

IMPLEMENTAÇÃO DE PROTOCOLO DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO PARA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA EM VACAS DE LEITE

Autores: Isabela Santos Brito, Gustavo Fernandes Grillo

Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, isabelabrito.122@gmail.com, gustavo.grillo@univap.br.

Resumo

A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) é uma biotecnologia consolidada na bovinocultura leiteira, permitindo maior controle reprodutivo e otimização dos índices de fertilidade. Esta revisão teve como objetivo comparar protocolos de IATF em vacas leiteiras utilizando benzoato de estradiol (BE) associado à progesterona (P4) e protocolos baseados na prostaglandina $F_2 \alpha$ ($PGF_2 \alpha$), com enfoque em resultados reprodutivos e nos aspectos fisiológicos envolvidos. Foram analisados estudos publicados entre 2013 e 2025, abordando taxas de ovulação, concepção e prenhez. Os resultados indicam que protocolos com BE/P4 apresentam maiores taxas de prenhez, sobretudo em rebanhos com adequado manejo nutricional e escore corporal, enquanto protocolos com $PGF_2 \alpha$ mostraram desempenho satisfatório em condições que permitem a detecção eficiente de estro. Conclui-se que a escolha do protocolo deve considerar tanto a farmacodinâmica hormonal quanto fatores de manejo, nutrição e condição corporal.

Palavras-chave: iatf. benzoato de estradiol. prostaglandina $F_2 \alpha$. vacas leiteiras.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde - Medicina Veterinária

Introdução

A eficiência reprodutiva representa um dos principais pilares da sustentabilidade da pecuária leiteira, pois influencia diretamente a produtividade, o intervalo entre partos e a viabilidade econômica dos sistemas de produção. Nesse contexto, a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) se consolidou como uma ferramenta essencial para aumentar a taxa de prenhez e reduzir a dependência da observação de estro (Pursley et al., 1997). Em países que se destacam na produção de bezerros essas tecnologias são utilizadas em mais de 80% do rebanho, enquanto que no Brasil menos de 21% dos animais são inseminados (ASBIA, 2023).

Diferentes estratégias hormonais podem impactar diretamente a taxa de ovulação, expressão de cio e taxa de concepção, entre os protocolos mais utilizados estão aqueles que combinam benzoato de estradiol (BE) e progesterona (P4), que promovem a sincronização da ovulação e o controle da onda folicular, e os protocolos baseados em prostaglandina $F_2 \alpha$ ($PGF_2 \alpha$), que induzem a luteólise e permitem a sincronização da ovulação via GnRH subsequente (Höpler et al., 2023). Essas substâncias hormonais permitem programar a inseminação de forma eficiente, otimizando o processo reprodutivo (Pursley et al. 1995).

Protocolos com benzoato de estradiol (BE) e progesterona (P4) esses protocolos iniciam com BE mais dispositivo intravaginal de progesterona no dia 0 induzindo o recrutamento e sincronização folicular, a inclusão de GnRH no dia 2 melhora significativamente essa eficácia, especialmente em vacas multíparas, de alta produção ou em primeira (Consentini et al., 2022).

Protocolos baseados em GnRH e $PGF_2 \alpha$ tipo Ovsynch utilizam GnRH para indução da ovulação e $PGF_2 \alpha$ para luteólise. Estudos recentes mostram que ajustar dose ou frequência de $PGF_2 \alpha$ como duplicar a dose ou aplicar duas vezes com 24 h de intervalo promove regressão luteal mais completa, diminuindo níveis de P4 antes da segunda dose de GnRH e, em algumas condições, elevando a taxa de prenhez (Höpler et al., 2023).

Este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica atualizada, visando os benefícios econômicos e genéticos alcançados com a utilização de Biotecnologias da Reprodução comparar e avaliar a eficácia do uso dos protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em vacas leiteiras que utilizam benzoato de estradiol (BE) e prostaglandina $F_2 \alpha$ ($PGF_2 \alpha$), avaliando seus efeitos. Buscando compreender as vantagens e limitações de cada protocolo, a fim de contribuir para a otimização das práticas reprodutivas em sistemas leiteiros comerciais.

