www.revistaft.com.br

Revista FT | ISSN 1678-0817 | v. 30, n. 164, 2026 | DOI: 10.69849/23mf6h19

Utilização das biotecnologias da reprodução em rebanhos bovinos leiteiros

Use of reproductive biotechnologies in dairy cattle herds

Agata Martins Marambaia
Melina Marie Yasuoka (Orientadora)

RESUMO

A produção leiteira no Brasil e no mundo, é uma área de extrema relevância para o mercado agropecuário e para a utilização dos próprios indivíduos, é um alimento rico em proteína, gordura e lactose, contribuem para a nutrição de crianças, adultos e idosos, além de ser um ingrediente responsável por fazer parte de diversas receitas e ainda possui os seus derivados que são comercializados. Segundo estudos analisados, o Brasil produziu cerca de 36,8 milhões de toneladas de leite bovino em 2024, sendo um país de destaque entre os principais produtores mundiais, o aumento da produtividade do rebanho irá variar de acordo com as biotecnologias utilizadas, manejo ambiental e nutricional dos animais. Entre as principais biotecnologias utilizadas, se destaca a inseminação artificial (IA), inseminação artificial em tempo fixo (IATF), transferências de embriões (TE) e produção in vitro de embriões (PIVE). Essas biotecnologias permitem que seja utilizado o sêmen de touros com genética elevada, contribuindo para o melhoramento genético, diminuição de intervalo entre partos, além de ampliar a utilização das matrizes, para produzir um maior número de bezerros. As biotecnologias, associadas com o manejo nutricional e ambiental adequados, contribuem consequentemente para uma maior produção leiteira, algumas irão demandar maior custo benefício e mão-de-obra especializada. Essas técnicas, permitem acelerar o melhoramento genético do rebanho, multiplicando animais de elevado potencial genético, conseguindo aumentar a eficiência produtiva da propriedade, obtendo vacas com maior potencial para a produção de leite ao longo dos anos, além de melhorar a qualidade e a composição do leite, maior heterose e características desejáveis para a produção leiteira.

Palavras-chave: Leite, IATF, PIVE, Heterose.

ABSTRACT

Dairy production, both in Brazil and globally, is of immense importance to the agricultural sector and to human consumption. As a food source rich in protein, fat,

and lactose, it contributes to the nutrition of children, adults, and the elderly alike. Furthermore, it serves as a key ingredient in a wide variety of recipes, and its various derivatives are also widely marketed. According to the studies reviewed, Brazil produced approximately 36.8 million tons of bovine milk in 2024, positioning the country as a prominent global producer. Increases in herd productivity depend on the biotechnologies employed, as well as the environmental and nutritional management of the animals. Key biotechnologies used in this field include artificial insemination (AI), fixed-time artificial insemination (FTAI), embryo transfer (ET), and in vitro embryo production (IVEP). These tools allow for the use of semen from bulls with superior genetics, which facilitates genetic improvement, shortens the interval between calvings, and enables dams to produce a greater number of calves. When combined with proper nutritional and environmental management, these biotechnologies lead to higher milk yields—though some may require greater investment and specialized labor. Such techniques accelerate the genetic improvement of a herd by multiplying animals with high genetic potential, thereby increasing the farm's overall productive efficiency. This results in cows with a greater capacity for milk production over time, while also enhancing milk quality and composition, increasing heterosis, and promoting traits desirable for dairy production.
Keywords: Milk, FTAI, IVEP, Heterosis.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda por alimentos tem impulsionado a busca por sistemas de produção mais eficientes e sustentáveis. Nesse contexto, a bovinocultura leiteira brasileira apresenta importante participação no setor agropecuário, com a aquisição de 27,51 bilhões de litros de leite em 2025, representando aumento de 8,5% em relação a 2024 (IBGE, 2026).

Apesar dos avanços, ainda existem desafios relacionados à eficiência produtiva, ao melhoramento genético e à adoção de tecnologias nos sistemas de produção, especialmente entre pequenos produtores. Dessa forma, o conhecimento e a utilização das biotecnologias da reprodução podem contribuir para a disseminação de características genéticas superiores e para o desempenho produtivo dos rebanhos (STATHAM et al., 2023).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo revisar as principais biotecnologias da reprodução e seu papel na melhoria do desempenho produtivo da bovinocultura leiteira.

