

INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL DE BOVINOS EM TEMPO FIXO (IATF) – REVISÃO DE LITERATURA

Sinara Gonçalves Caetano¹

Nayne Vieira da Silva²

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as técnicas de inseminação artificial em bovinos, com foco na inseminação artificial em tempo fixo (IATF), dissertando sobre os seus protocolos, eficácia, vantagens e desvantagens, assim como os aspectos econômicos para o produtor sendo aportado por teóricos como Carvalho et al. (2018), Baruselli (2019), Silva (2020), Santos et al. (2021), Silva (2021), Lemes et al. (2022), dentre outros. A Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) é uma técnica que utiliza hormônios com o objetivo de promover a sincronização do estro e ovulação de fêmeas bovinas para reprodução. São utilizados diversos protocolos para IATF como por exemplo, o protocolo ovsynch, o Presynch e os protocolos a base de progesterona e GnRH. Dentre as principais vantagens da implantação de programas de IATF, destaca-se a redução do intervalo entre partos, eliminação do tempo de observação de cio e o melhoramento e homogeneização do rebanho, e o aumento da lucratividade da propriedade visto que permite a utilização de sêmen de qualidade, melhorando os índices reprodutivos, assim como a qualidade da carne bovina e do leite para um mercado consumidor cada vez mais exigente. Todavia, há aspectos que interferem nos resultados da IATF, como o escore corporal dos animais, o manejo nutricional, sanitário e gestacional. Logo, a IATF é uma ferramenta de biotecnologia que possibilita a sincronização da ovulação, possibilitando uma maior eficiência reprodutiva, qualidade produtiva e lucratividade nas propriedades rurais.

PALAVRAS-CHAVE: hormônios; reprodução; ruminantes.

ABSTRACT: This article aims to carry out a literature review on artificial insemination techniques in cattle, focusing on fixed-time artificial insemination (FTAI), discussing its protocols, effectiveness, advantages and disadvantages, as well as the economic aspects for the producer. Fixed Time Artificial Insemination (FTAI) is a technique that uses hormones with the aim of promoting the synchronization of estrus and ovulation in female bovine animals for reproduction. Several protocols are used for FTAI, such as the ovsynch protocol, the Presynch protocol, and protocols based on progestogens and GnRH. Among the main advantages of implementing FTAI programs, the reduction of the calving interval, elimination of the time of observation of heat and the improvement and homogenization of the herd, and the increase in the profitability of the property, since it allows the use of semen quality, improving reproductive rates, as well as the quality of beef and milk for an

¹ Graduanda do Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Mário Palmério (UNIFUCAMP), Monte Carmelo-M.G.. E-mail: sinara97@outlook.com

² Professora orientadora, graduada em Medicina Veterinária e especialista em Clínica Médica e Cirúrgica de Grandes Animais (Universidade Federal de Uberlândia – UFU). Professora de Medicina Veterinária (Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP).

increasingly demanding consumer market. However, there are aspects that interfere with FTAI results, such as the animals' body score, nutritional, sanitary and gestational management. productivity and profitability in rural properties.

KEYWORDS: hormones; reproduction; ruminants.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional, a demanda alimentar é aumentada de forma gradativa em todo o mundo, com isso, é necessária a ampliação da produção de produtos de origem animal para suprir e atender às necessidades da população (FAO, 2017). No intuito de incrementar a eficiência produtiva dos animais de criação, biotecnologias surgem para garantir maior eficiência e menor tempo de produção de alimentos de origem animal. Dessa forma, as técnicas de inseminação artificial (IA), inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e transferência de embrião (TE) são empregadas para melhorar a produtividade e a lucratividade do produtor rural (SILVA; MELLO; PALHANO, 2021).

A inseminação artificial (IA) consiste na detecção do estro de forma natural e inseminação individual. A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) refere-se à utilização de fármacos para geração de estro em um lote de vacas e inseminação em um período curto de todos os animais, já a transferência de embrião (TE), configura a implantação do embrião formado em uma vaca receptora (BARUSELLI, 2019).

Hoje em dia a IATF é bastante empregada justamente pelos seus índices de sucesso e redução do tempo de serviço dos touros e pessoal, porém, a taxa de sucesso dessa forma de inseminação artificial depende de vários fatores, não se limitando apenas à seleção adequada dos animais, mas também à escolha correta de protocolos empregados, à técnica e ao manejo pré e pós-inseminação (FIRMINO; CHAGAS, 2021).

Dessa forma, objetiva-se realizar uma revisão de literatura sobre as técnicas de inseminação artificial em bovinos, com foco na inseminação artificial em tempo fixo (IATF), a fim de compreender as metodologias, a eficácia, as vantagens, as desvantagens, os aspectos econômicos e os impactos para o produtor, o ambiente e a população com o uso dessa técnica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Anatomia do trato reprodutor da fêmea bovina

O trato reprodutor da fêmea bovina é constituído pelos ovidutos, ovários, útero, cérvix, vagina e vulva. Os ovários são os órgãos que estão envolvidos no sistema endócrino reprodutivo e na produção dos gametas, com a finalidade de produção de óvulos (que quando fertilizados, levarão a origem de embriões) e hormônios como o estradiol e a progesterona. Nas vacas, eles estão localizados ao final de cada oviduto, possuindo uma forma arredondada e de diversos tamanhos. Cada ovário possui uma região medular e uma cortical. A porção medular do ovário é constituída por tecido conjuntivo, nervos e vasos sanguíneos e linfáticos. Na porção cortical se encontram os folículos em diferentes estágios de desenvolvimento e o corpo hemorrágico, lúteo e albicans (CARVALHO et al., 2018; SILVA, 2021).

