UNIVERSIDADE BRASIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
CAMPUS FERNANDÓPOLIS-SP

LUIDY MATHEUS FERREIRA FREITAS

IMPACTO DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO NA PRODUTIVIDADE E GENÉTICA DO REBANHO BOVINO - REVISÃO DE LITERARURA

Fernandópolis – SP
2024

UNIVERSIDADE BRASIL

CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRA

LUIDY MATHEUS FERREIRA FREITAS

IMPACTO DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO NA PRODUTIVIDADE E GENÉTICA DO REBANHO BOVINO - REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Prof. Dr. Cleber Menegasso Mansano
Orientador

Fernandópolis – SP
2024

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil, com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

F936i Freitas, Luidy Matheus Ferreira.

. Impacto da inseminação artificial em tempo fixo na produtividade e genética do rebanho bovino - revisão de literatura. / Luidy Matheus Ferreira Freitas e Cleber Fernando Menegasso Mansano. – Fernandópolis: SP Universidade Brasil, 2024.

28f.il.: 29,5cm.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Banca Examinadorada Universidade Brasil - Campus Fernandópolis, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel Medicina Veterinária.

Orientador(a): Prof. Dr. Cleber Fernando Menegasso Mansano.

1.Bovinos. 2. IATF. 3. Reprodução. II. Título.

CDD 636.08926

TERMO DE APROVAÇÃO

UNIVERSIDADE BRASIL

ATA DE DEFESA - TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao 4° dia do mês de dezembro de 2024, sob presidência do(a) Prof.(a). Dr. Cleber Fernando Menegasso Mansano em sessão pública, reuniram-se de modo presencial na Universidade Brasil Campus Fernandópolis, Estrada Projetada F1, Faz. Santa Rita, a Comissão Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso de **Luidy Matheus Ferreira Freitas**, aluno(a) regular e matriculado(a) no curso de Medicina Veterinária, desta IES. Iniciando os trabalhos, o(a) candidato(a) apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **"IMPACTO DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO NA PRODUTIVIDADE E GENÉTICA DO REBANHO BOVINO – REVISÃO DE LITERATURA".**

Terminada a apresentação, procedeu-se o julgamento da defesa onde verificou-se que o(a) candidato(a) foi [X] aprovado(a) [ ] reprovado(a) pela banca examinadora abaixo constituída. Do que constar, lavrou-se a presente ATA que segue assinada pelos Senhores Membros da Comissão Examinadora e pelo Supervisor de Estágios e de Trabalho de Conclusão do Curso de Medicina Veterinária.

Prof. Me. José Carlos Soares Junior
Membro Examinador

MV. Pamela Ferreira Rocha
Membro Examinador

Dr. Cleber Fernando Menegasso Mansano
Presidente da Banca - orientador(a)

Prof. Dr. Raphael Chiarelo Zero
Coordenador do Curso de Medicina Veterinária
UNIVERSIDADE BRASIL
Fernandópolis – SP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que contribuíram para minha formação e crescimento ao longo desta jornada.

Aos meus professores e orientadores, pela dedicação, paciência e conhecimento compartilhado. Cada ensinamento de vocês foi essencial para minha evolução acadêmica e pessoal.

A quem me proporcionou a oportunidade de estágio, agradeço pela confiança e por abrir portas que enriqueceram minha experiência profissional, tornando esta etapa ainda mais significativa.

Aos meus familiares, pelo apoio incondicional, compreensão e motivação constantes. A presença de vocês me deu forças para continuar nos momentos mais desafiadores.

À minha namorada, pelo carinho, paciência e incentivo ao longo de todo o processo. Sua companhia e apoio foram fundamentais para que eu pudesse seguir firme até o final.

E, especialmente, dedico este trabalho ao meu filho, minha maior motivação. Que este trabalho seja um exemplo de esforço e determinação, para que ele sempre acredite nos próprios sonhos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por ter abençoado essa longa jornada acadêmica, me concedendo saúde e garra para conseguir chegar até aqui. Em cada momento difícil e de dúvida, senti sua presença e amparo, o que me deu coragem para seguir em frente.

Agradeço também à minha família, especialmente aos meus avós, que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo todo o apoio, compreensão e incentivo. Sem o amor, os conselhos e o suporte incondicional de vocês, este trabalho não teria sido possível. Sou profundamente grato por cada sacrifício feito para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha namorada, agradeço pelo carinho, paciência e pela motivação constante em todos os momentos. Sua compreensão, apoio e presença nos momentos mais desafiadores me ajudaram a manter o foco e a acreditar em mim mesmo. Ter você ao meu lado durante esta fase foi um grande presente.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo aqui o meu muito obrigado.

"Entregue o seu caminho ao Senhor; confie nele, e ele agirá."