2. OBJETIVO

Avaliar a utilização das principais biotecnologias da reprodução aplicadas em rebanhos bovinos leiteiros, com ênfase na inseminação artificial, inseminação

artificial em tempo fixo (IATF), transferência de embriões e produção in vitro de embriões (PIVE), analisando seus benefícios e limitações e sua relação com a eficiência reprodutiva, o melhoramento genético e o desempenho produtivo dos animais, a partir das informações disponíveis na literatura científica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho consiste em uma revisão narrativa da literatura sobre a utilização das biotecnologias da reprodução em rebanhos leiteiros. A pesquisa foi realizada nas bases Google Acadêmico, SciELO, Portal de Periódicos CAPES, Pubvet, utilizando as palavras-chave: “biotecnologia da reprodução”, “bovinocultura leiteira”, “melhoramento genético”, “inseminação artificial”, “IATF”, “transferência de embriões” e “produção in vitro de embriões”, além de alguns termos em inglês, como “bovine fertility” e “reproductive efficiency”.

Foram selecionados trabalhos publicados entre 2004 e 2026, em português e inglês, relacionados à aplicação das biotecnologias da reprodução e seus efeitos sobre o melhoramento genético, eficiência reprodutiva e produtividade de bovinos leiteiros. Após a seleção, os estudos foram analisados e comparados, buscando identificar a influência dessas biotecnologias sobre o desempenho produtivo dos rebanhos.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Inseminação Artificial (IA)

A inseminação artificial é uma técnica que permite a deposição de sêmen em quantidade controlada na fêmea bovina, permitindo a fertilização e o desenvolvimento embrionário posteriormente. Teoricamente, é uma biotecnologia menos complexa de ser realizada e que agrega inúmeros benefícios financeiros e genéticos aos produtores e rebanhos. O manejo eficaz da inseminação artificial, requer habilidades na detecção de cio, determinando o momento ideal para a inseminação, o descongelamento e a aplicação do sêmen devem ser feitas de forma criteriosa, respeitando o tempo apropriado (ASBIA, 2021).

Deve haver a detecção correta do cio das fêmeas bovinas, um dos principais sinais é quando ocorre aceitação da monta, além de outros sinais, como inquietação

e presença de muco cristalino. Vacas observadas no cio pela manhã, devem ser inseminadas no período da tarde, enquanto vacas detectadas no cio no período da tarde, devem ser inseminadas na manhã seguinte. O sêmen deve ser armazenado corretamente no botijão contendo nitrogênio líquido, a palheta é retirada de forma cuidadosa e descongelada no banho maria com temperatura controlada, em um pequeno espaço montado na própria propriedade no local onde ocorrerão as inseminações (DISKIN, 2018).

Após o descongelamento, a palheta é inserida no aplicador, realizando o corte adequado da extremidade e colocação de bainha descartável e estéril, durante todo o procedimento, o aplicador deve ser protegido contra contaminação. A vaca deve ser contida no brete, a região de inseminação deve ser higienizada, removendo fezes da vaca e outras sujidades, a cérvix é identificada através da palpação retal, após a identificação, o aplicador é introduzido na vulva. Após a passagem da cérvix, o sêmen deve ser depositado no corpo do útero e o aplicador é retirado cuidadosamente, em seguida, a fêmea deve ser identificada (STATHAM, 2024).

4.2 Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF)

A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) é uma técnica que utiliza protocolos hormonais para sincronizar o ciclo estral e controlar o momento da ovulação das fêmeas bovinas. Diferentemente da inseminação artificial convencional, a IATF permite realizar a inseminação em um horário previamente programado, sem depender da identificação visual do cio. Essa característica facilita a organização do manejo reprodutivo, principalmente em propriedades que possuem um grande número de animais (SILVA et al., 2022).

