

Produção in vitro de embriões bovinos: Revisão de literatura

In vitro production of bovine embryos: Literature review

Producción in vitro de embriones bovinos: Revisión de la literatura

Recebido: 10/06/2025 | Revisado: 15/06/2025 | Aceitado: 15/06/2025 | Publicado: 17/06/2025

Kézia Coelho Maciel

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5360-7081>

Centro Universitário Maurício Nassau, Brasil

E-mail: keziacoelho.kcm@gmail.com

Jaqueline Assini Masquão

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9996-1459>

Centro Universitário Maurício Nassau, Brasil

E-mail: jaquelinemasquiao04@gmail.com

Mayra Meneguelli Teixeira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6369-958X>

Centro Universitário Maurício Nassau, Brasil

E-mail: mayrameneguelli@gmail.com

Resumo

A produção in vitro de embriões bovinos (PIVE) é uma técnica biotecnológica amplamente utilizada para aumentar a eficiência reprodutiva e genética na bovinocultura. O objetivo deste artigo é revisar a literatura existente sobre a produção “in vitro” de embriões bovinos. Este artigo apresenta avanços técnicos, desafios e perspectivas no campo, com base em estudos recentes dos últimos dez anos. Destacam-se inovações em maturação oocitária, fecundação in vitro e cultivo embrionário, além dos desafios logísticos e de qualidade dos oócitos. Os resultados indicam que a integração de novas tecnologias e a adaptação de protocolos podem expandir a aplicação da PIVE em larga escala. A PIVE tem desempenhado um papel crucial no avanço da bovinocultura, permitindo a obtenção de embriões de alta qualidade e promovendo ganhos genéticos significativos. Apesar dos desafios logísticos e técnicos, inovações recentes oferecem soluções promissoras para expandir sua aplicação, especialmente em regiões remotas.

Palavras-chave: PIVE; Bovinos; Reprodução assistida; Maturação oocitária; Fecundação in vitro; Cultivo embrionário.

Abstract

In vitro bovine embryo production (IVEP) is a biotechnological technique widely used to increase reproductive and genetic efficiency in cattle farming. The aim of this article is to review the existing literature on in vitro bovine embryo production. This article presents technical advances, challenges and perspectives in the field, based on recent studies from the last five years. Innovations in oocyte maturation, in vitro fertilization and embryo culture stand out, in addition to logistical and oocyte quality challenges. The results indicate that the integration of new technologies and the adaptation of protocols can expand the application of IVEP on a large scale. IVEP has played a crucial role in the advancement of cattle farming, allowing the production of high-quality embryos and promoting significant genetic gains. Despite the logistical and technical challenges, recent innovations offer promising solutions to expand its application, especially in remote regions.

Keywords: IVEP; Cattle; Assisted reproduction; Oocyte maturation; In vitro fertilization; Embryo culture.

Resumen

La producción in vitro de embriones bovinos (IVEP) es una técnica biotecnológica ampliamente utilizada para aumentar la eficiencia reproductiva y genética en la ganadería bovina. El objetivo de este artículo es revisar la literatura existente sobre la producción in vitro de embriones bovinos. Este artículo presenta avances técnicos, desafíos y perspectivas en el campo, con base en estudios recientes de los últimos cinco años. Se destacan las innovaciones en maduración de ovocitos, fertilización in vitro y cultivo de embriones, además de los desafíos logísticos y de calidad ovocitaria. Los resultados indican que la integración de nuevas tecnologías y la adaptación de protocolos pueden expandir la aplicación de IVEP a gran escala. IVEP ha desempeñado un papel crucial en el avance de la ganadería bovina, permitiendo la producción de embriones de alta calidad y promoviendo importantes ganancias genéticas. A pesar de los desafíos logísticos y técnicos, las innovaciones recientes ofrecen soluciones prometedoras para expandir su aplicación, especialmente en regiones remotas.

Palabras clave: IVEP; Bovinos; Reproducción asistida; Maduración de ovocitos; Fertilización in vitro; Cultivo de embriones.