Outro órgão envolvido no processo reprodutivo é o útero, composto por três partes, o corpo, os cornos e o colo, possuindo um septo que o divide em os dois cornos chamado de septo intercornual. A principal função do útero é alocar o embrião em primeiro momento e posteriormente o feto até o final da gestação. O corpo uterino possui cerca de 3 a 5 cm, em média, sendo o local onde será feito o depósito do sêmen durante a inseminação artificial (SILVA, 2020; SANTOS et al., 2021; SILVA, 2021).

A cérvix ou colo é composto por anéis cartilagosos com objetivo de fechamento do canal vaginal, sendo responsável por conectar a vagina ao corpo do útero. Fisiologicamente a cérvix tem sua abertura apenas durante o parto ou estro e está localizada na parte final da vagina. Essa estrutura ainda, possui células secretoras de muco, que durante o período de diestro e gestação, é bastante viscoso transformando-se em uma espécie de tampão que impede a entrada de microrganismos indesejados no canal cervical e útero. Vacas que possuem cérvix muito sinuosa, onde podem impedir a passagem do aplicador de sêmen devem ser eliminadas do programa de inseminação artificial, visto que a aplicação do sêmen no colo do útero tende a reduzir as taxas de prenhez (CARVALHO, et al., 2018).

No que se refere a vagina, trata-se do órgão copulatório, onde o sêmen é ejaculado na sua porção final durante o processo de monta natural ou inseminação. Ela está localizada entre o colo do útero e os lábios vulvares, possuindo uma forma tubular e diferentes diâmetros internos devido ao grande número de pregas. Além disso, seu comprimento gira em torno de 30 cm. Sua porção cranial possui um formato de fundo de saco sendo nomeada de fórnice vaginal ou fundo de saco vaginal (SANTOS et al., 2021).

A genitália externa é composta pela vulva e pelo clitóris, sendo essas as porções genitais mais externas do trato genital feminino. A vulva é responsável pelo fechamento externo do trato genital, e é recoberta por pelos, mucosa e pele. Em resposta a hormônios, a vulva pode se apresentar avermelhada e edemaciada, sendo esse um indicativo de que o animal está prestes a entrar em estro. Na porção inferior da vulva encontra-se o clitóris, região onde o inseminador deve massagear após o ato de inseminação. O estímulo clitoriano tem a função de aumentar a contração uterina e a excitabilidade do animal, além de acelerar a elevação das taxas de LH, reduzindo o intervalo entre o estro e a ovulação (SILVA, 2020).

2.2. Anatomia do trato reprodutor do macho bovino

O sistema reprodutor do macho bovino é composto por órgãos responsáveis pelo o desenvolvimento, amadurecimento, transporte e armazenamento dos gametas masculinos chamados de espermatozoides. Esses órgãos são os testículos, o epidídimo, o ducto deferente, a uretra e as glândulas genitais acessórias (CARVALHO et al., 2018).

O testículo é um órgão pareado e possui duas funções, a primeira de produção de espermatozoides, através da espermatogênese, com duração de aproximadamente 61 dias nos bovinos, e a segunda de síntese do hormônio sexual masculino, a testosterona e outros como o estrógeno, a progesterona e o colesterol, por meio de um processo chamado de esteroidogênese. Ambas as funções ocorrem nos túbulos seminíferos, nas células de Leydig e nas células intersticiais, e dependem dos hormônios gonadotróficos, hormônio estimulador das células intersticiais (ICSH) ou hormônio luteinizante (LH) e hormônio folículo estimulante (FSH), que são liberados pelo lobo anterior da hipófise denominada de adenohipófise. O eixo hipotalâmico-pituitário-gonadal corresponde a um sistema autônomo e auto-regulável e a interação entre os hormônios que as células de Leydig e túbulos seminíferos produzem, são responsáveis pelo controle destas funções, devido ao estímulo dos hormônios produzidos e liberados pelo hipotálamo e adenohipófise (SILVA, 2020).

O epidídimo é dividido em três porções, a cabeça, o corpo e a cauda, e é nesta estrutura que ocorre o transporte e a maturação dos espermatozoides antes de passarem para o ducto deferente e pela uretra, canais por onde serão ejaculados. Esta região do sistema reprodutivo masculino bovino é onde o espermatozoide adquire a capacidade de fertilização, ganhando motilidade progressiva, transformações morfológicas, mudança dos aspectos

membranosos e do metabolismo. No bovino, o período de passagem do espermatozoide no epidídimo é de cerca de 10 dias (MACHADO; SALLA, 2021).