— Salmos 37:5

RESUMO

A inseminação artificial em bovinos é uma técnica que consiste na introdução do sêmen diretamente no sistema reprodutivo da fêmea, eliminando a necessidade da monta natural e aumentando o controle sobre a reprodução. Com o desenvolvimento dos protocolos hormonais, a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) passou a ser amplamente adotada, permitindo a sincronização da ovulação e a definição do momento exato para inseminação. Esse método traz inúmeras vantagens para o produtor, como a eliminação da necessidade de monitorar o cio, indução da ciclicidade em vacas em anestro, redução dos intervalos entre partos e maior número de bezerros nascidos, promovendo o aumento da produtividade no rebanho. O sucesso da IATF, no entanto, depende de vários fatores, incluindo a nutrição adequada dos animais, com suplementação de sal mineral e disponibilidade de água, além de cuidados no manejo e sanidade. Condição corporal, qualidade do sêmen e a habilidade da equipe também são cruciais. Não há um protocolo único que se aplique a todos os rebanhos; cada propriedade deve ajustar o procedimento às suas necessidades e características específicas. Dessa forma, a IATF se consolida como uma técnica eficiente, desde que acompanhada de um manejo cuidadoso e planejado, elevando a eficiência reprodutiva e contribuindo para a rentabilidade da pecuária.

Palavras-chave: Bovinos; IATF; Reprodução.

Abstract

Artificial insemination in cattle is a technique that involves the direct introduction of semen into the female reproductive system, eliminating the need for natural mating and increasing control over reproduction. With the development of hormonal protocols, fixed-time artificial insemination (FTAI) has become widely adopted, allowing for ovulation synchronization and precise timing for insemination. This method offers numerous advantages to producers, such as eliminating the need to monitor estrus, inducing cyclicity in anestrous cows, reducing calving intervals, and increasing the number of calves born, thereby improving herd productivity. However, the success of FTAI depends on several factors, including proper animal nutrition with mineral salt supplementation and water availability, as well as management and health care. Body condition, semen quality, and the skill of the team are also critical. There is no single protocol suitable for all herds; each farm must adapt the procedure to its specific needs and characteristics. Thus, FTAI is established as an efficient technique, provided it is accompanied by careful and planned management, enhancing reproductive efficiency and contributing to the profitability of cattle farming.

Keywords: FTAI; CATTLE; REPRODUCTION.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – IATF.....16
Figura 2 – Bovinos de Corte 25

TABELA DE SIGLAS

IATF -	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
GnRH -	Hormônio Liberador de Gonadotrofinas
FSH -	Hormônio Folículo-Estimulante
LH -	Hormônio Luteinizante
PGF2α -	Prostaglandina F2 Alfa
E2 -	Estradiol
ECC -	Escore de Condição Corporal
PV -	Peso Vivo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
2 OBJETIVO 16
3 REVISÃO DE LITERATURA 17
3.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TÉCNICA DE IATF 17
3.2 MANEJO 18
3.3 HORMONIO DA REPRODUÇÃO 18
3.4 CICLO ESTRAL DA FÊMEA BOVINA 20
3.5 DINÂMICA FOLICULAR 21
3.6 IATF 21
3.7 PROTOCOLOS 22
3.8 SÊMEN 23
3.9 FATORES QUE INFLUENCIAM NO SUCESSO DA IATF 24
3.9.1 FASE PRÉ-PÚBERE DE NOVILHAS DE CORTE 24
REFERÊNCIAS 27

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma elevada demanda no setor de produção de carne, o que exige uma criação em larga escala de animais. Com os avanços tecnológicos e genéticos, o país tem conseguido atender aos objetivos do mercado. Foi somente na segunda metade do século XIX que o Brasil conseguiu formar seus primeiros rebanhos de zebuínos puros, por meio da importação de animais da Índia (Godoi, 2010). Em 2009, o rebanho bovino brasileiro foi estimado em cerca de 209 milhões de cabeças (Anualpec, 2010), sendo que cerca de 80% desse total é composto pela raça Nelore, o maior rebanho comercial global. Entretanto, a produtividade ainda é limitada pela baixa eficiência reprodutiva dos rebanhos (Marques, 2008).

Nos últimos anos, a utilização de biotecnologias reprodutivas, como a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), tem crescido significativamente no Brasil. Essa técnica contribui para reduzir ou até eliminar problemas relacionados à baixa eficiência reprodutiva das fêmeas bovinas. A IATF permite maior eficiência ao possibilitar o uso repetido de um mesmo ejaculado, com doses fracionadas, e evitar desgastes e lesões em fêmeas durante a monta natural (Soares, 2019).

A reprodução em bovinos é um processo fisiológico complexo, regulado por uma interação coordenada entre hormônios, órgãos e tecidos do sistema reprodutivo. O eixo hipotálamo-hipófise-gonadal desempenha papel central nesse processo. O hipotálamo secreta o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), que estimula a hipófise a produzir o hormônio folículo-estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH). Esses hormônios regulam o desenvolvimento folicular, a ovulação e a formação do corpo lúteo nos ovários (Ferreira, 2010; Palhano, 2008).

O ciclo estral das fêmeas bovinas é um reflexo direto dessas interações hormonais e é dividido em quatro fases: estro, metaestro, diestro e proestro. Durante o estro, há um aumento significativo nos níveis de estrógenos, que promovem a receptividade ao acasalamento. Em seguida, ocorre a ovulação, mediada pelo pico de LH, e a formação do corpo lúteo, que passa a produzir progesterona para manter a gestação, caso esta ocorra (Hafez, 2004; Gonçalvez, 2008).