1. Introdução

A pecuária bovina é uma atividade de grande relevância econômica e social no Brasil e no mundo, sendo responsável pela produção de carne e leite de qualidade. Avanços nas biotecnologias reprodutivas, como a produção in vitro de embriões (PIVE), têm ampliado o potencial genético e produtivo dos rebanhos (Souza, 2020). Desde os primeiros relatos sobre fertilização in vitro na década de 1970, a PIVE passou por avanços significativos, tornando-se uma ferramenta indispensável para a reprodução assistida em bovinos (Gasparini; Barros, 2019).

A crescente demanda por produtividade na bovinocultura tem incentivado o uso de biotecnologias reprodutivas, sendo a produção in vitro de embriões (PIVE) uma das mais importantes. Essa técnica permite a manipulação controlada de oócitos e espermatozoides para a obtenção de embriões de alta qualidade, otimizando o melhoramento genético e reduzindo o intervalo entre gerações. A produção in vitro de embriões é baseada em três etapas principais: maturação in vitro (MIV), fertilização in vitro (FIV) e cultivo in vitro (CIV). Essa técnica permite otimizar a utilização de gametas, promovendo ganhos genéticos em menor tempo (Vieira et al., 2021).

Apesar dos avanços e desafios relacionados à qualidade dos embriões produzidos ainda existem problemas em relação à variabilidade entre doadoras e, ao custo operacional os quais limitam a aplicação em larga escala da PIVE (Carvalho et al., 2018). O objetivo deste artigo é revisar a literatura existente sobre a produção “in vitro” de embriões bovinos. Este trabalho revisa os avanços e desafios dessa tecnologia, baseando-se em estudos publicados nos últimos dez anos, e discute suas perspectivas futuras

2. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica (Snyder, 2019) que é de natureza qualitativa (Pereira et al., 2018) e, é do tipo específico de revisão narrativa da literatura (Casarin et al., 2020; Rother, 2007) e, ela foi elaborada com base em artigos científicos indexados em bases de dados como é o caso do Scielo, PubMed e Google Scholar, utilizando-se os descritores: PIVE, bovinos, reprodução assistida, maturação oocitária, fecundação in vitro, cultivo embrionário. Foram considerados estudos publicados entre 2015 e 2025, em português e inglês, relacionados à PIVE em bovinos. Os critérios de seleção incluíram relevância temática e rigor metodológico.

3. Resultados e Discussão

3.1 Coleta de oócitos (aspiração folicular)

A primeira etapa da PIVE consiste na coleta de oócitos, geralmente realizada por aspiração folicular guiada por ultrassom em animais vivos, ou pela recuperação de oócitos de ovários coletados em abatedouros. Segundo Pontes et al. (2011), a utilização da aspiração folicular transvaginal (OPU) tem se destacado por permitir a obtenção de oócitos de alta qualidade sem a necessidade de abate. Esse procedimento é realizado em intervalos regulares para maximizar a recuperação oocitária e preservar a fertilidade do animal doador. A qualidade dos oócitos coletados é diretamente influenciada pelo estágio de desenvolvimento folicular e pela condição fisiológica do animal (Van Wageningen & Rakin, 2019).

3.2 Maturação oocitária

Após a coleta, os oócitos são submetidos à maturação in vitro (MIV) em meios específicos, enriquecidos com hormônios como FSH, LH e fatores de crescimento. A maturação nuclear e citoplasmática é essencial para garantir o sucesso da fertilização e subsequente desenvolvimento embrionário (Gilchrist et al., 2008). Estudos recentes de Silva et al. (2024) demonstraram que a suplementação de meios de MIV com antioxidantes, como a melatonina, aumenta a competência oocitária

ao reduzir o estresse oxidativo. Esse processo ocorre em incubadoras controladas por temperatura (38,5 °C) e atmosfera enriquecida de dióxido de carbono (CO₂), simulando as condições do ambiente in vivo.