O pênis é o órgão copulador do touro e possui corpo, músculo retrator e glândula. A glândula, durante a fase pré-púbere, encontra-se aderida ao prepúcio, através de um ligamento que extingue antes da chegada da puberdade, aproximadamente aos 17 meses de idade do animal. O prepúcio possui duas partes, uma externa e outra interna, ligadas ao pênis, onde se encontram glândulas para lubrificação do órgão. O prepúcio pode se apresentar como curto ou penduloso. Além disso, outra estrutura encontrada neste órgão é o óstio prepucial responsável pela abertura para a exteriorização normal do pênis. (CARVALHO et al., 2018, SILVA, 2020; FREITAS et al., 2021).

A flexura sigmóide é uma estrutura em forma de S, encontrada no pênis do touro, sendo localizada acima e atrás do saco escrotal. Durante a cópula, o músculo retrator peniano, com origem nas duas últimas vértebras caudais, conectado à segunda curva da flexura sigmoide, é relaxado e a flexura é desfeita, possibilitando que o pênis se estenda. A extensão peniana é revestida pela túnica albugínea, um tecido protetor fibroso branco e denso (SILVA, 2020; FREITAS et al., 2021).

As glândulas genitais acessórias estão na região da parte pélvica da uretra. No macho bovino há um conjunto completo de glândulas acessórias, composta pelas glândulas vesiculares, bulbouretrais e a próstata. As glândulas vesiculares possuem lóbulos e variam de tamanho, possuindo cerca de 8 a 10 cm de diâmetro no touro jovem, e chegando a 15 cm no animal adulto. Nessas glândulas que são produzidos o plasma seminal, líquido de transporte para a condução dos espermatozoides através do trato reprodutivo do macho para a fêmea bovina. O plasma seminal é responsável pelo volume ejaculatório do touro, já que o volume produzido pelo esperma é pequeno frente ao total ejaculado (SILVA, 2020).

2.3. Fisiologia da reprodução da fêmea bovina

A fisiologia da reprodução na fêmea bovina é realizada através do relacionamento entre as estruturas do hipotálamo, hipófise, útero e ovários. É no hipotálamo, que se produz o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), responsável pela estimulação da hipófise e liberação de FSH, hormônio que se encontra ligado ao crescimento folicular, e liberação de LH, responsável por estimular a ovulação do folículo dominante e ação de formação do corpo lúteo (CL). Fisiologicamente, as fêmeas bovinas são poliéstricas não sazonais,

possuindo ciclos estrais regulares com intervalos de 21 dias. Esse ciclo normalmente possui quatro fases chamadas de proestro, estro, metaestro e diestro (SILVA, 2021).

O estágio de desenvolvimento folicular ou fase folicular é dividido em duas etapas, a primeira é o proestro e a segunda o estro. O proestro possui duração de cerca de dois a três dias, e é caracterizado pela elevação gradativa de estrógeno, em decorrência ao crescimento folicular, e a redução de progesterona, respectivamente. É nesta fase que há a liberação da gonadotrofina (GnRH) pelo hipotálamo, acarretando o estímulo para a liberação de FSH e LH no sangue do animal, que estimula o crescimento e a maturação folicular. Em seguida, existe um aumento da produção de estadiol (E2), responsável por influenciar a manifestação do período de estro do animal (SILVA, 2021). Ao chegar em uma determinada concentração, o E2 envia uma resposta de feedback positivo para o hipotálamo, respondendo por meio de estímulo da liberação maior do pulso de FSH e, especialmente, do pico de LH, tendo como consequência o início da segunda fase, o estro. O estro é a etapa onde a vaca está apta à aceitação da monta, além disso, há a dilatação da cérvix, produção e liberação do muco vaginal, e caso seja inseminada haverá o transporte dos espermatozoides da vagina para o útero (SILVA, 2021; SILVA, 2022).

Após isso, o animal entra no metaestro, período em que ocorre o início da ovulação, essa fase está diretamente ligada ao pico de LH, visto que por meio dele será rompido o folículo e haverá a liberação do oócito para fecundação. Ao mesmo tempo, ocorre a origem de vasos sanguíneos para dentro do folículo, como forma de preparação para a formação do corpo lúteo. Após a ovulação, na região onde essa ocorreu, será formado o corpo lúteo, responsável pela produção e liberação de progesterona (P4), hormônio com função de inibir a liberação de GnRH, capaz de preparar o endométrio para a prenhez assim como sua manutenção. Por fim, inicia-se o diestro, o estágio reprodutivo de maior duração, cerca de 13 a 15 dias. Nessa etapa, caso o óvulo for fecundado, o corpo lúteo se manterá e as taxas de P4 no sangue se manterão elevadas, entretanto, caso não haja à fecundação, o corpo lúteo regredirá aproximadamente no 17º dia pós-cio, através da atividade da prostaglandina 2α (PGF 2α), e, posteriormente, iniciará um novo ciclo fisiológico reprodutivo do animal (CARVALHO et al., 2018; SILVA, 2021).