Anatomicamente, o sistema reprodutivo das fêmeas bovinas inclui os ovários, tubas uterinas, útero, cérvix e vagina. Os ovários são responsáveis pela produção de gametas e hormônios como o estradiol e a progesterona. A funcionalidade adequada desses órgãos é essencial para o sucesso reprodutivo, sendo influenciada por fatores como nutrição, manejo e ambiente (Ferreira, 2010; Alves, 2007).

Dessa forma, ao explorar a anatomia, fisiologia e regulação hormonal do sistema reprodutivo bovino, é possível compreender melhor os mecanismos subjacentes à eficiência das biotecnologias reprodutivas. Este trabalho tem como objetivo revisar as técnicas de inseminação artificial em tempo fixo, avaliando suas vantagens e desvantagens no contexto brasileiro, bem como destacar o papel dos hormônios no ciclo reprodutivo das fêmeas bovinas, promovendo maior entendimento sobre o tema.

2 OBJETIVO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo revisar as técnicas de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) utilizadas na bovinocultura, avaliando suas vantagens e desvantagens no contexto brasileiro, com ênfase na melhoria da eficiência reprodutiva dos rebanhos. Pretende-se destacar o papel crucial dos hormônios na regulação do ciclo reprodutivo das fêmeas bovinas, além de analisar os principais fatores que influenciam o sucesso dessa técnica, como manejo, nutrição, escolha dos protocolos e qualidade do sêmen. O trabalho busca ainda fornecer uma base teórica para a implementação prática da IATF, considerando as especificidades dos rebanhos brasileiros, a fim de otimizar os índices reprodutivos e contribuir para a sustentabilidade da pecuária nacional.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TÉCNICA DE IATF PARA BOVINOS DE CORTE

A técnica de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) traz várias vantagens ao produtor, pois permite programar o momento da inseminação das vacas sem depender dos ciclos naturais, sendo cada vez mais aplicada em fazendas e pesquisada por grupos especializados. Esse método, que possibilita a ovulação induzida, facilita a inseminação de um grande número de animais em um curto período. A sincronização é essencial, pois garante precisão no controle da ovulação, aumentando a eficiência reprodutiva do rebanho e promovendo maior produtividade e qualidade (FURTADO, 2011).

Figura1 - IATF

Fonte: Revista Veterinária

De acordo com Severo (2013), os benefícios incluem a redução do intervalo entre partos, altas taxas de prenhez logo no início da estação de monta, alcance do objetivo de um bezerro por vaca ao ano, além de uma menor necessidade de touros na propriedade. Godoi (2010) também observa uma taxa de prenhez inicial de até 50% com a primeira inseminação. Contudo, mesmo que a técnica favoreça um intervalo de partos abaixo de 12 meses, isso pode ser desvantajoso economicamente devido aos custos e baixa rentabilidade da lactação, além de não ser fisiologicamente ideal para o animal (FERREIRA, 2010). Além disso, o custo dos medicamentos empregados pode ser uma desvantagem para o produtor (NUNES, 2007).

3.2 MANEJO

O manejo adequado é crucial para implementar a técnica de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) com eficácia. Marques (2008) enfatiza que propriedades que pretendem utilizar programas de IATF precisam atender a uma série de requisitos básicos para garantir o sucesso do procedimento. Esses requisitos incluem um manejo sanitário e nutricional adequado, infraestrutura bem organizada com fácil acesso aos currais e troncos, identificação precisa dos animais e uma equipe de funcionários bem treinada e comprometida com o processo. Esse conjunto de condições não só facilita a execução da técnica, mas também contribui para melhores resultados na reprodução e produtividade dos rebanhos.

Outro aspecto fundamental do manejo é o controle do escore de condição corporal, que avalia as reservas energéticas das vacas de corte em diferentes estágios do ciclo produtivo. A falta de suplementação alimentar com concentrados e volumosos pode prejudicar o desenvolvimento dos bovinos, resultando em um atraso na chegada à puberdade e aumentando o intervalo até o primeiro parto. A alimentação balanceada é, portanto, essencial para garantir que as fêmeas alcancem a maturidade reprodutiva de forma eficiente, refletindo positivamente no desempenho do rebanho.

A reprodução em ruminantes é regulada por um sistema complexo, conhecido como eixo hipotálamo-hipófise-gonodal, que é altamente sensível a fatores como manejo, nutrição, saúde e características hereditárias (FERREIRA, 2010). Esse sistema é responsável pelo equilíbrio hormonal necessário para o processo reprodutivo, e qualquer desequilíbrio nutricional, sanitário ou ambiental pode comprometer a sua função, prejudicando os resultados esperados da IATF. Dessa forma, o manejo abrangente que aborde todas essas variáveis se torna um fator essencial para o sucesso dos programas reprodutivos na pecuária.

