



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE ANIMAL E SAÚDE
PÚBLICA NOS TRÓPICOS**

MATHEUS HENRIQUE DIAS RODRIGUES

**EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE GnRH E NUTRIÇÃO PARENTERAL NA
FERTILIDADE DE FÊMEAS NELORE SUBMETIDAS A PROTOCOLOS DE IATF**

Araguaína/TO

2025

MATHEUS HENRIQUE DIAS RODRIGUES

EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE GnRH E NUTRIÇÃO PARENTERAL NA
FERTILIDADE DE FÊMEAS NELORE SUBMETIDAS A PROTOCOLOS DE IATF

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sanidade Animal e Saúde Pública dos Trópicos da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), como requisito à obtenção do grau de Mestre(a) em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luís Ferreira
Co-Orientador: Prof^a. Dr^a. Clarissa A. Silva de Córdova
Dr. Leandro Lopes Nepomuceno

Araguaína/TO
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Geração de Ficha Catalográfica SGFC-UFNT
Gerado automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

H519e Henrique Dias Rodrigues , Matheus .
EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE GnRH E NUTRIÇÃO
PARENTERAL NA FERTILIDADE DE FÊMEAS NELORE
SUBMETIDAS A PROTOCOLOS DE IATF / Matheus Henrique
Dias Rodrigues . - Centro de Ciências Agrárias - CCA, TO, 2025.
82 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) (Pós-Graduação - Programa de
Pós-Graduação em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos -
PPGSaspt) -- Universidade Federal do Norte do Tocantins, 2025.

Orientador: Jorge Luis Ferreira .

1. Reprodução . 2. Antioxidante . 3. GnRH.

CDD 619

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.


MATHEUS HENRIQUE DIAS RODRIGUES

EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE GnRH E NUTRIÇÃO PARENTERAL NA
FERTILIDADE DE FÊMEAS NELORE SUBMETIDAS A PROTOCOLOS DE IATF


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Norte do Tocantins, e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de Aprovação 11 / 04 / 2025


Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 JORGE LUIS FERREIRA
Data: 02/06/2025 21:30:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jorge Luís Ferreira, Orientador - UFNT

Documento assinado digitalmente
 TANIA VASCONCELOS CAVALCANTE
Data: 02/06/2025 06:28:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Tânia Vasconcelos Cavalcante, Membro Externo - UFPI

Documento assinado digitalmente
 CLARISSA AMORIM SILVA DE CORDOVA
Data: 02/06/2025 07:32:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Clarissa Amorim Silva de Córdova, Membro Interno – UFNT

*Dedico este trabalho primeiramente
a Deus, aos meus pais, família e
todos que me ajudaram a chegar até
aqui, em especial ao prof. Dr. Jorge.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primordialmente, a Deus por me sustentar quando eu não mais tinha forças. Por me ajudar a vencer mais essa etapa em minha vida, mesmo quando o caminho parecia difícil, ele se fez presente para abrir novas portas que me permitiram chegar até aqui. Sem Ele, eu aqui não estaria. Agradeço a Nossa Senhora Desatadora de Nós por desatar todos os nós que me impeçam de progredir na vida.

A meus pais, Rejane e Eliosmar e padrasto Hildo/Junior por sempre me incentivarem a estudar e fazer disso uma prioridade em minha vida, mesmo em momentos difíceis e sempre disposto a ajudar em qualquer necessidade. Vocês servem de inspiração para mim. A minha namorada Glenda por estar presente ao longo dessa jornada, sou imensamente grato por tê-la ao meu lado.

Ao meu orientador, Jorge Luís Ferreira, por abrir as portas da medicina veterinária para mim e por me orientar ao longo da carreira acadêmica, vida profissional e pessoal, sendo um grande conselheiro, amigo e até mesmo um pai em Araguaína. Também agradeço a equipe do Nagem, em especial ao Aryostenes, Lucas, Kailon, Marcos e Leandro por contribuírem de alguma forma ao longo dessa jornada.

Aos meus coorientadores, Prof^a Clarissa Amorim Silva de Córdova e Dr. Leandro Lopes Nepomuceno, pela valiosa contribuições e sugestões nos artigos e na versão final da dissertação, e pelos incentivos. Meu muito obrigado!!!

Aos membros da banca de avaliação, Prof^a. Tânia Vasconcelos Cavalcante e Prof^a. Clarissa Amorim Silva de Córdova, pelas sugestões e correções, e disponibilidade para melhorar o presente trabalho. Agradeço aos professores da pós-graduação pelos ensinamentos durante essa jornada, com ensinamentos teóricos e práticos.

A equipe da Monta Reprodução Bovina por auxiliar com sua experiência e sabedoria a campo. Ao Médico Veterinário Higor por ajudar na vida profissional e no desenvolvimento do experimento, bem como a equipe das fazendas Santa Terezinha e Canadá por se prontificarem a desenvolver os estudos necessários para o desenvolvimento do experimento.

A todos que me apoiaram nessa grande jornada, que seguraram minha mão e me incentivaram a encarar essa missão, em Araguaína, meu grande obrigado.

*“Há mais pessoas que desistiram
do que pessoas que fracassam”
Henry Ford*

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo, avaliar possíveis efeitos de estratégias nutricionais e hormonais no incremento da taxa de concepção de novilhas e vacas de corte submetidas a protocolos de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), criadas no norte do Tocantins. Foram desenvolvidos dois experimentos, nos quais, o experimento 1 avaliou o efeito da administração de GnRH no momento da IATF em novilhas Nelore sobre a taxa de concepção de vacas de corte, na região norte do Tocantins. O experimento 2 avaliou o efeito da suplementação com antioxidante associado a vitaminas e minerais no D0 do protocolo de IATF sobre a taxa de concepção de vacas de corte criadas na região norte do Estado do Tocantins. No experimento 1 foram utilizadas 146 novilhas distribuídas em dois tratamentos (grupo tratado e grupo controle), e no experimento 2 foram utilizadas 160 vacas Nelore, múltíparas, distribuídas em dois tratamentos (grupo antioxidante e controle). Todos os animais foram submetidos ao mesmo protocolo de IATF de três manejos, com exceção que as novilhas receberam uma dose de 0,5 mg de PGF₂ α no D0. As variáveis avaliadas foram a manifestação do cio, escore de condição corporal (ECC) e escore de trato reprodutivo (ETR) e a taxa de concepção dos animais. O diagnóstico de gestação foi realizado aos 30 dias pós-IA por meio de ultrassonografia transretal e os dados foram analisados programa Statistical Analysis System [SAS] (2002) pelo procedimento One Parway e as médias comparadas através do teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%. No experimento 1, a taxa de prenhez do grupo tratado foi 46,58% (34/73) e do grupo controle com 39,73% (29/73) sem diferença significativa ($P > 0,05$), entretanto o GnRH no momento da IATF aumentou a taxa de concepção nas fêmeas que manifestaram cio ($P < 0,05$). No experimento 2, as fêmeas do grupo antioxidantes apresentaram 51,04% (49/96) de taxa de concepção e o grupo controle de 53,13% (34/64) sem diferença significativa ($P > 0,05$). A administração de GnRH no momento da IATF em novilhas que manifestaram cio aumentou a taxa de prenhez, porém a administração de suplementação antioxidante com vitaminas e minerais no D0 do protocolo de IATF não promoveu o incremento na fertilidade de vacas nelore.

Palavras chaves: Antioxidante, GnRH. IATF, Novilhas, Reprodução.

ABSTRACT

The present study aims to evaluate the possible effects of nutritional and hormonal strategies on increasing the conception rate of heifers and beef cows subjected to Fixed-Time Artificial Insemination (FTAI) protocols in the northern region of Tocantins. Two experiments were conducted. Experiment 1 evaluated the effect of GnRH administration at the time of FTAI in Nelore heifers on the conception rate of beef cows in northern Tocantins. Experiment 2 assessed the effect of antioxidant supplementation with vitamins and minerals on day 0 (D0) of the FTAI protocol on the conception rate of beef cows raised in the northern region of Tocantins. In Experiment 1, 146 heifers were used, distributed into two treatments (treated group and control group). In Experiment 2, 160 multiparous Nelore cows were used, also divided into two treatments (antioxidant group and control group). All animals were subjected to the same three-handling FTAI protocol, except that the heifers received a dose of 0.5 mg of PGF2 α on D0. The evaluated variables included estrus manifestation, body condition score (BCS), reproductive tract score (RTS), and conception rate. Pregnancy diagnosis was performed 30 days post-insemination using transrectal ultrasonography, and the data were analyzed using the Statistical Analysis System [SAS] (2002) with the One-Way procedure, and means were compared using the Kruskal-Wallis test with a significance level of 5%. In Experiment 1, the pregnancy rate of the treated group was 46.58% (34/73) and 39.73% (29/73) in the control group, with no significant difference ($P>0.05$). However, GnRH administration at the time of FTAI increased the conception rate in females that exhibited estrus ($P<0.05$). In Experiment 2, the conception rate of the antioxidant group was 51.04% (49/96), while the control group had 53.13% (34/64), with no significant difference ($P>0.05$). The administration of GnRH at the time of FTAI in heifers that exhibited estrus increased the pregnancy rate. However, antioxidant supplementation with vitamins and minerals on D0 of the FTAI protocol did not enhance the fertility of Nelore cows.

Palavras chaves: Antioxidante, GnRH, FTAI, heifers, Reproduction.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.1** - Evolução do mercado de inseminação artificial ao longo do século XXI . 17
- Figura 1.2** - Etapas, estruturas ovarianas e endocrinologia do ciclo estral da fêmea bovina. 18
- Figura 1.3** - Eixo Hipotálamo-Hipófise-Gonadal: Dinâmica Neuroendócrina de GnRH, FSH, LH, Estradiol e Progesterona na Regulação do Ciclo Estral, Ovulação e Luteólise. 20

CAPÍTULO II

- Figura 2.1** - Protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) utilizado no experimento.. 52
- Figura 2.2** - Efeito do tratamento com ou sem hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no momento da inseminação artificial sobre a taxa de prenhez de novilhas nelore submetidas a protocolo de inseminação artificial em tempo fixo. 53
- Figura 2.3** - Efeito do tratamento com ou sem hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no momento da inseminação artificial e escore do trato reprodutivo (ETR) mensurado no D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) sobre a taxa de prenhez de novilhas nelore. 55
- Figura 2.4** - Efeito do tratamento com ou sem hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no momento da inseminação artificial e manifestação de cio mensurado no D10 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) sobre a taxa de prenhez de novilhas nelore. 56
- Figura 2.5** - Efeito do tratamento com ou sem hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no momento da inseminação artificial e escore de condição corporal (ECC) mensurado no D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) sobre a taxa de prenhez de novilhas nelore 58

CAPÍTULO III

- Figura 3.1** - Protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) utilizado no experimento. 68

Figura 3.2 - Efeito do tratamento com ou sem administração de suplementação vitamínica mineral a base de antioxidantes no momento do D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo sobre a taxa de prenhez de vacas 69

Figura 3.3 - Efeito do tratamento com ou sem administração de suplementação vitamínica mineral a base de antioxidantes no momento do D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo e manifestação de cio sobre a taxa de prenhez de vacas Nelore. 71

Figura 3.4 - Efeito do tratamento com ou sem administração de suplementação vitamínica mineral a base de antioxidantes no momento do D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo e escore de condição corporal (ECC) sobre a taxa de prenhez de vacas Nelore. 72

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1.1 - Análise Comparativa das Características Fisiológicas e Reprodutivas de Novilhas Nelore: Médias, Desvios-Padrão e Percentuais de Condição Corporal e Trato Reprodutivo em Grupos Experimentais 51

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

QUADRO 1.1 - Classificação do escore do trato reprodutivo de novilhas com base na avaliação ginecológica mensurada no D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo..

23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BE	Benzoato de estradiol
CE	Cipionato de estradiol
CL	Corpo lúteo
D-24	Dia menos vinte e quatro
D0	Dia zero
D8	Dia oito
D10	Dia dez
ECC	Escore de condição corporal
ETR	Escore de trato reprodutivo
eCG	Gonadotrofina coriônica equina
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofina
IATF	Inseminação artificial em tempo fixo
IM	Intramuscular
LH	Hormônio luteinizante
mg	Miligramas
ml	Mililitros
PGF2 α	Prostaglandina F2 α

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	16
2.1 Inseminação Artificial	16
2.2 Fisiologia Reprodutiva	18
2.3 Avaliação do Escore de Trato Reprodutivo em Novilhas	22
2.4 Utilização de GnRH em Protocolos de IATF	25
2.5 Antioxidantes em Bovinos	28
2.6 Suplementação Injetável na Reprodução	31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
3 CAPITULO II	46
3.1 Introdução	49
3.2 Material e Métodos	50
3.3 Resultados e Discussões	52
3.4 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
4 CAPITULO III	63
4.1 Introdução	66
4.2 Material e Metodos	67
4.3 Resultados e Discussão	68
4.4 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
5 CAPÍTULO IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS	79

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais atores na produção e comercialização mundial de carne, detentor do maior rebanho comercial do mundo, com mais de 214 milhões de cabeças (BRAZILIAN BEEF, 2023). Entretanto, apresenta uma baixa taxa de desfrute quando comparado a outros líderes na produção de carne, que possuem rebanhos menores e áreas produtivas mais eficientes (BRAZILIAN BEEF, 2023). Esses resultados representam um entrave para o mercado de carne bovina, visto que a baixa tecnificação resulta em uma maior utilização de recursos naturais para aumentar a produção, enquanto os mercados consumidores estão cada vez mais exigentes em relação a sustentabilidade da produção agropecuária (FERREIRA et al., 2022; SANTOS et al., 2022).

Esse novo cenário de produção, mais preocupado com a agrobiodiversidade e o compromisso social, associado aos elevados custos dos insumos e à baixa produtividade, resulta em menor lucratividade do sistema. Portanto, é necessário adotar tecnologias que visem elevar os índices produtivos, com o intuito de aumentar a rentabilidade do negócio rural e respeitar o impacto ambiental. Ademais, devido à vasta extensão territorial, o Brasil abriga fazendas com características distintas que interferem direta e indiretamente na produção animal, como solo, clima e manejo (BARBOSA et al., 2015). Nesse contexto, algumas tecnologias podem apresentar resultados diferenciados nas propriedades, em função das interações ambientais, nutricionais e de manejo.

A pecuária nacional ainda apresenta índices reprodutivos aquém do ideal, em decorrência de manejos inadequados destinados às novilhas e matrizes, resultando em menor rentabilidade da atividade (TORRES JUNIOR et al. 2016). Segundo Baldi et al. (2008), a eficiência reprodutiva de um rebanho de matrizes está diretamente relacionada à rentabilidade financeira da fazenda. Portanto, é importante avaliar estratégias e tecnologias que visem melhorar os índices reprodutivos e produtivos do sistema, visando obter maiores retornos econômicos na empresa rural.

Dentre as biotecnologias reprodutivas, a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) destaca-se, pois possibilita a redução do intervalo de partos das vacas, diminui a idade ao primeiro parto e permite a utilização de sêmen de touros melhoradores, proporcionando ganhos genéticos nos rebanhos (ZOETIS BRASIL, 2019; FERRAZ & FELICIO, 2010).

Os protocolos de IATF disponíveis no mercado estão consolidados; entretanto, a taxa de prenhez apresenta ampla variação conforme a realidade de cada propriedade, categoria animal e época do ano (BARUSELLI et al., 2017; ZOETIS BRASIL, 2024). Em novilhas, os resultados são inferiores aos obtidos em vacas, uma vez que estas apresentam particularidades, como maior sensibilidade a hormônios e a necessidade de avaliação do escore de trato reprodutivo no início do protocolo de IATF, devido à puberdade (MADUREIRA et al., 2020; SÁ FILHO et al., 2009).

Nesse sentido, várias estratégias estão sendo desenvolvidas para manipular o ciclo reprodutivo, visando aumentar a taxa de concepção em vacas de corte e leite. Entre as estratégias estão a utilização de progesterona exógena após a inseminação artificial (IA) (MOREIRA et al., 2020; PUGLIESI et al., 2016), dose adicional de prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) (FERREIRA et al., 2020; RODRIGUES et al., 2018), administração de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no momento da IATF (BONATO et al., 2021; MADUREIRA et al., 2020; VILCHES JR. et al. 2024), além da administração de vitaminas e minerais (LIMA et al., 2017; MUNDEL, 2012; MATUREANA FILHO et al., 2024).

O incremento na taxa de prenhez em função das estratégias a serem utilizadas (suplementação hormonal e vitamínica-mineral) ainda apresenta resultados variados, dependendo de diversos fatores e suas interações. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a utilização de GnRH e suplementação vitamínica e mineral parenteral sobre a taxa de concepção de novilhas e vacas Nelore submetidas a protocolos de IATF. E como objetivos específicos: a) verificar se há interação entre o escore do trato reprodutivo e a administração de GnRH na taxa de concepção de novilhas Nelore; b) verificar se há interação entre o peso de novilhas no D0 do protocolo de IATF e a administração de GnRH na taxa de concepção de novilhas Nelore; e c) verificar os efeitos da suplementação vitamínica e mineral parenteral sobre a taxa de concepção de vacas de corte submetidas a protocolos de IATF.

2 CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para compreender melhor como os compostos hormonais, proteicos, minerais e vitamínicos podem contribuir com a taxa de concepção de fêmeas bovinas de corte submetidas a protocolos de IATF, é necessário conhecer melhor a fisiologia do ciclo estral da fêmea bovina, bem como as possíveis funções e mecanismos de ação e interação desses compostos no organismo animal.

2.1 INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL

A inseminação artificial é uma biotecnologia reprodutiva que consiste na deposição do sêmen no aparelho reprodutivo da fêmea pelo ser humano, sem o contato físico do macho com a fêmea da mesma espécie (ZOETIS BRASIL, 2019). Em bovinos a técnica pode ser feita por dois mecanismos, pela identificação do cio natural, com a inseminação sendo feita próximo ao término do estro, ou através da sincronização de cio, em que a inseminação artificial é realizada em um período previamente determinado (SENAR, 2009).

Essa biotecnologia reprodutiva possibilitou a utilização de touros melhoradores a preços acessíveis, possibilitando o avanço genético do rebanho, com aumento da produtividade e lucratividade do sistema (FERRAZ & FELICIO, 2010). Um dos maiores entraves da inseminação artificial com observação de estro é a dificuldade de identificação do mesmo pela fêmea bovina e pelo ser humano, o que está relacionado principalmente ao anestro pós-parto, resultando em baixa taxa de serviço e longos intervalos de parto (BARUSELLI et al., 2004; SENAR, 2009). O anestro pós-parto é a condição fisiológica na qual a fêmea apresenta ausência de estro, quanto maior o período de anestro, maior o intervalo de partos e menor a rentabilidade da atividade rural (BARUSELLI et al., 2004).

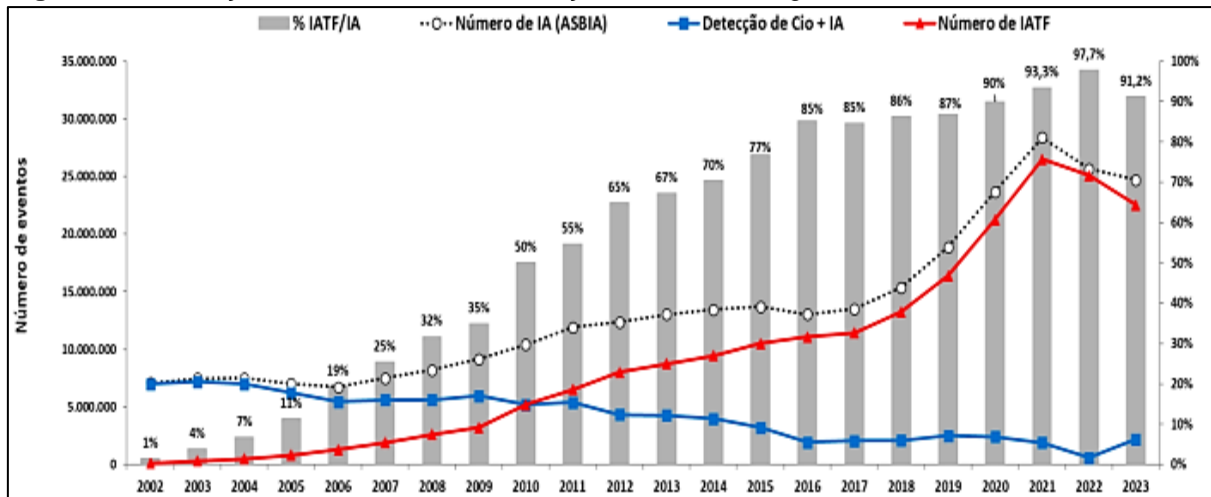
No início do século XXI, 99% da inseminação artificial realizada no Brasil foi realizada pela forma convencional com observação de cio (BARUSELLI et al., 2024). Entretanto, o longo período de anestro pós-parto e a dificuldade em realizar os manejos de observação de cio, além de inseminar um número elevado de fêmeas em um lote extenso, geraram a necessidade de estudar possibilidades para contornar tais entraves (BARUSELLI et al., 2004; SÁ FILHO et al., 2009).

Por meio de estudos, foi possível compreender a fisiologia reprodutiva de fêmeas bovinas e desenvolver um protocolo medicamentoso a fim de promover a

ovulação, possibilitando realizar a IATF sem necessidade de observação de estro, facilitando e otimizando o mercado de inseminação no Brasil (BARUSELLI et al., 2007; BARUSELLI et al., 2024; PFEIFER et al., 2007; NOGUEIRA et al., 2016; MADUREIRA et al., 2020).

No Brasil, a utilização de inseminação artificial cresceu significativamente desde 2002, impulsionada principalmente pelo desenvolvimento de protocolos medicamentosos que possibilitaram a utilização da IATF, atingindo o ápice de 28.378.992 inseminações realizadas no ano de 2021, sendo que 26.480.025 (93,3%) das inseminações foram por IATF. Entretanto, em 2022 e 2023, o mercado de inseminação artificial retraiu, chegando a 22.529.622 IATFs no respectivo ano de 2023 (BARUSELLI et al., 2024). Tal retração se deu ao mercado em que o preço da arroba comercializada atingiu o pico entre 2021 e 2022 com posteriormente queda no preço praticado no mercado, desestimulando a adoção de biotecnologias, caracterizando o efeito do ciclo pecuário sob o mercado de inseminação artificial no Brasil, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1.1 - Evolução do mercado de inseminação artificial ao longo do século XXI.



Fonte: Baruselli et al. (2024).