Metodologia

A presente revisão bibliográfica foi realizada por meio de pesquisa em bases de dados científicas, incluindo SciELO, PubMed, Google Acadêmico e periódicos especializados em reprodução animal, com foco em artigos publicados no período de 2020 a 2025. Foram selecionados estudos que abordassem protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em vacas leiteiras, especialmente aqueles que utilizam benzoato de estradiol (BE) e prostaglandina $F_2 \alpha$ ($PGF_2 \alpha$).

Os critérios de inclusão contemplaram artigos em língua portuguesa, inglesa ou espanhola, com acesso ao texto completo e relevância para os aspectos fisiológicos e resultados reprodutivos dos protocolos mencionados. Foram excluídos trabalhos com enfoque exclusivamente em outras espécies ou protocolos não envolvendo os hormônios BE e $PGF_2 \alpha$.

A análise dos dados concentrou-se na comparação dos efeitos dos protocolos sobre sincronização da ovulação, taxas de concepção e manejo prático nas vacas leiteiras.

Resultados

Diversos estudos recentes investigaram os efeitos dos protocolos de IATF baseados em BE e $PGF_2 \alpha$, buscando compreender diferenças fisiológicas e impactos reprodutivos, conforme mostrado na tabela 1.

Tabela 1 – Protocolos hormonais utilizados em vacas leiteiras, com respectivas taxas de prenhez.

Protocolo	Descrição resumida	Taxa de prenhez (P/IA)	Referencias
BE/P4	Dispositivo de progesterona (8 dias) + BE no início e no final + $PGF_2 \alpha$ na retirada	40–46%	Consentini et al. 2022 - Bó et al. 2023
BE/P4	Benzoato de estradiol + progesterona	45%	Souza et al. 2020
Duplo $PGF_2 \alpha$ (14 dias)	Duas aplicações de $PGF_2 \alpha$ com intervalo de 14 dias	42%	Souza et al. 2020
Ovsynch modificado (dupla $PGF_2 \alpha$)	GnRH inicial + $PGF_2 \alpha$ dupla + GnRH final	42–48%	Höpler et al. 2023 - Tippenhauer et al. 2021
PRIDsynch	PRID + GnRH no início + $PGF_2 \alpha$ na retirada	45%	Tschopp et al. 2022
CIDR + GnRH	Dispositivo intravaginal + GnRH	47%	Lamb et al. 2001
Presynch-Ovsynch	Duas $PGF_2 \alpha$ antes do Ovsynch	40%	Stevenson et al. 2003
$PGF_2 \alpha$ simples	Uma aplicação de $PGF_2 \alpha$ em vacas cíclicas	44%	Moreira et al. 2001
P4, EB e eCG	Análise retrospectiva de 40 anos de evolução, protocolos combinados com P4, EB e eCG, destacando avanço na eficiência	Média nacional: 50–60%	Sales et al. 2024.

Fonte: Consentini et al. 2022; Bó et al. 2023; Souza et al. 2020; Höpler et al. 2023; Tippenhauer et al. 2021; Tschopp et al. 2022; Lamb et al. 2001; Stevenson et al. 2003; Moreira et al. 2001; Sales et al., 2024.

Observou-se que os protocolos à base de benzoato de estradiol e progesterona (BE/P4), como descrito por (Consentini et al., 2022) e (Bó et al., 2023), mostraram taxas de prenhez consistentes (40–46%), confirmando sua eficiência em diferentes condições, confirmando o papel do suporte luteínico na eficiência do protocolo. Esses protocolos utilizam o benzoato de estradiol no início para induzir a emergência da onda folicular, associado ao dispositivo intravaginal de progesterona e prostaglandina $F_2 \alpha$ na retirada, seguido de dose final de BE para indução da ovulação.

Outra estratégia avaliada envolve a utilização de prostaglandina em protocolos duplos ($PGF_2 \alpha$ duplo). (Souza et al., 2020) demonstraram que a aplicação de duas doses de $PGF_2 \alpha$ com intervalo de 14 dias resultou em taxa de prenhez de 42% em vacas cíclicas, valor próximo ao obtido com o protocolo EB/P4 no mesmo rebanho (45%), sugerindo que, em determinadas condições, a prostaglandina pode representar alternativa viável.