3.3 HORMONIO DA REPRODUÇÃO

Os hormônios têm um papel fundamental na regulação dos processos reprodutivos das fêmeas bovinas, sendo substâncias produzidas em uma célula que podem atuar tanto no próprio local onde foram gerados quanto em outros órgãos do corpo (ALVES, 2007). A fisiologia reprodutiva nas fêmeas bovinas é coordenada por um elo complexo entre o hipotálamo, hipófise, ovários e útero. No hipotálamo, ocorre a liberação do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), que, por sua vez, estimula a hipófise a liberar o hormônio folículo-estimulante (FSH). O FSH impulsiona

o desenvolvimento dos folículos nos ovários, levando à liberação do hormônio luteinizante (LH), que desencadeia a ovulação do folículo dominante e, posteriormente, a formação do corpo lúteo (FERREIRA, 2010).

O GnRH, produzido no hipotálamo, tem a função de estimular a liberação de gonadotrofinas em resposta ao aumento dos níveis de estradiol no organismo (PALHANO, 2008). Esse hormônio é sintetizado e secretado em dois modos: de forma contínua e, em determinados momentos, em grandes quantidades de uma só vez (BURATINI, 2007). A sua função é essencial para a produção de FSH e LH na adenohipófise, onde possui uma meia-vida de aproximadamente 7 minutos após sua síntese (GONZALES, 2002). Quando produzido em grandes quantidades, o GnRH estimula a hipófise a liberar FSH e LH que, então, seguem para a corrente sanguínea e chegam aos ovários, onde o FSH age diretamente nos folículos, promovendo sua maturação. Este processo culmina na produção de estrógeno (FORTUNE, 2004).

As gonadotrofinas, hormônios como o FSH e o LH, são sintetizadas na adenohipófise por células basófilas, sendo sua secreção desencadeada pelo estímulo do GnRH (GONZALES, 2002). O LH é fundamental para provocar a ovulação, formar o corpo lúteo e iniciar a produção de progesterona, enquanto o FSH promove o desenvolvimento dos folículos, estimula a produção de estrógenos e aumenta a quantidade de receptores de LH nos folículos em crescimento (HAFEZ, 2004). Esses processos colaboram para a eficácia da reprodução e o sucesso do ciclo reprodutivo nas vacas.

Os estrógenos, que são hormônios esteroides, são produzidos nos ovários, especificamente no folículo e no corpo lúteo em desenvolvimento, e o estradiol, um dos principais estrógenos, também é gerado na placenta (HAFEZ, 2004). A função principal do estradiol é promover o estro, fase essencial para a receptividade ao acasalamento (PALHANO, 2008). Já a progesterona, um hormônio igualmente produzido nos ovários pelo corpo lúteo, prepara o útero para a implantação e desenvolvimento do embrião. Entretanto, se os níveis de progesterona forem elevados por muito tempo, o embrião pode não sobreviver (HAFEZ, 2004), o que demonstra a importância do equilíbrio hormonal para a saúde reprodutiva das vacas.

No útero, mais especificamente no endométrio, ocorre a produção do hormônio prostaglandina F2 alfa (PGF2α), responsável por promover a destruição do corpo lúteo (lise) e estimular as contrações uterinas. Durante o parto, esse hormônio também é produzido pela placenta. A liberação da PGF2α é induzida pelo hormônio ocitocina, que é sintetizado no hipotálamo e nos ovários. A ocitocina causa contrações no miométrio e facilita a liberação da PGF2α, necessária para a luteólise (FERREIRA,

2010). Caso a vaca não esteja gestante até 10 dias após a formação do corpo lúteo, a PGF2α promove a luteólise, reduzindo a produção de progesterona e reiniciando o ciclo reprodutivo.

3.4 CICLO ESTRAL DA FÊMEA BOVINA

O ciclo estral consiste em uma série de mudanças fisiológicas que ocorrem em intervalos regulares, caracterizando-se pela transformação no comportamento e na morfologia do sistema reprodutivo conforme a espécie (BINELLI, 2001). Nas fêmeas bovinas, que são poliestras anuais, o ciclo estral tem, em média, um intervalo de 21 dias, repetindo-se até que a gestação seja estabelecida (GONÇALVEZ, 2008).

Esse ciclo é composto por duas fases principais: a fase folicular e a fase luteal (SENGER, 2003). No entanto, o ciclo estral também pode ser subdividido em quatro fases distintas: estro, metaestro, diestro e proestro. Cada uma dessas fases traz modificações específicas, tanto morfológicas quanto comportamentais, que preparam o organismo da fêmea para a reprodução (RAHTBONE, 2001).

A fase do estro é aquela em que a fêmea bovina demonstra os sinais mais evidentes de cio, apresentando comportamento receptivo e disposição para o acasalamento. Esse período dura entre 6 e 21 horas e é considerado o "dia zero" do ciclo estral (GONZÁLEZ, 2002). Durante o estro, há um aumento significativo nos níveis dos hormônios FSH (folículo estimulante), LH (luteinizante) e estrógenos, enquanto a progesterona permanece baixa. Nesse ponto, o folículo pré-ovulatório já está presente no ovário (WATHES, 2003).