O segmento da inseminação no Brasil é importante para a economia nacional, visto que, somente em relação aos medicamentos utilizados para sincronização da ovulação, movimentou cerca de R\$ 563.000.000,00 no ano de 2023, além dos custos variáveis com mão de obra para inseminação e dose de sêmen (BARUSELLI et al., 2024). Em 2017, estimava-se que para cada R\$ 1,00 investido em IATF, o retorno para a cadeia produtiva da carne era de R\$ 4,20 (BARUSELLI et al., 2017). Dessa forma, o mercado de inseminação é uma importante engrenagem da economia, visto

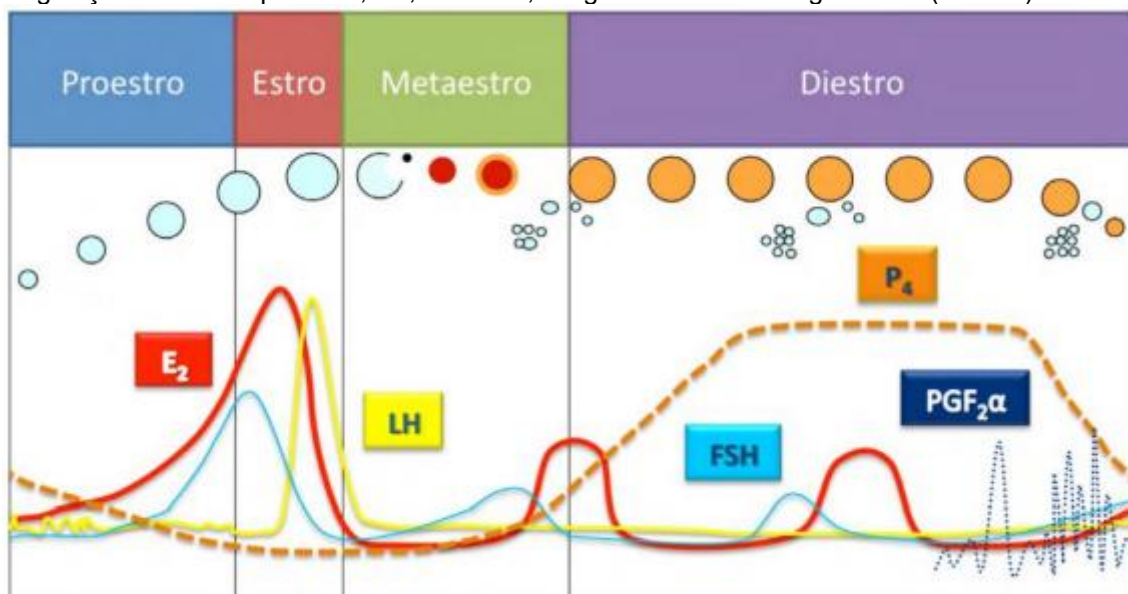
que aumenta a produtividade do rebanho e promove a geração de empregos.

Apesar dos diversos estudos relacionados à IATF nos últimos anos e do conhecimento adquirido sobre a fisiologia das fêmeas bovinas, os resultados ainda apresentam grandes variações, influenciados por diversos fatores, como nutrição, categoria animal, raça e escore de condição corporal (PFEIFER et al., 2007; CADÓ, 2016; NOGUEIRA et al., 2016; ZOETIS BRASIL, 2019; MADUREIRA et al., 2020). Portanto, estudos mais aprofundados são necessários para ajustes nos protocolos, afim de maximizar os resultados.

2.2 FISILOGIA REPRODUTIVA

As fêmeas bovinas são animais poliéstricas não estacionais, em que o ciclo estral ocorre durante todo o ano, independente da estação. O ciclo estral se repete a cada 17 a 24 dias e é dividido em quatro (04) fases: proestro, estro, metaestro e diestro (Figura 2). O conhecimento de cada fase é fundamental para compreensão dos protocolos de IATF que interferem diretamente em cada etapa, visto que os fármacos utilizados na sincronização de cio são análogos aos hormônios naturais (NICIURA, 2008).

Figura 1. 2 – Etapas do Ciclo Estral em Bovinas: Dinâmica Folicular, Formação do Corpo Lúteo e Regulação Hormonal por FSH, LH, Estradiol, Progesterona e Prostaglandinas (PGF₂α).



E₂: Estradiol; LH: Hormônio Luteinizante; FSH: Hormônio Folículo Estimulante; P₄: Progesterona; PGF₂α: Prostaglandina.
Dados: Rangel 2018.

O proestro inicia logo após a luteólise, com duração de aproximadamente três

(03) dias, caracterizado pelo crescimento folicular. O GnRH produzido pelo hipotálamo atua na hipófise anterior, estimulando a liberação de hormônio folículo-estimulante (FSH), responsável pelo recrutamento de uma nova onda folicular e crescimento desses folículos, que por sua vez iniciam a produção de estrógeno. Nessa fase, ocorre o aumento do tônus uterino e da atividade de secreção das glândulas uterinas. As fêmeas começam a apresentar características como aumento da vulva, inquietação, corrimento vaginal cristalino, permite a monta e monta em outros animais (HAFEZ & HAFEZ, 2004; NICIURA, 2008; RANGEL, 2018).

Na fase de estro, já há predominância de um folículo que produz estrógeno, com níveis elevados. O folículo dominante inicia a produção de inibina para promover feedback negativo sobre a liberação de FSH, impedindo que mais de um folículo atinja a capacidade ovulatória. Outrossim, o estrógeno atua promovendo feedback positivo sobre a liberação do hormônio liberador de gonadotrofina, que, por sua vez, faz feedback positivo sobre a liberação do hormônio luteinizante, responsável pela maturação final do folículo. Nessa fase, a fêmea manifesta características semelhantes às do proestro e a aceitação da monta, com cio de duração variável conforme a raça e época do ano, em média de 10 a 18 horas, com ovulação ocorrendo cerca de 12 horas após o final do estro, em decorrência dos picos pulsátil de LH (HAFEZ & HAFEZ, 2004; NICIURA, 2008; RANGEL, 2018).

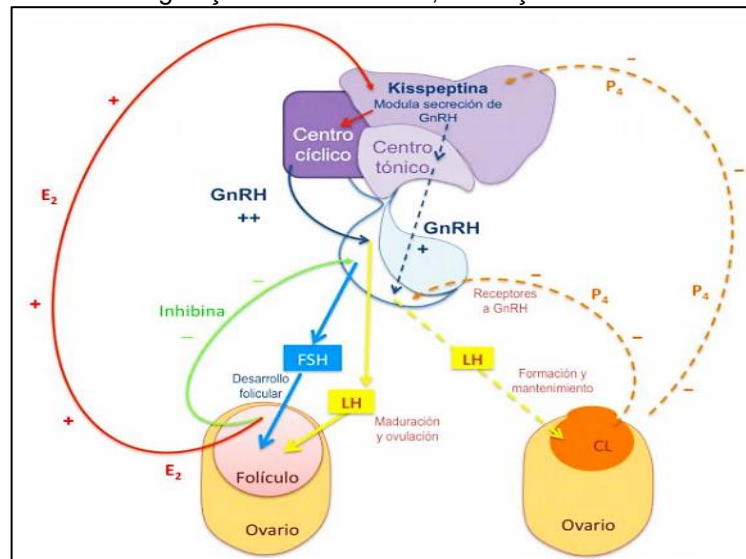
O metaestro é a terceira fase do ciclo reprodutivo, caracterizada pela luteinização das células do folículo que liberaram o oócito e formação do corpo lúteo em resposta ao LH. Nessa fase, as glândulas uterinas diminuem sua secreção e o corpo lúteo inicia a produção de progesterona, que atuará na manutenção da gestação. O metaestro tem duração de 2 a 4 dias (HAFEZ & HAFEZ, 2004; NICIURA, 2008; RANGEL, 2018).

O diestro apresenta duração média de 16 dias e é caracterizada pela atuação do corpo lúteo, que produz progesterona. Nessa fase, ocorre o desenvolvimento inicial do embrião e sua fixação no útero. O embrião, por sua vez, produz interferon-tau que sinaliza sua presença e impede a luteólise programada do ciclo estral por impedir a ação da COX2, caso contrário, o endométrio liberará prostaglandina F₂α para promover a luteólise do corpo lúteo e iniciar um novo ciclo reprodutivo (HAFEZ & HAFEZ, 2004; NICIURA, 2008).

O ciclo estral bovino é complexo, envolvendo diversos órgãos para reprodução, como útero, ovários, hipotálamo e hipófise, formando o eixo hipotálamo-hipófise-

gonadal. Nesse eixo, ocorrem diversos tipos de feedback simultaneamente, como o estrógeno promovendo feedback positivo sobre a liberação de GnRH no hipotálamo, que, por sua vez, promove feedback positivo sobre o FSH e LH, enquanto a inibina promove feedback negativo sobre o FSH (Figura 3) (RANGEL, 2018).

Figura 1.3 – Eixo Hipotálamo-Hipófise-Gonadal: Dinâmica Neuroendócrina de GnRH, FSH, LH, Estradiol e Progesterona na Regulação do Ciclo Estral, Ovulação e Luteólise.



LH: Hormônio Luteinizante; FSH: Hormônio Folículo Estimulante; GnRH: Hormônio Liberador de Gonadotrofinas; E₂: Estradiol; P₄: Progesterona; CL: Corpo lúteo.

Fonte: Rangel 2018.

Ademais, diversos fatores internos e externos podem atuar direta ou indiretamente sobre esse eixo, como a diminuição na ingestão de alimentos, resultando em balanço energético negativo. Nesses casos, as concentrações sanguíneas de ácidos graxos não esterificados (AGNEs), ureia e β-hidroxibutirato aumentam, enquanto as de IGF-I, glicose e insulina estão baixas, resultando em baixa atividade do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal e, conseqüentemente, ciclicidade, qualidade dos oócitos produzidos e fertilidade (SARTORI & GUARDIEIRO, 2010).

Para que ocorra a gestação, é necessário que a ovulação aconteça. De forma natural em bovinos, a ovulação ocorre logo no início do metaestro, cerca de 12 horas após o final do estro. Assim, é possível realizar a inseminação artificial no final do estro. Entretanto, realizar a inseminação em todo o rebanho em um curto período é desafiador, visto que os animais estão em distintas fases reprodutivas (PENTEADO 2005). Dessa forma, com o conhecimento da fisiologia reprodutiva bovina, foi possível desenvolver diversos protocolos medicamentosos para promover a ovulação do rebanho de forma sincronizada, permitindo a inseminação em um período curto, com

fertilidade satisfatória.

Existem diversos protocolos de sincronização de estro, como os baseados em prostaglandinas, prostaglandina associada a GnRH e progestágenos (MACHADO et al., 2007). A utilização de prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}) tem como finalidade promover a luteólise e permitir a manifestação de estro, no entanto, é necessário que a fêmea esteja cíclica, e a manifestação de cio pode variar de 1 a 5 dias, conforme o desenvolvimento do folículo no momento da aplicação da prostaglandina. O protocolo Ovsynch consiste na aplicação de GnRH no D0 para promover a ovulação de um folículo dominante; após 7 dias (D7), administra-se uma dose de PGF_{2α} para luteólise do corpo lúteo; após 2 dias, administra-se uma segunda dose de GnRH, e a inseminação artificial é realizada cerca de 12 a 18 horas. Entretanto, tal protocolo possui baixa eficiência em vacas em anestro e novilhas (MACHADO et al., 2007).

Os protocolos baseados em progestágenos são os mais utilizados no Brasil, devido à composição racial do rebanho, que possui predominância de zebuínos e à eficiência reprodutiva em fêmeas em anestro ou novilhas (MACHADO et al., 2007; BARUSELLI et al., 2021). Tal protocolo consiste na administração de um implante intravaginal de progesterona e benzoato de estradiol de forma injetável no dia zero (D0) para promover a atresia folicular e sincronização de uma nova onda folicular entre o 4º e o 5º dia (BARUSELLI et al., 2021; MACHADO et al., 2007; MAPLETOFT et al., 2018). No D8, é realizada a remoção do implante intravaginal de progesterona e a aplicação de PGF_{2α}, cipionato de estradiol (CE) e gonadotrofina coriônica equina (eCG), com função de luteólise, indução de liberação de GnRH e atuação sobre os receptores de FSH e LH no folículo dominante, respectivamente, promovendo a ovulação que pode ser precedida pela manifestação de cio (BARUSELLI et al., 2021; MACHADO et al., 2007; MAPLETOFT et al., 2018; PENTEADO et al., 2006; SÁ FILHO et al., 2004).

Ao longo dos anos, diversos protocolos de IATF foram desenvolvidos, sendo o anteriormente mencionado o mais utilizado. No entanto, podem haver ajustes com a finalidade de incrementar os resultados e organizar as datas de manejo. A eCG é um hormônio produzido nos cálices endometriais da égua prenha; esse hormônio pode ser utilizado de forma opcional em fêmeas bovinas para aumento do crescimento folicular, taxa de ovulação e concepção em anestro, mas em fêmeas cíclicas não promove incremento da fertilidade (SALES et al., 2011; BARUSELLI et al., 2003; BÓ et al., 2003).

Outrossim, é necessária a administração de um indutor indireto da ovulação para sincronização da ovulação nos protocolos de IATF. Para tal finalidade, os principais utilizados são os ésteres de estradiol. O Benzoato de estradiol foi inicialmente o mais usado, aplicado 24 horas após a remoção do implante, com inseminação artificial realizada entre 48 a 58 horas após a retirada do implante. Contudo, a utilização de cipionato de estradiol no momento da retirada do implante promove resultados semelhantes, com a inseminação artificial sendo realizada em um intervalo de 48 a 52 horas após a retirada do implante, reduzindo a necessidade de manejo (AYRES et al., 2008; CREPALDI, 2009).

Outras variações, como período de duração e adição de hormônios, podem ser realizadas nos protocolos de IATF para incrementar os resultados ou ajustar conforme cronograma. A administração de PGF2 α no D0 é indicada para fêmeas cíclicas, com o objetivo de diminuir a concentração circulante de progesterona, promover maior crescimento do folículo dominante, expressão de cio e taxa de prenhez (PERES, 2008; CARVALHO et al., 2017).

A retirada do implante intravaginal de progesterona pode ser realizada com sete (7), oito (8) ou 9 dias, e a inseminação ocorrendo entre 48 a 52 horas (SÁ FILHO et al., 2010b; BARUSELLI et al., 2017; PRATA et al., 2020), porém estudos recentes com novilhas que recebem suplementação proteica apresentam melhores resultados quando a retirada do implante é feita no D0, devido à menor taxa de ovulação antecipada (ALVES, 2020).

Além disso, o GnRH é outro hormônio opcional que pode ser utilizado em protocolos de IATF, apresentando efeitos benéficos no incremento da fertilidade de vacas que não manifestaram cio (MADUREIRA et al., 2020; RODRIGUES et al., 2019). No entanto, seus resultados em novilhas são controversos em relação ao incremento de fertilidade (BONATO et al. 2021; SILVESTRI, 2020).

2.3 AVALIAÇÃO DO ESCORE DE TRATO REPRODUTIVO EM NOVILHAS

A criação de novilhas é uma das etapas mais importantes dentro de um sistema de produção. Portanto, conhecer de forma mais clara as implicações do ritmo de crescimento dessas fêmeas, bem como o desenvolvimento e a fisiologia do trato reprodutivo, torna-se cada vez mais relevante na recria de fêmeas (BARCELLOS et al., 2003). A novilha tem uma meta definida a partir do seu nascimento, estabelecida

pela decisão de sua incorporação no núcleo de matrizes do rebanho para a reprodução.

Para a inclusão, o peso vivo e a maturação do trato reprodutivo constituem fatores fundamentais para obter a melhor eficiência no sistema de produção. É necessário realizar uma avaliação ginecológica no início do processo reprodutivo para categorizar o status reprodutivo (Quadro 1.1), visto que, ao entrarem na estação de monta, algumas podem não estar aptas ou púberes para a reprodução, o que poderá diminuir a taxa de prenhez do lote (BARCELLOS et al., 2003; PAYAN-CARREIRA et al., 2017; LARSON et al., 2016).

Quadro 1.1 - Classificação do escore do trato reprodutivo de novilhas com base na avaliação ginecológica mensurada no D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF).

CATEGORIA	PESO	TRATO REPRODUTIVO
Infantil	< 50 % P.V. Adulto	Útero imaturo, ovários com folículos < 8 mm
Pré-púbere	50 a 60% P.V. Adulto	Ligeiro a bom tônus uterino e presença de folículos > 8 mm
Púbere	> 60 % P.V. Adulto	Útero desenvolvido com bom tônus e presença de CL no ovário

Fonte: Adaptado de Larson et al., (2016) e Gregianini et al., (2021).

Segundo Gregianini et al. (2021), a precocidade sexual das novilhas é um fator importante para a rentabilidade em fazendas de cria. Ao atingir a maturidade sexual mais cedo, as novilhas conseguem diminuir a idade ao primeiro parto, entregando mais cedo seu produto, que é o bezerro, além de aumentar a vida produtiva e possibilitar a redução do intervalo de parto (GREGIANINI et al. 2021; BRUNES et al., 2017).

A puberdade da novilha inicia após a primeira ovulação, com a formação do corpo lúteo. Esse primeiro corpo lúteo pode ter uma duração curta, mas é fundamental para a produção de progesterona e desenvolvimento uterino (HAFEZ & HAFEZ, 2004). A puberdade da novilha depende de vários fatores como genética, raça, nutrição, idade e peso, sendo o peso o mais crucial, no qual a fêmea precisa ter entre 55 a 60% do peso adulto (GREGIANINI et al., 2021; DICKINSON et al., 2019; FERRAZ et al., 2018; SARTORI et al., 2024).

O mecanismo pelo qual ocorre o início da puberdade é complexo, envolvendo uma gama de reações metabólicas que atuam em diversas vias para permitir a

liberação do GnRH e, posteriormente, do LH para a ovulação (EMERICK et a 2009; GARCIA et al. 2003).

Antes de iniciar o primeiro ciclo estral, os folículos produzem baixas concentrações de estrógenos que atuam no hipotálamo, promovendo feedback negativo nas secreções GnRH e, conseqüentemente, de FSH e LH. À medida que se aproxima da puberdade, ocorre uma diminuição da atividade dos pequenos folículos luteinizados, sem a prévia ovulação, e a glândula adrenal produz baixas concentrações de progesterona, reduzindo o feedback negativo dos receptores de estrógeno no hipotálamo. Isso possibilita que o GnRH atue na hipófise, promovendo a secreção de FSH e LH, que atuarão nos ovários para iniciar uma onda folicular e a posterior ovulação (HAFEZ E HAFEZ, 2004; GREGIANINI et al 2021; BRUNES et al.,2018; SILVA et al., 2018; ROCHA & SILVA 2023; EMERICK et al., 2009).

A leptina também desempenha um papel importante nessa fase, pois se liga aos neurônios β -endorfina, que atuam positivamente nos neurônios produtores de GnRH e na diminuição do neuropeptídeo Y. Esse último, por sua vez, atua no controle da saciedade; quando ocorre restrição alimentar, os níveis de neuropeptídeo Y aumentam, o que atua negativamente na liberação de GnRH, além da baixa concentração de leptina para se ligar à β -endorfina (WILLIAMS et al., 2002; EMERICK et al., 2009; GARCIA et al. 2003).

No início da estação de monta, é importante que as novilhas já estejam em puberdade para atingir bons índices reprodutivos. Estudos realizados por Gregianini et al., (2021) classificaram as novilhas em três categorias em relação ao escore de trato reprodutivo sendo: categoria A (novilhas aptas/púbere a reprodução, com tônus uterino e ciclicidade ovariana), categoria B (novilhas pré-púberes, com tônus uterino e/ou ciclicidade ovariana) e categoria C (novilhas acíclicas/infantil e sem tônus uterino) (Quadro 1). As novilhas da categoria A apresentaram maior taxa de prenhez em comparação à categoria C, devido à condição de ciclicidade. Entretanto, os resultados não diferiram entre os grupos B e A e entre os grupos B e C, visto que o grupo B se encontra em uma condição intermediária.

No início da estação de monta, o percentual de ciclicidade das novilhas ainda é baixo, sendo necessário adotar estratégias reprodutivas, como a indução de puberdade antes do início da estação de monta, utilizando uma fonte de progesterona para alcançar bons índices reprodutivos. Recomenda-se realizar o exame ginecológico das novilhas no início da estação de monta ou no protocolo de IATF, a

fim de realizar outra indução de puberdade naquelas que não responderam ao primeiro protocolo (MAGI et al., 2020; MELLO et al., 2014; GREGIANINI et al., 2021).

O protocolo de indução de puberdade consiste em expor a novilha a uma fonte de progesterona, que pode ser injetável ou por implante previamente utilizado. O implante intravaginal permanece no animal por 10 a 12 dias, podendo ou não ser utilizado uma fonte de estrógeno junto ao manejo de retirada do implante, como 0,5 mg de cipionato de estradiol. No caso da progesterona injetável, esta é administrada 24 dias antes de iniciar o protocolo de IATF (MAGI et al., 2020; GREGIANINI et al., 2021; MADUREIRA et al., 2020; LEMES 2017).

A progesterona atua diminuindo o efeito negativo dos receptores de estradiol no hipotálamo, permitindo uma maior liberação de GnRH, que, por sua vez, promove feedback positivo sobre o FSH e LH, resultando no maior desenvolvimento folicular e, conseqüentemente, na ovulação (EMERICK et al., 2009; GARCIA et al. 2003).

Para a escolha do protocolo de indução de puberdade, devem ser levados em consideração os custos de aquisição dos produtos e os manejos realizados nos animais, além da idade dos animais. Dentre as vantagens da utilização do implante previamente utilizado, está a economia, pois já há o implante na fazenda, embora isso exija um manejo adicional para retirada do implante. Por outro lado, a progesterona injetável permite realizar apenas um manejo, mas requer a compra do produto comercial apenas para essa finalidade.

Atualmente, observa-se que existem diferentes padrões de novilhas ao entrarem em reprodução, devido à vasta extensão território do Brasil, que permitem diferentes realidades. Algumas novilhas entram em reprodução aos 14 meses, enquanto outras propriedades têm novilhas que começam a reproduzir próximo aos 36 meses.

Estudos realizados em novilhas acima de 24 meses demonstravam que é possível utilizar progesterona injetável ou o implante previamente utilizado sem interferir na taxa de prenhez (MAGI et al., 2020; GREGIANINI et al., 2021; LEMES, 2017). Entretanto, recentemente, ao trabalhar com novilhas superprecoces geneticamente criadas em ambientes favoráveis ao rápido ganho de peso, foi identificado que a indução de puberdade com o implante apresenta melhores resultados. Em algumas situações, é até indicado realizar duas induções de puberdade em novilhas mais leves; essa diferença em relação às novilhas acima de

24 meses se dá pela interação entre genética e nutrição (SARTORI et al., 2024; ALVES et al., 2024).

2.4 UTILIZAÇÃO DE GnRH EM PROTOCOLOS DE IATF

O hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) é um decapeptídeo produzido no hipotálamo e é fundamental para atividade reprodutiva. Durante todo o ciclo estral, o GnRH atua no desenvolvimento folicular inicial, induzindo a liberação de FSH, que é responsável pelo recrutamento e crescimento folicular. Quando há ausência de progesterona e presença de um folículo pré ovulatório, o GnRH induz a liberação de LH, que promove a ovulação e luteinização (HAFEZ & HAFEZ, 2004; NICIURA, 2008; RANGEL, 2018). O GnRH possui diversas aplicações farmacológicas, dependendo do estágio reprodutivo da fêmea. (Figura 1.1 e 1.2).

Em protocolos de IATF, o GnRH pode ser aplicado no início do protocolo (D0) ou no momento da inseminação. Nos protocolos OvSynch, o GnRH é aplicado no D0 com a finalidade de induzir a ovulação e luteinização do folículo dominante, iniciando uma nova onda folicular. Após SETE (7) dias, é aplicada uma dose de prostaglandina F2 α para promover a luteólise, e, após 2 dias, é administrada uma segunda dose de GnRH, com a inseminação realizada de 12 a 18 horas após a segunda dose de GnRH. Entretanto, o GnRH aplicado em protocolos Ovsynch só terá efeitos em fêmeas que apresentem folículos com capacidade ovulatória no D0, sendo inviável em fêmeas em anestro (MACHADO et al., 2007).

O GnRH também pode ser administrado no momento da IATF em protocolos à base de progesterona, sendo sua administração opcional. Esse protocolo visa induzir a atresia folicular quando a progesterona do implante estiver presente na corrente sanguínea do animal, permitindo a volta da ciclicidade. Após 7 a 9 dias, ocorre a remoção do implante e a aplicação de prostaglandina F2 α , cipionato de estradiol e eCG, com o objetivo de promover o crescimento folicular final e a ovulação em um período pré-determinado (BÓ et al., 1996; MACHADO et al., 2007).

Diversos estudos demonstram que vacas com manifestação de cio no momento da IATF apresentam maior taxa de prenhez em comparação com vacas sem manifestação de cio. No entanto, a administração de GnRH em fêmeas que não manifestaram cio aumenta a taxa de prenhez em comparação com aquelas que não manifestaram cio e não receberam GnRH (BONATO et al., 2021; NOGUEIRA et al.,

2019; RODRIGUES et al., 2019; MADUREIRA et al., 2020).

