmen do mesmo touro e foram inseminados pelo mesmo inseminador. As novilhas zebuínas foram submetidas a avaliação transretal para diagnóstico gestacional por meio da ultrassonografia (US) com 30 dias após a IATF, sendo a presença de embrião viável com batimentos cardíacos indicará a gestação.

A taxa de concepção foi calculada com base na seguinte fórmula:

$$TC = NP/NVE$$

Em que:

TC = Taxa de concepção; NP = número de vacas concepção; NVT = número de vacas estudadas.

## 2.5 Análise econômica

Para a análise econômica realizou-se a composição das despesas com produtos e serviços sendo considerados valores reais de mercado correspondentes ao período de análise (fevereiro/2022) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Despesas por animal de acordo com os produtos e serviços realizados, Mojuí dos Campos, Pará, Brasil.

Grupo Controle			
Produto/procedimento	Unidade	Quantidade	Custo/animal
Protocolo <sup>Y</sup>	1	1	30,00
Dose de sêmen	ML	1	40,00
Mão de obra	Animal	1	30,00
Total	-	-	100,00
GnRH			
Produto/procedimento	Unidade	Quantidade	Custo/animal
Protocolo <sup>Y</sup>	1	1	30,00
GnRH	ML	2	6,00
Dose de sêmen	ML	1	40,00
Mão de obra	Animal	1	30,00
Total	-	-	106,00
hCG			
Produto/procedimento	Unidade	Quantidade	Custo/animal
Protocolo <sup>Y</sup>	1	1	30,00
Hcg	ML	1,5	7,00
Dose de sêmen	ML	1	40,00
Mão de obra	Animal	1	30,00
Total	-	-	107,00

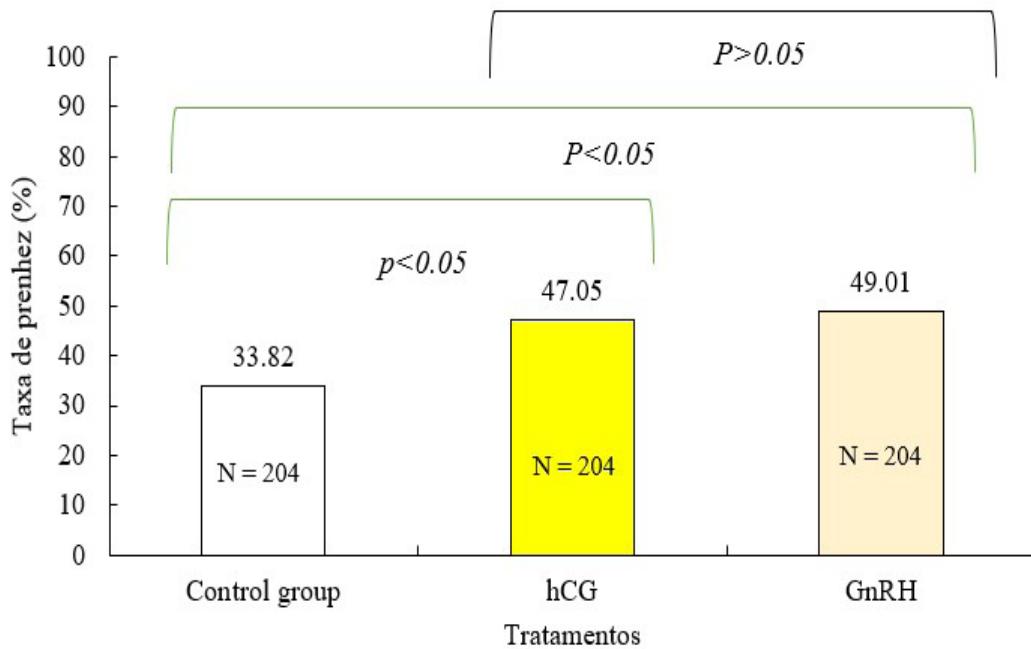
Nota: GnRH – hormônio liberador de gonadotrofinas; hCG = gonadotrofina coreônica humana. Com base em valores de novembro de 2022.

## 2.6 Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente, a 5% de significância, por meio do teste não paramétrico de Kruskal Wallis, pois os dados não apresentavam normalidade e para a comparação entre os grupos na taxa de concepção foi utilizado o teste de Wilcoxon.