Os protocolos de IATF podem utilizar dispositivos intravaginais contendo progesterona, associados a hormônios como estradiol, prostaglandina e indutores da ovulação, conforme a estratégia adotada pelo médico-veterinário. De maneira geral, o protocolo envolve a inserção do dispositivo hormonal, a administração dos medicamentos previstos, a retirada do dispositivo e a realização da inseminação no horário determinado. A escolha do protocolo depende de fatores como categoria animal, condição reprodutiva, histórico do rebanho e condições de manejo. Por isso, a utilização dos hormônios deve seguir orientação veterinária (MACHADO, 2012; SILVA et al., 2022).

Na bovinocultura leiteira, a IATF pode contribuir para melhorar a organização dos serviços reprodutivos e reduzir a dependência da observação de cio. Entretanto, os resultados dependem de fatores como nutrição adequada, condição corporal, sanidade, qualidade do sêmen e execução correta do protocolo. Portanto, a técnica deve ser associada a um manejo reprodutivo eficiente, com acompanhamento dos índices de prenhez e avaliação dos resultados obtidos na propriedade (MACHADO, 2012).

A IATF está associada com a sincronização de cio das fêmeas bovinas, os protocolos hormonais atuam no corpo lúteo, concentrações de progesterona e dinâmica de ondas foliculares. A progesterona promove um ambiente semelhante à fase lútea, auxiliando no controle do desenvolvimento folicular, o estrogênio é utilizado para sincronizar uma nova onda folicular e induzir os mecanismos relacionados à manifestação do estro e o momento de ovulação. A prostaglandina promove a regressão do corpo lúteo, reduzindo as concentrações de progesterona, o GnRH pode ser utilizado para indução de ovulação ou sincronização do cio, já o eCG (gonadotrofina coriônica equina) pode ser utilizado quando se tem menor atividade ovariana (JUNIOR et al., 2018).

4.3 Transferência de Embriões (TE)

A transferência de embriões (TE) é uma biotecnologia que permite multiplicar a descendência de fêmeas bovinas com características genéticas desejáveis. A técnica consiste na obtenção de embriões de uma fêmea doadora e sua transferência para fêmeas receptoras, que serão responsáveis por manter a gestação até o nascimento do bezerro. Essa estratégia é importante para o melhoramento genético, pois possibilita utilizar vacas de elevado mérito genético para produzir mais descendentes do que seria possível apenas pela reprodução convencional (PINTO et al., 2024).

Na transferência de embriões produzidos in vivo, a doadora recebe um tratamento hormonal para estimular o desenvolvimento de múltiplos folículos e ovulações, processo conhecido como superovulação. Após a inseminação da doadora, os embriões são recuperados por meio de lavagem uterina, avaliados e transferidos para receptoras previamente selecionadas e sincronizadas. A receptora precisa apresentar condições reprodutivas adequadas e compatibilidade entre o

estágio do embrião e o seu ciclo estral, pois esses fatores influenciam as chances de estabelecimento da gestação (SARTORI, 2004).

Na produção de bovinos leiteiros, a TE pode acelerar a disseminação da genética de vacas com características desejáveis, como produtividade leiteira, composição do leite e eficiência reprodutiva. Entretanto, o sucesso da técnica depende da resposta da doadora ao tratamento hormonal, da qualidade dos embriões, da seleção das receptoras, da nutrição e do manejo sanitário. Além disso, os custos e a necessidade de mão de obra especializada devem ser considerados no planejamento da aplicação dessa biotecnologia na propriedade (PUGLIESI et al., 2024).

Após a manifestação do estro, a fêmea doadora é submetida a inseminação artificial, aproximadamente 7 dias depois, os embriões são coletados por meio de lavagem uterina, seguida de avaliação morfológica e classificação quanto ao estágio de desenvolvimento dos embriões. Os embriões considerados viáveis, são transferidos para fêmeas receptoras previamente sincronizadas e que estão apresentando corpo lúteo funcional e condições uterinas adequadas ao desenvolvimento da gestação (MAPLETOFT, 2014).