Apesar dos protocolos de IATF estarem bem difundidos, algumas fêmeas apresentam folículo pequeno e/ou ausência de expressão de cio entre a retirada de implante de progesterona e a inseminação. Essas condições podem levar a uma ovulação tardia, momento em que o sêmen apresenta baixa capacidade de fecundar o oócito, diminuindo a taxa de prenhez (BONATO et al., 2021; NOGUEIRA et al., 2016, NOGUEIRA et al., 2019).

A administração de GnRH no momento da IATF auxilia no crescimento final e na ovulação em um período mais adequado, especialmente em vacas com baixa ou ausência de expressão de cio, elevando a taxa de prenhez (BONATO et al., 2021; MADUREIRA et al., 2020; NOGUEIRA et al., 2016, NOGUEIRA et al., 2019). Sua administração no momento da IATF pode promover a ovulação em até 30 horas, sendo esse efeito depende do tamanho do folículo dominante no momento da aplicação (PURSLEY, 1998).

Diversos estudos mostram fêmeas bovinas com folículo dominante menor que 11 mm apresenta menor taxa de prenhez, visto que apresentaram menor corpo lúteo e produção de progesterona (GONÇALVES et al., 2014; LOILA, 2016). Contudo, estudos realizados por Rodrigues et al. (2019) sugerem que a administração de GnRH no momento da IATF promove melhor maturação do folículo pequeno, o que explica que mesmo corpo lúteo (CL) pequenos de vacas que receberam GnRH no momento da inseminação conseguem produzir progesterona em níveis satisfatórias para a manutenção da gestação, em comparação às vacas com o folículo pequeno no momento da inseminação que não receberam GnRH.

Diferentemente das vacas, onde os benefícios da administração de GnRH no momento da IATF é unanime, em novilhas a administração de GnRH no momento da IATF é controverso. Segundo Madureira et al. (2020), a administração de GnRH não aumenta a fertilidade de novilhas com média de 26 meses submetidas a protocolos de IATF, independente da manifestação de cio. No entanto, vacas que não manifestaram cio apresentam melhor fertilidade ao receberam GnRH no momento da IATF.

Estudos realizados por Prata et al. (2020) mostraram que o GnRH no momento da IATF tende a apresentar resultados benéficos em fêmeas, independente da manifestação de cio, aumentando a fertilidade quando realizados protocolos de sete (7) dias de permanência do implante. Tais resultados podem estar correlacionados

com o menor tamanho do folículo dominante e baixa produção de estrógeno para manifestação de cio, embora a manifestação de cio ocorra devido ao efeito farmacológico do cipionato de estradiol aplicado no momento da retirada do implante intravaginal de progesterona. O mesmo autor ainda cita que a falta de efeito positivo do GnRH em novilhas pode estar correlacionada com a alta taxa de ciclicidade, administração de PGF2 α no D0 para luteólise e perfil de liberação de LH.

Por outro lado, estudos realizados por Bonato et al. (2021) demonstraram que novilhas que não manifestaram cio e receberam GnRH no momento da IATF apresentaram os mesmos benefícios que vacas primíparas e múltiparas; no entanto, o autor não cita o padrão de idade, peso e ciclicidade das novilhas utilizadas nos estudos. Ademais, estudos realizados por Ferreira et al., (2017) mostraram que o GnRH aumenta a taxa de prenhez de novilhas submetidas a IATF, independente da manifestação de cio.

Rodrigues et al. (2019) citam que, para novilhas com corpo lúteo no D0 do protocolo de IATF, a concentração circulante de progesterona interferir na resposta à administração de GnRH, visto a concentração de progesterona resulta da soma da produção do corpo lúteo e da liberação do implante. Assim seu decréscimo é mais lento após a administração de PGF2 α junto à retirada do implante. Dessa forma, a administração de PGF2 α no início do protocolo diminui essa concentração de progesterona, proporcionando melhores níveis circulantes para a liberação do LH em decorrência do GnRH interno ou exógeno (GODOI FILHO, 2021).

Essas contradições decorrem do elevado número de variáveis que interferem na fertilidade de novilhas, como escore de trato reprodutivo no D0, peso, escore de condição corporal e idade (BUSS et al., 2019; SILVA et al, 2023). Entretanto, os estudos realizados com a administração de GnRH em novilhas correlacionou os resultados apenas com a manifestação de cio, sem considerar suas interações com outras variáveis que interferem na fertilidade de novilhas.

Dessa forma, a administração de GnRH pode ter interações com outras variáveis que influenciam a fertilidade das novilhas submetidas a protocolos de IATF, como variações no ambiente em que são criadas, padrão racial, idade e manejo reprodutivo.

2.5 ANTIOXIDANTES EM BOVINOS

O metabolismo celular é responsável pela produção de diversas substâncias, dentre as quais estão os radicais livres, que interagem com outros componentes, alterando sua composição e lesando as células. Os radicais livres, quando não neutralizados, podem promover peroxidação lipídica das membranas, oxidação dos aminoácidos das proteínas, resultando até na morte celular (HALLIWELL et al., 1992). Entretanto, em concentrações adequadas, esses radicais livres possuem funções importantes na resposta imunológica, além haver substâncias antioxidantes que conseguem neutralizar tais efeitos sem prejudicar as células e sua funcionalidade normal (MUANIS, 2020).

Em situações de estresse ao animal como feridas, doenças, manejo do gado, desmama, estresse térmico e restrição alimentar, ocorre maior produção de radicais livres e, se não houver antioxidantes suficientes, pode comprometer outras funcionalidades do metabolismo animal, resultando em perdas econômicas para a atividade (MUANIS, 2020; LOLLATO, 2017).

Os antioxidantes são substâncias capazes de neutralizar o efeito dos radicais livres sobre os substratos celulares, diminuindo ou até mesmo anulando seus efeitos (HALLIWELL et al., 1992; MUANIS, 2020). As células possuem dois mecanismos de ação contra esses agentes oxidantes: o sistema enzimático e não enzimáticos. Dentre as enzimas estão o superóxido dismutase, catalase, peroxiredoxinas, glutathione redutase e glutathione peroxidase, que são produzidas pelo organismo. O sistema não enzimático é composto por substâncias adquiridas por meio da alimentação, como vitaminas A e E, e minerais como selênio, cobre e zinco (FERREIRA, 2008; MUANIS, 2020).

As vitaminas A e E possuem a capacidade de serem oxidadas, enquanto os minerais atuam nos sistemas antioxidantes por constituírem as proteínas ou serem ativadores do sistema enzimático, como cobre, zinco e manganês (PEREIRA et al., 2017; FAZIO, 2017). Dessa forma, ambos são importantes por atuarem em diversas frentes com o intuito de sanar ou diminuir os danos produzidos pelos radicais livres.

A vitamina A tem como precursor o beta-caroteno, que também pode atuar de forma independente, inativando radicais livres e, conseqüentemente, atuando na integridade das membranas celulares. Tanto a vitamina A quanto o beta-caroteno desempenham função o crescimento celular, proteger epitélios e mucosas, manutenção da visão e sistema imune (MUANIS, 2020). A administração de vitamina A em bovinos interfere positivamente na reprodução, visto que melhora a qualidade

do embrião e atua na produção da pregnenolona, que é o precursor da progesterona, aumentando os níveis circulantes de progesterona e, por sua vez, atuando diretamente no ambiente uterino para manutenção da gestação (AMARAL et al., 2004). Uma das principais fontes de vitamina A para bovinos é a forragem, que tem o beta-caroteno como precursor; no entanto, em forragens de baixa qualidade ou em forma de silagem, essa oferta diminui (MARINO & MEDEIROS, 2015).

A vitamina E, ou tocoferol, possui ação semelhante ao selênio e pode ser encontrado nas forragens. Dentre suas funções, destaca-se a estabilização das membranas lipídicas das células e a mediação dos processos inflamatórios. A deficiência dessa vitamina resulta em degeneração do músculo estriado, alterações no sistema locomotor e infertilidade (MUANIS, 2020; FREITAS E DUFLOTH 1999). A vitamina E é um antioxidante lipídico e, por estar presente nas membranas plasmáticas, possui uma ação chave com capacidade de ser oxidada, diminuindo o efeito dos radicais livres sobre as membranas celulares (ROSA, 2015).

O cobre é um micromineral com função antioxidante através de enzimas que atuam no sistema imune, como a enzima superóxido dismutase, e também participa da síntese de hemoglobina (CHEN et al., 2023). A deficiência desse mineral pode levar a anemia, diarreia, diminuição do ganho de peso e infertilidade (MUANIS, 2020; PEREIRA et al., 2017). Apesar da forragem apresentar cobre em sua composição, é necessário a suplementação desse mineral para evitar a sua deficiência (MARINO & MEDEIROS, 2015).

O zinco é um micromineral com função semelhante ao cobre, sendo um componente da enzima superóxido dismutase, com funcionalidade na manutenção da integridade das membranas celulares, além de constituir enzimas de células que possuem altas taxas de proliferação e diferenciação (CHEN et al., 2023; MUANIS 2020; PEREIRA et al., 2017). Assim como o cobre, o zinco apresenta níveis baixos nas pastagens, tornando fundamental a suplementação desse mineral (MARINO & MEDEIROS, 2015).

O manganês é um mineral importante para a respiração celular, pois constitui proteínas do ciclo de Krebs para geração de energia, mucopolissacarídeos das cartilagens e ossos, além de atuar indiretamente na produção de hormônios dos ovários. Sua deficiência resulta em malformações ósseas no feto, abortos e infertilidade (CHEN et al., 2023; MUANIS 2020; PEREIRA et al., 2017). A

suplementação desse mineral é importante devido às interações com ferro e cobalto, que diminui sua absorção (MARINO & MEDEIROS, 2015).

O selênio é um micromineral importante, com função antioxidante e na resposta dos linfócitos. O selênio pode ser obtido através das pastagens, principalmente associadas a aminoácidos, mas ainda é necessário a suplementação desse mineral, especialmente em sistemas de cria (MARINO & MEDEIROS, 2015). A enzima glutathione peroxidase é dependente do selênio para atuar na remoção do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e hidroperóxido lipídicos (CHEN et al., 2023). Quando ocorre a deficiência desse mineral, pode resultar na doença do musculo branco, fraqueza dos recém nascidos, diminuição do ganho de peso, fertilidade e retenção de placenta (MUANIS, 2020; PEREIRA et al., 2017).

Dessa forma, os agentes antioxidantes são fundamentais para o funcionamento normal do organismo, visto que atuam em diversas vias metabólicas, constituindo diversas proteínas ou ativando as enzimas que eliminam os radicais livres que podem lesar diversos componentes celulares, prejudicando sua funcionalidade (HALLIWELL et al., 1992; MUANIS, 2020). Ademais, os agentes antioxidantes são essenciais na reprodução, visto que os manejos podem causar estresse aos animais, resultando em maior produção de radicais livres, ou pela alta taxa produção celular que ocorrem no embrião, que também podem resultar na produção excessiva de radicais livres (MUANIS, 2020; LOLLATO et al., 2017).

2.6 SUPLEMENTAÇÃO INJETÁVEL NA REPRODUÇÃO

O Brasil se destaca por conseguir ter uma bovinocultura exclusivamente a pasto, o que reduz os custos de produção e possibilitando maior lucratividade. No entanto, o valor bromatológico das pastagens é variável, dependendo de fatores como solo, precipitação e altura da planta. Mesmo em condições adequadas frequentemente não conseguem suprir as carências nutricionais dos bovinos, tornando necessária a suplementação para atender a demanda nutricional (THIAGO & SILVA, 2001).

As pastagens brasileiras possuem carências de minerais essenciais ao metabolismo animal, como o cobre, zinco, fósforo, sódio, cobalto, iodo e selênio, além de outras carências que podem variar conforme as particularidades de solo e clima de cada região (MORAES, 2001). A suplementação no Brasil é geralmente feita por meio

da mistura de diversos minerais importantes com cloreto de sódio, fornecidos *ad libitum* em cochos pra bovinos. Contudo, o consumo pode variar significativamente ao longo dos dias, e mesmo em quantidades adequadas, a demanda pode não ser atendida devido às interações entre os minerais, que interferem na absorção pelo trato digestivo, resultando em menor desempenho produtivo (MORAIS, 2001; THIAGO & SILVA, 2001; ARTHINGTON, 2015).

No mercado, existe uma vasta gama de produtos com diversas formulações minerais, adequadas às exigências de cada categoria animal. Entretanto, a mesma formulação pode apresentar desempenhos variados conforme o ambiente, que afeta o valor bromatológico da pastagem e, conseqüentemente, as necessidades nutricionais de cada fazenda (MORAES, 2001). Para contornar esse desafio, a suplementação mineral injetável tem se tornado uma estratégia mais utilizada nos últimos anos, garantindo que os minerais sejam absorvidos na quantidade necessária para atender à demanda (ARTHINGTON, 2015).

Dentre as estratégias, destacam-se os agentes antioxidantes, que estão disponíveis em diversas formulações comerciais com diferentes dosagem e constituintes. A administração de agentes antioxidantes no pré-parto tem se mostrado eficaz no processo de involução uterina, pois induz a expressão endometrial de genes associados à inflamação, síntese de prostaglandinas e resposta antioxidante, possibilitando um retorno mais rápido à atividade reprodutiva e melhorando a saúde reprodutiva (EMON et al. 2020; BASTISTEL et al., 2017).

Estudos recentes mostram que a associação de substâncias antioxidantes, como cobre, zinco, selênio, vitaminas A e E, pode ser utilizada para tratar carências nutricionais, além de apresentar efeitos benéficos na reprodução bovina, melhorando a taxa de prenhez de novilhas (LOLLATO et al., 2017), vacas (MATURANA FILHO et al., 2024), receptoras de embrião com baixo escore de condição corporal (ECC) (MUANIS, 2020) e aumentando a produção de embriões na fertilização *in vitro* (FIV) (LOLLATO et al., 2020).

Os mecanismos pelos quais os agentes antioxidantes atuam na reprodução bovina ainda não estão totalmente claros e são controversos. Sua utilização em protocolos de IATF ou em doadoras de embrião visa otimizar os resultados, uma vez que esses manejos podem causar estresse aos animais, prejudicando os resultados (MUANIS, 2020; LOLLATO et al., 2017; MATURANA FILHO et al., 2024). Apesar

disso, os benefícios de sua utilização permanecem controversos (SILVA et al, 2023; MARTIN, 2018; VEDOVATTO et al., 2019; STOKES et al., 2018; EMON et al, 2020).

Estudos realizados por Mundel et al. (2012) com a administração de uma formulação comercial de zinco, manganês, cobre e selênio, 105 dias antes do parto e 30 dias antes da IATF, mostraram aumento no ECC das vacas, aumento da taxa de prenhez e diminuição do intervalo parto/concepção das vacas com prenhez negativa na inseminação. Segundo os autores, a melhora da fertilidade está associada ao ECC e às concentrações sanguíneas de Cu, Mn e Zn.

A suplementação de agentes antioxidantes em protocolos de IATF não resulta em aumento do crescimento folicular e, conseqüentemente, do tamanho do corpo lúteo. No entanto, fêmeas que receberam a administração de agentes antioxidantes apresentaram melhor eficiência na reprodução, pois mesmo corpos lúteos pequenos conseguem produzir progesterona suficiente para a manutenção da gestação, possivelmente devido à atuação sobre os radicais livres na produção de progesterona (VEDOVATTO et al., 2019; EMON et al., 2020).

Além disso, segundo Marquez et al., (2011) e Rosa (2015), falhas em programas reprodutivos podem estar relacionadas ao excesso de radicais livres, que promovem peroxidação lipídica das mitocôndrias responsáveis pela produção de pregnenolona a partir do colesterol, diminuindo a concentração inicial de progesterona e resultando em baixo desenvolvimento do embrião e luteólise precoce. Nas células luteais, o O₂ é convertido em peróxido de hidrogênio (H₂O₂), que atua como agente luteolítico (MARQUEZ et al., 2011).

Além disso, o oócito parece sofrer influência direta dos agentes antioxidantes, pois fêmeas doadoras de embrião que receberam a administração dessas vitaminas e minerais conseguem produzir maior quantidade de complexo cumulus-oócito (DANTAS et al., 2019). Estudos realizados por Rosa (2015) evidenciam que a adição de Cu diminui a taxa de apoptose no embrião, lesões no DNA e melhora a qualidade do embrião.

Entretanto, os resultados ainda são controversos; em alguns estudos, a suplementação de antioxidantes promove incremento na fertilidade (MUANIS, 2020; MUNDEL et al., 2012; LOLLATO et al., 2017), enquanto em outros não apresenta efeito (TRAMONTIN, 2020; SIMONETTI, 2018) ou apresenta resultados variados (MARTIN, 2018). Portanto, o estudo dos agentes antioxidantes sobre a fertilidade

deve ser aprofundado para compreender seus reais efeitos em diferentes condições de manejo do rebanho bovino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. L. O. R. **Hormonal combinations for fixed-time artificial insemination aiming to optimize fertility outcomes of Nelore cattle**. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.11.2020.tde-06102020-093054>.

ALVES, R. L. O. R.; SILVA, L. O. E.; CONSENTINI, C. E. C.; CAVALCANTI, P. R.; BALISTRERI, M.; BARROS, G. V.; NAGLE, E.; SARTORI, R. Reproductive outcomes of prepubertal *Bos indicus* beef heifers raised in a pasture-based feeding system submitted to ovulation induction strategies prior to a timed-artificial insemination protocol. **Theriogenology**, v. 230, p. 183-191, 2024. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2024.09.011.

AMARAL, B. C.; SOUZA, J. C.; BERTECHINI, A. G.; VIVEIROS, A. T. M.; TEIXEIRA, J. C.; ARANTES, A. F. A. Effect of different dosages of vitamin A injection on production and quality of cattle embryos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 662-667, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000300024>.

ARTHINGTON, J. New Concepts in Trace Mineral Supplementation of Grazing Cattle Hydroxy Sources, Injectable Sources and Pasture Application. **University of Florida/IFAS Animal Sciences**, p. 104-118, 2015 Disponível em: <https://animal.ifas.ufl.edu/apps/dairymedia/rns/2015/09.%20Arthington.pdf>.

AYRES, H.; MARTINS, C. M.; FERREIRA, R. M.; MELLO, J. H.; DOMINGUEZ, J. H.; SOUZA, A. H.; VALENTIN, R.; SANTOS, I. C. C.; BARUSELLI, P. S. Effect of timing of estradiol benzoate administration upon synchronization of ovulation in suckling Nelore cows (*Bos indicus*) treated with a progesterone-releasing intravaginal device. **Animal Reproduction Science**, v. 109, p. 77-87, 2008. DOI:10.1016/j.anireprosci.2007.12.001.

BALDI, F.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R.; BARBOSA, R. T. Parâmetros genéticos para Características de tamanho e condição corporal, eficiência reprodutiva e longevidade em fêmeas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.247-253, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000200010.

BARBOSA, F. A.; FILHO SOARES, B. S.; MERRY, F. D.; AZEVEDO, H. O.; COSTA, W. L. S.; COE, M T.; BATISTA, E. L. S.; SHEEPERS, L. C.; OLIVEIRA, A. R.; RODRIGUES, H. O. **Cenários para a pecuária de corte amazônica**. 1. ed. Belo Horizonte: IGC/UFMG, 2015. 146 p. Disponível em: https://csr.ufmg.br/pecuaria/wp-content/uploads/2015/03/relatorio_cenarios_para_pecuaria_corte_amazonica.pdf.

BARCELLOS, J. O. J.; COSTA, E. C.; SILVA, M. D.; SEMMELMANN, C. E. N.; MONTANHOLI, Y. R.; PRATES, Ê. R.; GRECELLÉ, R.; MENDES, R.; WUNSCH, C.; ROSA, J. R. P. Crescimento de fêmeas bovinas de corte aplicado aos sistemas de

cria. **Biblioteca Setorial da Faculdade de Agronomia da UFRGS**, n. 1, 72 f. 2003. DOI: 10.13140/RG.2.1.3588.4405.

BARUSELLI, P. S.; MARQUES, M. O.; NASSER, L. F.; REIS, E. L. Effect of eCG on pregnancy rates of lactating zebu beef cows treated with CIDR-B devices for timed artificial insemination. **Theriogenology**, v. 59, n 1, p. 207-540, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01253-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01253-0)

BARUSELLI, P. S.; REIS, E. L.; MARQUES, M. O.; NASSER, L. F.; BO, G. A. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. **Animal reproduction science**, v.82-83, p.479-486, 2004. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2004.04.025.

BARUSELLI, P. S.; GIMENES, L. U.; SALES, J. N. S. Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas. **Revista brasileira de reprodução animal**, v. 31, n. 2, p. 205-211, abr./jun. 2007. Disponível em: <http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/205.pdf>.

BARUSELLI, P. S.; FERREIRA, R. M.; COLLI, M. H. A.; FILHO, M. F. S.; VIEIRA, L.; FREITAS, B. G. Timed artificial insemination: current challenges and recente advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. **Proceedings of the 31st Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society (SBTE)**; Cabo de Santo Agostinho – PE, Brasil, p. 14, 2017. Disponível em: [http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p558-571%20\(AR999\)%20SBTE](http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p558-571%20(AR999)%20SBTE).

BARUSELLI, P. S.; ABREU, L. A.; CATUSSI, B. L. C.; SANTOS, G. F. F.; FACTOR, L.; FELISBINO, A. R.; FRIGONI, F. G.; CREPALDI, G. A. Mitos e realidades sobre a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 45, n. 4, p. 625-646, 2021. DOI: 10.21451/1809-3000.RBRA2021.083.

BARUSELLI, P.S. Em 2023, apesar da redução do número de protocolos comercializados, 91,2% das inseminações no Brasil foram realizadas por IATF. **Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP**, 8a ed., 2024 Disponível em: <http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>.

BATISTEL, F.; OSORIO, J. S.; TARIQ, M. R.; LI, C.; CAPUTO, J.; SOCHA, M.T.; LOOR, J.J. Peripheral leukocyte and endometrium molecular biomarkers of inflammation and oxidative stress are altered in peripartal dairy cows supplemented with Zn, Mn, and Cu from amino acid complexes and Co from Co glucoheptonate. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 8, n. 33, 2017. DOI: 10.1186/s40104-017-0163-7.

BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S.; MARTÍNEZ, M. F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 78, p. 307-326, 2003. DOI: 10.1016/S0378-4320(03)00097-6.

BOL, G. A.; ADAMS, G. P.; PIERSON, R. A.; MAPLETOFT, R. J. Effect of progestogen plus estradiol-17 β treatment on superovulatory response in beef cattle.

Theriogenology, v. 45, n. 5, p. 897-910, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(96\)00020-9](https://doi.org/10.1016/0093-691X(96)00020-9).

BONATO, D. V.; CARRER FILHO, L.; SANTOS, E. S.; FIGUEIRA, M. R.; CERZETTI, M. B.; MOROTTI, F.; SENEDA, M. M. Estrus expression and pregnancy rates in heifers primiparous and multiparous Nelore cows subjected to timed artificial insemination with strategic use of gonadotropin-releasing hormone. **Semina: Ciências agrárias**, v. 42, n. 6, p. 3825-3836, 2021. DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n6Supl2p3825.

BRAZILIAN BEEF. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil. **Associação Brasileira das indústrias exportadoras de carne**, 2023. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023/>.

BRUNES, L. C.; MAGNABOSCO, C. U.; BALDI REY, F. S.; COSTA, M. F. O.; LOBO, R. B.; QUEIROZ, L. C. R.; SILVA, F. N. O.; CASTRO, L. M. Análise discriminante entre ocorrência de prenhez precoce e características de carcaça em bovinos da raça Nelore. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 27. 2017, Santos. **Anais [eletrônicos]**...Brasília, DF: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2017. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1082968>.