2.4.Fisiologia da reprodução do macho bovino

Na fisiologia reprodutiva do macho bovino, a produção hormonal e a formação de espermatozoides ocorrem dentro dos túbulos seminíferos, localizados no interior dos testículos. As células de Sertoli que estão presentes nos testículos, são responsáveis pela formação dos espermatozoides, e envio para o lúmen dos túbulos seminíferos, bem como a secreção de fluido que garante ambiente eficaz para o bom desenvolvimento destes gametas. As células de Leydig, também encontradas nos testículos, realizam a produção da testosterona. Tanto a produção de espermatozoides e quanto de testosterona se dão em resposta à estímulo advindo do cérebro, mais especificamente do hipotálamo. O hipotálamo é responsável pela liberação do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), sendo este o estimulante da adenohipófise também localizada no encéfalo (MACHADO; SALLA, 2021; SILVA, 2022).

Em resposta ao estímulo do GnRH, a adenohipófise inicia a produção e a liberação de LH e de FSH. O FSH irá sinalizar para as células de Sertoli para que produzam substâncias espermatogênicas, fundamentais para formação dos espermatozoides e, o LH, irá controlar as células de Leydig para produção de hormônios androgênicos como a diidrotestosterona, androstenediona e especialmente a testosterona. O eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal é um sistema autônomo e auto-regulável, onde a testosterona produzida pelos testículos, irá responder ao LH, reduzindo a produção e a liberação dos hormônios produzidos tanto no hipotálamo, quanto na adenohipófise (CARVALHO et al., 2018).

Para manter a saúde fisiológica masculina bovina recomenda-se a realização de exame andrológico entre 60 e 70 dias em machos reprodutores doadores de sêmen, como forma de garantir uma boa comercialização com sêmen de alta qualidade. Outro fator fisiológico a ser avaliado é a circunferência escrotal, ela está diretamente relacionada com a capacidade de produção espermática do touro reprodutor e deve possuir cerca de 30 cm em touros maiores de 18 meses de idade (CARVALHO et al., 2018; SILVA, 2020; MACHADO; SALLA, 2021).

2.5. Inseminação artificial

A Inseminação Artificial (IA) é utilizada com o objetivo de aumentar a produtividade de um rebanho, assim como melhorar geneticamente as características dos animais. Entretanto, assim como outras tecnologias artificiais de reprodução, existem algumas metodologias para sua utilização de maneira adequada para que se alcance bons resultados.

A detecção do estro na vaca muitas vezes é dificultada devido a sua curta duração, além disso, há casos em que ele ocorre em períodos do dia em que não há sua observação, aspectos que associados às condições precárias e de falta de conhecimento, levam a uma redução do desempenho reprodutivo dos animais (BARUSELLI, 2019).

A IA é uma metodologia que busca melhorar os rebanhos e a rentabilidade, seja na pecuária leiteira ou na pecuária de corte (FIRMINO; CHAGAS, 2021). A IA quando implantada e manejada corretamente, possui uma vasta gama de benefícios como uma maior acurácia e intensidade de seleção, controle de doenças sexualmente transmissíveis (DST's), utilização de animais com dificuldades em monta, mas que possuem um alto valor zootécnico, possibilidade de sexagem dos espermatozoides e aumento do número de crias e novilhas por reprodutor, melhoramento genético do rebanho, melhoramento da qualidade do leite e da carne produzida pelo rebanho (BARUSELLI, 2019). Todavia a IA também apresenta algumas desvantagens como a necessidade de pessoal com treinamento adequado para realização dos procedimentos, mão-de-obra especializada, alto investimento em hormônios, ferramentas, insumos e estruturas adequadas, problemas de detecção do estro da vaca realizada pelo homem (RODRIGUES et al., 2020).

A IA é uma técnica que não possui somente um método específico para sua execução. Existem muitos protocolos que buscam facilitar a reprodução e elevar a taxa de prenhez e concepção do rebanho, como a inseminação artificial tradicional, a transferência de embrião em tempo fixo e a inseminação artificial em tempo fixo (NETO et al., 2018; GOTTSCHALLET et al., 2019;; SILVA; MELLO; PALHANO, 2021).

Na inseminação artificial tradicional, os animais com melhores escores corporais são selecionados e em seguida é realizado a detecção do estro na vaca. Caso seja positivo, é realizado a coleta do sêmen do touro, e este é depositado no sistema reprodutor feminino de forma mecânica utilizando-se de instrumentos. Ou seja, o inseminador deposita somente o sêmen na fêmea. O processo de fecundação e o desenvolvimento do bezerro ocorrem de forma natural, sem a intervenção humana. A inseminação artificial tradicional é uma técnica barata, trazendo um retorno financeiro significativo através do manejo genético (BARUSELLI, 2019).

Já a técnica de Transferência de Embrião in vivo em Tempo Fixo (TEFT), é bastante utilizada em animais de alto valor genético. Este método consiste em utilizar uma vaca com genética superior como doadora mediante a tratamento hormonal para estimular a sua produção de óvulos. Em seguida, a vaca é inseminada artificialmente, e posteriormente, é

realizado a lavagem uterina no animal para recuperar os embriões, que serão transferidos para outro animal (receptora), sem que a vaca superior doadora passe por gestação ou parto (NETO et al., 2018).

A Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), é uma técnica que estimula a sincronização da ovulação das vacas após a aplicação de hormônios em dias determinados, e em seguida é realizada a inseminação. A IATF é um dos protocolos mais utilizados ao redor do mundo. Tal técnica é conhecida devido a sua capacidade de otimizar o tempo, possibilitando que muitos animais sejam inseminados no mesmo dia e com altas taxas de sucesso (BARUSELLI, 2019; GOTTSCHALLET et al., 2019; FIRMINO; CHAGAS, 2021).