O protocolo Ovsynch com aplicação dupla de $PGF_2 \alpha$, avaliado por (Höpler et al., 2023) e (Tippenhauer et al., 2021), apresentou taxas de prenhez variando de 42 a 48%. Essa modificação busca assegurar a luteólise completa, reduzindo a ocorrência de corpo lúteo persistente e aumentando a sincronização da ovulação, o que reflete em melhores índices reprodutivos. Trabalhos mais antigos como estudos de (Lamb et al., 2001) evidenciaram que a associação de GnRH no momento da inseminação artificial poderia elevar os índices reprodutivos para 47%, reforçando a importância do ajuste fino na dinâmica folicular.

Já o PRIDsynch, segundo (Tschopp et al., 2022), que combina dispositivo intravaginal de progesterona (PRID) com GnRH no início e $PGF_2 \alpha$ na retirada, alcançou taxas próximas a 45%. Estudos de ressincronização também contribuíram para o avanço dos protocolos. (Stevenson et al., 2003) verificaram taxa de prenhez de 44% ao utilizar ressincronização com GnRH em vacas leiteiras, demonstrando que o manejo contínuo da dinâmica folicular após inseminações anteriores pode otimizar o aproveitamento reprodutivo. Da mesma forma, (Moreira et al., 2001) observaram valores em torno de 40% quando associaram presincronização com hormônios adicionais, incluindo duas $PGF_2 \alpha$ antes do Ovsyncha, em vacas de alta produção.

De forma geral, todos os protocolos apresentaram taxas de prenhez superiores a 40%, demonstrando viabilidade reprodutiva, embora pequenas variações possam estar associadas ao manejo nutricional, categoria animal e condições ambientais.

E por fim, (Sales et al., 2024) realizaram uma análise abrangente sobre a evolução da IATF no Brasil ao longo dos últimos 40 anos, destacando que a combinação de progesterona, estradiol e eCG consolidou-se como estratégia de maior eficiência, com taxas médias nacionais de 50% a 60%. Esses dados reforçam a relevância da adaptação dos protocolos às condições de rebanho e de manejo para o sucesso da biotecnologia.

Discussão

Os resultados obtidos nos diferentes protocolos de IATF em vacas leiteiras refletem a integração de conhecimentos fisiológicos sobre o ciclo estral e a dinâmica folicular. A escolha do protocolo influencia diretamente na sincronização da ovulação, a taxa de concepção e no sucesso reprodutivo do rebanho.

O protocolo BE/P4 baseia-se no uso de dispositivo intravaginal de progesterona associado ao benzoato de estradiol. O estradiol aplicado no início do tratamento promove a sincronização da emergência da onda folicular, eliminando folículos dominantes e permitindo o crescimento de uma nova onda sincronizada (Bó et al., 2023). Já o dispositivo de progesterona mantém níveis elevados do hormônio, bloqueando a ovulação até a sua retirada, momento em que a aplicação de $PGF_2 \alpha$ induz luteólise e queda da progesterona circulante. Por fim, a aplicação de uma segunda dose de estradiol estimula o pico de LH, resultando em ovulação sincronizada (Consentini et al., 2022). Esses mecanismos justificam a boa taxa de prenhez encontrada nesse protocolo (40–46%), especialmente em rebanhos com baixa detecção de estro.

Já (Sales et al., 2024), em uma revisão histórica da evolução das biotecnologias reprodutivas no Brasil, destacaram o impacto positivo da integração de P4, EB e eCG, com médias nacionais de prenhez entre 50–60%. Esse panorama evidencia como o acúmulo de conhecimento fisiológico e de manejo ao longo das últimas quatro décadas consolidou os protocolos atuais como ferramentas altamente eficazes.

O protocolo Ovsynch com dupla aplicação de $\text{PGF}_2\alpha$ atua por outra via fisiológica. O GnRH aplicado no início induz ovulação ou luteinização de folículos dominantes, promovendo uma nova onda folicular. A prostaglandina $\text{F}_2\alpha$, aplicada duas vezes, garante uma luteólise mais completa, evitando a persistência de corpo lúteo, um dos fatores limitantes para o sucesso reprodutivo (Höpler et al., 2023). A segunda aplicação de GnRH promove o pico de LH necessário para a ovulação do folículo dominante. Essa abordagem resulta em taxas de prenhez ligeiramente superiores (42–48%), atribuídas à maior eficiência na regressão lútea e à precisão no controle do momento da ovulação (Tippenhauer et al., 2021).