BRUNES, L. C.; MAGNABOSCO, C. U.; BALDI, F. S.; COSTA, M. F. O.; CASTRO, L. M.; SANTOS, M. F.; QUEIROZ, L. C. R.; GUIMARÃES, N. C. Seleção genética para características de precocidade sexual em bovinos Nelore. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2018. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1102533>.

BUSS, V.; HERCOLANI, C. Z.; FERNANDES, M. S.; SILVEIRA, G. J. M.; MACHADO, E. F.; COLOMBO, J. F.; GUERREIRO, B. M.; FREITAS, B. G.; LEIVAS, F. G.; BRUM, D. S.; MARTINI, A. P.; PESSOA, G. A. Uso da progesterona injetável associada ou não ao cipionato de estradiol na indução da ciclicidade em novilhas taurinas. **Revista brasileira de reprodução animal**, v. 43, n. 2, p. 382, 2019.

CADÓ, L. M. **Manejo nutricional de vacas primíparas aos 24 meses de idade**. 2016. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/142577>.

CARVALHO, J. B. P.; CARVALHO, N. A. T.; REIS, E. L.; NICHI, M.; SOARES, J. G.; BARUSELLI, P. S. Efeito da prostaglandina F2 α no início do protocolo de sincronização da ovulação em novilhas leiteiras *Bos indicus*, *Bos taurus* e *Bos indicus* x *Bos taurus*. **Boletim de Indústria Animal**, v. 74, n. 2, p. 122-134, 2017. DOI:10.17523/bia.v74n2p122.

CHEN, Y. H.; CHEN, Y. M.; TU, P. A.; LEE, K. H.; CHEN, J. Y.; HSU, J. T. Effect of supplementing vitamin e, selenium, copper, zinc, and manganese during the transition period on dairy cow reproductive performance and immune function. **Veterinary Sciences**, v. 10, n. 3, p. 225, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/vetsci10030225>.

CREPALDI, G. A. **Eficácia de diferentes protocolos de indução da ovulação e de intervalos de inseminação em vacas de corte submetidas à IATF.** 87 f.

Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) - Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10131/tde-17122009-133943/>.

DANTAS, F. G.; REESE, S. T.; FILHO, R. V. O.; CARVALHO, R. S.; FRANCO, G. A.; ABBOTT, C. R.; PAYTON, R. R.; EDWARDS, J. L.; RUSSELL, J. R.; SMITH, J. K.; POHLER, K. G. Effect of complexed trace minerals on cumulus-oocyte complex recovery and in vitro embryo production in beef cattle^{1,2}. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. 4, p. 1478-1490, 2019. DOI: 10.1093/jas/skz005.

DICKINSON, S. E.; ELMORE, M. F.; KRIESE-ANDERSON, L.; ELMORE, J. B.; WALKER, B. N.; DYCE, P. W.; RODNING, S. P.; BIASE, F. H. Evaluation of age, weaning weight, body condition score, and reproductive tract score in pre-selected beef heifers relative to reproductive potential. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, n. 18, v. 10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0329-6>.

EMERICK, L. L.; DIAS, J. C.; GONÇALVES, P. E. M.; MARTINS, J. A. M.; LEITE, T. G.; ANDRADE, V. J.; VALE FILHO, V. R. Aspectos relevantes sobre a puberdade em fêmeas. **Revista Brasileira de reprodução Animal**, v. 33, n. 1, p. 11-19, 2009. Disponível em: www.cbpa.org.br.

EMON, M. V.; SANFORD, C.; MCCOSKI, S. Impacts of bovine trace mineral supplementation on maternal and offspring production and health. **Animals**, v. 10, n. 12, 2020. DOI: 10.3390/ani10122404.

FAZZIO, L. E.; GALVAN, W. R.; PESOA, J. M.; PÉRSICO, J. M. R.; MATTIOLI, G. A. Injectable supplementation with vitamins and minerals with an antioxidant effect on the pregnancy rate of vaquillonas. **XXI International Symposium on Animal Reproduction**, 2017. Cordoba, Argentina.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems – An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.006>.

FERRAZ, M. V. C.; PIRES, A. V.; SANTOS, M. H.; SILVA, R. G.; OLIVEIRA, G. B.; POLIZEL, D. M.; BIEHL, M. V.; SARTORI, R.; NOGUEIRA, G. P. A combination of nutrition and genetics is able to reduce age at puberty in Nelore heifers to below 18 months. **Animal**, v. 12, n. 3, p. 569-574, 2018. DOI: 10.1017/S1751731117002464.

FERREIRA, R. M.; GONÇALVES JUNIOR, W. A.; SARAN JUNIOR, A. J.; GONÇALVES, R. L.; LOLLATO, J. P. M.; SALES, J. N. S.; BARUSELLI, P. S. Treatment with GnRH (GONAXAL) at AI increases pregnancy rate of nelore cyclic heifers that showed or not estrus during the TAI protocol, with greater impact in those without estrus demonstration. **Animal Reprodução**, v. 14, n. 3, p. 713, jul./set, 2017. Disponível em: [http://www.cbpa.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p645-728%20\(TAI-FTET-AI\)%20SBTE.pdf](http://www.cbpa.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p645-728%20(TAI-FTET-AI)%20SBTE.pdf).

FERREIRA, J. L.; RODRIGUES, M. H. D.; SANTOS, S. N.; OLIVEIRA, R. O. R. G.; RODRIGUES, V. S.; BESERRA, D. A. A.; GARCIA, J. A. S. Efeito de dose adicional de pgf2? sobre a taxa de gestação de fêmeas bovinas Nelore submetidas a IATF.

Semina: Ciências Agrárias, v. 41, n. 6, p. 2669-2676, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n6p2669>

FERREIRA, J. L.; RODRIGUES, M. H. D.; PERES, G. A.; SILVA JÚNIOR, M. F.; VILCHES JÚNIOR, M. A.; SANTOS, H. D.; FERRAZ, J. B. S. Análise bioeconômica da relação custo-benefício de dois protocolos de IATF utilizados em vacas zebuínas.

Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 10, n. 1, p. 044-050, 2022. DOI: [10.20873/jbb.uft.cemaf.v10n1.ferreira](https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v10n1.ferreira)

FREITAS, E. A. G.; DUFLOTH, J. H. Vitaminas na produção e reprodução de bovinos e ovinos. **Agropecuária Catarinense**, v.12, n.4, p.12-15, 1999. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1646>.

GARCIA, M. R.; AMSTALDEN, M.; MORRISON, C. D.; KEISLER, D. H.; WILLIAMS, G. L. Age at puberty, total fat and conjugated linoleic acid content of carcass, and circulating metabolic hormones in beef heifers fed a diet high in linoleic acid beginning at four months of age. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 1, p. 261-8, 2003. DOI: [10.2527/2003.811261x](https://doi.org/10.2527/2003.811261x).

GODOI FILHO, C. A. S. **Efeitos da antecipação na aplicação de Prostaglandina F2 α (PGF2 α) sobre as taxas de prenhez em protocolos de IATF**. 62 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação: Reprodução Animal, Pirassununga, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10131/tde-23092021-145102/>.

GONÇALVES, E. A.; CAVALIERI, F. L. B.; SANTOS, J. M. G. COLOMBO, A. H. B.; MARTINS, A. T. S.; BAEZA, P. Efeito do tamanho do folículo dominante no momento da inseminação artificial em tempo fixo na taxa de gestação em vacas nelore. In: VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica UNICESUMAR, 7. 2014. Maringá, PR, Brasil. **Anais**. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/sete_mostra/eder_augusto_gon%C3%A7alves.pdf

GREGIANINI, H. A. G.; JUNIOR JOSÉ, M. C.; NETO PINTO, A.; FILHO, L. C. C. da C.; GREGIANINI, J. T. F.; PINHEIRO, A. K.; TRENKEL, C. K. G. Precocidade sexual de novilhas Nelore em rebanho sob seleção no Estado do Acre. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13945>
HAFEZ, B.; HAFEZ, E. S. E. **Reprodução Animal**. 7. ed. São Paulo: Manole. 2004.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE J.M.C; CROSS, C.E. Review article: free radicals, antioxidants and human disease: where are we now? **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, v.119, p. 598–620, 1992. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1593209/>.

LARSON, R. L.; WHITE, B. J.; LAFLIN, S. Beef heifer development. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 32, n. 2, p. 285-302, 2016. Disponível em: [https://www.vetfood.theclinics.com/article/S0749-0720\(16\)00004-9/abstract](https://www.vetfood.theclinics.com/article/S0749-0720(16)00004-9/abstract).

LEMES, K. M. **Comparação da eficiência de diferentes formulações à base de progesterona para indução da puberdade e desempenho reprodutivo em novilhas da raça Nelore**. 79 f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) - Universidade de São Paulo, Programa de Pós-Graduação: Reprodução Animal, Pirassununga, 2018. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10131/tde-15062018-163055/>.

LIMA, M. E., PEREIRA, R. A., MAFFI, A. S., TONELLOTTO DOS SANTOS, J., MARTIN, C. E., DEL PINO, F. A., & CORREA, M. N. Butaphosphan and cyanocobalamin: effects on the aspiration of oocytes and in vitro embryo production in Jersey cows. **Canadian Journal of Animal Science**, 97(4):633-639, 2017. DOI: 10.1139/cjas-2016-0222.

LOILA, M. V. G. **Marcadores de fertilidade e associação da suplementação exógena com progesterona a protocolos de IATF em gado de corte**. 127 f. Tese (Doutorado – PPG em Ciência Animal nos Trópicos) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2016. Disponível: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/21280>.

LOLLATO, J. P. M.; MATURANA FILHO, M; GONÇALVES, R. L.; MADUREIRA, ED H.; SIMÕES, L. G. S.; PEREIRA, M. A. Evaluation of mineral and vitamin supplementation (Adapter Kit MIN and VIT, Biogénesis Bagó) in improving fertility in primiparous Nelore. **Animal Reproduction**, v. 14, n. 3, p. 662, 2017. Disponível em: [http://www.cbpa.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p645-728%20\(TAI-FTET-AI\)%20SBTE.pdf](http://www.cbpa.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p645-728%20(TAI-FTET-AI)%20SBTE.pdf).

LOLLATO, J. P. M.; FILHO, M. M.; REIS, T. A. N. P. S.; TREVISOL, E.; CORDEIRO, R. G.; GONÇALVES, R. L.; MOROTTI, F. Avaliação dos efeitos da suplementação mineral e vitamínica injetável e do uso do semen sexado na FIV de doadoras da raça angus. *In: Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões*, 14. 2020, On-line. **Anais**. Disponível em: http://www.sbte.org.br/reuniao2020/arquivos/Anais_SBTE2020_1108.pdf.

MACHADO, R.; BARBOSA, R. T.; BERGAMASCHI, M. A. C. M.; FIGUEIREDO, R. A. Inseminação artificial em tempo fixo como biotécnica aplicada na reprodução dos bovinos de corte. *In: SEMANA DO ESTUDANTE*, 18. 2007, São Carlos, SP. Palestras... São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39370/1/PROCIRM2007.000214.pdf>.

MADUREIRA, G.; CONSENTINI, C. E. C., MOTTA, J. C. L.; DRUM, J. N.; PRATA, A. B.; MONTEIRO JÚNIOR, P. L. J.; MELO, L. F.; GONÇALVES, J. R. S.; WILTBANK, M. C.; SARTORI, R.; Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle II: Reproductive outcomes of either EB or GnRH-type protocol, using or not GnRH. **Theriogenology**, v. 145, p. 86-93, 2020. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2020.01.033.

MAGI, L. H. R.; DAMIÃO, I. L.; MORAIS, M. C. F.; SILVA, R. A. B.; POLIZELLE, S. R.; FRIAS, D. F. R. Efeito de diferentes métodos de indução à puberdade sobre a

resposta reprodutiva em novilhas nelore. **Nativa**, v. 8, n. 5, p. 658-662, set./out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i5.10921>.

MAPLETOFT, R. J.; BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S.; MENCHACA, A.; SARTORI, R. Evolution of knowledge on ovarian physiology and its contribution to the widespread application of reproductive biotechnologies in South American cattle. **Animal Reproduction**, v.15, n. 1, p. 1003-1014, 2018. DOI: 10.21451/1984-3143-AR2018-0007.

MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. Minerais e vitaminas na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 18 p. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1011222>.

MÁRQUEZ, Y. C.; MÁRQUEZ, A.; FUENTES, M.; SALAS, Y.; LÓPEZ-ORTEGA, A. Estado oxidativo de cuerpos lúteos maduros y regresivos en bovinos. **Revista Veterinária**, v. 22, n. 1, p. 25-31, 2011. DOI:10.30972/vet.22117.

MARTÍN, C. P. **Efecto del uso de un complejo vitamínico-mineral sobre el porcentaje de preñez en rodeos de cría con IATF**. 24 f. Monografía (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias, Tandil, 2018. Disponível em: <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/handle/123456789/1913>.

MATURANA FILHO, M.; MELLO, B. P.; LEMES, K. M.; GONÇALVES, R. L.; LOLLATO, J. P. M.; PUGLIESI, G.; MADUREIRA, ED H.; GONELLA-DIAZA; A.; MEMBRIVE, C. M. B. Effects of mineral and vitamin supplementation on pregnancy rates in Nelore cattle submitted to FTAI programs with different reactivity scores. **Livestock Science**, v. 279, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105378>.

MELLO, R. R. C.; MELLO M. R. B.; ABIDU-FIGUEIREDO, M.; SCHERER, P. O.; PALHANO, H. B. Morphologic aspects of the genital tract from Nelore cows undergoing gynecological screening to insertion in the fixed-time artificial insemination (TAI) program. **Journal of Morphological Sciences**, v. 31, n. 2, p. 118-122, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/jms.068114>.

MORAES, S. S. Importância da suplementação mineral para bovinos de corte. Documento 114 – **Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande, 2001. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/325204/1/DOC114.pdf>.

MOREIRA, F. S.; OLIVEIRA, R. O. R. G.; RODRIGUES, M. H. D.; FIORAVANTE, F. C. R. C.; SOUZA, A. B. B.; RODRIGUES, V. S.; GARCIA, J. A. S. FERREIRA, J. L. Efeito de estratégias anti luteolíticas sobre a fertilidade de novilhas de corte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 75839-75851. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-128>.

MUANIS, G. C. M. M. **Suplementação mineral e vitamínica injetável (kit adaptador® min e vit, biogénesis bagó) na fertilidade de receptoras de embriões bovinos**. 25 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Viçosa, 2020. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/29883>.

MUNDELL, L. R.; JAEGER, J. R.; WAGGONER, J. W.; STEVENSON, J. S.; GRIEGER, D. M.; PACHECO, L. A.; BOLTE, J. W.; AUBEL, N. A.; ECKERLE, G. J.; MACEK, M. J.; ENSLEY, S. M.; HAVENGA, L.J.; OLSON, K. C. Effects of prepartum and postpartum bolus injections of trace minerals on performance of beef cows and calves grazing native range. **The Professional Animal Scientist**, v. 28, n. 1, p. 82–88, 2012. DOI: [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30318-1](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30318-1).

NICIURA, S. C. Anatomia e fisiologia da reprodução de fêmeas bovinas. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, **Boletim Técnico do Instituto de Zootecnia**, n. 51, Embrapa sudeste, 2008. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/48249>.

NOGUEIRA, E.; SILVA, J. C. B.; SILVA, M. R.; SILVA, A. S.; RODRIGUES, W. B.; JARA, J. P.; SILVA, K. C.; ANACHE, N. A. IATF + CIO: estratégia prática de avaliação de cio e aumento de prenhez. **Circular técnica 113** – Embrapa Pantanal, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157420/1/CT113.pdf>.

NOGUEIRA, E.; SILVA, M. R.; SILVA, J. C. B.; ABREU, U. P. G.; ANACHE, N. A.; SILVA, K. C.; RODRIGUES, W. B. Timed artificial insemination plus heat I: Effect of estrus expression scores on pregnancy of cows subjected to progesterone-estradiol-based protocols. **Animal**, v. 13, n. 10, p. 2305-2312, 2019. DOI: 10.1017/S1751731119000442.

PAYAN-CARREIRA, R.; PAIXÃO, G.; QUARESMA, M.; GARCÍA, M. C. Avaliação reprodutiva em novilhas à entrada em reprodução. **Recursos Rurais**, n. 13, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15304/rr.id5057>.

PENTEADO, L.; SÁ FILHO, M. F.; REIS, E. L.; TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; MADUREIRA, E. H.; BARUSELLI, P. S. Eficiência reprodutiva em vacas Nelore (*Bos indicus*) lactantes submetidas a diferentes manejos durante a estação de monta. *In*: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 16. 2005, Goiânia, **Anais...** Belo Horizonte, MG: CBRA, 2005. CD-ROM. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/medicinaveterinaria/article/download/739/618/1951>.

PENTEADO, L.; AYRES, H.; TORRES JUNIOR, J. R. S.; SOUZA, A. H.; BARUSELLI, P. S. Taxa de concepção de vacas Nelore lactantes sincronizadas com dispositivo intravaginal de progesterona associado ao benzoato ou ao cipionato de estradiol. **Acta Scientiae Veterinariae**. Porto Alegre: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, v. 34, n. 1, p. s401, 2006.

PEREIRA, C. S.; ROCHA, R. F. A. T.; BENTO, A. L. L.; VEDOVATTO, M.; NETO, I. M. C.; D'OLIVEIRA, M. C.; FRANCO, G. L. Suplementação micromineral injetável para bovinos de corte. *In*: Anais da X Mostra Científica Famez / UFMS, 8. 2017, **Anais**. Campo Grande. Disponível em: <https://ead.senar.org.br/wp->

content/uploads/capacitacoes_conteudos/bovino_cultura_de_corte/CURSO_3_NUT-ANIMAL/AULA_11_SUPLEMENTACAO_ANIMAL.pdf.

PERES, R. F. G. **Efeito da concentração pré e pós-ovulatória de progesterona em protocolos de iatf em fêmeas nelore.** 87 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/96640>.

PFEIFER, L. F. M.; VARELA, A. S.; FONTOURA-JÚNIOR, J. A. S.; SCHNEIDER, A.; CORRÊA, M. N.; DIONELLO, N. J. L. Efeito da condição corporal avaliado no diagnóstico de gestação sobre o momento da concepção e taxa de prenhez em vacas de corte. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, n. 3, p.303-307, Mai. 2007. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-9216.16120>.

PRATA, A. B.; MADUREIRA, G.; ROBI, A. J.; HEULLER, S. R.; SAGAE, M.; ELIAS, M. C. V.; PIMENTA, C.; BARRIOS, J. HARTMMAN, D.; SCHNEIDER, A. A.; SANDOVAL, G. A. F.; WITBANK, M. C.; SARTORI, R. Progesterone-based timed AI protocols for Bos indicus cattle III: Comparison of protocol lengths. **Theriogenology**, v. 152, p. 29-35, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.04.020>.

PUGLIESI, G.; SANTOS, F. B.; LOPES, E.; NOGUEIRA, É.; MAIO, J. R.; BINELLI, M. Improved fertility in suckled beef cows ovulating large follicles or supplemented with long-acting progesterone after timed-AI. **Theriogenology**, v. 85, n. 7, p. 1239-1248, 2016. DOI: [10.1016/j.theriogenology.2015.12.006](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.12.006).

PURSLEY, J. R.; SILCOX, R. W.; WILTBANK, M. C. Effect of Time of Artificial Insemination on Pregnancy Rates, Calving Rates, Pregnancy Loss, and Gender Ratio After Synchronization of Ovulation in Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 8, p. 2139-2144, 1998. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75790-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75790-X).

RANGEL, L. Ciclo estral. In. PORTA, L. R.; MEDRANO, J. H. H. **Fisiología reprodutiva de lós animales domésticos.** Cidade do México: FMVZ-UNAM, 2018.

ROCHA E SILVA, M. E.; CADIMA, G. P.; SANTOS, R. M.; LANÇONI, R. Precocidade sexual de novilhas: fisiologia, genética e protocolos de indução – parte 1. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 47, n. 4, p. 783-794, 2023. DOI: [10.21451/1809-3000.RBRA2023.067](https://doi.org/10.21451/1809-3000.RBRA2023.067).

RODRIGUES, W. B.; JARA, J. P.; BORGES, J. C.; OLIVEIRA, L. O. F.; ABREU, U. P. G.; SILVA, K. C.; ANACHE, N. A.; OLIVEIRA, A. B.; CARDOSO, C. J. T.; NOGUEIRA, E. Ação da Prostaglandina F2 α como indutor de ovulação em vacas de corte submetidas a protocolos de IATF. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 41, n. 1, p. 374, 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1077031/1/4PDFsamresumo scongressocbrap374e433bovinos1.pdf>.

RODRIGUES, W. B.; SILVA, A. S.; SILVA, J. C. B.; ANACHE, N. A.; SILVA, K. C.; CARDOSO, C. J. T.; NOGUEIRA, E. Timed artificial insemination plus heat II: Gonadorelin injection in cows with low estrus expression scores increased pregnancy

in progesterone/estradiol-based protocol. **Animal**, v. 13, n. 10, p. 2313-2318, 2019. DOI: 10.1017/S1751731119000454.

ROSA, D. E. **Efecto del cobre durante la maduración de ovocitos bovinos: impacto sobre el desarrollo embrionario preimplantacional**. 161 f. Tese (Doutorado Ciências Veterinárias) - Universidad Nacional de La Plata, Instituto de Genética Veterinária, La Plata, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.35537/10915/46266>.

SÁ FILHO, M. F.; REIS, E. L.; VIEL JÚNIOR, J. O.; NICHI, M.; MADUREIRA, ED H.; BARUSELLI, P. S. Dinâmica folicular de vacas nelore lactantes em anestro tratadas com progestágeno, eCG e GnRH. **Acta Scientiae Veterinariae**. Porto Alegre: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, v. 32, p. 235, 2004.

SÁ FILHO, O. G.; MENEGHETTI, M.; PERES, R. F. G.; LAMB, G. C.; VASCONCELOS, J. L. M. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility. **Theriogenology**, v. 72, n. 2, p. 210-218, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.02.008>.

SÁ FILHO, M. F.; CRESPILO, A. M.; SANTOS, J. E. P.; PERRY, G. A.; BARUSELLI, P. S. Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. **Animal Reproduction Science**, v. 120, p. 23-30, 2010. DOI:10.1016/j.anireprosci.2010.03.007.

SALES, J. N. S.; CREPALDI, G. A.; GIROTTO, R. W.; SOUZA, A. H.; BARUSELLI, P. S. Fixed-time AI protocols replacing eCG with a single dose of FSH were less effective in stimulating follicular growth, ovulation, and fertility in suckled-anestrus Nelore beef cows. **Animal Reproduction Science**, v.124, p. 12-18, 2011. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2011.02.007.

SANTOS, P. S.; MALAFAIA, G. C.; JESUS, K. R. E.; AZEVEDO, D. B.; CASAGRANDA, Y. G. Mensuração da sustentabilidade na bovinocultura de corte: desafios para o consumo e produção responsáveis da agenda 2030. **Research, Society and development**, v. 11, n. 11, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33212>

SARTORI, R.; ALVES, R. L. O. R.; LOPES, A. L. M. Induction of puberty vs. induction of ovulation using steroid hormones in beef heifers: a comprehensive review. **Animal reproduction**, n. 21 p. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2024-0072>.

SARTORI, R.; GUARDIEIRO, M. M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 422-432, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300047>.

SENAR. Inseminação artificial em bovinos. **Coleção senar 132**, 2009. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/132-INSEMINA%C3%87%C3%83O.pdf>.

SILVA, F. M. B.; LOPES, D. T.; FERRAZ, H. T.; VIU, M. A. O. RAMOS, D. G. S.; SATURNINO, K. C.; FONTANA, C. A. P.; SILVA, J. M. A.; LESO, F. V. Estratégias para antecipação da puberdade em novilhas *Bos taurus indicus* pré-púberes. **Pubvet**, v. 12, n. 12, p. 1-13, 2018. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n12a225.1-6>.