2.6. Inseminação artificial em tempo fixo (IATF)

A técnica da IATF possibilita ao produtor a escolha do momento em que irá realizar inseminação das vacas de seu rebanho, sem a necessidade de se aguardar o seu estro natural. Através da IATF, as vacas têm a sua ovulação induzida através de aplicação de protocolos hormonais e a inseminação artificial poderá ser realizada em uma data pré-determinada. Sua utilização tem a capacidade de uma maior adequação da produção e da qualidade agregada ao rebanho e aos produtos produzidos por ele. Por meio deste método, toda reprodução fica sob domínio do produtor possibilitando assim inseminar a maior quantidade possível de vacas em um curto espaço de tempo, programar a inseminação e o nascimento dos bezerros, elevando o número de bezerros e novilhas, alcançando um melhor aproveitamento da mão-de-obra da fazenda (FIRMINO; CHAGAS, 2021).

A fêmea bovina é o centro dos programas de IA. É fundamental prezar pelo bem-estar e saúde desses animais, visto que aquelas que apresentarem um baixo escore de condição corporal possuem uma baixa chance de manifestarem estro e de conceberem o bezerro. Assim, recomenda-se separar os animais em aptos ou inaptos ao programa de IATF. Os animais não aptos necessitam passar por um programa de manejo rigoroso para melhorar a condição corporal e, posteriormente, serem inseridas no programa de IA (CARVALHO et al., 2018).

Para que a IATF seja efetiva é fundamental o manejo reprodutivo. Este é um conjunto de elementos fundamentais a serem seguidos como o planejamento, organização e a decisão de qual protocolo será utilizado, como será feita a aplicação de hormônios, seleção do sêmen,

manejo nutricional e sanitário geral do rebanho, além da capacitação de recursos humanos e financeiros envolvidos com todo o processo (SILVA; MELLO; PALHANO, 2021).

Dentro da IATF existem diversos protocolos que podem ser utilizados e possuem os mesmos resultados. Dentre os protocolos utilizados há os que utilizam os hormônios GnRH e PGF2 α , os que utilizam somente PGF2 α , e os que utilizam a associação de progesterona-estradiol-prostaglandina. Para que o sucesso seja alcançado, é necessário garantir um controle total do ciclo estral da fêmea bovina a ser inseminada (GOTTSCHALLET et al., 2019; RODRIGUES et al., 2020).

Para que a IATF seja eficaz, é fundamental a sincronização entre o momento de cio, que é um período curto, com o mecanismo da ovulação dos animais tratados pela aplicação de hormônios estimulantes os quais promovem uma resposta de “feedback” positivo para LH no período final do desenvolvimento folicular (D’ÁVILA et al., 2019). Outro ponto fundamental para o sucesso da IATF é a seleção dos touros, etapa fundamental, é recomendado que os machos reprodutores utilizados sejam animais avaliados geneticamente em programa de melhoramento genético e com altos índices de escore corporais, pois além de aumentar a taxa de prenhez, a qualidade dos animais nascidos também será elevada. As características do sêmen do touro reprodutor são fundamentais, são avaliadas a mobilidade, a morfologia espermática, a concentração e o volume do ejaculado, tais parâmetros são capazes de influenciar o potencial reprodutivo do macho reprodutor (FIRMINO; CHAGAS, 2021).

A comercialização de sêmens utilizados na IATF só podem ser realizadas por Centros de Coletas e Processamento de Sêmen, garantindo assim que foram seguidas às normas rígidas de controle sanitário estabelecidos pelos órgãos competentes de controle. Desta forma é assegurado que o sêmen foi manipulado de maneira correta, desde a sua coleta, diluição, armazenamento, congelamento e transporte, possibilitando uma inseminação e prenhez mais eficaz (LEMES et al., 2022)

Para que os animais estejam em condições fisiológicas adequadas para a IATF é fundamental que o produtor disponha de pastagens de boa qualidade, garanta o fornecimento de sal mineral e água de boa qualidade à vontade, em conjunto com o controle, planejamento, execução e monitoramento das condições sanitárias e vacinação. As condições metabólicas são impactadas devido ao mal manejo reprodutivo dos animais, influenciando de forma negativa na sincronização do estro e conseqüentemente a IATF, além disso, a má nutrição do animal pode atingir os aspectos hormonais, problemas de crescimento folicular, baixo

desempenho do corpo lúteo, doenças, assim como as atividades de secreção do útero da fêmea em processo de reprodução (SILVA; MELLO; PALHANO, 2021).

Caso o animal apresente balanço energético negativo poderá ocorrer a redução glicolítica no plasma, gerando inibição da produção e liberação de LH, além de outros hormônios metabólicos, o que leva ao baixo desempenho das funções da hipófise e ovários. Uma nutrição inadequada pode acarretar patologias pós-parto, visto que é nesta fase em que há uma maior necessidade de nutrientes. É recomendado que seja realizado uma análise mensal das fêmeas do rebanho como no início, meio e fim da lactação assim como no período seco, com o objetivo de avaliar os Escore de Condição Corporal (ECC) dos animais para uma próxima IATF (CARVALHO et al., 2018; LEMES et al., 2022).