4.4 Produção in vitro de embriões (PIVE)

A produção in vitro de embriões, é uma técnica de reprodução assistida, que consiste no cultivo e na preparação de gametas em ambiente laboratorial, para formação do zigoto e seu cultivo até a fase embrionária desejada. A técnica correlaciona as fêmeas doadoras, fêmeas receptoras, punção de guiada de folículo por ultrassom, preparação no laboratório e a transferência desses embriões. É uma biotecnologia que auxilia na redução do intervalo entre gerações, seleção de fêmeas de alto valor genético e redução de patologias transferidas por meio genético (BARUSELLI et al., 2019).

O Brasil segue como referência no uso da produção in vitro de embriões, os oócitos são obtidos através de doadoras vivas, principalmente por meio de aspiração folicular. A técnica de *slicing* possibilita o acesso aos ovócitos ainda no córtex do ovário, coletando maior quantidade de oócitos do que o método de aspiração folicular com agulha acoplada à seringa, evitando maiores perdas. Porém, pelo

método de aspiração folicular com agulha, o líquido folicular obtido é mais límpido e menos cheio de debris e células do que pelo *slicing* (SOLLECITO et al., 2019).

Os folículos aspirados possuem em média de 2-8mm de comprimento, o líquido folicular é depositado em tubo falcon de 50ml até a seleção desses oócitos. Já folículos maiores que 8mm são descartados, pois já estão expandidos e não se encontram mais em fase de metáfase II, inviabilizando a maturação in vitro. Após a coleta, os oócitos são analisados em microscópio com visão tridimensional para serem selecionados, sendo classificados em diferentes graus (GUIMARÃES, 2018).

4.4.1 Maturação

A classificação passa pelos estágios I, II, III e IV, sendo o estágio I o mais ideal, reduzindo sua qualidade até o estágio IV. A etapa de maturação ocorre entre 22 a 24 horas, levando em consideração o estresse térmico e a qualidade folicular e oocitária, as horas de maturação entre 18 e 22 horas são importantes para que o oócito saia do estágio de diplóteno da prófase I da primeira divisão mitótica para o estágio II da metáfase (GONÇALVES, 2019).

4.4.2 Fecundação

Após o processo de maturação dos oócitos e seleção dos espermatozoides viáveis, deve haver um ambiente adequado para que ocorra a fecundação. Os oócitos são retirados da placa de maturação in vitro, e colocados em outra placa com meios necessários para a manutenção da qualidade oocitária e atividade espermática. A fecundação in vitro ocorre na incubação de oócitos maturados e espermatozoides capacitados, após a união das membranas dos gametas masculino e feminino, forma-se o zigoto.

4.4.3 Formação do zigoto

Nessa fase, é formado um novo organismo, com diferente potencial genético, dando início ao processo de clivagem e formação de blastocisto, na fertilização in vitro são utilizados espermatozoides de sêmen congelado (LIMA, 2018).

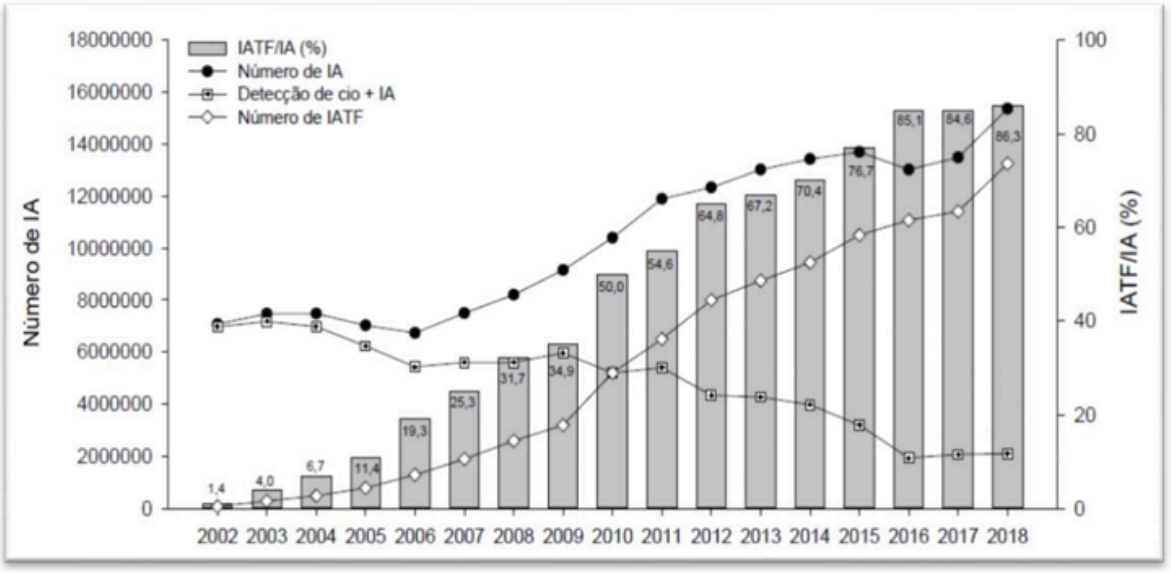
In vitro, o processo é desencadeado por glicosaminoglicanas, que ao entrar em contato com o oócito, na presença de cálcio extracelular, o espermatozoide sofre a reação acrossômica. O período de incubação dura cerca de 12 a 20 horas, no cultivo in vitro, os zigotos são realocados de placa novamente, sendo colocados em placas de cultivo. Nesse período ocorre ativação de genoma embrionário, processo