SILVA, M. E. R.; CADIMA, G. P.; SANTOS, R. M.; LANÇONI, R. Precocidade sexual de novilhas: fisiologia, genética e protocolos de indução – parte 2. **Revista brasileira reprodução animal**, v. 47, n. 4. P. 783-794, out./dez. 2023. DOI: 10.21451/1809-3000.RBRA2023.068.

SILVA, L. G. **Suplementação injetável de microminerais e vitaminas na reprodução de fêmeas bovinas *Bos indicus* sincronizadas à IA em tempo fixo**. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Mato Grosso do Sul, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/8807>.

SILVESTRI, M. **Avaliação da influenciada PGF2 α e do GnRH em um protocolo curto de IATF em novilhas nelore**. 40 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal e Produção Animal Sustentável) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Guarapuava, 2020. Disponível em: <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/handle/jspui/1793>.

SIMONETTI, M. **Efecto de la suplementación vitamínico mineral sobre el porcentaje de preñez en vacas inseminadas a tiempo fijo**. 30 f. Monografía (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias, Tandil, 2018. Disponível em: <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/bitstreams/4f31218e-ae97-49bc-ad30-07bbed461e07/download>.

STOKES, R. S.; VOLK, M. J.; IRELAND, F. A.; GUNN, P. J.; SHIKE, D. W. Effect of repeated trace mineral injections on beef heifer development and reproductive performance. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 96, n. 9, p. 3943-3954, 2018. DOI: 10.1093/jas/sky253.

THIAGO, L. R. L. S.; SILVA, J. M. S. Suplementação de Bovinos em Pastejo. Documento 108 – **Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande, 2001. Disponível em: <file:///C:/Users/jmps2/Downloads/thiago%20e%20silva%202001.pdf>.

TORRES JÚNIOR, J. R. S.; RIBEIRO, D. L. S.; PEREIRA, H. G.; FRANÇA, I. G. Mitos e verdades em protocolos de IATF. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.40, n.4, p.129-141, Out-Dez. 2016. Disponível em: [http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v40/n4/p129-141%20\(RB691\).pdf](http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v40/n4/p129-141%20(RB691).pdf).

TRAMONTIN, M. L. D. **Efeitos da suplementação mineral e vitamínica injetável na fertilidade de vacas leiteiras em protocolo de iatf**. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Paranaense, Umuarama, 2020. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-222269>.

VEDOVATTO, M.; MORIEL, P.; COOKE, R. F.; COSTA, D. S.; FARIA, F. J. C.; CORTADA, NETO, I. M.; BENTO, A. L. L.; ROCHA, R. F. A. T.; FERREIRA, L. C. L.; ALMEIDA, R. G.; SANTOS, S. A.; FRANCO, G. L. Effects of a single trace mineral injection at beginning of fixed-time AI treatment regimen on reproductive function and antioxidant response of grazing Nellore cows. **Animal Reproduction Science**, v. 211, n. 106234, 2019. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2019.106234.

VILCHER JÚNIOR, M. A.; RODRIGUES, M. H. D.; FIORAVANTE, F. C. R. C.; MORANIO, É S. C.; OLIVEIRA, R. O. R. G.; NEPOMUCENO, L. L.; FERREIRA, J. L.; GARCIA, J. A. S. A utilização de GnRH ou Galectina-1 no momento da IA aumenta a taxa de concepção em vacas de corte submetidas a IATF? **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 6, p. 01-14, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.6-011>.

WILLIAMS, G. L.; AMSTALDEN, M.; GARCIA, M. R.; STANKO, R. L.; NIZIELSKI, S. E.; MORRISON, C. D.; KEISLER, D. H. Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 23, p. 339–349, 2002. DOI: 10.1016/s0739-7240(02)00169-8.

ZOETIS BRASIL. **Gerar: Manual de IATF para gado de corte**. São Paulo: Zoetis. (Informativo Técnico), 2019. Disponível em: <https://www.zoetis.com.br/especies/bovinos/gerar/pdf/zoetis-2019-manual-iatf.pdf>.

ZOETIS BRASIL. **Gerar: Caderno gerar corte 2024**. São Paulo: Zoetis. (Informativo Técnico), 2024. Disponível em: <https://www2.zoetis.com.br/content/pt/pages/Especies/Bovinos/Gerar/assets/CADERNO-GERAR-CORTE-2024-FINAL.pdf>.

3 CAPITULO II

EFEITO DOSE ADICIONAL DE GnRH NO MOMENTO DA IATF SOBRE A TAXA DE PRENHEZ DE NOVILHAS NELORE

*EFFECT OF ADDITIONAL DOSE OF GNRH AT THE TIME OF FTAI ON THE
PREGNANCY RATE OF NELORE HEIFERS*

*Artigo a ser publicado no Periódico Revista Brasileira de Pesquisa Veterinária e
Zootecnia*

RESUMO: O Brasil possui baixa produtividade quando comparado a países desenvolvidos, dentre os motivos está o manejo reprodutivo inadequado de matrizes em reprodução. Outrossim, novilhas apresentam amplas variações de resultado. Diante disso, o objetivo deste estudo é verificar o efeito da administração de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) sobre a taxa de prenhez de novilhas Nelore submetidas a protocolos de IATF. Foram utilizadas 146 novilhas com idade média de 23 ($\pm 1,58$) meses e 337 ($\pm 30,34$) kg. As fêmeas foram induzidas a puberdade com 150 mg de progesterona injetável 24 dias antes de iniciar o protocolo de IATF. No D0 do protocolo de IATF receberam um dispositivo intravaginal de progesterona e 2,0 mg de BE. No D8 foi removido o implante de progesterona e administrado via intramuscular 300 UI de eCG, 0,5 mg de PF2 α , 0,5 mg de CE e passado o bastão marcador de cio. Após 48 horas foram inseminadas com sêmen de um único touro Nelore e divididas em dois grupos com 73 animais, sendo um controle e outro tratado com a administração de 25 μ g de Lecirelina. Os dados foram tabulados em planilhas do programa Microsoft Excel® e analisados no programa Statistical Analysis System (2002) pelo procedimento One Parway e as médias comparadas através do teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%. A taxa de prenhez geral foi de 43,15% (63/146), as fêmeas tratadas com GnRH apresentaram 46,58% (34/73) de taxa de prenhez e o grupo controle de 39,73% (29/73) sem diferença significativa ($P > 0,05$). Entretanto, fêmeas que apresentaram cio e receberam GnRH no momento da IATF apresentaram taxa de prenhez de 58,70% (27/46) contra 25,93% (7/27) das que receberam GnRH, mas não manifestaram cio, 43,40% (23/53) das que não receberam GnRH e apresentaram cio, já as novilhas que não manifestaram cio e não receberam GnRH obteve 30% (6/14) de taxa de prenhez ($P < 0,05$). Dessa forma, a administração de GnRH no momento da IATF aumentou a taxa de prenhez de novilhas Nelore que apresentaram cio.

Palavras chaves: GnRH. IATF, Novilhas, Reprodução.

ABSTRACT: Brazil has low productivity compared to developed countries, partly due to inadequate reproductive management of breeding females. Moreover, heifers exhibit wide variations in reproductive outcomes. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of administering gonadotropin-releasing hormone (GnRH) on the pregnancy rate of Nelore heifers subjected to fixed-time artificial insemination (FTAI) protocols. A total of 146 heifers, with an average age of 23 (± 1.58) months and an average weight of 337 (± 30.34) kg, were used. The females were induced to puberty with 150 mg of injectable progesterone 24 days before starting the FTAI protocol. On Day 0 (D0) of the FTAI protocol, they received an intravaginal progesterone device and 2.0 mg of estradiol benzoate (EB). On Day 8 (D8), the progesterone implant was removed, and 300 IU of equine chorionic gonadotropin (eCG), 0.5 mg of prostaglandin F₂ α (PGF₂ α), 0.5 mg of estradiol cypionate (EC), and a heat detection marker stick were administered intramuscularly. After 48 hours, the heifers were inseminated with semen from a single Nelore bull and divided into two groups of 73 animals each: a control group and a treatment group that received 25 μ g of Lecirelin (GnRH). Data were recorded in Microsoft Excel® spreadsheets and analyzed using the Statistical Analysis System (2002) with the One-Way procedure, and means were compared using the Kruskal-Wallis test at a 5% significance level. The overall pregnancy rate was 43.15% (63/146). Heifers treated with GnRH had a pregnancy rate of 46.58% (34/73), while the control group had a rate of 39.73%, with no significant difference ($P > 0.05$). However, heifers that exhibited estrus and received GnRH at the time of FTAI had a pregnancy rate of 58.70% (27/46), compared to 25.93% (7/27) for those that received GnRH but did not exhibit estrus, 43.40% (23/53) for those that did not receive GnRH but exhibited estrus, and 30% (6/14) for those that neither exhibited estrus nor received GnRH ($P < 0.05$). Thus, the administration of GnRH at the time of FTAI increased the pregnancy rate in Nelore heifers that exhibited estrus.

Key words: GnRH, FTAI, heifers, Reproduction.

3.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais atores na produção e comercialização mundial de carne, detentor do maior rebanho comercial do mundo, com mais de 202,8 milhões de cabeças. Entretanto, o país apresenta uma baixa taxa de desfrute quando comparado aos outros líderes na produção de carne, que possuem rebanhos menores e menor área produtiva (BRAZILIAN BEEF, 2023). Tais resultados são um entrave para o mercado de carne bovina, visto que a baixa tecnificação resulta em uma maior utilização de recursos naturais para aumentar a produção e os mercados consumidores estão cada vez mais exigente em relação a sustentabilidade da produção agropecuária (FERREIRA et al., 2022; SANTOS et al., 2022).

Esse novo cenário de sustentabilidade associada aos elevados custos dos insumos de produção e a baixa produtividade resultam em menor lucratividade do sistema. Portanto, torna-se necessária a adoção de tecnologias que visem elevar os índices produtivos, com o intuito de aumentar a rentabilidade do negócio rural.

Os protocolos de IATF disponíveis no mercado estão consolidados, entretanto, a taxa de prenhez apresenta ampla variação conforme a realidade de cada propriedade, categoria animal e época do ano (ZOETIS BRASIL, 2024; ZOETIS BRASIL, 2019; BARUSELLI et al., 2017). Em protocolos de IATF, vacas que manifestaram cio apresentam melhor fertilidade quando comparadas com aquelas que não manifestaram cio, sendo que a administração de GnRH nessas vacas que não manifestaram cio auxilia no incremento da fertilidade (BONATO et al., 2021; MADUREIRA et al., 2020; NOGUEIRA et al., 2016).

Em novilhas os resultados são mais baixos que em vacas, visto que estas apresentam particularidades que influenciam diretamente a fertilidade em comparação as vacas como maior sensibilidade a hormônios, idade, peso, ciclicidade, raça, genética e suplementação. Diante disso, a adoção de estratégias para incrementar a fertilidade torna-se essencial (SARTORI et al., 2024; GREGIANINI et al., 2021; FELISBINO et al., 2020; DICKINSON et al., 2019; SÁ FILHO et al., 2010).

Dentre as estratégias com o intuito de incrementar a fertilidade de novilhas está a administração de GnRH no momento da IATF, porém seus resultados e em quais condições possui melhores efeitos ainda são controversos, pois alguns autores identificaram efeitos benéficos e outros não (BONATO et al., 2021; MADUREIRA et al., 2020; FERREIRA et al., 2017). Entretanto, os mesmos autores não avaliaram as

interações do GnRH com outros fatores que interferem na taxa de prenhez de novilhas, tais como peso, ciclicidade e ECC.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da administração de GnRH no momento da IATF em novilhas Nelore, bem como suas interações com ciclicidade (ETR) no D0, manifestação de cio na IATF, ECC e peso.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Norte do Tocantins, conforme protocolo nº CEUA/UFT 23.101.274/01-56. O desenho do estudo seguiu os princípios éticos estipulados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), Brasília, DF, Brasil.

O experimento foi conduzido em uma fazenda de gado comercial, localizada no município de Rio dos Bois, Tocantins. Os animais utilizados pertenciam a raça Nelore e foram manejados em sistema de pastejo, com suplementação mineral e água *ad libitum*. Um total de 146 fêmeas bovinas nulíparas, foram distribuídas em dois grupos experimentais, aleatoriamente, constituídos, cada um constituído por 73 animais. O experimento foi realizado nos meses de outubro e novembro de 2023.

Todas as fêmeas foram previamente induzidas a puberdade com a administração intramuscular de 150 mg de progesterona injetável (PROGECIO, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL) 24 dias antes de iniciar o protocolo de IATF (D-24). No dia zero (D0) do protocolo de IATF todas as fêmeas passaram pela avaliação ginecológica por um Médico Veterinário, por meio de exame ginecológico, com auxílio de um ultrassom, por sonda transretal (Modelo MINDRAY DP 2200, com Transdutor Linear de 5,5 MHZ) para a determinação do escore de trato reprodutivo (ETR) e ciclicidade com base na avaliação de Larson et al., (2016) e Gregianini et al., (2021) (Quadro 1).

Após o exame ginecológico, todas as fêmeas consideradas aptas à reprodução (Pré-púbere ou púbere e sem patologias reprodutivas) foram destinadas a iniciar o protocolo de IATF. No mesmo momento, as fêmeas foram pesadas e mensurou-se o escore de condição corporal (ECC) com base na escala de 1 a 5 pontos (MENEGETTI & VASCONCELOS, 2008). Posteriormente, os dados foram

analisados e os animais distribuídos de forma que os grupos fossem homogêneos em relação ao ECC, peso e ETR (Tabela 1.1).

Quadro 1.2- Classificação do escore do trato reprodutivo de novilhas com base na avaliação ginecológica mensurada no D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo.

CATEGORIA	PESO	TRATO REPRODUTIVO
Infantil	< 50 % P.V. Adulto	Útero imaturo, ovários com folículos < 8 mm
Pré-púbere	50 a 60% P.V. Adulto	Ligeiro a bom tônus uterino e presença de folículos > 8 mm
Púbere	> 60 % P.V. Adulto	Útero desenvolvido com bom tônus e presença de CL no ovário

P.V.: Peso Vivo; mm: Milímetros; <: menor que; >: maior que; %: Percentual.

Fonte: Adaptado de Larson et al., (2016) e Gregianini et al. (2021).

Tabela 1.1- Análise Comparativa das Características Fisiológicas e Reprodutivas de Novilhas Nelore: Médias, Desvios-Padrão e Percentuais de Condição Corporal e Trato Reprodutivo em Grupos Experimentais.

	Peso (kg)		ECC		ETR		TOTAL
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Púbere	Pré-púbere	TOTAL
Grupo 1	339,56	±25,59	3,70	±0,42	58	15	73
Grupo 2	334,43	±23,08	3,58	±0,41	62	11	73

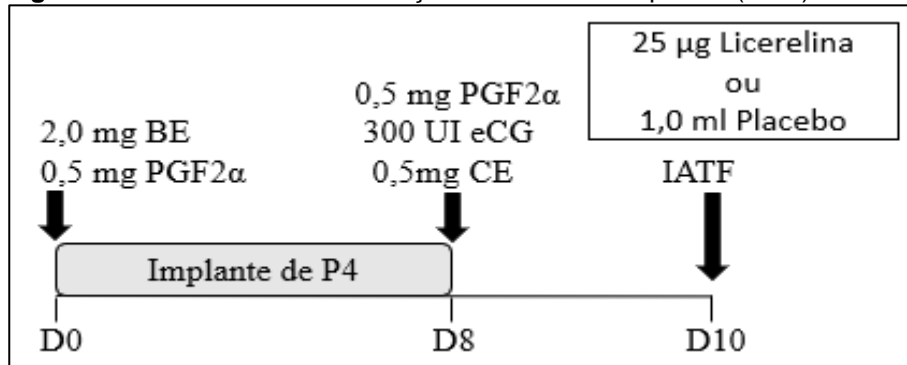
Fonte: Dados do autor.

O protocolo de IATF começou no (D0) com a inserção de um implante intravaginal de 0,5 grama de progesterona (PRIMER MONODOSE, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL), a administração intramuscular de 2,0 mg de benzoato de estradiol (RIC-BE, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL) e 0,5 mg de prostaglandina F2 α (ESTRON, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL). Após o D0 do protocolo de IATF, as fêmeas foram divididas em um grupo tratado (GnRH) e um grupo controle com 73 novilhas em cada grupo, de forma que os mesmos fossem semelhantes entre si com base no ETR, ECC e peso no D0.

Após oito dias (D8), o implante intravaginal foi removido e foram administrados 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (ECEGON, BIOGÉNESIS-BAGÓ, PARANA, BRASIL), 0,5 mg de cipionato de estradiol (CIPIOTEC, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL), 0,5 mg de prostaglandina F2 α (ESTRON, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL) e passado o bastão de cera marcador de cio na base da cauda. Após 48 horas (D10) foi realizado a IATF por um único técnico e com sêmen de um

único touro da raça Nelore e identificação da manifestação de cio. No momento da IATF o grupo GnRH recebeu, no momento da IATF (D10) 25 µg de Lecirelina (TEC-RELIN, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL) um análogo de GnRH, enquanto o grupo controle recebeu 1,0 mL de solução placebo (Figura 2.1).

Figura 2.1- Protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) utilizado no experimento.



Fonte: Dados do autor

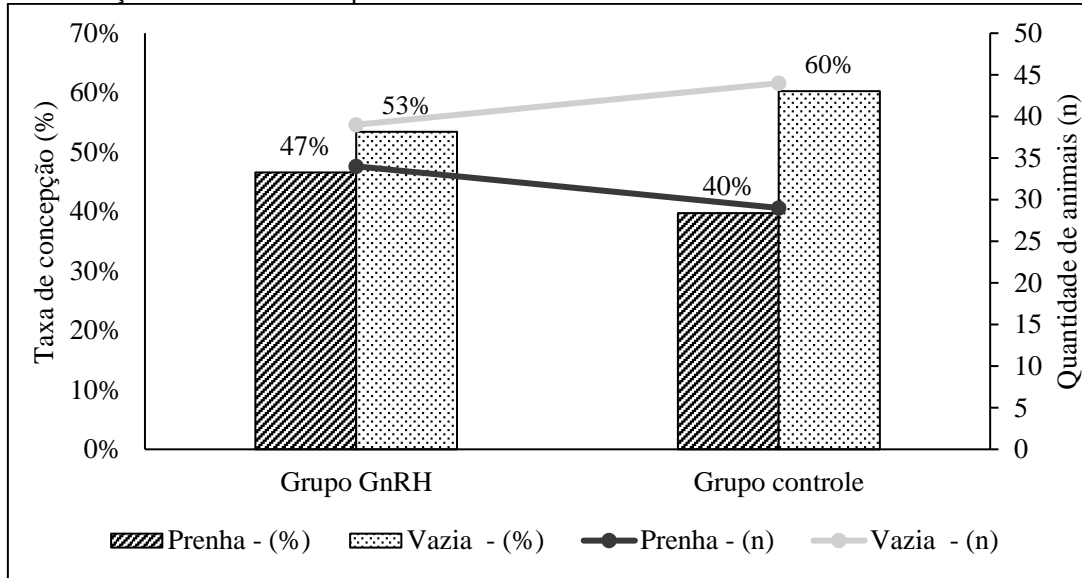
Após 30 dias da IATF foi realizado o diagnóstico de gestação via transretal por um médico veterinário utilizando ultrassom (MINDRAY DP 2200, COM TRANSDUTOR LINEAR DE 5,5 MHZ).

Os dados foram tabulados em planilhas do programa Microsoft Excel® e analisados no programa Statistical Analysis System [SAS] (2002) pelo procedimento One Parway e as médias comparadas através do teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A taxa de prenhez média foi de 43,15% (63/146), sendo esse resultado próximo da categoria de novilhas, conforme os dados Gerar Corte - Zoetis 2024 (ZOETIS BRASIL, 2024), o qual considera dados reportados por técnicos credenciados em diferentes realidades de propriedade rural no Brasil. O grupo 1 (GnRH) obteve uma taxa de prenhez de 46,58% (34/73), enquanto o grupo 2 (Controle) apresentou uma taxa de prenhez de 39,73% (29/73) (Figura 2.2), sem diferença significativa ($P > 0,05$). Contudo, e face aos diferentes resultados de outros estudos, são necessárias mais investigações com um maior número de animais, ou ampliando sistemas diferentes.

Figura 2.2- Efeito do tratamento com ou sem hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no momento da inseminação artificial sobre a taxa de concepção de novilhas nelore submetidas a protocolo de inseminação artificial em tempo fixo.



Fonte: Dados do autor.

Os estudos realizados com a administração de GnRH no momento da IATF são controversos e sugerem que outros fatores podem estar correlacionados. Madureira et al., (2020), ao trabalhar com vacas e novilhas em protocolos com implante de sete (07) dias, observaram efeito benéfico apenas em vacas que não manifestaram cio. Nestas vacas, o folículo dominante atingiu o tamanho adequado para a manifestação de cio e ovulação, com o GnRH exógeno atuando como suporte para a ovulação.

Entretanto, estudos realizados por Prata et al., (2020) utilizando protocolo semelhante, identificou que fêmeas que manifestaram cio e receberam GnRH no momento da IATF respondem positivamente. A manifestação de cio pode ser farmacológica devido ao cipionato de estradiol, não pelo tamanho e capacidade do folículo dominante de atuar na manifestação de cio e ovulação, sendo que o GnRH promove a ovulação de folículos pequenos.

Além disso, diferentemente das vacas que já atingiram a puberdade, as novilhas podem entrar em protocolos de IATF antes de atingir a puberdade, resultando em diferenças na fertilidade TAMANHO DA FONTE. Fêmeas púberes apresentam melhores resultados em comparação com fêmeas não púberes (SARTORI et al., 2024; GREGIANINI et al., 2021; SÁ FILHO et al., 2010). Dessa forma, alguns fármacos podem não ter os efeitos benéficos sobre a fertilidade devido a condição uterina e ovariana.

A puberdade é atingida quando acaba o término do feedback negativo do estrógeno sobre a liberação de GnRH no hipotálamo, permitindo que o GnRH atue na hipófise anterior para liberação de LH, que atua no folículo promovendo a maturação final e ovulação (EMERICK et al., 2009; HAFEZ E HAFEZ, 2004; GARCIA et al., 2003).

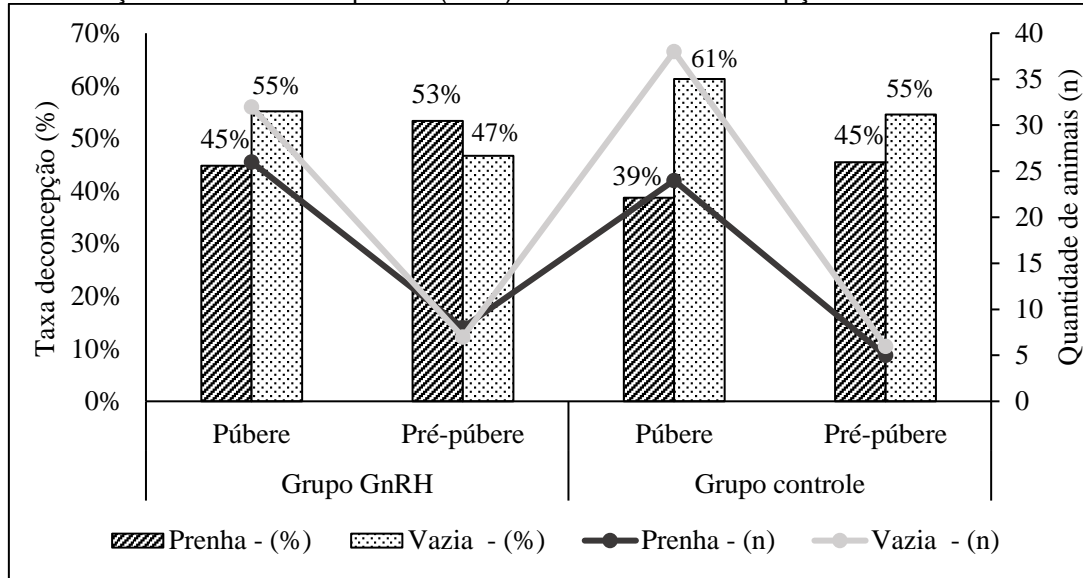
Entretanto, as novilhas que estão ciclando no D0 do protocolo de IATF, podem não dar continuidade a sua ciclicidade quando realizado o diagnóstico de gestação após 30 dias da IATF (SARTORI et al., 2024), sendo assim pode ser necessário a administração de um indutor da ovulação que venha auxiliar na continuidade da ciclicidade das novilhas. Com isso, pode promover o incremento da fertilidade e maturidade sexual, até mesmo em fêmeas pré-púberes, pois essas possuem menor taxa de ovulação quando comparadas às púberes, visto que a concentração circulante de GnRH é menor (HAFEZ & HAFEZ, 2004).