Após a realização da IATF, é fundamental que haja acompanhamento e manejo gestacional, além disso o diagnóstico gestacional precoce é primordial e feito através do exame de ultrassonografia e palpação retal. As vacas que se apresentam prenhas recebem manejo gestacional, com exames gestacionais periódicos, administração de protocolos de prevenção a doenças e aborto. Essas vacas são separadas dos demais animais, alocadas em ambiente específico e com acesso a nutrição ainda mais balanceada e nutritiva para suprir as demandas da gestação e para melhor preparação da lactação do bezerro, elas terão ainda assistência obstétrica diária, com a realização do parto em um local tranquilo, sadio e planejado (SILVA; MELLO; PALHANO, 2021; LEMES et al., 2022).

Um manejo onde existem condições sanitárias inadequadas impactam de forma negativa as taxas de prenhez. Como forma de reduzir tais riscos sanitários, a vacinação contemplando doenças como a febre aftosa, clostridiose, raiva, além das de patologias de importância reprodutiva como a rinotraqueíte infecciosa bovina, leptospirose, brucelose e diarreia viral bovina deverão ser realizadas. O controle de parasitas com o objetivo de elevar as taxas de sucesso da IATF também deve ser realizado (CARVALHO et al., 2018).

2.6 Protocolos e tratamento hormonal da IATF.

A inseminação IATF utiliza-se de diversos protocolos hormonais. Com a utilização de hormônios, há a possibilidade de maior controle com relação a ovulação, permitindo realizar a inseminação em um grande número de animais em um menor espaço de tempo. Na IATF há 3 etapas, sendo, a primeira, a sincronização do desenvolvimento dos folículos ovarianos através de atresia, ou seja, utilizando-se hormônios como o estrógeno e

progesterona ou por meio da ovulação através de hormônios como liberador de gonadotrofinas e luteinizante. A segunda etapa é o controle dos níveis de progesterona e a redução das taxas de progesterona ao fim do protocolo. E por fim, na terceira etapa há a estimulação da ovulação sincronizada através de hormônios como estrógeno, gonadotrofinas, gonadotrófico e luteinizante, tornando possível a realização da IATF em um período planejado (SANTOS et al., 2018; D'Avila et al., 2019; GOTTSCHALLET et al., 2019; RODRIGUES et al., 2020).

Os hormônios se caracterizam como substâncias que atuam em mecanismos de ação específica dentro de um organismo. Nos bovinos, estes realizam a função de expressar o comportamento sexual do animal, gestação, lactação, estro e parição. Estas substâncias são produzidas em um tecido ou fonte, tendo diversas formas de naturezas como lipídeos, proteínas, dentre outras (GOTTSCHALLET et al., 2019; RODRIGUES et al., 2020). Os protocolos de pré-sincronização utilizam diversos hormônios, como a $PGF2\alpha$, estradiol ou GnRH. Os protocolos utilizam como agente indutor da ovulação, o hormônio (GnRH) e estrogênicos, ambos podendo ser combinados com dispositivos de progesterona e com análogos da prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$) (D'Avila et al., 2019).

Ao se utilizar protocolo com base no hormônio $PGF2\alpha$, este denomina-se Presynch, onde são realizadas duas aplicações de injeções de $PGF2\alpha$ em um intervalo de tempo de 14 dias. Antigamente, o protocolo com $PGF2\alpha$ de sincronização de estro utilizava apenas uma única injeção de $PGF2\alpha$, como forma de indução da luteólise, e posteriormente a detecção de estro e efetivar a inseminação artificial nas novilhas. É fundamental ser respeitado o dia de administração deste hormônio, pois a mudança no dia da aplicação e na dose de $PGF2\alpha$ irá afetar diretamente a taxa de ovulação assim como a fertilidade, seja em rebanhos leiteiros quanto de rebanhos de corte (MONGELLI et al., 2021).

Já os protocolos que tem como base o estradiol e a progesterona são baseados na inserção de um dispositivo de liberação controlada de progesterona (P4) e estradiol (E2) no dia zero, como forma de realizar a sincronização durante a onda folicular. Além disso, é administrado a $PGF2\alpha$ quando o dispositivo for removido no dia sete, oito ou novo, com o objetivo de que ocorra luteólise, e, posteriormente, administra-se uma dose reduzida de estradiol 24h após ou GnRH/LH entre 48h e 54h depois, para sincronizar a ovulação e em seguida é realizada a inseminação (SANTOS et al., 2018).

Outro protocolo de IATF desenvolvido foi o Ovsynch, tendo como base o GnRH e $PGF2\alpha$, focado no controle do corpo lúteo. Geralmente, neste protocolo é realizado no

primeiro dia a aplicação de GnRH, responsável por causar uma sincronização da onda de crescimento folicular através da ovulação ou luteinização do folículo dominante. No 7º dia, é realizado a aplicação de uma dose de PGF2 α , possibilitando a luteólise e a redução dos níveis séricos de progesterona (P4). No 9º dia, é realizado uma nova aplicação de GnRH onde será estimulado o pico de LH, sincronizando desta forma a ovulação. No protocolo Ovsynch, a inseminação artificial é realizada, em torno do 12 a 24 horas posteriormente a última administração de GnRH (MONGELLI et al., 2021).