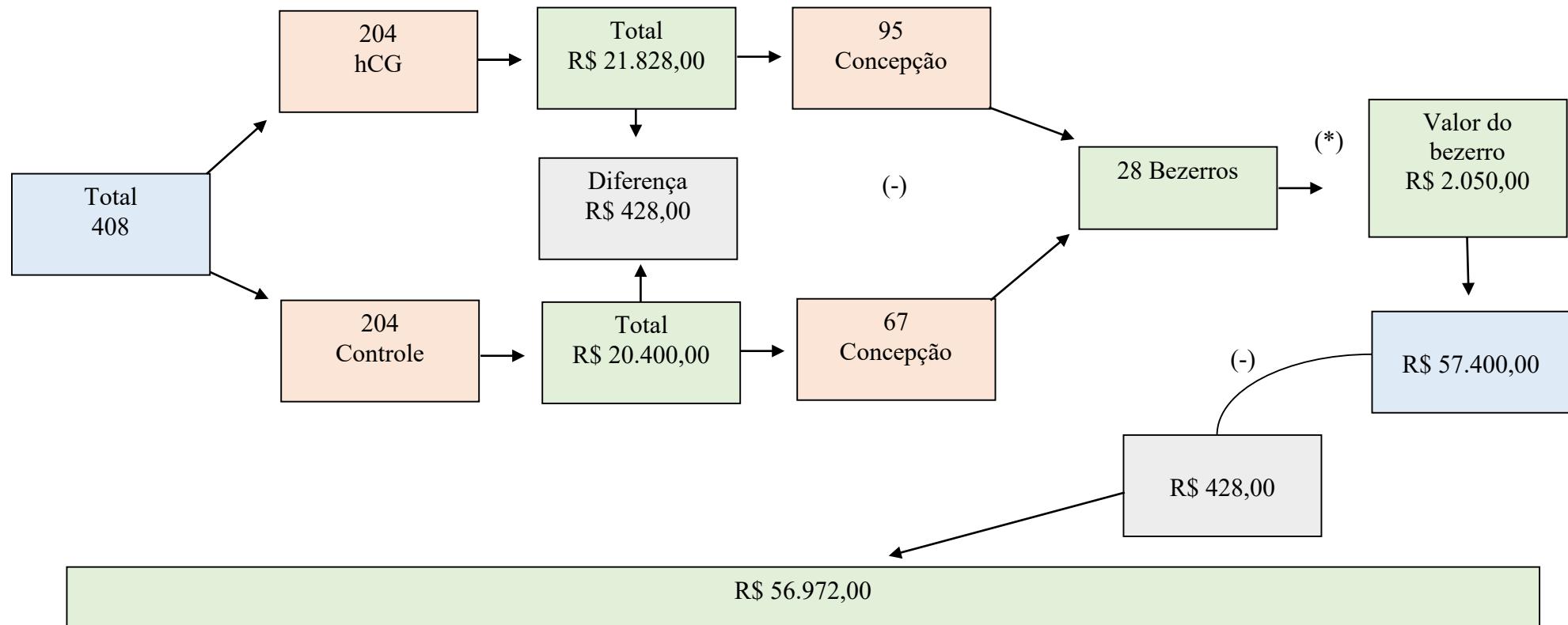
## 3. Resultados

Observando-se a taxa de concepção, houve diferença entre o hCG e o grupo Controle ( $p<0,05$ ), bem como entre o GnRH e Controle ( $p<0,05$ ). No entanto, os animais tratados com administração de GnRH não apresentaram taxas de concepção significativas ao comparar com o grupo hCG ( $p>0,05$ ) (Figura 3).