Considerando o número total de animais avaliados, 82,19% (120/146) das novilhas foram consideradas púberes com presença de corpo lúteo (CL) no ovário durante a avaliação ginecológica no D0 do protocolo de IATF, evidenciando efeito benéfico do protocolo de indução de puberdade.

Ademais, as fêmeas púberes apresentaram menor taxa de prenhez, com 41,67% (50/120), quando comparadas às fêmeas pré-púberes, que apresentaram 50% (13/26) de taxa de prenhez, mas sem diferença significativa ($P > 0,05$). Em relação a interação da administração de GnRH e o escore de trato reprodutivo, não houve diferença significativa ($P > 0,05$). Também não houve interação entre a ciclicidade no D0 e administração de GnRH no momento da IATF ($P > 0,05$) (Figura 2.3).

Estudos que consideram a presença ou ausência de corpo lúteo (CL) em novilhas no início do protocolo de IATF indicam melhores taxa de concepção quando comparadas as novilhas sem CL, visto que estas já atingiram a puberdade, e o desenvolvimento do aparelho reprodutivo (GREGIANINI et al., 2021; MAGI et al., 2020; SILVESTRI 2020; MELLO et al., 2014; SÁ FILHO et al., 2010). Entretanto, o resultado distinto obtido nas fêmeas pré-púbere pode estar correlacionado pelo tônus uterino semelhante ao de fêmeas púberes, diferenciando-se apenas pela ausência de corpo lúteo no ovário, associado ao baixo número de animais nessa categoria (20%).

Figura 2.3- Efeito do tratamento com ou sem hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no momento da inseminação artificial e escore do trato reprodutivo (ETR) mensurado no D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) sobre a taxa de concepção de novilhas nelore.



Fonte: Dados do autor.

Estudo realizado por Silvestri (2020) apresentou resultados diferentes, nos quais fêmeas púberes no D0 mostraram melhores resultados. Contudo a ciclicidade no D0 do experimento foi menor, com 63,86%, e não correlacionou o escore de trato reprodutivo com a administração de GnRH. O mesmo autor obteve aumento da taxa de prenhez em novilhas que receberam GnRH no momento da IATF, devido à melhora na taxa de ovulação.

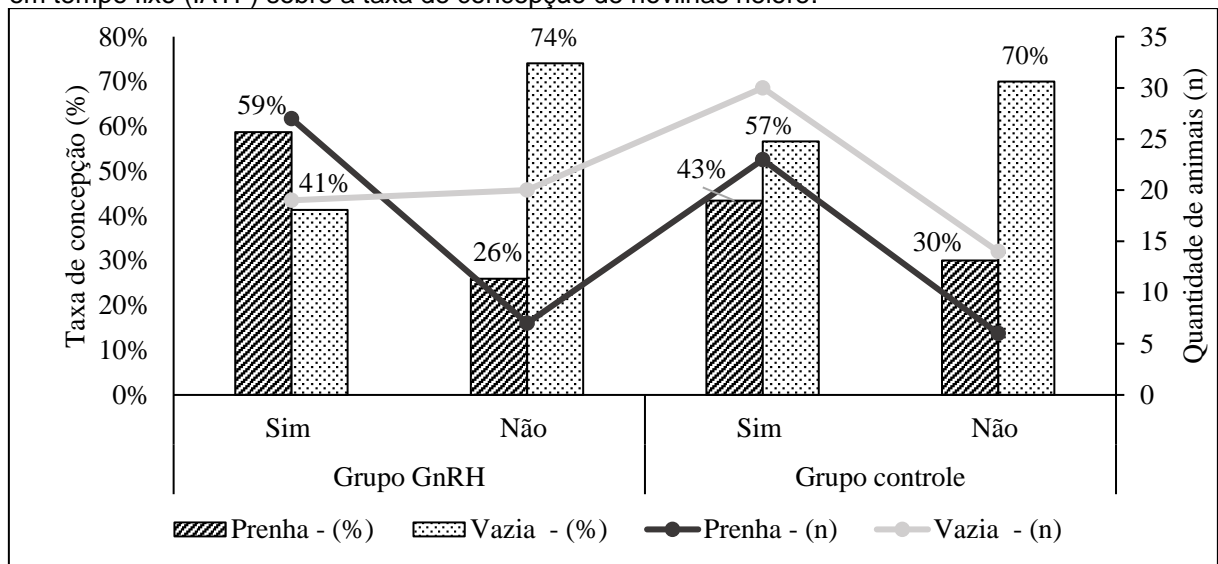
Estudos realizados por Prata et al., (2020) com novilhas de 26 meses e alta taxa de ciclicidade (>80%) no D0 do protocolo de IATF, não identificaram incremento na fertilidade quando administrado GnRH. Segundo o autor, a administração de PGF2 α no D0, promove a luteólise precoce, possibilitando uma queda mais rápida dos níveis de progesterona circulante após a retirada do implante de progesterona. Com isso, não há o feedback negativo da progesterona sobre a hipófise anterior para a liberação de LH, resultando em melhores níveis de LH circulante, maturação do folículo dominante e taxa de ovulação.

Tais resultados de alta ciclicidade estão em similaridade com o padrão das novilhas do presente estudo. Devido à média de peso e idade espera-se que a maioria já tenha atingido a maturidade sexual e apresente maiores taxa de ovulação, devido ao feedback positivo do GnRH sobre LH e à capacidade de manutenção da gestação. Ademais, o GnRH pode apresentar bons resultados em novilhas pré-púberes com

bom tônus uterino. No presente estudo, o número de animais nessa categoria foi baixo, pois a resposta ao protocolo de indução de puberdade foi alta.

Quando se analisou a presença ou ausência da manifestação de cio, 67,80% (99/146) das novilhas apresentaram cio, com maior taxa de prenhez 50,51% (50/99) em comparação com 27,66% (13/47) das novilhas que não manifestaram cio, com diferença significativa ($P < 0,05$). As novilhas que manifestaram cio e receberam GnRH apresentaram os melhores resultados com 59% (27/46) de taxa de prenhez, contra 26% (7/27) das que receberam GnRH e não manifestaram cio, 43,40% (23/53) das que não receberam GnRH e manifestaram cio, já as novilhas que não manifestaram cio e não receberam GnRH obteve 30% (6/14) de taxa de prenhez ($P < 0,05$) (Figura 2.4).

Figura 2.4- Efeito do tratamento com ou sem hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no momento da inseminação artificial e manifestação de cio mensurado no D10 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) sobre a taxa de concepção de novilhas nelore.



Fonte: Dados do autor.

A manifestação de cio é crucial para o sucesso da IATF. Fêmeas que manifestam cio possuem um folículo dominante maior, com maior capacidade de produzir estrógeno. Após a ovulação, forma-se um corpo lúteo maior, com melhor capacidade de produzir progesterona quando comparados a corpo lúteo menores (LOILA et al., 2016; GONÇALVES et al., 2014).

O efeito benéfico da interação do cio e administração de GnRH em vacas já estão comprovados, porém, em novilhas, os resultados ainda são contraditórios

(BONATO et al., 2021; MADUREIRA et al., 2020; NOGUEIRA et al., 2019; RODRIGUES et al., 2019). Em estudos realizados por Madureira et al., (2020), não se identificou diferença significativa na interação entre a manifestação de cio e administração de GnRH. Segundo Bonato et al., (2021), as novilhas que não manifestaram cio e recebem GnRH apresentaram os mesmos efeitos de aumento da fertilidade que as vacas primíparas e múltiparas.

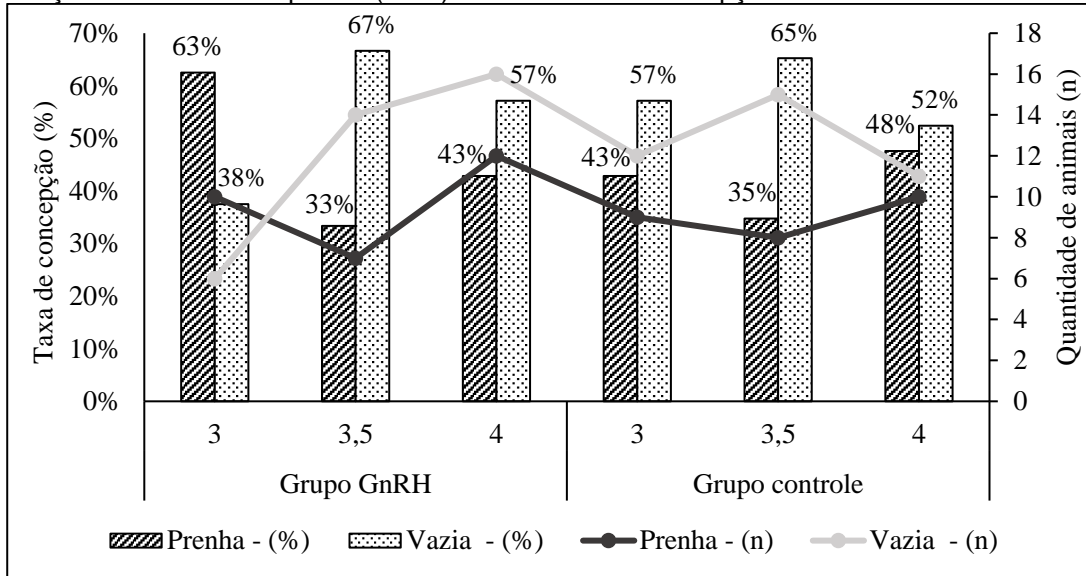
Silvestri (2020), ao trabalhar com novilhas de aproximadamente 2 anos, obteve resultados benéficos, porém apenas em novilhas que manifestaram estro. Outro estudo, realizado por Ferreira et al., (2017) com novilhas de 16 a 20 meses, obtiveram resultados positivos com a administração de GnRH no momento da IATF, independente da manifestação de cio.

Ambos os estudos diferiram do presente estudo pela dose de eCG no momento da retirada do implante, que no presente estudo foi 300 UI, enquanto nos experimentos citados foi de 200 UI. Dessa forma, o que pode explicar a diferença na fertilidade dos estudos é a dose do eCG visto que esse hormônio possui efeito similar ao FSH e LH, e quando administrado em menor dose o folículo dominante não consegue ter uma maturação final e ovulação maior quando comparado as 300 UI. Com isso, o GnRH por atuar como indutor de ovulação e atuar na hipófise para liberação de FSH e LH, pode suprir essa menor dose da eCG. Entretanto, estudos correlacionando essa interação devem ser realizados.

Segundo Prata et al., (2020), a administração de ciproionato de estradiol no momento da retirada pode induzir a manifestação de cio farmacológico e não natural. Porém, se no momento da administração de GnRH o folículo dominante estiver com capacidade ovulatória, ele pode responder positivamente ao GnRH exógeno, tornando a fêmea gestante. Isso explica os benefícios do GnRH em algumas situações onde a fêmea manifesta cio.

No presente estudo, fêmeas que apresentaram ECC igual ou superior a 3 tiveram os melhores resultados, com 51,35% (19/37), seguido por 44,90% (22/49) com ECC 4 e o ECC 3,5 com 34,09% (15/44) de taxa de prenhez, porém sem diferença significativa ($P > 0,05$) (Figura 2.5).

Figura 2.5- Efeito do tratamento com ou sem hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no momento da inseminação artificial e escore de condição corporal (ECC) mensurado no D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) sobre a taxa de concepção de novilhas nelore.



Fonte: Dados do autor.

Diversos estudos correlacionam o efeito do ECC sobre a fertilidade de fêmeas submetidas a protocolos de IATF. Fêmeas com ECC baixo ($\leq 2,5$) apresentam resultados inferiores, enquanto fêmeas com ECC maiores apresentam melhores resultados. Contudo, fêmeas obesas ($>4,0$) podem apresentar distúrbios metabólicos que comprometem a sua fertilidade (GERAR CORTE, 2024; PFEIFER et al., 2021; FERREIRA et al., 2013).

De forma geral, a administração de GnRH promoveu aumento na taxa de prenhez (46,58% vs 39,73%), em fêmeas que apresentaram CL no D0 do protocolo de IATF (44,83% vs 37,71%) e em fêmeas que manifestaram cio (58,70% vs 43,40%). Esses resultados podem estar correlacionados ao perfil das novilhas que receberam GnRH nesse experimento, com média de peso de 339,56 kg e mais de 22 meses de idade. Tais características resultaram em uma elevada taxa de ciclo estral, e mesmo as fêmeas não cíclicas apresentavam tônus uterino semelhante ao de fêmeas púberes.

3.4 CONCLUSÃO

A utilização de GnRH em protocolos de IATF de novilhas pode ser uma ferramenta importante para o incremento da fertilidade nessa categoria. Entretanto diversas variáveis como peso, idade, ciclicidade, ECC e manifestação de cio interferem diretamente na fertilidade desses animais e, com isso, mais estudos são

necessários para melhor compreender as interações desses fatores com a administração de GnRH. O presente estudo identificou incremento na fertilidade quando administrado GnRH no momento da IATF em novilhas que manifestaram cio e que fêmeas que manifestaram cio apresentam melhor fertilidade em relação as que não manifestaram.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARUSELLI, P. S.; FERREIRA, R. M.; COLLI, M. H. A.; FILHO, M. F. S.; VIEIRA, L.; FREITAS, B. G. Timed artificial insemination: current challenges and recente advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. **Proceedings of the 31st Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society (SBTE)**; Cabo de Santo Agostinho – PE, Brasil, p. 14, 2017. Disponível em: [http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p558-571%20\(AR999\)%20SBTE](http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p558-571%20(AR999)%20SBTE).

BONATO, D. V.; CARRER FILHO, L.; SANTOS, E. S.; FIGUEIRA, M. R.; CERZETTI, M. B.; MOROTTI, F.; SENEDA, M. M. Estrus expression and pregnancy rates in heifers primiparous and multiparous Nelore cows subjected to timed artificial insemination with strategic use of gonadotropin-releasing hormone. **Semina: Ciências agrárias**, v. 42, n. 6, p. 3825-3836, 2021. DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n6Supl2p3825

BRAZILIAN BEEF. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil. **Associação Brasileira das indústrias exportadoras de carne**, 2023. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023/>.

DICKINSON, S. E.; ELMORE, M. F.; KRIESE-ANDERSON, L.; ELMORE, J. B.; WALKER, B. N.; DYCE, P. W.; RODNING, S. P.; BIASE, F. H. Evaluation of age, weaning weight, body condition score, and reproductive tract score in pre-selected beef heifers relative to reproductive potential. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, n. 18, v. 10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0329-6>.

EMERICK, L. L.; DIAS, J. C.; GONÇALVES, P. E. M.; MARTINS, J. A. M.; LEITE, T. G.; ANDRADE, V. J.; VALE FILHO, V. R. Aspectos relevantes sobre a puberdade em fêmeas. **Revista Brasileira de reprodução Animal**, v. 33, n. 1, p. 11-19, 2009. Disponível em: www.cbra.org.br.

FERREIRA, M. C. N.; MIRANDA, R.; FIGUEIREDO, M. A.; COSTA, O. M. PALHANO, H. B. Impacto da condição corporal sobre a taxa de prenhez de vacasda raça nelore sob regime de pasto em programa de inseminação artificial em tempo fixo (iatf). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1861-1868, jul./ago. 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n4p1861.

FERREIRA, R. M.; GONÇALVES JUNIOR, W. A.; SARAN JUNIOR, A. J.; GONÇALVES, R. L.; LOLLATO, J. P. M.; SALES, J. N. S.; BARUSELLI, P. S. Treatment with GnRH (GONAXAL) at AI increases pregnancy rate of nelore cyclie

heifers that showed or not estrus during the TAI protocol, with greater impact in those without estrus demonstration. **Animal Reprodução**, v. 14, n. 3, p. 713, jul./set, 2017. Disponível em:

[http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p645-728%20\(TAI-FTET-AI\)%20SBTE.pdf](http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p645-728%20(TAI-FTET-AI)%20SBTE.pdf).

FELISBINO NETO, A. R.; SOUZA, D. F. C.; JUNIOR ERENO, J. C.; LIMA, T. A.; CARVALHO, L. B.; SERAFIM, L. F.; FREITAS, B. G.; GUERREIRO, B. M.; SALES, J. N.; BARUSELLI, P. A redução da permanência do dispositivo intravaginal de P4 de 8 para 7 dias aumenta a taxa de prenhez de novilhas Nelore (*Bos indicus*) submetidas à IATF em fazendas que utilizam suplementação nutricional. *In*: Sociedade brasileira de tecnologia de embriões, 34., 2020. On-line, Brasil. **Anais**.

Disponível:

https://www.sbte.org.br/reuniao2020/arquivos/Anais_SBTE2020_1108.pdf.

FERREIRA, J. L.; RODRIGUES, M. H. D.; PERES, G. A.; SILVA JÚNIOR, M. F.; VILCHES JÚNIOR, M. A.; SANTOS, H. D.; FERRAZ, J. B. S. Análise bioeconômica da relação custo-benefício de dois protocolos de IATF utilizados em vacas zebuínas. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 10, n. 1, p. 044-050, 2022. DOI: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v10n1.ferreira

GARCIA, M. R.; AMSTALDEN, M.; MORRISON, C. D.; KEISLER, D. H.; WILLIAMS, G. L. Age at puberty, total fat and conjugated linoleic acid content of carcass, and circulating metabolic hormones in beef heifers fed a diet high in linoleic acid beginning at four months of age. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 81, p. 261-268, 2008. DOI: 10.2527/2003.811261x.

GONÇALVES, E. A.; CAVALIERI, F. L. B.; SANTOS, J. M. G. COLOMBO, A. H. B.; MARTINS, A. T. S.; BAEZA, P. Efeito do tamanho do folículo dominante no momento da inseminação artificial em tempo fixo na taxa de gestação em vacas nelore. *In*: VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica UNICESUMAR, 7. 2014.

Maringá, PR, Brasil. **Anais**. Recuperado de:

http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/sete_mostra/eder_augusto_gon%C3%A7alves.pdf

GREGIANINI, H. A. G.; JUNIOR JOSÉ, M. C.; NETO PINTO, A.; FILHO, L. C. C. da C.; GREGIANINI, J. T. F.; PINHEIRO, A. K.; TRENKEL, C. K. G. Precocidade sexual de novilhas Nelore em rebanho sob seleção no Estado do Acre. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, , 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13945>

LARSON, R. L.; WHITE, B. J.; LAFLIN, S. Beef heifer development. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, n. 2, v. 32, p. 285-302, 2016.

LOILA, M. V. G. **Marcadores de fertilidade e associação da suplementação exógena com progesterona a protocolos de IATF em gado de corte**. 127 f. Tese (Doutorado – PPG em Ciência Animal nos Trópicos) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2016. Disponível: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/21280>

MADUREIRA, G.; CONSENTINI, C. E. C.; MOTTA, J. C. L.; DRUM, J. N.; PRATA, A. B.; MONTEIRO JÚNIOR, P. L. J.; MELO, L. F.; GONÇALVES, J. R. S.; WILTBANK, M. C.; SARTORI, R.; Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle II: Reproductive outcomes of either EB or GnRH-type protocol, using or not GnRH. **Theriogenology**, v. 145, p. 86-93, 2020. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2020.01.033.

MAGI, L. H. R.; DAMIÃO, I. L.; MORAIS, M. C. F.; SILVA, R. A. B.; POLIZELLE, S. R.; FRIAS, D. F. R. Efeito de diferentes métodos de indução à puberdade sobre a resposta reprodutiva em novilhas nelore. **Nativa**, v. 8, n. 5, p. 658-662, set./out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i5.10921>.

MELLO, R. R. C.; MELLO M. R. B.; ABIDU-FIGUEIREDO, M.; SCHERER, P. O.; PALHANO, H. B. Morphologic aspects of the genital tract from Nelore cows undergoing gynecological screening to insertion in the fixed-time artificial insemination (TAI) program. **Journal of Morphological Sciences**, v. 31, n. 2, p. 118-122, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/jms.068114>

MENEGHETTI, M.; VASCONCELOS, J. L. M. Mês de parição, condição corporal e resposta a protocolos de inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte primíparas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 786–793, 2008. DOI: 10.1590/S0102-09352008000400002.

NOGUEIRA, E.; SILVA, M. R.; SILVA, J. C. B.; ABREU, U. P. G.; ANACHE, N. A.; SILVA, K. C.; RODRIGUES, W. B. Timed artificial insemination plus heat I: Effect of estrus expression scores on pregnancy of cows subjected to progesterone-estradiol-based protocols. **Animal**, v. 13, n. 10, p. 2305-2312, 2019. DOI: 10.1017/S1751731119000442

NOGUEIRA, E.; SILVA, J. C. B.; SILVA, M. R.; SILVA, A. S.; RODRIGUES, W. B.; JARA, J. P.; SILVA, K. C.; ANACHE, N. A. IATF + CIO: estratégia prática de avaliação de cio e aumento de prenhez. **Circular técnica 113** – Embrapa Pantanal, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157420/1/CT113.pdf>.

PFEIFER, L. F. M.; SILVA, S. A. de S.; RODRIGUES, W. B. NOGUEIRA, E. Índice de condição corporal de vacas decorte: relação entre ECCE e fertilidade de vacas submetidas a protocolos de IATF. **Comunicado Técnico 418** – Embrapa Porto Velho, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/227781/1/cpafro-18613.pdf>.

PRATA, A. B.; MADUREIRA, G.; ROBI, A. J.; HEULLER, S. R.; SAGAE, M.; ELIAS, M. C. V.; PIMENTA, C.; BARRIOS, J. HARTMMAN, D.; SCHNEIDER, A. A.; SANDOVAL, G. A. F.; WITBANK, M. C.; SARTORI, R. Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle III: Comparison of protocol lengths. **Theriogenology**, v. 152, p. 29-35, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.04.020>.

RODRIGUES, W. B.; SILVA, A. S.; SILVA, J. C. B.; ANACHE, N. A.; SILVA, K. C.; CARDOSO, C. J. T.; NOGUEIRA, E. Timed artificial insemination plus heat II: Gonadorelin injection in cows with low estrus expression scores increased pregnancy

in progesterone/estradiol-based protocol. **Animal**, v. 13, n. 10, p. 2313-2318, 2019. DOI: 10.1017/ S1751731119000454

SÁ FILHO, M. F.; TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; PENTEADO, L.; GIMENES, L. U.; FERREIRA, R. M.; AYRES, H.; CASTRO e PaULA, L. A.; SALES, J. N. S.; BARSELLI, P. S. Equine chorionic gonadotropin improves the efficacy of a progestin-based fixed-time artificial insemination protocol in Nelore (*Bos indicus*) heifers. **Animal Reproduction Science**, v. 118, p. 182-187, 2010. DOI:10.1016/j.anireprosci.2009.10.004.