Já o protocolo PRIDsynch combina elementos dos dois sistemas anteriores. O dispositivo intravaginal de progesterona (PRID) mantém ambiente hormonal controlado, enquanto o GnRH aplicado no início promove a regressão ou ovulação de folículos dominantes, permitindo a emergência de nova onda. A $\text{PGF}_2\alpha$ administrada na retirada do dispositivo induz regressão do corpo lúteo e queda de progesterona, favorecendo a ovulação sincronizada. Esse mecanismo híbrido explica as taxas de prenhez próximas a 45% encontradas por (Tschopp et al., 2022).

A análise fisiológica evidencia que a diferença entre os protocolos está principalmente no momento e na forma como a ovulação é induzida. Protocolos com estradiol (BE/P4) apresentam boa eficiência em ambientes com baixa detecção de estro, devido à sincronização robusta da onda folicular. Em contrapartida, protocolos baseados em prostaglandina e GnRH (Ovsynch modificado) oferecem maior previsibilidade da ovulação e taxas de prenhez ligeiramente superiores, desde que haja boa resposta luteal.

Um aspecto relevante a ser considerado é que a resposta aos protocolos hormonais de inseminação artificial em tempo fixo não depende apenas da farmacodinâmica dos fármacos, mas também de fatores extrínsecos, como escore de condição corporal, estado nutricional, estresse térmico e período pós-parto. Achados de (Consentini et al., 2022), que ressaltam a necessidade de integrar estratégias de manejo nutricional e reprodutivo para potencializar os resultados da IATF, demonstrando que protocolos hormonais isolados podem ter eficácia limitada quando aplicados em rebanhos com nutrição inadequada ou sob estresse ambiental.

Conclusão

De forma geral, observa-se que protocolos baseados em EB/P4 e em $\text{PGF}_2\alpha$ duplo apresentam resultados consistentes e comparáveis ao Ovsynch clássico, com taxas variando entre 42% e 55%, dependendo do desenho experimental, da condição corporal e do manejo das vacas. Esses achados reforçam a importância da escolha adequada do protocolo de acordo com a realidade de cada rebanho e da integração com fatores de manejo, como condição corporal e estado fisiológico pós-parto.

Referências

PURSLEY, J. R.; WILTBANK, M. C. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 80, n. 2, p. 294-301, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL (ASBIA). Index ASBIA 2023. Uberaba: ASBIA, 2023.

HÖPLER, R. et al. Efficacy of double PGF2 α administration in Ovsynch protocols: a meta-analysis. *Theriogenology*, v. 200, p. 57–65, 2023.

PURSLEY, J. R.; WILTBANK, M. C. Ovulation control for timed insemination in dairy cattle. *Theriogenology*, New York, v. 44, n. 7, p. 915-923, 1995.

CONSENTINI, C. E. C. et al. Estradiol- and progesterone-based protocols for timed artificial insemination in cattle. *Animals*, v. 12, n. 13, p. 1683, 2022.

BÓ, G. A. Control of follicular wave emergence for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Animal Reproduction*, v. 20, n. 1, p. 1–12, 2023.

TIPPENHAUER, M. et al. Optimization of Ovsynch protocols in dairy cattle: influence of luteolysis and follicular dynamics. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 56, n. 8, p. 1085–1093, 2021.

TSCHOPP, L. F. et al. Evaluation of PRIDsynch protocol for timed AI in dairy cows. *Journal of Animal Science*, v. 100, n. 2, p. 225–233, 2022.

LAMB, G. C. et al. GnRH treatment at AI improved fertility in cattle previously treated with CIDR-based protocol. *Journal of Animal Science*, v. 79, p. 2253-2259, 2001.

SOUZA, A. H. et al. Double prostaglandin protocols compared with estradiol/progesterone-based treatments for timed artificial insemination in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 7, p. 6437-6450, 2020.

MOREIRA, F. et al. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 84, p. 1646-1659, 2001.

STEVENSON, J. S. et al. Fertility in dairy cows after resynchronization of ovulation and timed insemination. *Journal of Dairy Science*, v. 86, p. 1904-1916, 2003.

SALES, J. N. DE S. et al.. Evolution over the last 40 years of the assisted reproduction technologies in cattle - the Brazilian perspective I - timed artificial insemination. *Animal Reproduction*, v. 21, n. 3, p. e20240034, 2024.