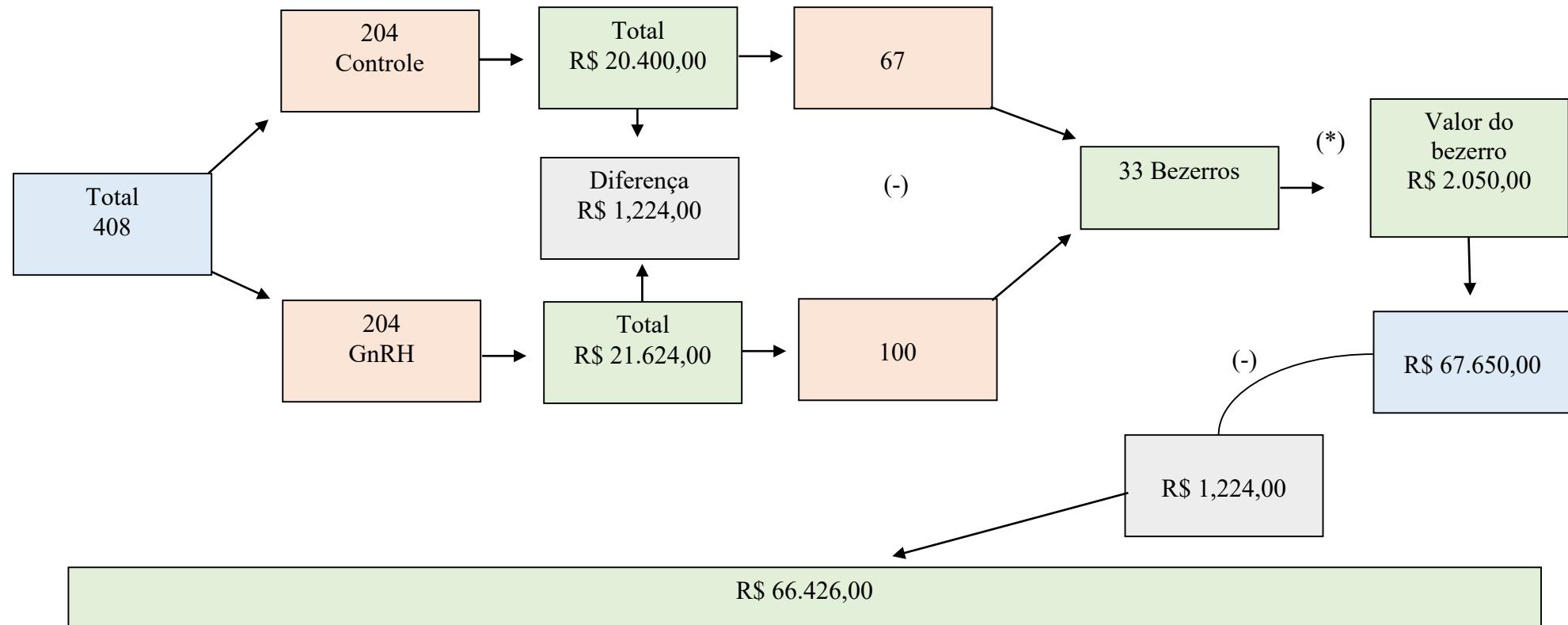


**Figura 3.** Efeito do tratamento (Controle, GnRH e hCG) na taxa de concepção de novilhas nelores submetidas à IATF.

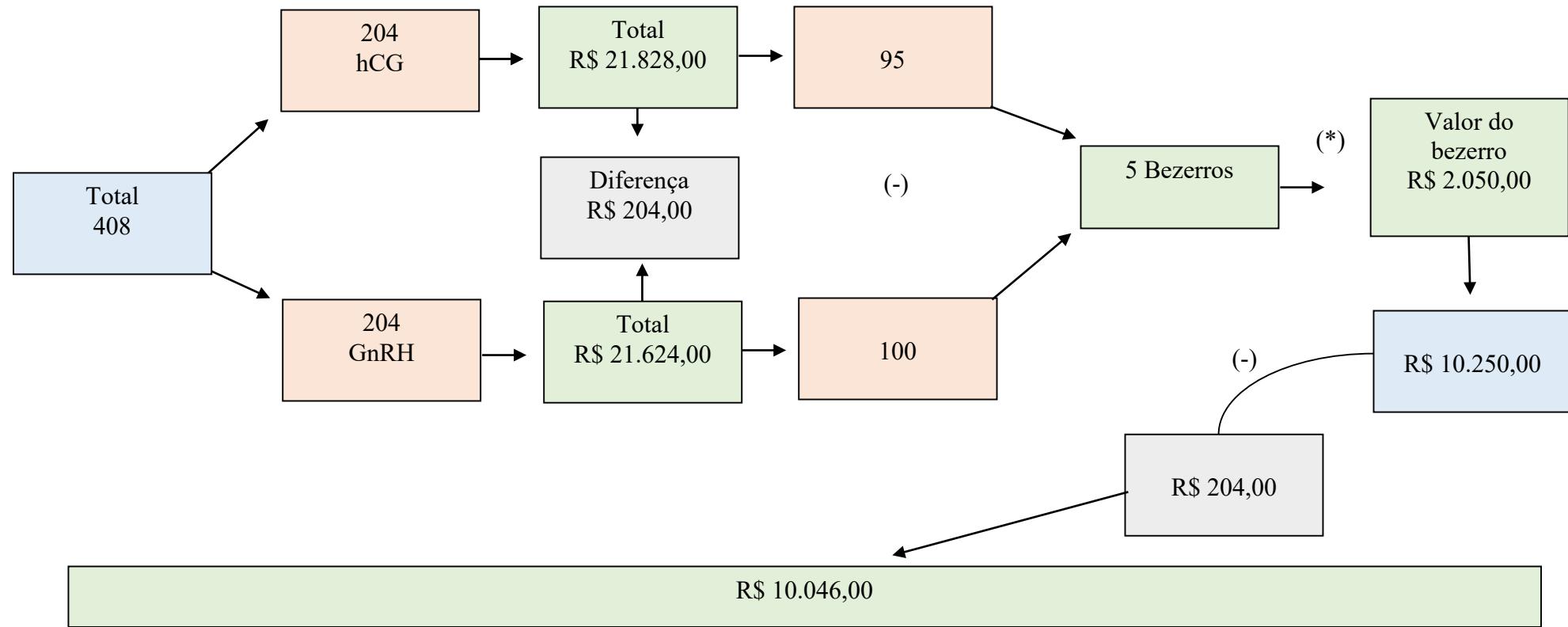
Em relação aos gastos econômicos por tratamento e o rendimento final por meio da produção de bezerros, notou-se que a administração de GnRH e hCG proporcionou maior retorno financeiro ao comparar com o grupo Controle, com valores equivalentes a R\$ 66.426,00 e R\$ 56.972,00, respectivamente. Outrossim, ao comparar GnRH e hCG em termos financeiros, foi possível observar que a diferença foi de R\$ 10.046,00, pois as novilhas submetidas ao protocolo com GnRH produziram cinco bezerros a mais ao comparar com o hCG.