SANTOS, P. S.; MALAFAIA, G. C.; JESUS, K. R. E.; AZEVEDO, D. B.; CASAGRANDA, Y. G. Mensuração da sustentabilidade na bovinocultura de corte: desafios para o consumo e produção responsáveis da agenda 2030. **Research, Society and development**, v. 11, n. 11, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33212>

SARTORI, R.; ALVES, R. L. O. R.; LOPES, A. L. M. Induction of puberty vs. induction of ovulation using steroid hormones in beef heifers: a comprehensive review. **Animal reproduction**, n. 21 p. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2024-0072>.

SILVESTRI, M. **Avaliação da influenciada PGF2 α e do GnRH em um protocolo curto de IATF em novilhas nelore**. 40 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Animal e Produção Animal Sustentável) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Guarapuava, 2020. Disponível em: <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/handle/jspui/1793>.

ZOETIS BRASIL (2019). Gerar: **Manual de IATF para gado de corte**. São Paulo: Zoetis. (Informativo Técnico). Disponível em: <https://www.zoetis.com.br/especies/bovinos/gerar/pdf/zoetis-2019-manual-iatf.pdf>

ZOETIS BRASIL (2024). Gerar: **Caderno gerar corte 2024**. São Paulo: Zoetis. (Informativo Técnico). Disponível em: <https://www2.zoetis.com.br/content/pt/pages/Especies/Bovinos/Gerar/assets/CADERNO-GERAR-CORTE-2024-FINAL.pdf>

4 CAPITULO III

IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO COM ANTIOXIDANTES SOBRE A TAXA DE CONCEPÇÃO EM VACAS NELORE SUBMETIDAS À IATF: ANÁLISE DA MANIFESTAÇÃO DE ESTRO E CONDIÇÃO CORPORAL

*IMPACT OF ANTIOXIDANT SUPPLEMENTATION ON CONCEPTION RATE IN
NELLORE COWS UNDERGOING IATF: ANALYSIS OF ESTRUS MANIFESTATION
AND BODY CONDITION*

*Artigo a ser publicado no Periódico Revista Brasileira de Pesquisa Veterinária e
Zootecnia*

RESUMO: A rentabilidade de uma fazenda está diretamente correlacionada com a eficiência reprodutiva do rebanho. Entretanto, as baixas qualidade nutricionais das pastagens tornam fundamental a suplementação vitamínica mineral para atingir bons índices reprodutivos. Diante disso, o objetivo deste estudo é verificar o efeito da administração suplemento antioxidantes com vitaminas A e E e minerais cobrem, zinco, fósforo, sódio, cobalto, iodo e selênio sobre a taxa de prenhez de vacas Nelore submetidas a protocolos de IATF. Foram utilizadas 160 vacas Nelore multíparas com ECC médio de 2,79 ($\pm 0,30$). No D0 do protocolo de IATF receberam um dispositivo intravaginal de progesterona e 2,0 mg de BE, nesse momento foram divididas em dois grupos, sendo um grupo antioxidante (n=96) que recebeu 10 ml de vitaminas A e E e minerais cobrem, zinco, fósforo, sódio, cobalto, iodo e selênio por via subcutânea e grupo controle (n=64). No D8 foi removido o implante de progesterona e administrado via intramuscular 300 UI de eCG, 0,5 mg de PF2 α , 1,0 mg de CE e passado o bastão marcador de cio. Após 48 horas foram inseminadas com sêmen de um único touro Nelore. Os dados foram tabulados em planilhas do programa Microsoft Excel® e analisados no programa Statistical Analysis System (2002) pelo procedimento One Parway e as médias comparadas através do teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%. A taxa de prenhez geral foi de 51,88% (83/160), as fêmeas do grupo antioxidantes apresentaram 51,04% (49/96) de taxa de prenhez e o grupo controle de 53,13% (34/64) sem diferença significativa ($P > 0,05$). Entretanto, fêmeas que apresentaram cio apresentaram taxa de prenhez de 56,67 (68/120) contra 37,50% (15/40) das fêmeas que não manifestaram cio, com diferença significativa ($P < 0,05$). Dessa forma, a administração de suplementação com vitaminas e minerais antioxidantes não incrementou a taxa de prenhez, porém fêmeas que manifestaram cio possuem maior taxa de prenhez do que fêmeas que não manifestaram cio.

Palavras chaves: Antioxidantes, bovinos, fertilidade, suplementação.

ABSTRACT: The profitability of a farm is directly correlated with the reproductive efficiency of the herd. However, the low nutritional quality of pastures makes vitamin-mineral supplementation essential to achieve good reproductive rates. Given this, the objective of this study is to evaluate the effect of administering an antioxidant supplement containing vitamins A and E and the minerals copper, zinc, phosphorus, sodium, cobalt, iodine, and selenium on the pregnancy rate of Nelore cows subjected to FTAI protocols. A total of 160 multiparous Nelore cows with an average BCS of 2.79 (± 0.30) were used. On D0 of the FTAI protocol, they received an intravaginal progesterone device and 2.0 mg of EB. At this time, they were divided into two groups: an antioxidant group (n=96), which received 10 mL of vitamins A and E and the minerals copper, zinc, phosphorus, sodium, cobalt, iodine, and selenium subcutaneously, and a control group (n=64). On D8, the progesterone implant was removed, and 300 IU of eCG, 0.5 mg of PGF 2α , and 1.0 mg of EC were administered intramuscularly, along with the application of an estrus detection marker. After 48 hours, the cows were inseminated with semen from a single Nelore bull. The data were recorded in Microsoft Excel® spreadsheets and analyzed using the Statistical Analysis System (2002) through the One-Way procedure, with means compared using the Kruskal-Wallis test at a 5% significance level. The overall pregnancy rate was 51.88% (83/160), with the antioxidant group showing a pregnancy rate of 51.04% (49/96) and the control group 53.13% (34/64), with no significant difference ($P > 0.05$). However, cows that exhibited estrus had a pregnancy rate of 56.67% (68/120) compared to 37.50% (15/40) in cows that did not show estrus, with a significant difference ($P < 0.05$). Thus, the administration of vitamin and mineral antioxidant supplementation did not increase the pregnancy rate; however, cows that exhibited estrus had a higher pregnancy rate than those that did not.

Key words: Antioxidant, cattle beef, reproduction, Nelore.

4.1 INTRODUÇÃO

A eficiência reprodutiva é um dos pilares da pecuária moderna, impactando diretamente a rentabilidade da atividade rural (BALDI et al., 2008). No contexto brasileiro, a pecuária frequentemente enfrenta desafios devido ao manejo inadequado de novilhas e matrizes, resultando em índices reprodutivos abaixo do ideal (TORRES JUNIOR et al., 2016). A busca por estratégias e tecnologias que visem otimizar o desempenho reprodutivo e produtivo é, portanto, crucial para garantir maiores retornos econômicos

Nesse cenário, a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) se destaca como uma biotecnologia reprodutiva promissora, capaz de reduzir o intervalo entre partos, diminuir a idade ao primeiro parto e permitir o uso de sêmen de touros geneticamente superiores (SENAR, 2009). Apesar da consolidação dos protocolos de IATF disponíveis no mercado, as taxas de concepção e prenhez apresentam ampla variação, influenciadas por fatores como a realidade de cada propriedade, categoria animal e época do ano (BARUSELLI et al., 2017; ZOETIS BRASIL, 2019).

Um dos principais fatores limitantes para o sucesso da IATF é a nutrição animal, especialmente a base forrageira, que muitas vezes não atende às demandas nutricionais dos animais (THIAGO & SILVA, 2001). Minerais como cobre, zinco, fósforo, sódio, cobalto, iodo e selênio, frequentemente encontrados em quantidades limitadas nas pastagens, demandam suplementação para suprir as necessidades nutricionais dos animais (MORAES, 2001).

A suplementação pode ser administrada via suplementos orais em cochos ou por injeção, sendo a segunda opção mais eficaz na garantia de que todos os componentes sejam absorvidos pelo animal. Em contraste, a suplementação em cochos pode sofrer variações no consumo e apresentar interações entre minerais que prejudicam a sua absorção pelo animal. (MORAIS, 2001; THIAGO e SILVA, 2001; ARTHINGTON, 2015).

Diversos estudos têm sido conduzidos sobre a suplementação injetável e sua influência na fertilidade de vacas envolvidas em protocolos de IATF (MATURANA FILHO et al., 2024; LIMA et al., 2017). Entre esses, destaca-se a aplicação de minerais (como cobre, zinco, selênio e manganês) e vitaminas antioxidantes (A e E), que demonstram efeitos positivos em protocolos de IATF (LOLLATO et al., 2017; MATURANA FILHO et al., 2024), receptoras de embrião (MUANIS, 2020) e doadoras

de embrião (LOLLATO et al., 2020). No entanto, outros pesquisadores não conseguiram observar os mesmos resultados favoráveis na reprodução (SILVA, 2023; MARTÍN, 2018; VEDOVATTO et al., 2019; STOKES et al., 2018; EMON et al., 2020).

Os antioxidantes têm ganhado destaque na literatura científica por sua capacidade de neutralizar os efeitos deletérios das espécies reativas de oxigênio (EROs), que são geradas em situações de estresse metabólico ou ambiental (PEREIRA et al., 2017; FAZZIO et al., 2017; MUANIS 2020; FREITAS e DUFLOTH, 1999; HALLIWELL et al., 1992). Esses compostos podem atuar diretamente na proteção celular e na melhora da função reprodutiva, sendo utilizados tanto em protocolos in vivo quanto em técnicas de reprodução assistida, como inseminação artificial em tempo fixo (IATF) (MATURANA FILHO et al., 2024; LIMA et al., 2017; LOLLATO et al., 2017).

Diante deste contexto, este estudo visa avaliar a eficácia da suplementação injetável de antioxidantes vitamínicos e minerais na taxa de prenhez de vacas Nelore submetidas ao protocolo IATF, bem como explorar os mecanismos pelos quais esses compostos podem influenciar positivamente a fertilidade.

4.2 MATERIAL E METODOS

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Norte do Tocantins, conforme protocolo nº CEUA/UFT 23.101.274/01-56. O desenho do estudo acatou aos princípios éticos estipulados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), Brasília, DF, Brasil.

O experimento foi conduzido em uma fazenda de gado comercial, localizada no município de Bandeirantes, Tocantins. Os animais são da raça Nelore e foram manejados em sistema de pastejo, com suplementação mineral e água *ad libitum*. Um total de 160 fêmeas bovinas múltiparas, foram distribuídas em dois grupos experimentais, distribuídas aleatoriamente em dois grupos experimentais. Grupo Antioxidante (n=96): recebeu 10 mL de solução contendo vitaminas A e E e os minerais cobre, zinco, selênio e manganês. Grupo Controle (n=64): recebeu 10 mL de solução placebo.

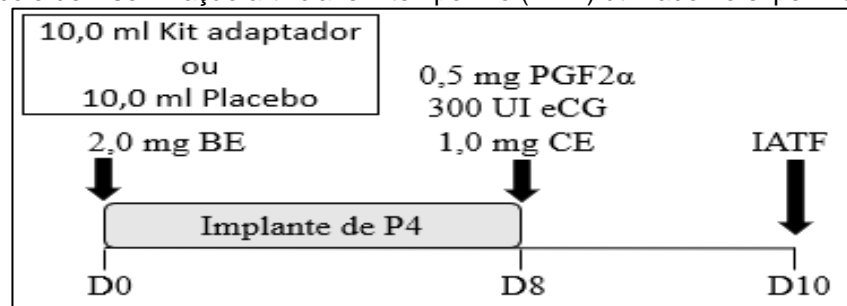
No D0 do protocolo de IATF todas as fêmeas passaram pela avaliação ginecológica por um médico veterinário, com auxílio de um ultrassom com sonda transretal (Modelo MINDRAY DP 2200, COM TRANSDUTOR LINEAR DE 5,5 MHZ).

Apenas as fêmeas aptas à reprodução, sem patologias reprodutivas, foram destinadas a iniciar o protocolo de IATF. No mesmo momento foi realizado a mensuração do escore de condição corporal (ECC) com base na escala de 1 a 5 pontos (MENEGHETTI & VASCONCELOS, 2008).

Após essa avaliação foi inserido um implante intravaginal de 0,5 gramas de progesterona (PRIMER MONODOSE, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL), administração intramuscular de 2,0 mg de benzoato de estradiol (RIC-BE, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL), nesse momento as fêmeas do grupo antioxidante receberam 10,0 mL de suplementação vitamínica mineral constituída de vitamina A e E e os minerais cobre, manganês, selênio e zinco (KIT ADAPTADOR, BIOGENESIS BAGO, PARANA, BRASIL) por via subcutâneo no pescoço, enquanto as fêmeas do grupo controle receberam 10,0 ml de solução placebo via subcutâneo no pescoço.

Após oito dias (D8) foi removido o implante intravaginal e administrado 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (ECEGON, BIOGÉNESIS-BAGÓ, PARANA, BRASIL), 1,0 mg de cipionato de estradiol (CIPIOTEC, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL), 0,5 mg de prostaglandina F₂ α (ESTRON, AGENER UNIÃO, SÃO PAULO, BRASIL) e passado o bastão de cera marcador de cio na base da cauda. Após 48 horas (D10) foi realizado a IATF por um único técnico e com sêmen de um único touro da raça Nelore e identificação da manifestação de cio (Figura 3.1).

Figura 3.1 - Protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) utilizado no experimento.



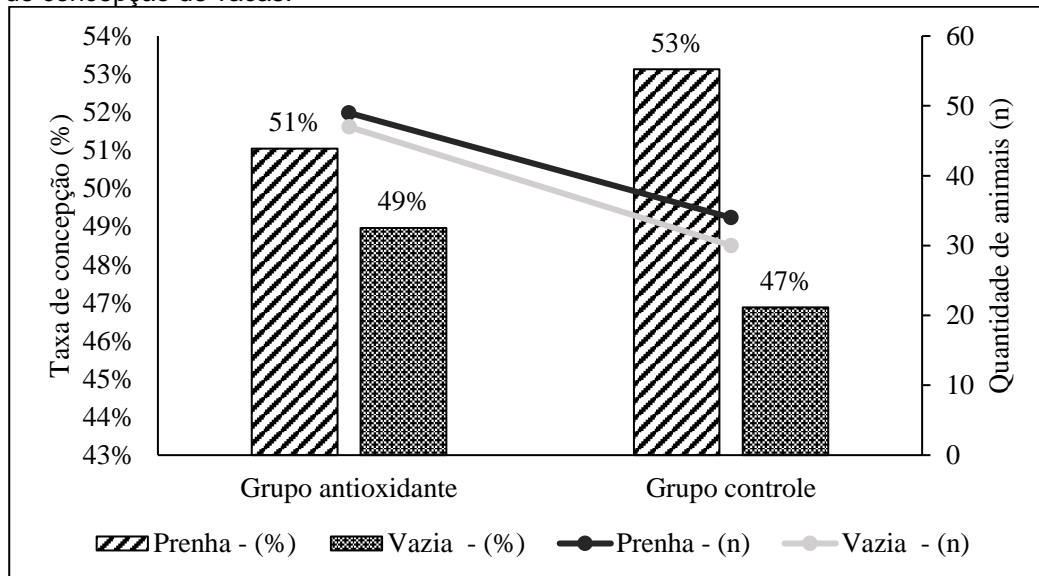
Fonte: Dados do autor

Os dados foram tabulados em planilhas do programa Microsoft Excel® e analisados no programa Statistical Analysis System [SAS] (2002) pelo procedimento One Parway e as médias comparadas através do teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de prenhez geral foi de 51,88% (83/160), com 51,04% (49/96) no grupo tratado e 53,13% (34/64) no grupo controle ($P>0,05$) (Figura 3.2). Este resultado está próximo da média nacional reportada pelo grupo Gerar Corte (ZOETIS BRASIL, 2024). Em consonância, outros estudos não demonstraram um aumento significativo na taxa de prenhez em vacas multíparas suplementadas com antioxidantes, como o de Lollato et al. (2020) em doadoras de embrião. No entanto, é importante ressaltar que a suplementação pode ter efeitos sutis não detectados na taxa de prenhez, como a melhora na qualidade do oócito e na taxa de sobrevivência embrionária (MATURANA FILHO et al., 2016; SANTIN et al., 2016).

Figura 3.2 - Efeito do tratamento com ou sem administração de suplementação vitamínica mineral a base de antioxidantes no momento do D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo sobre a taxa de concepção de vacas.



Fonte: Dados do autor

Resultado semelhante foram reportados por Silva (2023) no qual não observaram incremento na taxa de prenhez de vacas multíparas, entretanto vacas primíparas tenderam aumentar a taxa de prenhez e as novilhas tratadas apresentaram maior taxa e ganho de peso. Outrossim, estudos realizados por Santin et al. (2016) identificaram aumento da ciclicidade de fêmeas que receberam a suplementação antioxidante.

Resultados divergentes foram observados por Martin (2018), que relatou melhora na fertilidade em algumas fazendas com a suplementação, mas não em outras. Essa variabilidade pode estar relacionada à composição bromatológica da pastagem, que pode apresentar deficiências específicas de minerais e impactar a resposta à suplementação (MORAIS, 2001). Em regiões com deficiência de selênio,

zinco e cobre, a suplementação pode ser mais benéfica (MATURANA FILHO et al., 2016).

Segundo Maturana Filho et al. (2016), estudos indicam que no Brasil, tanto as pastagens tropicais, como a maioria dos manejos alimentares implementados, principalmente durante as fases de crescimento e lactação são deficientes em selênio, zinco e cobre comprometendo o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. As deficiências minerais podem resultar em baixa fertilidade, com consequentes problemas reprodutivos, como anestro, ciclos reprodutivos irregulares e taxas reduzidas de concepção. Segundo Santin et al. (2016), a suplementação estratégica com vitaminas e minerais antes da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) tem sido associada a um melhor desempenho reprodutivo em vacas de corte.

Outros estudos comparando a administração de duas doses de suplementação antioxidante, sendo uma com 20 dias antes (D-20) e outra no início do protocolo de IATF, demonstraram possuir melhores efeitos, visto o aumento na dose e maior tempo para metabolização das vitaminas e minerais (MATURANA FILHO et al., 2016; SANTIN et al., 2016). Os mesmos autores também verificaram que a administração de suplementação vitamínica e mineral promoveram aumento da ciclicidade através da presença de corpo lúteo no dia do diagnóstico de gestação.

A relação entre o escore de condição corporal (ECC) e a resposta à suplementação antioxidante também é complexa. Vedovatto et al. (2019) identificaram que fêmeas com baixo ECC tendem a apresentar melhor fertilidade quando suplementadas, porém, não melhora a fertilidade de vacas com ECC acima de 2,5. Entretanto, Stokes et al. (2018) e Vanegas et al. (2004) não observaram benefícios em animais leiteiros. Segundo Emon et al. (2020) a demanda por minerais e vitaminas já estiver sendo atendida pela alimentação, a suplementação adicional pode não trazer benefícios e, em alguns casos, pode até mesmo desequilibrar o metabolismo animal.

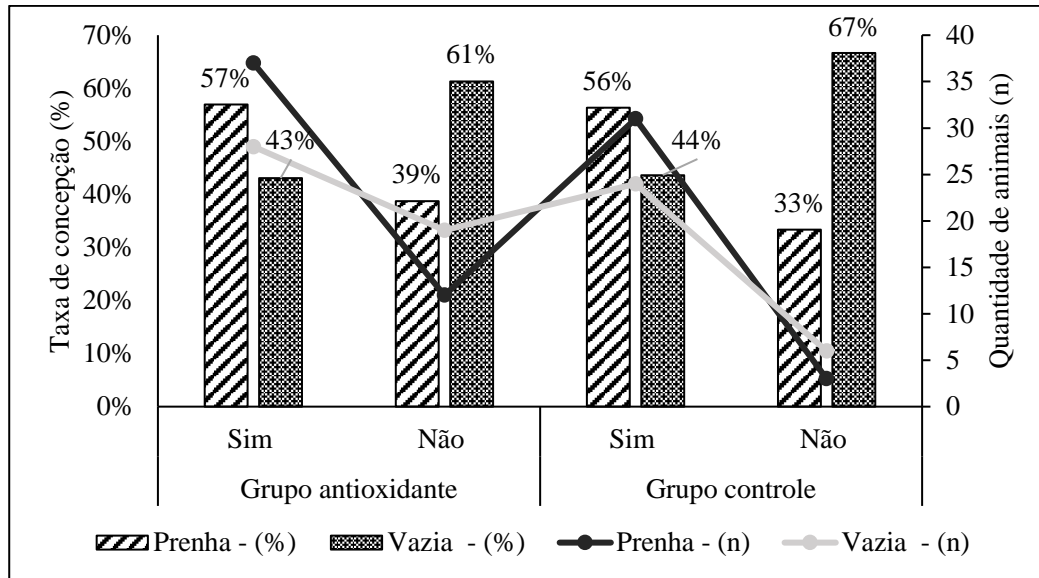
Os manejos realizados em protocolos de IATF podem gerar estresse oxidativo, com produção excessiva de radicais livres que danificam as células reprodutivas (Pereira et al., 2017; Fazzio et al., 2017; Halliwell et al., 1992; Muanis, 2020; Lollato et al., 2017). Nesse contexto, a suplementação com antioxidantes como Cu, Co, Se, Mg e vitaminas A e E pode ajudar a neutralizar os radicais livres e proteger as células (Halliwell et al., 1992; Muanis, 2020).

Com o intuito de solucionar tal entrave do estresse animal, substâncias antioxidantes, como Cu, Co, Se, Mg e vitaminas A e E podem ser administradas para combater o excesso de radicais livres, impedindo seus efeitos maléficos ao desempenho animal (HALLIWELL et al., 1992; MUANIS, 2020).

Estudos realizados por Maturana Filho et al. (2024), que avaliaram os efeitos da suplementação com antioxidantes sobre a fertilidade, associando escores de reatividade animal à administração do kit adaptador, revelaram que vacas classificadas como reativas e que receberam duas doses do suplemento (D-20 e D0 no protocolo de IATF) apresentaram taxas de prenhez superiores aos 30 e 60 dias, além de menor mortalidade embrionária aos 30 dias, quando comparadas a vacas reativas não suplementadas. Esse efeito, no entanto, não foi observado em fêmeas menos reativas. Isso sugere que a suplementação com antioxidantes pode ser mais benéfica em animais sob condições de maior estresse metabólico, como as vacas reativas, que podem apresentar maior produção de radicais livres.

A taxa de manifestação de cio das fêmeas tratadas com kit adaptador foi de 67,70% (65/96) contra 85,93% (55/64) das fêmeas que não receberam a suplementação ($P > 0,05$). A taxa de concepção foi maior nas fêmeas que manifestaram cio com 56,67 (68/120) contra 37,50% (15/40) nas fêmeas que não manifestaram cio ($P < 0,05$). Entretanto, quando comparado a interação da administração de kit adaptador com manifestação de cio sobre a taxa de prenhez não houve diferença significativa ($P > 0,05$) (Figura 3.3).

Figura 3.3 - Efeito do tratamento com ou sem administração de suplementação vitamínica mineral a base de antioxidantes no momento do D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo e manifestação de cio sobre a taxa de concepção de vacas Nelore.