de divisão celular, compactação dos blastômeros no estágio de mórula e início de diferenciação embrionária, com a formação de blastocele. Mesmo que todas as condições artificiais para o cultivo tentem mimetizar as condições do trato reprodutivo, ainda não foi possível chegar a um meio ideal, ainda sendo necessárias diversas técnicas de aperfeiçoamento (OLIVEIRA, 2018).

Após os estágios de fecundação, entre o 6º e 10º dia os zigotos são avaliados e selecionados para que sejam transferidos a fresco ou congelados. Na produção leiteira, a produção in vitro de embriões auxilia na produção mais rápida de bezerros, fazendo com que as fêmeas bovinas entrem em fase de lactação e aumento a produtividade de leite. Além disso, acelera o melhoramento genético do rebanho, permitindo a multiplicação das características das melhores vacas, reduzindo as gerações (MACIEL et al., 2025).

5. RESULTADOS

Figura 1 – Evolução da inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo ao longo dos anos no Brasil

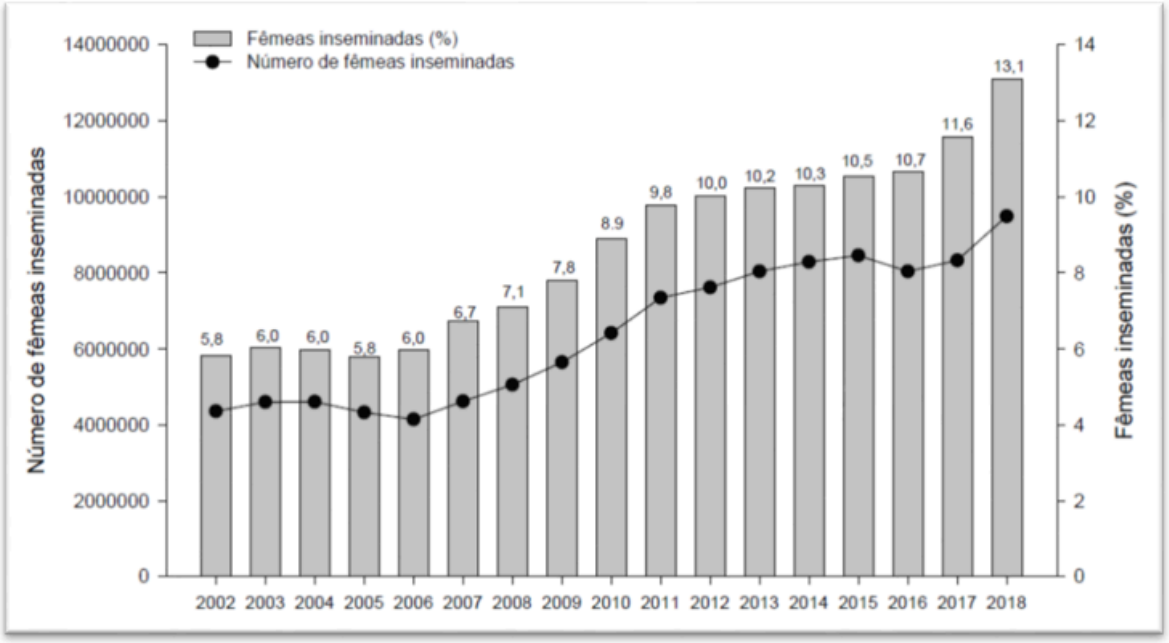


Fonte: Adpatado de Anualpec, 2018.

A inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo evoluiu ao longo dos anos, em 2002 tivemos uma produção de 7 milhões de doses de sêmen através da inseminação artificial, já em 2018, o mercado chegou a produzir 15, 4 milhões de doses. Havendo crescimento de 220% nesse período analisado, o uso da

inseminação artificial cresceu associada ao uso da inseminação artificial em tempo fixo, o número de protocolos comercializados no Brasil em 2002 foram 100.000, sendo considerado apenas 1% naquele ano, já em 2018 86% dos protocolos foram por inseminação artificial em tempo fixo, comercializando 13,3 milhões de protocolos (BARUSELI, 2018).

Figura 2 – Evolução do número de fêmeas inseminadas no Brasil, com base no número de vacas e novilhas de leite em reprodução e o número de doses de sêmens comercializadas.



Fonte: Adaptado de Anualpec, 2018.

Com base no número de vacas e novilhas dos rebanhos bovinos brasileiros, foi possível estimar a evolução da inseminação artificial e em tempo fixo no país, em 2002 através dos dados analisados, apenas 5,8% das matrizes do rebanho brasileiro eram inseminadas, levando em consideração a utilização de 1,6 doses de sêmen por fêmea bovina. Já em 2018, o percentual de matrizes inseminadas subiu para 13,1% do rebanho nacional, esse avanço ocorreu principalmente devido aos protocolos de inseminação artificial em tempo fixo, que facilitou a disseminação da inseminação artificial (BARUSELI, 2019).

No ano de 2018, estimou-se que os protocolos de inseminação artificial em tempo fixo, geraram em média 3,5 bilhões de ganhos para a produção de corte e leite no Brasil, chegando a movimentar 796 milhões para sua execução no país. Em rebanhos leiteiros, estudos mostraram que ocorreu redução de 1 mês no intervalo

entre partos de fêmeas que receberam protocolos de IATF, quando comparados a fêmeas que foram submetidas ao sistema tradicional de detecção de cio ou monta natural (BARUSELI, 2017).

Com esse período de redução do intervalo entre partos, ocorreu aumento de 10% na produção anual de leite, considerando que 3,1 milhões de vacas são submetidas aos protocolos de IATF, com produção estimada de 3.000 mil litros por lactação e aumento de 917 milhões de litros de leite por ano. Aumentando o capital gerado em 1,3 bilhões de reais anualmente.

Tabela 1 - Animais e lactações disponíveis para modelos de produção.

Método de concepção	Todos os rebanhos				Rebanhos de FIV			
	Animais		Lactações		Animais		Lactações	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
IA	304,163	95.68	576,448	95.77	16,905	79.66	31,437	80.29
TE	12,993	4.09	24,192	4.02	3,585	16.89	6,418	16.39
FIV	732	0.23	1,299	0.22	732	3.45	1,299	3.32

Fonte: Adaptado de Lafontaine et al., 2023).

Os animais incluídos no estudo, foram analisados quanto ao rendimento de leite, gordura e proteína, sendo possível observar que a inseminação artificial foi o principal método de concepção utilizada no rebanho. Representando 95,68% dos animais e 95,77% das lactações, já nos animais que foi utilizado a fertilização in vitro, o número de inseminações artificiais foram reduzidos, mantendo 79,66% dos animais e 80,29% das lactações. A transferência de embriões se apresentou de forma mais representativa nos rebanhos de FIV, correspondendo a 16,89% dos animais e 16,39% das lactações (SIRARD et al., 2020).

Tabela 2 – Intervalo entre partos

Método de concepção	Todos os rebanhos – média (dias)	Rebanhos de FIV – média (dias)
IA	32,45[a]	31,89[a]
MOET	31,87[a]	31,08[a]
FIV	**35,52[b]**	**35,52[b]**

Fonte: Adaptado de Lafontaine et al., 2023).