**Figura 4.** Dinâmica de custos e ganhos econômicos para o produtor ao comparar os grupos Controle e hCG.



**Figura 5.** Dinâmica de custos e ganhos econômicos para o produtor ao comparar os grupos Controle e GnRH.



**Figura 6.** Dinâmica de custos e ganhos econômicos para o produtor ao comparar os grupos Controle, hCG e GnRH.

## 4. Discussão

Os animais tratados com administração de GnRH e hCG tiveram maiores índices de concepção quando comparados aos animais do grupo Controle. Isso pode estar associado à responsividade das novilhas ao protocolo utilizado, com a aplicação de GnRH e hCG, associada à IATF<sup>(11)</sup>, maximizando a secreção de gonadotrofinas como FSH e LH, provocando a indução e a ovulação<sup>(12)</sup>. Outros estudos também realizaram a IATF utilizando o protocolo hormonal à base de GnRH em fêmeas bovinas de 14 meses, evidenciando taxa de concepção de 42% em novilhas da raça Nelore com idade de 11 a 14 meses, utilizando protocolo de benzoato de estradiol no D0, eCG, cipionato de estradiol e PGF2 alfa no D8 e GnRH no D10 na IATF<sup>(13)</sup>. Já Gottschall & Silva<sup>(14)</sup> obtiveram de 35 a 42% de concepção em novilhas da raça Nelore de 14 meses, utilizando protocolo diferente, à base de benzoato de estradiol ou Ovsynch.

Na literatura coligada, poucos estudos são observados comparando a utilização de GnRH e hCG em novilhas nelores, o que demonstra a importância deste estudo. Ao comparar o grupo GnRH e hCG não foram observadas diferenças significativas para a taxa de concepção, o que pode estar associado aos medicamentos utilizados, que podem ter favorecido a ovulação e proporcionado taxas de concepção semelhantes. Com resultados diferentes do presente estudo, o que pode ter ocorrido devido a um protocolo também diferente, Schmitz *et al.*<sup>(15)</sup> sinalizaram taxas de concepção mais elevadas com o uso de GnRH no início e no final, ou apenas no final do protocolo (65%), ao comparar com hCG (48%).

Não foram observadas diferenças ( $p>0,05$ ) entre os folículos dominante e ovulatório para os grupos avaliados. Isso pode ser justificado pela utilização do eCG, do peso e do ECC homogêneo dos grupos avaliados; assim, as estratégias nutricionais podem ter proporcionado um suporte de gonadotrofinas para que os folículos crescessem até um tamanho ovulatório, pois o tamanho do folículo ovulatório influencia na taxa de ovulação e luteinização, garantindo maior produção de progesterona pelo corpo lúteo, gerando efeito positivo sobre a sobrevivência embrionária, visto que a concentração progesterônica é determinante para a taxa de concepção<sup>(16)</sup> o que é observado, também, em estudos com vacas<sup>(17-20)</sup>.

O peso homogêneo entre as fêmeas pode ter favorecido a taxa de concepção semelhante entre os grupos GnRH e hCG. Isso pode ter ocorrido devido ao fato de os animais estarem em bom estado nutricional, o que, por consequência, favoreceu o desenvolvimento folicular e a similaridade na taxa de concepção<sup>(21)</sup>. Portanto, o sucesso reprodutivo dependeria, também, do estado nutricional<sup>(22-23)</sup>.

Avaliando bovinos de outra raça, como Angus e Brangus, de um e de dois anos, puros ou mestiços, Charolais, Breul *et al.*<sup>(24)</sup> descrevem que a administração de uma única via intramuscular (IM) de hCG não afetou no aumento da taxa de concepção de novilhas. Em experimento realizado com 67 novilhas da raça Nelore, a aplicação de hCG não melhorou a taxa de gestação e não apresentou efeito significativo ( $p>0,05$ )<sup>(25)</sup>. Buttrey *et al.*<sup>(26)</sup> relatam que o hCG deveria aumentar a taxa de concepção e garantir maior taxa de novilhas prenhas, fato este observado no presente estudo, pois a taxa de concepção foi maior em novilhas com a administração de hCG ao comparar com o grupo Controle.