2.7 Eficácia e aspectos econômicos da inseminação artificial em tempo fixo (IATF)

No Brasil, protocolos de IATF como Presynch e Ovsynch são aplicados utilizando de tecnologia de dispositivos liberadores de hormônios, e protocolos a base de GnRH e PGF2 α (SANTOS et al., 2018; D'Avila et al., 2019; MONGELLI et al., 2021). Perucchi et al. (2021) ao avaliarem o desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas, submetidas a IATF e ao protocolo baseado em GnRH, evidenciaram aumento de taxas de prenhez de 55,4% para animais matrizes com estro aparente, 19,2% em vacas que apresentaram o estro parcial e 25,9% em animais que não apresentavam o estro.

Na pesquisa de Gottschall e Camila (2017) com 267 novilhas da raça Braford e cruzas submetidas ao protocolo de IATF aos 2 anos de idade resultaram em taxas de prenhez final muito positivas, sendo divididas em 3 grupos com taxa de prenhez final do Grupo-I de 89,9%, do Grupo-II de 83,6% e do Grupo-III de 90,2% e o custo por prenhez para os respectivos grupos de R\$ 58,30, R\$ 64,20 e R\$ 49,20, utilizando o protocolo de OvSynch baseado em GnRH, progesterona e prostaglandina (PGF2 α).

O benefício genético é baseado na seleção de indivíduos melhor rendimento de carcaça, produção de leite, escore corporal e precocidade sexual, possibilita um grande aumento da produtividade, seja tanto na carne quanto na produção de leite, convertendo em retorno econômico para o produtor (BARUSELLI, 2019; FIRMINO; CHAGAS, 2021).

A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) possui muitas vantagens a nível de rebanho comparadas a outras técnicas como a de estação de monta, como a melhor padronização de bezerros produzidos, controle de doenças que podem ser transmitidas pelo touro durante o cruzamento, possibilidade de cruzamento industrial entre raças zebuínas com taurinas, prevenção de acidentes com a fêmea bovina ou com o touro durante a realização da monta, diminuição de problemas e dificuldades nos partos utilizando touros adequados,

escolha da data para inseminação sem necessidade de detecção de cio, dentre outras vantagens (SILVA; MELLO; PALHANO, 2021).

A IATF apresenta custo inicial maior de produção com relação aos custos da reprodução com o método de estação de monta com touro. Entretanto a técnica de IATF possibilita ao produtor uma maior rentabilidade produtiva dos bezerros já que são gerados animais com maiores escores corporais que aqueles gerados com a estação de monta de touro, podendo chegar a uma rentabilidade 15% superior (SANTOS; TORTELLA; FAUSTO, 2018; SILVA; MELLO; PALHANO, 2021). Todavia, a IATF quando comparada a técnica de Produção *In Vitro* de embriões (PIVE) com relação a taxas de prenhez, ambas tiveram resultados relativamente similares, porém a PIVE apresentou um investimento financeiro muito superior frente a IATF, tornando a IATF mais viável (NASCIMENTO et al., 2017).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia utilizada baseou-se em uma pesquisa bibliográfica, explicativa e exploratória, a qual objetivou coletar informações de diversos autores sobre o tema em questão. Neste sentido, para construir o referencial teórico com foco na inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos foram realizadas buscas de artigos de revistas científicas em diversos sites de acervos eletrônicos como o Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (Scielo) e livros a partir do ano de 2017.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os programas de melhoramento genético bovino baseia-se na avaliação e determinação de características dos animais para melhorar os ganhos econômicos e de rebanho, através do planejamento para selecionar as melhores características genéticas, através da IATF que é uma biotecnologia da reprodução que permite a sincronização da ovulação, proporcionando a otimização do manejo reprodutivo nas propriedades rurais, maximizando seus lucros.

Conclui-se que o método de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) proporciona diversas vantagens ao produtor como melhor planejamento da inseminação artificial e do

nascimento dos bezerros, assim como o controle de sincronização do estro, através de protocolos como Presynch e o Ovsynch que utilizam hormônios como GnRH, PGF2 α , LH e FSH. Os sêmens dos touros selecionados para o programa de IATF são fundamentais para que haja um melhor desempenho na taxa de prenhez das fêmeas. A IATF proporciona a otimização do manejo reprodutivo nas propriedades rurais e maximização de seus lucros ao se selecionar indivíduos de melhor rendimento de carcaça e produção de leite possibilitando um aumento da produtividade, sendo convertido em retorno econômico para o produtor e melhores produtos para o consumidor.

REFERÊNCIAS

BARUSELLI, P. S.; CATUSSI, B. L. C.; ABREU, L. A.; ELLIFF, F. M.; SILVA, L. G.; BATISTA, E. S.; CREPALDI, G. A. Evolução e perspectivas da Inseminação Artificial em bovinos. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 43, n. 2, 2019.

CARVALHO, N. U. M.; DAU, A. M. P.; SANTOS, M. P.; CESARO, M. P.; ROSA, P. R. A. **Aspectos reprodutivos aplicados à inseminação artificial em bovinos**. Santa Maria, RS : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM : Rede e-Tec Brasil, 2018.