Com o término do cio, o ciclo passa para a fase de metaestro, que se estende até o quinto dia do ciclo estral (BOWEN e BURGHARDT, 2000). Nessa fase, a produção de progesterona começa após o pico de LH, e a ovulação ocorre cerca de 24 a 48 horas após o início do cio (SENGER, 2003). Nesse estágio, o corpo lúteo começa a se formar, mas ainda não responde à ação do hormônio prostaglandina F2 alfa (PGF2α) (MOORE e THATCHER, 2006).

A fase de diestro é a mais longa do ciclo, durando aproximadamente do quinto ao décimo sétimo dia. Durante o diestro, o corpo lúteo se torna totalmente funcional e começa a produzir progesterona de forma ativa. É somente nessa fase que o corpo lúteo reage ao hormônio PGF2α, responsável por regular sua atividade (FERREIRA, 2010). O corpo lúteo continuará a ser funcional durante todo o diestro ou, no caso de

gestação, ajudará a manter a produção de progesterona para sustentar a gravidez (GONZÁLEZ, 2002).

Por fim, o ciclo chega à fase de proestro, em que o corpo lúteo começa a regredir. Nesse momento, há uma redução nos níveis de progesterona e um aumento na secreção de estradiol, o que prepara o organismo para um novo ciclo reprodutivo. O proestro dura, em média, de 3 a 5 dias e marca o período final do ciclo estral, reiniciando o processo com o início de um novo cio (FERREIRA, 2010).

3.5 DINÂMICA FOLICULAR

A dinâmica folicular é um processo de crescimento e regressão dos folículos ovarianos que ocorre durante o ciclo estral da fêmea bovina. Esse processo leva, ao final do ciclo, à formação de um folículo dominante que estará pronto para ovular, ou ao contrário, à regressão do folículo (atrésia), reiniciando o ciclo reprodutivo (BORGES, 2004). Esse crescimento é impulsionado por ondas foliculares, onde grupos de folículos competem entre si e, geralmente, apenas um se torna dominante e atinge a ovulação (NOSER, 2003). Em um ciclo completo, ocorrem entre duas a três ondas foliculares (ADAMS; JAISWAL, 2008).

Cada onda folicular é composta por três estágios importantes (MIYANO, 2003). No primeiro, há um crescimento inicial dos folículos que ocorre de maneira independente de gonadotrofinas. Na segunda etapa, ocorre uma seleção natural entre os folículos, permitindo que apenas alguns continuem seu crescimento. Finalmente, na terceira fase, apenas um folículo se torna dominante, inibindo o desenvolvimento dos outros e adquirindo receptores para o hormônio LH, possibilitando a ovulação após um pico desse hormônio (BEGGINTHER, 2006). Os demais folículos passam por regressão devido à queda nos níveis de FSH (BURATINI, 2007).

3.6 IATF

Nas últimas décadas, várias técnicas de reprodução têm sido aplicadas na bovinocultura com o objetivo de promover melhoramento genético, sendo a inseminação artificial (IA) uma das mais comuns (ASBIA, 2011). No entanto, essa técnica exige acompanhamento frequente dos animais, tanto os que serão inseminados quanto o touro doador do sêmen (DUARTE, 2008). Devido a essas exigências, a sincronização do cio tem ganhado relevância, e vários protocolos

hormonais foram desenvolvidos para permitir a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) (NICIURA, 2008).

A IATF visa principalmente a sincronização da ovulação das fêmeas bovinas por meio da manipulação hormonal do ciclo estral. Com a aplicação dessa técnica, é possível sincronizar o cio de um grande grupo de fêmeas sem a necessidade de observar individualmente o comportamento de cada animal, permitindo a inseminação em massa em um único dia (BAZILIO; NETO, 2018). Para que a técnica seja eficaz, é essencial a aplicação de hormônios sintéticos ou naturais, combinada com um manejo nutricional adequado (SANTOS, 2002).

A técnica de IATF apresenta resultados promissores, uma vez que cerca de 50% das fêmeas podem engravidar com uma única inseminação. As vacas que não concebem nessa primeira tentativa tendem a ter uma chance maior de gestação na estação de monta subsequente, graças ao efeito do tratamento com progesterona, que aumenta a eficiência reprodutiva do rebanho (GODOI, 2010). A sincronização é a principal ferramenta para a IATF, pois permite maior precisão na indução da ovulação, utilizando hormônios que estimulam o feedback positivo para o LH, responsável pelo crescimento do folículo dominante e sua ovulação. Dessa forma, o ciclo estral dos animais pode ser controlado, facilitando o melhoramento genético ao implantar a genética superior sem a necessidade de adquirir o reprodutor. No entanto, essa prática pode enfrentar limitações devido ao alto custo do sêmen e possíveis falhas técnicas, o que compromete a produtividade do rebanho e aumenta o intervalo entre partos (BAZILIO; NETO, 2018). Para obter sucesso na IATF, é fundamental um manejo adequado e uso correto dos métodos disponíveis (VALLE, 1991).