Corroborando este estudo, Hazano *et al.*<sup>(27)</sup>, em uma fazenda comercial no nordeste do Japão, utilizaram novilhas em protocolos diferentes e identificaram que o tratamento com hCG (1500 UI – D5) aumentou as taxas de concepção, promovendo o desenvolvimento embrionário inicial com excelência.

A taxa de concepção foi maior no grupo GnRH que no Controle. Isso pode ser explicado devido ao fato de o GnRH estimular a ovulação e a sincronização folicular, o que resultaria em animais com

maior probabilidade de concepção no momento da IATF. O GnRH desencadeia a liberação de LH e FSH, portanto, a ausência de um aumento no FSH nas fêmeas do grupo Controle pode contribuir para seu desempenho inferior(28). Esses resultados corroboram Geary *et al.*<sup>(29)</sup>, que encontram taxa de concepção com GnRH (100 g; IM) de 46% no início e no fim do protocolo, e Burns *et al.*<sup>(30)</sup>, com a aplicação de 100 µg de GnRH com concepção de 48,2%.

Em concomitância com os resultados obtidos, diferentes estudos apontam que novilhas apresentaram resposta eficaz à aplicação do GnRH, atingindo taxas de concepção satisfatórias<sup>(31-39)</sup>. Corroborando esses resultados, outro experimento realizado no Uruguai, durante a estação reprodutiva da primavera (novembro-fevereiro), com 911 novilhas das raças Angus e Hereford, de dois anos de idade, demonstrou que a taxa de concepção foi equivalente a 70% em novilhas com a aplicação de GnRH<sup>(40)</sup>.

Em relação aos gastos econômicos por tratamento e o rendimento final, por meio da produção de bezerros, notou-se que a administração de GnRH e hCG proporcionou maior retorno financeiro ao comparar com o grupo Controle. Isso reforça a necessidade de utilização da IATF por parte do pecuarista, pois é notório o retorno financeiro com o uso de protocolos capazes de potencializar a ovulação e, por consequência, maximizar a taxa de concepção<sup>(41)</sup>. Portanto, a associação da indução hormonal com a IATF pode auxiliar na antecipação do primeiro parto, isso ocorreria no mesmo intervalo de tempo em que as fêmeas normalmente estariam entrando no ciclo reprodutivo, proporcionando, assim, maior tempo de vida reprodutiva da fêmea, maior quantidade de bezerros, diminuição do intervalo entre as gestações e gerando mais lucratividade ao proprietário, conforme também afirmam Walsh *et al.*<sup>(42)</sup>, Kerby *et al.*<sup>(43)</sup>, Farrell *et al.*<sup>(44)</sup> e Mwai *et al.*<sup>(45)</sup>.

## 5. Conclusão

O estudo demonstrou que o protocolo de administração de GnRH e hCG pode ser utilizado para alcançar taxas de concepção entre 47% e 49% em novilhas Nelore, com ambos os hormônios proporcionando resultados semelhantes. No entanto, do ponto de vista financeiro, a utilização do GnRH se mostrou mais vantajosa para o produtor.

### Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses.

### Declaração de disponibilidade de dados

Os dados serão fornecidos mediante solicitação ao autor correspondente.

### Contribuições do autor

Conceituação: L. C. Neves; L. D. Nogueira; K. A. L. Neves e W. C. Silva. Curadoria de dados: L. C. Neves; L. D. Nogueira e W. C. Silva. Análise formal: W. C. Silva e K. A. L. Neves. Administração do projeto: W. C. Silva; R. N. C. Camargo-Júnior. Metodologia: R. N. C. Camargo-Júnior; L. C. Neves; L. D. Nogueira; L. K. X. Silva; K. A. L. Neves; C. E. L. Sousa e W. C. Silva. Supervisão: W. C. Silva e K. A. L. Neves. Investigação: R. N. C. Camargo-Júnior; L. C. Neves; L. D. Nogueira; L. K. X. Silva; K. A. L. Neves e W. C. Silva. Visualização: É. B. R. Silva; K. A. L. Neves e W. C. Silva. Redação (rascunho original): L. C. Neves; L. D. Nogueira; K. A. L. Neves e W. C. Silva. Redação (revisão e edição): L. C. Neves; L. D. Nogueira; K. A. L. Neves e W. C. Silva.