O estudo também mostra que animais oriundos de transferência de embrião e fertilização in vitro, resultaram em maior intervalo entre partos, nos dois grupos avaliados, os animais concebidos por FIV apresentaram maior número de dias no intervalo entre partos, com média de 35,52 dias, quando comparado aos outros métodos de concepção. Já os animais concebidos por transferência de embrião por múltiplas ovulações (MOET) e inseminação artificial, apresentando um intervalo entre partos bem parecidos, ficando em torno de 31,89 e 31,08 dias, respectivamente (LAFONTAINE et al., 2023).

As fêmeas oriundas de FIV e de transferência de embrião, apresentaram maior produção de leite corrigida para energia, do que as fêmeas concebidas por inseminação artificial, os resultados variaram de acordo com o número de lactações. Em todos os rebanhos, a produção variou entre 9.148 a 69kg de animais concebidos por IA e de 10.306 a 144kg por animais concebidos por FIV na primeira lactação, isso por que as fêmeas provenientes dessas biotecnologias foram produzidas com maior potencial genético para produção de leite (LAFONTAINE et al., 2023).

Tabela 3 – Tabela comparativa do uso de biotecnologias nos rebanhos bovinos.

Biotecnologia	Vantagens	Limitações	Taxa média de prenhez	Principais indicações
IA (Inseminação Artificial)	Melhoramento genético; ampla disponibilidade de sêmen; disseminação da genética de touros superiores; custo geralmente menor que o das biotecnologias embrionárias.	Exige detecção eficiente do cio; depende de mão de obra capacitada; falhas na identificação do estro reduzem os resultados.	Aproximadamente 30–50% por inseminação.	Rebanhos com boa estrutura de manejo e eficiência na observação do cio.
IATF (Inseminação Artificial em Tempo Fixo)	Dispensa a observação individual do cio; permite inseminar muitas fêmeas em período programado; facilita o planejamento reprodutivo e a concentração dos partos.	Custo com hormônios e manejo; necessidade de contenções programadas; resultados influenciados pela condição corporal, categoria e resposta ovariana.	Aproximadamente 40–60% por inseminação.	Rebanhos de corte e leite, especialmente quando há dificuldade de detecção do cio.

TE (Transferência de Embriões)	Multiplica a genética de matrizes superiores; aumenta o número de descendentes de uma doadora; acelera o melhoramento genético.	Custo elevado; resposta variável à superovulação; necessidade de receptoras aptas e mão de obra especializada.	Em torno de 50–60% por embrião transferido, com variação conforme qualidade e manejo.	Matrizes de elevado mérito genético e programas de multiplicação de linhagens superiores.
PIVE (Produção in vitro de embriões).	Produção de embriões em laboratório; permite aspirações repetidas; aproveitamento de fêmeas jovens e de sêmen de alto valor genético.	Exige laboratório especializado; custo elevado; resultados variam com a qualidade dos ovócitos, embriões, manejo e criopreservação.	Aproximadamente 40–55% com embriões frescos e 35–45% com congelados, dependendo do estudo e do momento do diagnóstico.	Multiplicação acelerada de matrizes superiores, produção de animais de reposição e cruzamentos planejados.

Fonte: Adaptado de Lonergan et al, 2025).

6 CONCLUSÃO

Os artigos estudados e analisados, mostraram que as biotecnologias da reprodução são extremamente importantes para um maior desempenho na produtividade dos animais do rebanho. A inseminação artificial e a inseminação artificial em tempo fixo são mais fidedignas e promovem maior agilidade na detecção do cio das fêmeas desejadas da propriedade. Assim como as demais técnicas, de transferência de embrião e produção in vitro de embriões, ambas contribuem para o aumento da produtividade do rebanho leiteiro, por meio de melhoramento genético, aumento da heterose e aceleramento nos ganhos.