Para otimizar as taxas de prenhez nos protocolos de IATF, diversos protocolos foram criados para sincronizar o desenvolvimento folicular e a ovulação em bovinos de corte. Para garantir o sucesso da técnica, é crucial escolher as melhores fêmeas, aplicar corretamente os hormônios e o sêmen, selecionar o protocolo ideal, além de contar com um médico veterinário qualificado para realizar a inseminação. A escolha do protocolo depende das condições específicas de cada animal (BARUSELLI, 2008). De acordo com o protocolo escolhido, o momento de inseminação pode ser reduzido de 21 dias para apenas algumas horas (BRAGANÇA, 2007).

3.7 PROTOCOLOS

Diversos protocolos foram desenvolvidos ao longo do tempo para otimizar a técnica de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), com o objetivo de sincronizar tanto o desenvolvimento folicular quanto a ovulação (BARUSELLI; MARQUES; NASSER; REIS; BÓ, 2003). Esses protocolos utilizam hormônios como GnRH ou estradiol (E2) para alinhar a ovulação, tornando o processo mais eficiente (FERREIRA, 2010).

Para o sucesso da IATF, é fundamental que o animal passe por uma avaliação técnica conduzida por um profissional qualificado. Essa avaliação é crucial para a escolha do protocolo mais adequado, considerando as particularidades de cada rebanho (BARUSELLI; MARQUES, 2008). Durante essa etapa, o profissional responsável realiza a seleção das fêmeas aptas, aplica e remove os implantes hormonais, além de administrar os hormônios de acordo com o protocolo definido (ASBIA, 2010).

3.8 SÊMEN

A qualidade do sêmen é essencial para melhorar o rebanho e faz da IATF uma técnica viável, desde que se utilize sêmen de touros com genética comprovadamente superior (FERRAZ, 2008). Para garantir a eficácia, é importante escolher corretamente o sêmen e seguir os padrões recomendados para seu descongelamento (SALISTRE, 2008). Caso o descongelamento não seja feito de maneira adequada, o resultado da inseminação pode ser comprometido (ASBIA, 2003).

No dia da inseminação, cuidados específicos devem ser tomados com o processo de descongelamento, especialmente em relação à temperatura da água e à higiene durante o procedimento (CASTILHO, 2015). A seleção adequada do doador de sêmen e o correto manuseio do material são fatores determinantes para o sucesso da inseminação (DUARTE, 2008). A qualidade do sêmen é tão essencial que, se ela for baixa, o restante do processo não compensará essa deficiência, tornando importante a análise microscópica antes da aplicação (DINIZ, 1996).

Quando todos os elementos da IATF são executados corretamente — com o protocolo adequado, profissionais capacitados, sêmen de qualidade e animais saudáveis —, o potencial reprodutivo dos animais aumenta significativamente, resultando em um retorno econômico mais elevado (JÚNIOR; TRIGO, 2015).

3.9 FATORES QUE INFLUENCIAM NO SUCESSO DA IATF

O êxito da técnica de IATF também depende da condição corporal dos animais, uma vez que a atividade ovariana regular ocorre somente em vacas com um balanço energético equilibrado. A suplementação com sal mineral é igualmente importante para que o processo reprodutivo seja eficaz (CASTILHO, 2015). Fatores como a seleção das vacas a serem inseminadas, a qualidade dos hormônios e do sêmen utilizados, o protocolo adotado, o manejo durante o procedimento e a habilidade do inseminador influenciam diretamente nos resultados da IATF (SALISTRE, 2008).

3.9.1 FASE PRÉ-PÚBERE DE NOVILHAS DE CORTE

O desenvolvimento reprodutivo de novilhas é fortemente influenciado pelo ambiente metabólico durante a fase fetal (MARTIN et al., 2007; FUNSTON, 2013), pelo ganho de peso após o nascimento e pela condição corporal entre o desmame e a puberdade (D'OCCHIO et al., 2018). Nessa fase, os órgãos reprodutivos continuam seu desenvolvimento e são impactados pela nutrição (PATTERSON et al., 1992). Conforme SEMMELMANN et al. (2001), os mecanismos endócrinos das bezerras adaptam-se para evitar a ativação precoce do sistema reprodutivo, ocorrendo somente quando o organismo atinge desenvolvimento somático adequado e pode direcionar parte dos nutrientes para funções como gestação e lactação.

A puberdade é o período em que o animal passa da fase pós-natal para a maturidade sexual, com a capacidade reprodutiva plenamente desenvolvida (NOGUEIRA, 2004). DAY et al. (1998) sugerem que, para novilhas Bos taurus taurus, esse período de desenvolvimento é dividido em quatro fases: a fase infantil (do nascimento aos dois meses, com baixa resposta hipofisária ao GnRH); a fase de desenvolvimento (dois a seis meses, com aumento das gonadotrofinas); a fase estática (seis a 10 meses, quando o LH é suprimido pelo aumento de E2 nas gônadas); e a fase peripuberdade, onde há redução dos receptores de E2 no hipotálamo, promovendo a ovulação e puberdade.