D'AVILA, C. A.; MORAES, F. P.; JÚNIOR, T. L.; GASPERIN, B. G. Hormônios utilizados na indução da ovulação em bovinos – Artigo de revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 43, n. 4, p.797-802, 2019.

FIRMINO, A. A. F.; CHAGAS, J. C. C. Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) em bovinos de corte na Fazenda Alfredo de Maya no município de Cacimbinhas/AL. **Diversitas journal**, v. .6, n. 4, 2021.

FREITAS, V. M.; RABELO, R. E.; ASSIS, B. M.; QUEIROZ, P. J. B.; VULCANI, V. A. S. Aspectos morfológicos da genitália externa de touros associados à impotência coeundi. **Enciclopédia biosfera**, v. 18 n. 37, 2021

GOTTSCHALL, C. S.; CAMILA, V. **Desempenho bioeconômico de três protocolos utilizados na inseminação artificial em tempo fixo em novilhas de corte**. XXIII Salão de iniciação científica e tecnológica. 2017. Disponível em:< <http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/sic/sic23/paper/view/8269>>. Acesso em: 24 abr. 2023.

GOTTSCHALL, C. S.; ABREU, M. S.; LORHAN, S. S. Influência da indução à puberdade e do peso vivo sobre a resposta reprodutiva em novilhas de corte. **Revista Veterinária em Foco**, v. 16, n. 2, 2019.

LEMES, B. C.; SOUZA, G. D.; PEREIRA, J. A. S.; DANDE, J. E.; FILHO, M. F. F.; MONTICELI, V. M. R.; GUEDES, E. Metodologia e manejo reprodutivo aplicado em bovinos leiteiros. **Agroveterinária**, v. 4, n. 1, 2022.

MACHADO, J. P. M. M.; SALLA, P. de F. Alerta sobre infertilidade com origem epididimária. **Anais congrega mic**, v. 17, 2021.

MONGELLI, M. S.; TAVARES, I. C.; FERRANTE, M. Evolução e premissas dos protocolos hormonais de inseminação artificial em tempo fixo na pecuária. **Ciência Animal**, v. 31, n. 1, p.119-133, 2021.

NETO, A. C.; VIEIRA, G. H. S.; HADDADE, I. R.; ROSADO, T. L.; MELLO, B. L. B. Aplicação de novas tecnologias na bovinocultura leiteira. **Incaper em Revista**, v. 9, p. 51-65, 2018.

NASCIMENTO, V. A.; CARVALHO, A. R.; DIAS, M.; PEREIRA, R. M.; LIMA, D. S. C. A inseminação artificial em tempo fixo e a produção in vitro de embriões em vacas da raça nelore. **Pesquisa Unifimes**, v. 2, 2017.

PERUCCHI, G. R. H.; SARTORI, G. DE S.; SILVA, R. A. B.; GARCIA, M. DA S.; JARDIM, R. J. D.; FRIAS, D. F. R. Avaliação do desempenho reprodutivo de vacas na região do pantanal sul-mato-grossense submetidas a IATF com aplicação de GNRH. **Nativa**, v. 9, n. 3, 2021.

RODRIGUES, A.S.; BRANDÃO, T. O.; DALCHIAVON, G. G.; ALCANTARA, M. R.; SANTOS, J. F.; FILHO, A. L. R.; LARA, L. L. Eficácia do uso distintos estimulantes do crescimento folicular em um protocolo para IATF em fêmeas nelore. **Veterinary Science**, v. 25, n. 1, 2020.

SANTOS, G.; TORTORELLA, R. D.; FAUSTO, D. Rentabilidade da monta natural e inseminação artificial em tempo fixo na pecuária de corte. **Revista iPecege**, v. 4, n. 1, 2018.

SANTOS, M. D.; CARVALHO, R. C.; SOARES, L. C. M.; FILHO, W. S. P.; FERREIRA, M. B.; REGO, F. C. A.; FILHO, L. F. C. C.; MEDEIROS, A. F. L.; SANTOS, R. M. **Exame ginecológico e diagnóstico de gestação**. Londrina: Editora Científica, 2021.

SANTOS, R.; TORTORELLA, R. D.; BARBOSA, E. A.; TEIXEIRA, H. C. A.; PAIVA NETO, M. A.; RAMOS, A. F. Protocolo com nove dias de progesterona para inseminação artificial em tempo fixo em vacas taurinas adaptadas ao clima tropical. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.6, 2018.

SILVA, E. I. C. **Anatomia e fisiologia do sistema reprodutivo dos animais**. 1. ed. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2020.

SILVA, E. I. C. **Fisiologia do Ciclo Estral dos Animais Domésticos**. 1. ed. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2021.

SILVA, E. I. C. **Fisiologia da Reprodução de Bovinos Leiteiros: Aspectos Básicos e Clínicos**. 1. ed. Belo Jardins: EICS, 2022.

SILVA, M. A. N.; MELLO, M. R. B.; PALHANO, H. B. Inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo em bovinos. **Revista Científica UBM-Barra Mansa (RJ)**, v. 23, n. 45, 2021.