Fonte: Dados do autor

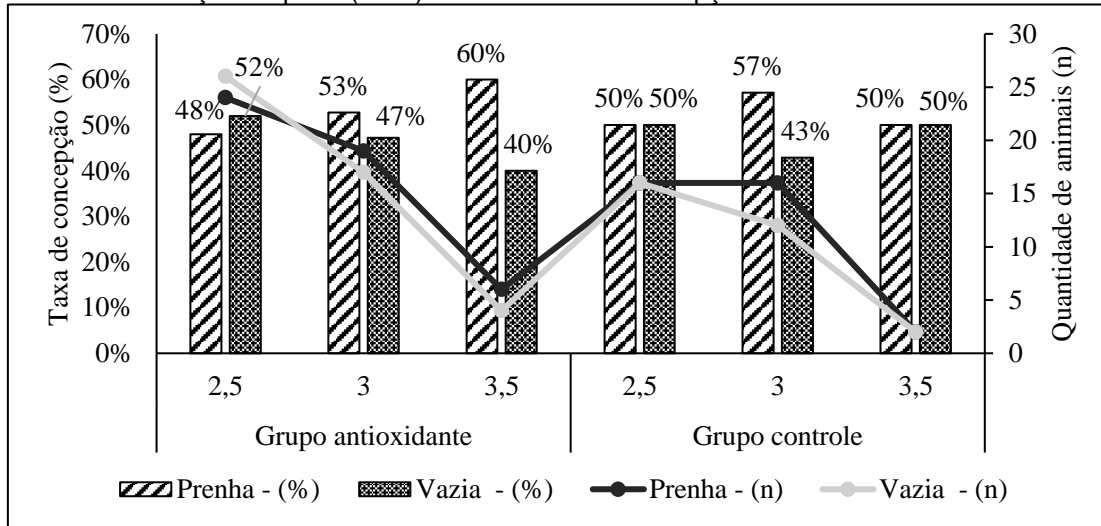
Resultados semelhantes foram reportados por Madureira et al. (2020), no qual vacas que manifestaram cio apresentam melhor taxa de prenhez. A manifestação de cio é importante para atingir bons resultados no protocolo de IATF, visto que fêmeas que manifestam cio apresentam um folículo dominante maior, com maior capacidade de produzir estrógeno e posteriormente será formado um corpo lúteo maior com melhor capacidade de produzir progesterona quando comparados a corpo lúteo pequenos (GONÇALVES et al., 2014; LOILA, 2016).

Outrossim, diversos estudos vêm mostrando que os efeitos da administração do kit adaptador podem ser observados após o período de 10 dias do protocolo de IATF. Dessa forma, a administração de antioxidantes em um período anterior ao D0 do protocolo de IATF, como 20 dias antes, pode ser mais eficaz para maximizar seus efeitos sobre a manifestação de cio e ciclicidade (SANTIN et al., 2016; MATURANA FILHO, 2020), diferindo da metodologia estabelecida no presente estudo, uma vez que a administração do kit adaptador ocorreu no D0.

No presente estudo, o ECC não teve um efeito significativo na taxa de prenhez ($P > 0,05$), embora haja uma tendência de melhores resultados em animais com ECC 3,5 que tiveram taxa de prenhez de 57,14% (8/14) em comparação as fêmeas com ECC igual a 3, que tiveram um índice de 54,69% (35/64) e 2,5 com 48,68% (40/82), sendo que esses resultados são semelhantes aos reportados por Gerar corte (2024) ($P > 0,05$) (Figura 3.4).

Figura 3.4 - Efeito do tratamento com ou sem administração de suplementação vitamínica mineral a base de antioxidantes no momento do D0 do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo e

escore de condição corporal (ECC) sobre a taxa de concepção de vacas Nelore.



Fonte: Dados do autor.

Muanis (2020) observou efeito benéfico da suplementação em receptoras com ECC abaixo de 2,5 que receberam suplementação antioxidante. Segundo os dados do autor, isso pode ser explicado muito em função da seleção dos animais, e não necessariamente em função da aplicação do produto. Além disso, Lollato (2018) observou que novilhas nelores em confinamento suplementadas ganharam mais peso, em comparação ao grupo controle. Tais resultados mostram os benefícios para aumento do ganho de peso e escore de condição corporal do kit adaptador, que pode auxiliar no incremento da fertilidade, principalmente em animais com baixo ECC.

O uso de suplementação vitamínica (A e E) mineral (Cu, Co, Fe e Se) tem sido associada à produção de oócitos de melhor qualidade durante o ciclo estral, mas este assunto merece maiores esclarecimentos para determinar o padrão de fêmeas que respondem melhor a essa suplementação.

Em suma, a suplementação antioxidante não aumentou a taxa geral de prenhez neste estudo, mas a manifestação de cio continua sendo um fator crítico. Estudos futuros devem explorar a interação entre ECC, reatividade animal e a suplementação, além de avaliar diferentes esquemas de administração

4.4 CONCLUSÃO

A utilização de suplementação a base de agentes antioxidantes com vitamina A e E e minerais cobre, manganês, selênio e zinco no D0 do protocolo de IATF de vacas nelore não promoveu incremento da fertilidade, porém fêmeas que

apresentaram cio tiveram melhor taxa de prenhez do que vacas que não manifestaram cio. Outrossim, a administração de suplementação antioxidantes não influenciou a manifestação de cio. Dessa forma, é necessário realizar mais estudos sobre os benefícios dos antioxidantes na fertilidade de vacas nelore submetidas a IATF, bem como associar com o manejo de pasto, suplementação mineral dos animais e ECC.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTHINGTON, J. New Concepts in Trace Mineral Supplementation of Grazing Cattle Hydroxy Sources, Injectable Sources and Pasture Application. **University of Florida/IFAS Animal Sciences**, p. 104-118, 2015 Disponível em: <https://animal.ifas.ufl.edu/apps/dairymedia/rns/2015/09.%20Arthington.pdf>.

BALDI, F.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R.; BARBOSA, R. T. Parâmetros genéticos para Características de tamanho e condição corporal, eficiência reprodutiva e longevidade em fêmeas da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.247-253, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000200010

BARUSELLI, P. S.; REIS, E. L.; MARQUES, M. O.; NASSER, L. F.; BO, G. A. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. **Animal reproduction science**, v.82-83, p.479-486, 2004. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2004.04.025

BARUSELLI, P. S.; GIMENES, L. U.; SALES, J. N. S. Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas. **Revista brasileira de reprodução animal**, v. 31, n. 2, p. 205-211, abr./jun. 2007. Disponível em: <<http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/205.pdf>>.

BARUSELLI, P. S.; FERREIRA, R. M.; COLLI, M. H. A.; FILHO, M. F. S.; VIEIRA, L.; FREITAS, B. G. Timed artificial insemination: current challenges and recente advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. **Proceedings of the 31st Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society (SBTE)**; Cabo de Santo Agostinho – PE, Brasil, p. 14, 2017. Disponível em: <[http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p558-571%20\(AR999\)%20SBTE](http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p558-571%20(AR999)%20SBTE)>.

BARUSELLI, P.S. Em 2023, apesar da redução do número de protocolos comercializados, 91,2% das inseminações no Brasil foram realizadas por IATF. **Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP**, 8a ed., 2024. Acesso: <http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>.

BELLOSO, E. S.; MARTÍNEZ, G. P.; ONDIZ, A.; ROJAS, N.; CASTILLO, G. S.; IGLESIA, L. R.; GANCHOU, F. P. Improvement of reproductive performance in crossbred zebu anestrus primiparous cows by treatment with norgestomet implants or 96 h calf removal. **Theriogenology**, v. 57, p. 1503-1510, 2002. DOI: 10.1016/s0093-691x(02)00642-8.

BONATO, D. V.; CARRER FILHO, L.; SANTOS, E. S.; FIGUEIRA, M. R.; CERZETTI, M. B.; MOROTTI, F.; SENEDA, M. M. Estrus expression and pregnancy rates in heifers primiparous and multiparous Nelore cows subjected to timed artificial insemination with strategic use of gonadotropin-releasing hormone. **Semina: Ciências agrárias**, v. 42, n. 6, p. 3825-3836, 2021. DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n6Supl2p3825

BÓ, G. A.; ADAMS, G. P.; PIERSON, R. A.; MAPLETOFT, R. Effect of progestogen plus estradiol-17 β treatment on superovulatory response in beef cattle. **Theriogenology**, v. 45, p. 897-910, 1996. DOI: 10.1016/0093-691x(96)00020-9

BRAZILIAN BEEF. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil. **Associação Brasileira das indústrias exportadoras de carne**, 2023. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023/>>.

BUSS, V.; HERCOLANI, C. Z.; FERNANDES, M. S.; SILVEIRA, G. J. M.; MACHADO, E. F.; COLOMBO, J. F.; GUERREIRO, B. M.; FREITAS, B. G.; LEIVAS, F. G.; BRUM, D. S.; MARTINI, A. P.; PESSOA, G. A.; Uso da progesterona injetável associada ou não ao cipionato de estradiol na indução da ciclicidade em novilhas taurinas. **Revista brasileira de reprodução animal**, v. 43, n. 2, p. 382, abr./jun., 2019.

CADÓ, L. M. **Manejo nutricional de vacas primíparas aos 24 meses de idade**. 2016. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

EMON, M. V.; SANFORD, C.; MCCOSKI, S. Impacts of bovine trace mineral supplementation on maternal and offspring production and health. **Animals**, v. 10, n. 12, 2020. DOI: 10.3390/ani10122404.

FAZZIO, L. E.; GALVAN, W. R.; PESOA, J. M.; PÉRSICO, J. M. R.; MATTIOLI, G. A. Injectable supplementation with vitamins and minerals with an antioxidant effect on the pregnancy rate of vaquillonas. **XXI International Symposium on Animal Reproduction**, 2017. Cordoba, Argentina.

FERREIRA, R. M.; GONÇALVES JUNIOR, W. A.; SARAN JUNIOR, A. J.; GONÇALVES, R. L.; LOLLATO, J. P. M.; SALES, J. N. S.; BARUSELLI, P. S. Treatment with GnRH (GONAXAL) at AI increases pregnancy rate of nelore cyclic heifers that showed or not estrus during the TAI protocol, with greater impact in those without estrus demonstration. **Animal reprodução**, v. 14, n. 3, p. 713, jul./sept, 2017.

FERREIRA, J. L.; RODRIGUES, M. H. D.; PERES, G. A.; SILVA JÚNIOR, M. F.; VILCHES JÚNIOR, M. A.; SANTOS, H. D.; FERRAZ, J. B. S. Análise bioeconômica da relação custo-benefício de dois protocolos de IATF utilizados em vacas zebuínas. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 10, n. 1, p. 044-050, 2022. DOI: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v10n1.ferreira

FREITAS, E. A. G.; DUFLOTH, J. H. Vitaminas na produção e reprodução de bovinos e ovinos. **Agropecuária Catarinense**, v.12, n.4, p.12-15, 1999. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1646>.

GONÇALVES, E. A.; CAVALIERI, F. L. B.; SANTOS, J. M. G. COLOMBO, A. H. B.; MARTINS, A. T. S.; BAEZA, P. Efeito do tamanho do folículo dominante no momento da inseminação artificial em tempo fixo na taxa de gestação em vacas nelore. *In: VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica UNICESUMAR*, 7., 2014. Maringá, PR, Brasil. **Anais**. Recuperado de: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/sete_mostra/eder_augusto_gon%C3%A7alves.pdf

HAFEZ, B.; HAFEZ, E. S. E. **Reprodução Animal**. 7. ed. São Paulo: Manole. 2004.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE J.M.C; CROSS, C.E. Review article: free radicals, antioxidants and human disease: where are we now?. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine.*, v.119, p. 598–620, 1992.

LIMA, M. E., PEREIRA, R. A., MAFFI, A. S., TONELLOTTI DOS SANTOS, J., MARTIN, C. E., DEL PINO, F. A., & CORREA, M. N. Butaphosphan and cyanocobalamin: effects on the aspiration of oocytes and in vitro embryo production in Jersey cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 97(4):633-639, 2017. DOI: 10.1139/cjas-2016-0222.

LOLLATO, J. P. M.; MATURANA FILHO, M; GONÇALVES, R. L.; MADUREIRA, ED H.; SIMÕES, L. G. S.; PEREIRA, M. A. Evaluation of mineral and vitamin supplementation (Adapter Kit MIN and VIT, Biogénesis Bagó) in improving fertility in primiparous Nelore. **Animal Reproduction**, v. 14, n. 3, p. 662, 2017. Disponível em: [http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p645-728%20\(TAI-FTET-AI\)%20SBTE.pdf](http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v14/v14n3/p645-728%20(TAI-FTET-AI)%20SBTE.pdf).

LOLLATO, J. P. M.; FILHO, M. M.; REIS, T. A. N. P. S.; TREVISOL, E.; CORDEIRO, R. G.; GONÇALVES, R. L.; MOROTTI, F. Avaliação dos efeitos da suplementação mineral e vitamínica injetável e do uso do semen sexado na FIV de doadoras da raça angus. *In: Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões*, 14. 2020, On-line. **Anais**. Disponível em: http://www.sbte.org.br/reuniao2020/arquivos/Anais_SBTE2020_1108.pdf.

LOIOLA, M. V. G. **Marcadores de fertilidade e associação da suplementação exógena com progesterona a protocolos de IATF em gado de corte**. 2016; 129 f. Tese (Doutorado ciência animal nos trópicos), Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil. Recuperado de: https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/21280/1/LoiolaMV_2016.pdf

MACHADO, R.; BARBOSA, R. T.; BERGAMASCHI, M. A. C. M.; FIGUEIREDO, R. A. Inseminação artificial em tempo fixo como biotécnica aplicada na reprodução dos bovinos de corte. *In: SEMANA DO ESTUDANTE*, 18., 2007, São Carlos, SP. Palestras... São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39370/1/PROCIRM2007.000214.pdf>.

MADUREIRA, G., CONSENTINI, C.E.C., MOTTA, J.C.L., DRUM, J.N., PRATA, A.B., MONTEIRO JÚNIOR, P.L.J., MELO, L.F., GONÇALVES, J.R.S., WILTBANK, M.C., SARTORI, R. Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle II: Reproductive outcomes of either EB or GnRH-type protocol, using or not GnRH. **Theriogenology**, v. 145, p. 86-93, 2020. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2020.01.033

MARTÍN, C. P. Efecto del uso de un complejo vitamínico-mineral sobre el porcentaje de preñez en rodeos de cría con IATF. 24 f. Monografía (Doutorado em Sanidade em Grandes Animais) - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, 2018. Disponível em: <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/handle/123456789/1913>.

MATUANA FILHO, M.; LEMES, M. K; SILVA, M. A.; SANTIN, T.; GONÇALVES, R. L.; MATTIOLI, G. A.; LOLLATO, J. P. M.; PERSICO, J. M.; MADUREIRA, E. H. Efeito da suplementação mineral e vitamínica injetável (Kit adaptador MIN e adaptador VIT, Biogénesis Bagó) sobre as taxas de prenhez em vacas de corte. *In: Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões*, 30. 2016. **Anais**. Disponível em: <http://itarget.com.br/newclients/sbte.org.br/2014/anais/anais-2016.pdf>

MATURANA FILHO, M.; MELLO, B. P.; LEMES, K. M.; GONÇALVEZ, R. L.; LOLLATO, J. P. M.; PUGLIESI, G.; MADUREIRA, ED H.; GONELLA-DIAZA; A.; MEMBRIVE, C. M. B. Effects of mineral and vitamin supplementation on pregnancy rates in Nelore cattle submitted to FTAI programs with different reactivity scores. **Livestock Science**, v. 279, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105378>.

MENEGHETTI, M., & VASCONCELOS, J. L. M. Mês de parição, condição corporal e resposta a protocolos de inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte primíparas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 786–793, 2008. DOI: 10.1590/S0102-09352008000400002

MORAES, S. S. Importância da suplementação mineral para bovinos de corte. **Documento 114 – Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande, 2001. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/325204/1/DOC114.pdf>.

MUANIS, G. C. M. M. **Suplementação mineral e vitamínica injetável (kit adaptador® min e vit, biogénesis bagó) na fertilidade de receptoras de embriões bovinos**. 25 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Viçosa, 2020. Disponível em: <https://locus.ufv.br//handle/123456789/29883>.

NICIURA, S. C. Anatomia e fisiologia da reprodução de fêmeas bovinas. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, **Boletim Técnico do Instituto de Zootecnia**, n. 51, Embrapa sudeste, 2008.

NOGUEIRA, E.; SILVA, J. C. B.; SILVA, M. R.; SILVA, A. S.; RODRIGUES, W. B.; JARA, J. P.; SILVA, K. C.; ANACHE, N. A. IATF + CIO: estratégia prática de avaliação de cio e aumento de prenhez. **Circular técnica 113** – Embrapa Pantanal,

2016. Disponível em: <

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/157420/1/CT113.pdf>>.

NOGUEIRA, E.; SILVA, M. R.; SILVA, J. C. B.; ABREU, U. P. G.; ANACHE, N. A.; SILVA, K. C.; RODRIGUES, W. B. Timed artificial insemination plus heat I: Effect of estrus expression scores on pregnancy of cows subjected to progesterone-estradiol-based protocols. **Animal**, v. 13, n. 10, p. 2305-2312, 2019. DOI: 10.1017/S1751731119000442

PEREIRA, C. S.; ROCHA, R. F. A. T.; BENTO, A. L. L.; VEDOVATTO, M.; NETO, I. M. C.; D'OLIVEIRA, M. C.; FRANCO, G. L. Suplementação micromineral injetável para bovinos de corte. *In: Anais da X Mostra Científica Famez / UFMS*, 8. 2017, **Anais**. Campo Grande. Disponível em: https://ead.senar.org.br/wp-content/uploads/capacitacoes_conteudos/bovino_cultura_de_corte/CURSO_3_NUT-ANIMAL/AULA_11_SUPLEMENTACAO_ANIMAL.pdf.

PFEIFER, L. F. M.; VARELA, A. S.; FONTOURA-JÚNIOR, J. A. S.; SCHNEIDER, A.; CORRÊA, M. N.; DIONELLO, N. J. L. Efeito da condição corporal avaliado no diagnóstico de gestação sobre o momento da concepção e taxa de prenhez em vacas de corte. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, n. 3, p.303-307, Mai. 2007. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-9216.16120>

RODRIGUES, W. B.; SILVA, A. S.; SILVA, J. C. B.; ANACHE, N. A.; SILVA, K. C.; CARDOSO, C. J. T.; NOGUEIRA, E. Timed artificial insemination plus heat II: Gonadorelin injection in cows with low estrus expression scores increased pregnancy in progesterone/estradiol-based protocol. **Animal**, v. 13, n. 10, p. 2313-2318, 2019. DOI: 10.1017/S1751731119000454

SANTIN, T.; MATURANA FILHO, M.; LEMES, K. M.; SILVA, M. A.; GONÇALVES, R. L.; MATTIOLI, G. A.; LOLLATO, J. P. M.; PERSICO, J. M.; CELEGHINI, E. C. C.; MADUREIRA, E. H. Avaliação de diferentes estratégias de suplementação mineral e vitamínica injetável (KIT adaptador MIN e adaptador VIT, Biogénesis Bagó,) na melhoria das taxas de prenhez em vacas de corte. *In: Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões*, 30. 2016. **Anais**. Disponível em: <http://itarget.com.br/newclients/sbte.org.br/2014/anais/anais-2016.pdf>

SANTOS, P. S.; MALAFAIA, G. C.; JESUS, K. R. E.; AZEVEDO, D. B.; CASAGRANDA, Y. G. Mensuração da sustentabilidade na bovinocultura de corte: desafios para o consumo e produção responsáveis da agenda 2030. **Research, Society and development**, v. 11, n. 11, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33212>

SÁ-FILHO O. G.; MENEGHETTI, M.; PERES, R. F. G.; LAMB, G.C.; VASCONCELOS, J. L. M. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cowa II: Strategies and factors affecting fertility. **Theriogenology**, v. 72, p. 210-218, 2009. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2009.02.008

SENAR. Inseminação artificial em bovinos. **Coleção senar 132**, 2009. Disponível em: < <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/132-INSEMINA%C3%87%C3%83O.pdf>>

SILVA, L. G. **Suplementação injetável de microminerais e vitaminas na reprodução de fêmeas bovinas *Bos indicus* sincronizadas à IA em tempo fixo**. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Mato Grosso do Sul, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/8807>.

STOKES, R. S.; VOLK, M. J.; IRELAND, F. A.; GUNN, P. J.; SHIKE, D. W. Effect of repeated trace mineral injections on beef heifer development and reproductive performance. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 96, n. 9, p. 3943-3954, 2018. DOI: 10.1093/jas/sky253.

TORRES JÚNIOR, J. R. S.; RIBEIRO, D. L. S.; PEREIRA, H. G.; FRANÇA, I. G. Mitos e verdades em protocolos de IATF. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.40, n.4, p.129-141, Out-Dez. 2016. Disponível em: < [http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v40/n4/p129-141%20\(RB691\).pdf](http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v40/n4/p129-141%20(RB691).pdf)>.

THIAGO, L. R. L. S.; SILVA, J. M. S. Suplementação de Bovinos em Pastejo. Documento 108 – **Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande, 2001. Disponível em: <file:///C:/Users/jmps2/Downloads/thiago%20e%20silva%202001.pdf>.

TWAGIRAMUNGU, H.; GUIBAULT, L. A.; DUFOUR, J. J. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: A review. **Journal animal Science**, v. 73, p. 3141-3151, 1995. Disponível em: < <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/73/10/3141/4632632> by guest>.

VANEGAS, J. A.; REYNOLDS, J.; ATWILL, E. R. Effects of na injectable trace mineral supplement on first-service conception rate of dairy cows. **J. dairy sci.**, v. 87, p. 3665-3671. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030204735055#:~:text=In%20Oexperiment%201%2C%20the%20odds,treatment%20and%20control%20groups%2C%20respectively.> >

VEDOVATTO, M.; MORIEL, P.; COOKE, R. F.; COSTA, D. S.; FARIA, F. J. C.; CORTADA, NETO, I. M.; BENTO, A. L. L.; ROCHA, R. F. A. T.; FERREIRA, L. C. L.; ALMEIDA, R. G.; SANTOS, S. A.; FRANCO, G. L. Effects of a single trace mineral injection at beginning of fixed-time AI treatment regimen on reproductive function and antioxidant response of grazing Nellore cows. **Animal Reproduction Science**, v. 211, n. 106234, 2019. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2019.106234.

ZOETIS BRASIL (2019). Gerar corte 2019: relatório de IATF. São Paulo: Zoetis. (Informativo Técnico). Disponível em: < <https://www2.zoetis.com.br/content/pt/pages/Especies/Bovinos/Gerar/assets/CADERNO-GERAR-CORTE-2024-FINAL.pdf>>.

ZOETIS BRASIL. **Gerar: Caderno gerar corte 2024**. São Paulo: Zoetis. (Informativo Técnico), 2024. Disponível em:
<https://www2.zoetis.com.br/content/pt/pages/Especies/Bovinos/Gerar/assets/CADERNO-GERAR-CORTE-2024-FINAL.pdf>.

5 CAPÍTULO IV - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inseminação artificial no Brasil é uma biotecnologia que cresce a passos largos desde seu primórdio, com diversos estudos sendo realizados para obter melhores resultados. Entretanto, pelo amplo território nacional com diversidade de climas, relevos e principalmente sistemas de produção, bem como a variação de qualidade das pastagens e solos, os resultados, nessas diversidades, são conflitantes.

Assim, diversos estudos tentam promover estratégias para obtenção de resultados melhores, de acordo com sua realidade. Dessa forma, a administração de hormônios, minerais, vitamínicos e outras substâncias vem apresentando como uma alternativa para incremento da fertilidade dos animais, principalmente durante a época em que a qualidade das pastagens não é tão boa.

Diversos estudos tem relatado a contribuição de dose adicional de GnRH e da nutrição parenteral como vitaminas e microminerais. Entretanto, os resultados ainda divergem muito, com efeitos benéficos em novilhas, em animais mais reativos, em diferentes sistemas de produção e nutrição, entre outros. Parece que o incremento da fertilidade não se relaciona apenas a uma suplementação, outros fatores podem estar associados e interagindo com esses suplementos.

A adição de GnRH mostrou-se ter efeito benéfico em novilhas de 24 meses que apresentaram cio. Entretanto, em vacas da raça Nelore múltiparas que receberam uma suplementação com antioxidantes a base de vitaminas e minerais não melhorou a fertilidade.

Essas ferramentas, ou metodologias, podem promover ganhos em produtividade. Entretanto, faz-se necessário uma observação mais minuciosa de outros efeitos como nutrição, suplementação mineral e balanço energético, e das possíveis interações destes com a metodologia utilizada. Outrossim, o estudo da viabilidade econômica deve ser feito em cada propriedade para identificar o melhor custo benefício.