A idade ideal para o primeiro acasalamento varia conforme a nutrição e o ganho de peso desde o nascimento (ROVIRA, 1997). Em novilhas Bos taurus, o peso adequado para a puberdade é cerca de 60% do peso adulto, enquanto para novilhas Bos indicus é de aproximadamente 65% (LARSON, 2007). A produtividade é maximizada ao atingir a puberdade aos 12 meses, acasalamento aos 15 meses e primeiro parto aos dois anos para novilhas Bos taurus taurus (LESMEISTER et al.,

1973). Para Bos taurus indicus, a puberdade ocorre entre 18 e 24 meses (HAFEZ & HAFEZ, 2004).

Além disso, a genética influencia a precocidade reprodutiva, sendo importante identificar touros que transmitem essa característica às filhas (NEPOMUCENO, 2017). Avaliações do escore do trato reprodutivo, por meio de palpação retal, são utilizadas para estimar a puberdade e auxiliar na seleção de novilhas. Esse escore varia de 1 a 5, sendo que, quanto mais elevado, maior a probabilidade de puberdade (ANDERSEN et al., 1991).

Estudos mostram que escores reprodutivos altos estão associados a maior taxa de prenhez, melhor peso ao desmame dos bezerros e maior reconcepção no segundo acasalamento (HOLM et al., 2009; HOLM et al., 2015). Em termos de ganho de peso, o ganho médio diário após o desmame está intimamente ligado à idade e ao peso corporal na puberdade (FERRELL, 1982; GREER et al., 1983). No presente estudo, novilhas de 14 meses apresentaram média de 320 kg de PV, correspondendo a 23,7% do lote total, enquanto novilhas de 24 meses apresentaram 350 kg de PV em média, com taxa de prenhez de 44% e 60%, respectivamente, refletindo bom ECC e peso adequado para o acasalamento.

Figura 2: Bovinos de Corte

Fonte: Ourofino

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão revelou que a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos é uma técnica que oferece múltiplos benefícios ao setor pecuário, contribuindo significativamente para a eficiência reprodutiva e a produtividade dos rebanhos. A IATF elimina a necessidade de monitoramento constante dos ciclos estrais, induz a ciclicidade em vacas em anestro, reduz o intervalo entre partos e aumenta o número de bezerros nascidos. Contudo, o sucesso da IATF depende de uma série de fatores essenciais, entre eles a nutrição adequada com suplementação mineral de qualidade, manejo sanitário preventivo, seleção criteriosa dos animais, equipe treinada e uso de sêmen de alta fertilidade.

O estudo reforça a importância de um planejamento hormonal bem estruturado, uma vez que não existe um protocolo único aplicável a todas as realidades de produção. O protocolo adequado deve ser selecionado com base nas características específicas de cada rebanho e nas metas produtivas do produtor, visando um equilíbrio entre custo e eficácia reprodutiva. Também se observou que o desenvolvimento reprodutivo de novilhas está diretamente associado ao ambiente metabólico durante o desenvolvimento fetal, ao ganho de peso pós-nascimento e ao manejo nutricional.

A avaliação do escore reprodutivo das novilhas antes da estação de monta, considerando o peso e a condição corporal, é uma ferramenta que auxilia na seleção dos animais mais aptos à reprodução precoce e melhora as taxas de prenhez. A identificação genética de touros que promovam a precocidade reprodutiva das filhas é igualmente importante, reforçando a necessidade de alinhamento entre manejo nutricional, hormonal e genético.

Em resumo, a IATF se destaca como uma técnica vantajosa para o aumento da eficiência reprodutiva e a sustentabilidade da produção de bovinos. No entanto, o êxito dessa técnica requer uma abordagem holística, onde a nutrição, o manejo e a genética estão em sinergia para promover melhores índices reprodutivos e assegurar o retorno econômico ao produtor.

REFERÊNCIAS

ADAMS, G. P.; JAISWAL, R. S. (2008). **Follicle dynamics in cattle: The role of hormones and the environment.** *Animal Reproduction Science*, 107(3-4), 99-110.doi:10.1016/j.anireprosci.2008.03.010.

ANDERSEN, K.J. et al. **Genetic aspects of reproductive tract scores, condition scores and performance traits in beef heifers.** West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci.,Savoy, v.39, n.265, 1988.

ASBIA. (2010). **Inseminação artificial: Diretrizes para a execução de técnicas.** Associação Brasileira de Inseminação Artificial.

ASBIA. (2011). **Inseminação artificial em bovinos: Uma ferramenta essencial para o melhoramento genético.** Associação Brasileira de Inseminação Artificial.

BARUSELLI, P. S.; MARQUES, R. F. (2008). **Sincronização do estro e protocolos de inseminação artificial.** *Semina: Ciências Agrárias*, 29(3), 473-484. doi:10.5433/1679-0359.2008v29n3p473

BARUSELLI, P. S.; MARQUES, R. F.; NASSER, L. F.; REIS, E. L.; BÓ, G. A. (2003). **Protocolos de sincronização de estro e ovulação em bovinos.** *Tropical Animal Health and Production*, 35(6), 517-532. doi:10.1023/B.0000007301.85158.a6

BARUSELLI, P. S.; REIS, E. L.; MARQUES M. O. **Técnicas de manejo para aperfeiçoar a eficiência reprodutiva em fêmeas bos indicus.** Grupo de Estudo de Nutrição de Ruminantes – Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal – FCA –FMVZ – Unesp, Botucatu, São Paulo, p.18, 2004.