A inseminação artificial se destaca por permitir que os sêmens de touros geneticamente superiores sejam utilizados com custo relativamente acessível, mas depende da detecção correta do cio e do correto manejo das fêmeas no momento da inseminação. A IATF permite sincronizar o cio das fêmeas, favorecendo a organização e uma maior proporção de fêmeas inseminadas, já a transferência de embriões associada com a produção in vitro dos embriões, auxilia na intensificação do uso de matrizes e gerando um maior número de bezerros com altas genéticas, porém essas técnicas demandam de um maior investimento e manejo especializado.

Porém, sabemos que somente as biotecnologias sozinhas, não conseguiram fazer todo o trabalho de aumentar produtividade e ganhos na propriedade, os

rebanhos necessitam de boas características ambientais e de manejo para de desenvolverem, assim como uma nutrição balanceada para cada fase da vida.

REFERÊNCIAS

BARUSELI, P. S.; ELLIFF, F. M.; SILVA, L. G.; CATUSSI, B. L. C.; BAYEUX, B. M. Estratégias para aumentar a produção de embriões em bovinos. **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Reprodução Animal,** v. 12, n. 3, p. 1-12, 2019.

BÓ, G. A.; MAPLETOFT, R. J. Historical perspectives and recent research on superovulation in cattle. **Theriogenology,** v. 81, n. 1, p. 38 - 48, 2014.

DISKIN, M. G. Review: Semen handling, time of insemination and insemination technique in cattle. **Animal**, v. 12, n. 1, p. 75 - 84, 2018.

GOMES, B. A. P.; SILVA, A. C. M.; ABRANCES, M. S.; MELO, M. I. V.; BRITO, M. F. Impacto do índice de temperatura e umidade sobre a produção in vitro de embriões de vacas leiteiras, criadas sobre regime intensivo: uma análise baseada em dados. **Revista Sinapse Múltipla,** v. 15, n. 1, p.71-85, 2026.

LAFONTAINE, S.; LABRECQUE, R.; BLONDIN, P. CUE, R. I.; SIRARD, M. A. Comparison of cattle derived from in vitro fertilization, multiple ovulation embryo transfer, and artificial insemination for milk production and fertility traits. **Journal of Dairy Science,** v. 106, n. 6, p.4380 – 4396, 2023.

LONERGAN, P.; CROWE, A.; THOMPSON, L.; MURPHY, E.; BUTLER, S. Enhancing integration of the dairy and beef sectors through application of assisted reproductive technologies: pregnancy outcomes following timed AI and timed et in lactating dairy cows. **Animal Reproduction**, v. 22, n. 3, p. 1590 - 1984, 2025

LUEDKE, F. E.; LAVACH, F. L.; CASSANTA, F. G.; NUNES, L. F. N.; SCHLOTEFELDT, C.; PAIVA, S. M.; SANTOS, S. I.; NEVES, A. P. Aspectos da produção in vitro de embriões bovinos no Brasil – revisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha PAG,** v. 25, n. 1, p.120-132, 2019.

MACIEL, K. C.; MASQUIO, J. A.; TEIXEIRA, M. M.; Produção in vitro de embriões: Revisão de literatura. **Research, Society and Development,** v. 4, n. 6, p.1-4, 2025.

PINTO, C. R. Embryo transfer in cattle. **Merck Veterinary Manual**, v. 2, n. 4, p. 1-18 2024.

PUGLIESI, G; FELTRIN, I. R.; MATTOS, A. C. D.; SILVA, A. G.; MORELLI, K. G.; NISHMURA, T. K.; SALES, J. N. S. Evolution over the last 40 years of the assisted reproductive technologies in cattle – the Brazilian perspective for embryo transfer and resynchronization programs (part II). **Animal Reproduction**, v. 21, n. 3, p. 1-34, 2024.

SILVA, R. R.; VULCANI, V. A. S.; CAMARGOS, A. S.; COSTA, U. R.; DUTRA, M. M.; CHIARI, J. R. Produção in vitro de embriões bovinos: estado da arte. **Colloquium Agrarae,** v. 13, n. Especial, p. 402-415, 2017.

STATHAM, J. ABUELO, A. Programas de melhoramento genético na reprodução bovina. **Manual MSD,** v. 2, n. 4, p.15 – 28, 2023.