## Referências

1. Aragão A, Contini E. Agro in Brazil and in the World: a synthesis of the period from 2000 to 2020. Embrapa SIRE. 2021; 1(1):68. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>
2. Lima RF, Silva AGdS, Santos GDOFD, Tótaro PISD. Relevant aspects of fixed-time artificial insemination (TAI) technique in cattle: A literature review. Altus Science. 2024; 23(23):256-273. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12963987>
3. Dhangada VR, Gaikwad US, Dhage SA, Deokar DK, Lokhande AT, Kamble DK. Innovative Reproductive Technology in Animal Breeding: A Review. Journal of Advances in Biology & Biotechnology. 2024; 27(6):544-532. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i6913>
4. Mercadante VR, Lamb GC. Implementing Fixed-Time Artificial Insemination Programs in Beef Herds. Veterinary Clinics: Food Animal Practice. 2024; 40(1):156-141. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2023.08.008>
5. Reineri PS, Bernhard SDR, Principi SA, Gerlero GD, Aller JF. Effects of two protocols of ovulation synchronization on corpus luteum size and blood flow, progesterone concentration, and pregnancy rate in beef heifers. Animal Reproduction Science. 2023; 251(1):107223. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2023.107223>
6. Krause, LSdS. Use of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) in bovine reproduction in fixed-time artificial insemination (TAI). Ibero-American Journal of Humanities, Sciences and Education 2024; 10(6):1205-1215. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i6.14426>
7. Chen F, Hou YA, Zhu X, Mei C, Guo R, Shi Z. Impact of Accessory Corpus Luteum Induced by Gonadotropin-Releasing Hormone or Human Chorionic Gonadotropin on Pregnancy Rates of Dairy Cattle following Embryo Transfer: A META-Analysis. Veterinary Sciences. 2023; 10(5):309. <https://doi.org/10.3390/vetsci10050309>
8. Heredia D, Ojeda-Rojas OA, Londoño MC, Lasso SD, Bisinotto RS, Binelli M, Gonella-Diaza AM. A single dose of FSH or hCG during a split-time AI program did not enhance follicular growth or pregnancy per artificial insemination in beef heifers. Journal of Applied Animal Research. 2023; 51(1):440-434. <https://doi.org/10.1080/09712119.2023.2218477>
9. Martorano LG, Nechet D, Pereira LC. Climatic typology of the State of Pará: adaptation of the Köppen method. Bulletin of Theoretical Geography, 1993; 23(45-46):307-312.
10. Nagy SÁ, Kilim O, Csabai I, Gábor G, Solymosi N. Impact evaluation of score classes and annotation regions in deep learning-based dairy cow body condition prediction. Animals 2023; 13(2):194. <https://doi.org/10.3390/ani13020194>
11. Fernández J, Bruno-Galarreta MM, Cueto MI, Bonadeo N, Notaro U, Soto AT, Sota RLDL, Salvetti NR, Bianchi CP, Cristina C, Ortega HH, Gibbons AE, Lacau-Mengido IM. Changes on corpus luteum structure and progesterone synthesis pathway after hCG or GnRH treatment during the early luteal phase in sheep. Animal Reproduction Science. 2024; 265(1):107474. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2024.107474>
12. Bó GA, Huguenine E, Mata JJDL, Núñez-Olivera R, Baruselli PS, Menchaca A. Programs for fixed-time artificial insemination in South American beef cattle. Animal Reproduction (AR). 2018; 15(1):962-952. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR2018-0025>
13. Gregianini HAG, Junior JMC, Neto AP, da Costa Filho LCC, Gregianini JTF, Pinheiro AK, Trenkel CKG. Sexual precocity of Nellore heifers in a herd under selection in the State of Acre. Research, Society and Development, 2021; 10(4):e16310413945-e16310413945. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13945>
14. Gottschall CS, Silva LR. Conception rate of beef heifers submitted to FTAI with a protocol based on estradiol benzoate or modified Ovsynch. PUBVET, 2018; 12(9):1-6. [https://www.researchgate.net/publication/327787831\\_Taxa\\_de\\_prenhez\\_de\\_novilhas\\_de\\_corte\\_submetidas\\_a\\_IATF\\_com\\_protocolo\\_a\\_base\\_de\\_BE\\_ou\\_Ovsynch\\_modificado](https://www.researchgate.net/publication/327787831_Taxa_de_prenhez_de_novilhas_de_corte_submetidas_a_IATF_com_protocolo_a_base_de_BE_ou_Ovsynch_modificado)
15. Schmitz W, Kramer M, Erhardt G, Gault M, Driancourt MA, Holtz W. Pregnancy rate after fixed-time artificial insemination of suckled beef cows subjected to a cosynch protocol with either buserelin or hCG as ovulation inducing agent. Livestock Science. 2017; 206(1):147-141. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.10.025>
16. Nishimura TK, Martins T, Silva MI, Lafuente BS, maio JRDG, Binelli M, Pugliese G, Netto AS. Importance of body condition score and ovarian activity on determining the fertility in beef cows supplemented with long-acting progesterone after timed-AI. Animal Reproduction Science. 2018; 198(1):36-27. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.08.042>
17. Bruinjé TC, Morrison EI, Ribeiro ES, Renaud DL, LeBlanc SJ. Associations of inflammatory and reproductive tract disorders postpartum with pregnancy and early pregnancy loss in dairy cows. Journal of Dairy Science. 2024; 107(3):1644-1630. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23976>