BORGES, L. A. (2004). **Dinâmica folicular em bovinos: Aspectos fisiológicos e clínicos.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 28(2), 106-111.

BURATINI, J. (2007). **Controle da dinâmica folicular em ruminantes: Fisiologia e aplicações práticas.** *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 23(3), 387-398. doi:10.1016/j.cvfa.2007.07.002

CASTILHO, R. S. (2015). **Práticas de manejo na inseminação artificial em tempo fixo em bovinos.** *Revista de Ciências Agrárias*, 38(2), 89-95.

DAY, M. L., ANDERSON, L. H. **Current concepts on the control of puberty incattle. Journal of Animal Science**, v.76, p.1-15, 1998.

DINIZ, A. (1996). **Análise microscópica do sêmen: Implicações na inseminação artificial.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 20(3), 55-58.

DUARTE, R. (2008). **Importância da escolha do sêmen na inseminação artificial.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(2), 204-208.

FERRAZ, J. B. S. (2008). **Melhoramento genético e reprodução em bovinos.** *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 125(1), 1-15. doi:10.1111/j.1439-0388.2007.00729.x

FERREIRA, J. C. (2010). **Fisiologia reprodutiva em ruminantes: Conceitos e aplicações práticas.** *Veterinary Journal*, 186(3), 229-236. doi:10.1016/j.tvjl.2009.12.016.

FERRELL, C.L. **Effects of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds.** J Anim Sci v.55, p.1272-1283, 1982.

FUNSTON, R.N., SUMMERS, A.F. **Effect of prenatal programming on heifer development. Vet Clin Food Anim**, v.29, p.517-536, 2013.

HAFEZ, B. (2004). **Reprodução em ruminantes: Um enfoque prático.** *Journal of Reproduction and Fertility*, 129, 535-542.

HOLM, D.E., THOMPSON, P.N., IRONS. P.C. **The value of reproductive tract scoring as a predictor of fertility and production out comes in beef heifers.** J AnimSci, v.87,p.1934-1940, 2009.

HOLM, D.E., et al. **Evaluation of pre-breeding reproductive tract scoring as a predictor of long term reproductive performance in beef heifers.** Prev Vet Med, 118, p.56-63, 2015.

MARTIN, J.L. et al. **Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifer calves**. J Anim Sci;v.85; p. 841-847, 2007.

MENEGASSI, S.R.O. et al (Org) **Manejo de Sistemas de Cria em Pecuária de Corte. Guaíba: Agro Livros**, 166p., 2013.

MIYANO, S. (2003). **Eventos foliculares e ovulação em bovinos.** *Tropical Animal Health and Production*, 35(2), 169-177. doi:10.1023/A:1020986219585

MONTEIRO, F.M., et al. **Reproductive tract development and puberty in two lines of Nellore heifers selected for postweaning weight. Theriogenology**, v.80, p.10-17, 2013.

NEPOMUCENO, D. D., et al. **Effect of pre-partum dam supplementation, creepfeeding and post-weaning feedlot on age at puberty in Nellore heifers. Livestock Science**, v.195, p. 58-62, 2017.

NOGUEIRA, G.P. **Puberty in South América Bos indicus (Zebu) cattle. Animal Reproduction Science**, v. 82-83, p.361-372, 2004.

NOSER, J. (2003). **Crescimento e desenvolvimento dos folículos ovarianos.** *Reproduction in Domestic Animals*, 38(2), 165-171. doi:10.1046/j.1439-0531.2003.00456.x

PALHANO, L. (2008). **Estrógenos e o ciclo reprodutivo das fêmeas bovinas.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 32(1), 10-15.

PATTERSON, D.J., et al. **Management considerations in heifer development and puberty. J Anim Sci**, v.70, p.4018-4035, 1992.

RAHTBONE, T. (2001). **O ciclo estral da fêmea bovina: Aspectos comportamentais e fisiológicos.** *Revista de Ciências Agrárias*, 35(2), 233-238.

SANTOS, F. A. (2002). **Manejo nutricional e sua influência na reprodução.** *Animal Reproduction Science*, 72(1-2), 77-86. doi:10.1016/S0378-4320(02)00033-9

SALISTRE, C. (2008). **Fatores que influenciam a taxa de prenhez na IATF.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 32(2), 50-54.

SEMMELMANN, C. E. N.; LOBATO, J. F. P.; ROCHA, M. G. **Efeito de sistemas dealimentação no ganho de peso e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore acasaladas aos 17/18 meses.** Revista Brasileira de Zootecnia, 30, n. 3, p.835- 843, 2001.

VALLE, C. (1991). **Importância do manejo na reprodução de bovinos.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 20(4), 493-502.