A maturação in vitro (MIV) desempenha um papel crucial na PIVE. Estudos recentes, como os de Silva Júnior et al. (2021), demonstram que o uso de antioxidantes, como o resveratrol, melhora as taxas de clivagem e a qualidade embrionária. Além disso, a utilização de nanopartículas no meio de maturação tem se mostrado promissora para reduzir o estresse oxidativo.

3.3 Fecundação in vitro

A FIV é outra etapa essencial no processo de PIVE, é a etapa em que os oócitos maturados são expostos aos espermatozoides capacitados, geralmente por processos como o swim-up ou gradiente de densidade. Segundo Parrish et al. (1988), a capacitação espermática é essencial para a reação acrossômica e a penetração do oócito. Os espermatozoides capacitados são incubados com os oócitos por 18 a 20 horas em condições controladas, permitindo a formação do zigoto.

Estudos recentes evidenciam que a adição de moléculas como o fator de crescimento epidérmico (EGF) no meio de FIV melhora a eficiência da fertilização (Ferreira et al., 2019). Loiola et al. (2015) investigaram o impacto do uso de sêmen sexado, mostrando que, embora esse método não afete as taxas de clivagem e gestação, pode influenciar a quantidade de embriões produzidos. Tais resultados indicam a necessidade de otimização dos protocolos de preparo do sêmen.

3.4 Cultivo embrionário

Após a fertilização, os zigotos são transferidos para meios de cultivo embrionário, onde permanecem por cerca de 7 dias até atingirem o estágio de blastocisto. Meios de cultivo sequenciais são frequentemente utilizados para atender às diferentes necessidades metabólicas dos embriões em desenvolvimento (Gardner; Lane, 2007). Segundo Hansen (2020), a suplementação desses meios com aminoácidos e antioxidantes pode melhorar significativamente as taxas de clivagem e formação de blastocistos. O monitoramento rigoroso das condições ambientais (temperatura, pH e atmosfera gasosa) é crucial para o sucesso dessa etapa.

O meio de cultivo embrionário afeta diretamente a viabilidade dos embriões. Quintão (2023) avaliou a adição de vitamina C e ácido hialurônico ao meio de cultivo, observando uma melhora significativa na sobrevivência pós-criopreservação. Esses dados ressaltam a importância de componentes antioxidantes no ambiente de cultivo.

3.5 Criopreservação e transferência de embriões

Após o cultivo, os embriões viáveis podem ser criopreservados por vitrificação ou transferidos para receptoras previamente sincronizadas. De acordo com Vajta e Kuwayama (2006), a vitrificação é um método eficiente para preservar a viabilidade embrionária, minimizando os danos causados pela formação de cristais de gelo. Já a transferência de embriões requer precisão na sincronização do ciclo estral das receptoras, garantindo um ambiente uterino adequado para a implantação e desenvolvimento embrionário.

3.6 Desafios e limitações

Apesar dos avanços, a variabilidade na qualidade dos oócitos e a dependência de infraestrutura laboratorial são desafios recorrentes. Alternativas, como a maturação de oócitos durante o transporte, foram propostas para superar barreiras logísticas (Silva et al., 2020).

Apesar dos avanços, desafios relacionados à variabilidade individual, custos elevados e eficiência técnica ainda limitam a aplicação em larga escala. A necessidade de otimizar meios de cultivo para reproduzir de forma mais fiel o ambiente in vivo é uma prioridade para futuros estudos (Gilchrist et al., 2008).

A PIVE é uma técnica com alto custo, devido à complexidade do procedimento, necessidade de equipamentos especializados e insumos de alta qualidade. Silva et al. (2024) enfatizaram que os altos custos limitam a aplicação em sistemas de produção de pequeno e médio porte, restringindo o acesso a essa biotecnologia. Além disso, o treinamento técnico necessário para operar os sistemas de PIVE ainda é um desafio em muitas regiões.

A aplicação de novos biomarcadores de qualidade oocitária e o uso de tecnologias emergentes, como a edição genética, representam caminhos promissores para superar as limitações atuais.