18. Ferraz PA, Poit DAS, Pinto LMF, Guerra AC, Neto AL, Prado FL, Azrak AJ, Çakmakçı C, Baruselli PS, Pugliesi G. Accuracy of early pregnancy diagnosis and determining pregnancy loss using different biomarkers and machine learning applications in dairy cattle. *Theriogenology*. 2024; 244(1):93-82. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.05.006>
19. Vázquez-López S, Hernández-Coronado CG, Calderón-Robles RC, Rosales-Torres AM, Faustino-Carmona R, Sánchez-Hernández F, Jáimez-Vázquez MA, Guzmán A. CO-Synch as a cheap fixed-time artificial insemination protocol to improve pregnancy rate in cow-calf production systems. *Large Animal Review*. 2024; 30(2):92-85.
20. Çiplak AY. Pregnancy Diagnosis Methods in Cows. *Journal of Animal Science and Economics*. 2024; 3(1):29-23. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10731544>
21. Oliveira VS, Silva W, Maia TP, Silva LKX. Is there a correlation between the body condition score and the conception rate of Nellore cows submitted to FTAI in Eastern Amazonia? *CES Veterinary Medicine and Animal Science*. 2022; 17(2):18-8. <https://doi.org/10.21615/cesmvz.6622>
22. Moriel P, Palmer E, Vedovatto M, Piccolo MB, Ranches J, Silva HM, Mercadante VRG, Lamb GC, Vendramini JM. Supplementation frequency and amount modulate postweaning growth and reproductive performance of Bos indicus-influenced beef heifers. *Journal of Animal Science*. 2020; 98(8):skaa236. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa236>
23. Luke TDW, Morton JM, Wales WJ, Ho CKM. Associations between serum health biomarker concentrations and reproductive performance, accounting for milk yield, in pasture-based Holstein cows in southeastern Australia. *Journal of Dairy Science*. 2024; 107(1):458-438. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-23006>
24. Breuel KF, Spitzer JC, Thompson CE, Breuel JF. First-service pregnancy rate in beef heifers as influenced by human chorionic gonadotropin administration before and/or after breeding. *Theriogenology*. 1990; 34(1):145-139. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(90\)90585-H](https://doi.org/10.1016/0093-691X(90)90585-H)
25. Santos MD, Junior DAF, Toma CDM, Toma HS, Freitas SH, Costa DS, Junior CK. Gestation rates and accessory corpus luteum formation in Nellore heifers treated with hcg after fixed-time artificial insemination. *Acta Veterinária Brasilica*. 2014; 8(4):235-231. <https://doi.org/10.21708/avb.2014.8.4.4236>
26. Buttrey BS, Burns MG, Stevenson JS. Ovulation and pregnancy outcomes in response to human chorionic gonadotropin before resynchronized ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*. 2010; 73(4):459-449. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.09.027>
27. Hazano K, Miki T, Goto A, Kayano M, Haneda S, Bui DV, Miura R, Matsui M. Effects of the formation and regression of accessory corpus lutea during pregnancy on plasma progesterone concentration and pregnancy status in cross-bred beef heifers. *Animal Reproduction Science*. 2021; 232(1):106825. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106825>
28. Schmitt EJP, Barros CM, Fields PA, Fields MJ, Diaz T, Kluge JM, Thatcher WW. A cellular and endocrine characterization of the original and induced corpus luteum after administration of a gonadotropin-releasing hormone agonist or human chorionic gonadotropin on day five of the estrous cycle. *Journal Animal Science* 1996; 74(1):1915-1929. <https://doi.org/10.2527/1996.7481915x>
29. Geary TW, Salverson RR, Whittier JC. Synchronization of ovulation using GnRH or hCG with the CO-Synch protocol in suckled beef cows. *Journal of Animal Science*. 2001; 79(10):2536-2541. <https://doi.org/10.2527/2001.79102536x>
30. Burns MG, Buttrey BS, Dobbins CA, Martel CA, Olson KC, Lamb GC, Stevenson JS. Evaluation of human chorionic gonadotropin as a replacement for gonadotropin-releasing hormone in ovulation-synchronization protocols before fixed timed artificial insemination in beef cattle. *Journal of animal Science*. 2008; 86(10):2539-2548. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1122>
31. Binyameen M, Imran M, Waseem M, Anwar S, Tahir H, Azam B, Tauseef MA, Saleem M. Effect of a Single Injection of GnRH Analog Alone and at the Time of AI on Reproductive Performance of Nili Ravi Buffaloes. *Farm Animal Health and Nutrition*. 2024; 3(1):21-17. <https://doi.org/10.58803/fahn.v3i1.38>
32. Hassanein EM, Szelényi Z, Szenci, O. Gonadotropin-Releasing Hormone (GnRH) and Its Agonists in Bovine Reproduction II: Diverse Applications during Insemination, Post-Insemination, Pregnancy, and Postpartum Periods. *Animals*. 2024; 14(11):1575. <https://doi.org/10.3390/ani14111575>
33. Melo DB, Jr WMC, Marques TC, Salman S, Macedo IM, Castro T, Menezes MCG, Monteiro HF, Cotterman RF, Conley AJ, Lima FS. Effect of 200 µg of gonadorelin hydrochloride at the first GnRH of a CIDR Synch program on ovulation rate and pregnancies per AI in Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*. 2024(TBC):10. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24246>
34. Dare TA, Mamman M, Kawu MU, Chom ND, Udechukwu CC, Jolayemi KO. The Effect of Reduced GnRH Dose on Ovulation and Follicular Dynamics in Ovsynch Programme of Pure and Bunaji-Crossbred Cows. *Tropical Animal Health and Production*. 2024; 56(2):103. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-03939-7>