4. Conclusão

A PIVE tem desempenhado um papel crucial no avanço da bovinocultura, permitindo a obtenção de embriões de alta qualidade e promovendo ganhos genéticos significativos. Apesar dos desafios logísticos e técnicos, inovações recentes oferecem soluções promissoras para expandir sua aplicação, especialmente em regiões remotas.

Estudos futuros devem focar na padronização de protocolos e no desenvolvimento de meios de cultivo adaptados a condições menos controladas, garantindo maior acessibilidade e eficiência.

Referências

- Carvalho, J. O., Ferreira, L. B. & Souza, R. F. (2018). Eficiência e limitações na produção in vitro de embriões bovinos. *Revista de Reprodução Animal*. 15, 45-51.
- Casarin, S. T. et al. (2020). Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health. *Journal of Nursing and Health*. 10(5). <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/enfermagem/article/view/19924>.
- Ferreira, E. M., Virque, A. A., Adona, P. R. et al. (2019). Cytoplasmic maturation of bovine oocytes: Structural and biochemical modifications and impact on embryo development. *Animal Reproduction*. 16(2), 253-66. <https://www.animal-reproduction.org>.
- Gardner, D. K. & Lane, M. (2007). The culture of mammalian preimplantation embryos under low oxygen: Implications for reproductive technology. *Reproduction, Fertility and Development*. 19(6), 787-94. <https://www.publish.csiro.au>.
- Gasparini, T. G. & Barros, C. M. (2019). Produção in vitro de embriões bovinos: uma revisão histórica. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*. 28, 1-10.
- Gilchrist, R. B., Lane, M. & Thompson, J. G. (2008). Oocyte-secreted factors: regulators of cumulus cell function and oocyte quality. *Human Reproduction Update*. 14(2), 159-77. <https://academic.oup.com>.
- Hansen, P. J. (2014). Current and future assisted reproductive technologies for mammalian farm animals. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 1200, 1-22. <https://link.springer.com>.
- Loiola, R. A. et al. (2015). Impacto do sêmen sexado na produção in vitro de embriões bovinos. *Ciência Animal Brasileira*. 16(4), 573-8.
- Parrish, J. J., Susko-Parrish, J. L., Wiggins, C. A. & First, N. L. (1988). Capacitation of bovine sperm by heparin. *Biology of Reproduction*. 38(5), 1171-80. <https://academic.oup.com>.
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Editora da UAB/NTE/UFSM.
- Pontes, J. H. F., Melo-Stefani, C. V., Bariani, A. et al. (2011). Ovum pick-up, in vitro embryo production, and pregnancy rates from a large-scale commercial program using Nellore cattle (*Bos indicus*). *Theriogenology*. 75 (9), 1640-6. <https://www.sciencedirect.com>.
- Quintão, D. P. (2023). Antioxidantes no cultivo in vitro de embriões bovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária*. 74(2), 175-81. Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paul. Enferm.* 20 (2). <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001>.
- Silva Jr., R. et al. (2021). Uso de nanopartículas de resveratrol na maturação in vitro de oócitos bovinos. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*. 45, 89-95.
- Silva, A. L. (2024). Efeitos de diferentes concentrações de melatonina na maturação oocitária e/ou cultivo embrionário sobre as taxas de produção de embriões bovinos cultivados in vitro. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/260124>.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of business research*, 104, 333-339.
- Silva, F. R. et al. (2020). Transporte de oócitos e maturação in vitro: soluções para a logística da PIVE. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 55(6), 87-93.
- Vajta, G. & Kuwayama, M. (2006). Improving cryopreservation systems. *Theriogenology*. 65(1), 236-44. <https://www.sciencedirect.com>.
- Van Wageningen, G. & Rakin, B. (2019). Reproductive biology of domestic animals. (2ed). Editora Elsevier.
- Vieira, L. M., Pereira, M. M. & Melo, D. S. (2021). Aplicações da fertilização in vitro na pecuária brasileira. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 43, 1-9.