35. Silva LO, Motta JC, Oliva AL, Madureira G, Alves RL, Folchini NP, Silva MAD, Silva TJBD, Consentini CED, 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*. 2024; 214(1):223-215. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.10.015>
36. Colazo MG, Behrouzi A, Gobikrushanth M, Mapletoft RJ. A high dose of initial GnRH increased ovulatory response and fertility in Holstein heifers subjected to a progesterone based 5-d CO-Synch protocol. *Theriogenology*. 2023; 206(1):17-11. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.04.026>
37. Uddin AM, Petrovski KR, Song Y, Garg S, Kirkwood RN. Application of exogenous GnRH in food animal production. *Animals*. 2023; 13(12):1891. <https://doi.org/10.3390/ani13121891>
38. Gobikrushanth M, Mapletoft RJ, Colazo MG. Estrous activity and pregnancy outcomes in Holstein heifers subjected to a progesterone based 5-d CO-Synch protocol with or without administration of initial GnRH. *Theriogenology*. 2023; 202(1):41-36. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.02.024>
39. Silva SA, Mondadori RG, Noleto GS, Barbosa IP, Gonçalves RL, Gasperin BG, Rovani MT, Paz EF, Gomes LS, Pfeifer LF. GnRH34 with or without estradiol cypionate in timed AI in Bos indicus beef cows. *Theriogenology*. 2023; 209(1):140-134. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.06.026>
40. Núñez-Olivera R, Bó GA, Menchaca A. Association between length of proestrus, follicular size, estrus behavior, and pregnancy rate in beef heifers subjected to fixed-time artificial insemination. *Theriogenology*. 2022; 181(1):7-1. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.12.028>
41. Oliveira BSD, Silva KZ, Batista HR, Silva WCD, Junior RNCC. Retrospective study of conception rates obtained using Fixed Time Artificial Insemination (TAI) protocols in cows supplemented with gonadotropin-releasing hormone (GnRH)—mini review. *Retrospective study of pregnancy rates obtained using fixed-time. Brazilian Journal of Development*. 2021; 7(12):118390-118382. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-548>
42. Walsh DP, Fahey AG, Lonergan P, Wallace M. Economics of timed artificial insemination with unsorted or sexed semen in a high-producing, pasture-based dairy production system. *Journal of Dairy Science*. 2022; 105(4):3208-3192. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21070>
43. Kerby M, Clarke T, Angel T, Mackenzie K. The use of fixed time artificial insemination programmes for the use of sexed semen in block calving dairy heifers. *Livestock*. 2021; 26(3):130-124. <https://doi.org/10.12968/live.2021.26.3.124>
44. Farrell LJ, Morris ST, Kenyon PR, Tozer PR. Simulating the profitability of male-sexed semen use in extensively farmed beef cow herds. *Livestock Science*. 2022; 266(1):105-107. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105107>
45. Mwai AO Tsuma V, Owin JO, Ochieng L, Rao EJO. Accelerating genetic improvement in emerging smallholder dairy systems through fixed-time and conventional artificial insemination technologies: organizational and operational experiences from Kenya. *ILRI Project Report*. 2020; 1(1):35. <https://hdl.handle.net/10568/111149>