



FIV vs TE: Qual técnica usar em ruminantes domésticos?

IVF vs ET: Which technique should be used in domestic ruminants?

Vivian A.P. Alfradique^{1#}, Mariana P.P. Guimarães^{1#}, Joanna M.G. Souza-Fabjan^{1*}

¹ Universidade Federal Fluminense, Faculdade de Veterinária, Departamento de Patologia e Clínica Veterinária, Av. Vital Brasil Filho, 64, CEP 24230-340, Niterói, RJ, Brazil

[#] contributed equally to the work

Resumo

Diante da crescente demanda global por alimentos até 2050, biotecnologias reprodutivas como a múltipla ovulação com transferência de embriões (MOTE) e a produção *in vitro* de embriões (PIVE) se destacam como ferramentas estratégicas para o melhoramento genético. A MOTTE, mais acessível e com menor necessidade de infraestrutura, apresenta embriões de melhor qualidade, mas sofre com a variabilidade na resposta à superovulação. Já a PIVE, dominante na indústria bovina, permite maior número de coletas, uso de doadoras em diferentes fases e exige menor quantidade de sêmen. No entanto, requer maior infraestrutura, apresenta embriões com menor criotolerância e enfrenta desafios adicionais em pequenos ruminantes devido à necessidade de superestimulação hormonal e coleta laparoscópica (LOPU). Ainda assim, dados recentes mostram crescimento expressivo da PIVE em ovinos e caprinos. A escolha entre as técnicas depende de múltiplos fatores, incluindo espécie, infraestrutura disponível e objetivos produtivos, sendo ambas fundamentais para acelerar o progresso genético nos rebanhos. Ainda que não se possa estabelecer uma regra absoluta, as evidências disponíveis, aliadas às particularidades das técnicas em termos de eficiência, vantagens e limitações, sugerem uma tendência de maior aplicação da PIVE em grandes ruminantes, enquanto a MOTTE permanece como a principal estratégia reprodutiva em pequenos ruminantes.

Palavras-chave: biotécnicas reprodutivas, embrião, MOTTE, PIVE

Abstract

Given the growing global demand for food by 2050, reproductive biotechnologies such as multiple ovulation and embryo transfer (MOET) and in vitro embryo production (IVEP) stand out as strategic tools for genetic improvement. MOET, which is more accessible and requires less infrastructure, generally produces higher-quality embryos but is limited by variability in superovulatory response. IVEP, now dominant in the bovine industry, enables a higher number of collections, allows the use of donors at various physiological stages, and requires less semen. However, it demands greater infrastructure, produces embryos with lower cryotolerance, and faces additional challenges in small ruminants due to the need for hormonal superstimulation and laparoscopic oocyte collection (LOPU). Nevertheless, recent data show a significant increase in IVEP use in sheep and goats. The choice between these techniques depends on multiple factors, including species, available infrastructure, and production goals. Both are essential for accelerating genetic progress in livestock. Although no absolute rule can be established, current evidence and the specific characteristics of each technique regarding efficiency, advantages, and limitations indicate a trend toward greater use of IVEP in large ruminants, while MOET remains the primary reproductive strategy in small ruminants.

Keywords: reproductive biotechnologies, embryo, MOET, IVEP

Introdução

Os ruminantes possuem a notável capacidade de transformar recursos não comestíveis por humanos em alimentos de alto valor nutricional, como carne, leite, couro, lã e fibras, contribuindo de forma decisiva para a segurança alimentar global. Com a previsão de aumento de 21% na demanda mundial por alimentos entre 2010 e 2050, torna-se essencial elevar a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas de produção animal (van Dijk et al., 2021). Nesse contexto, as biotecnologias reprodutivas — como a múltipla ovulação seguida de transferência de embriões (MOTE ou TE) e a produção *in vitro* de embriões (PIVE ou

¹Correspondência: *joannavet@gmail.comr

Recebido:29 de abril de 2025

Aceito:30 de abril de 2025



FIV) — emergem como ferramentas estratégicas para acelerar o melhoramento genético, especialmente em fêmeas de alto valor genético.

A técnica de MOTE envolve a aplicação de hormônios exógenos para estimular o crescimento folicular e a ovulação de múltiplos folículos, seguida de inseminação e coleta de embriões para posterior transferência em receptoras sincronizadas (Khan et al., 2022). Por sua vez, a PIVE permite realizar as etapas de maturação de oócitos, fertilização e desenvolvimento embrionário inicial em ambiente laboratorial, o que possibilita o uso de complexos *cumulus*-oócitos (CCOs) imaturos obtidos de doadoras de diferentes idades e condições fisiológicas (Souza-Fabjan et al., 2021).

Nas últimas décadas, a indústria de embriões em ruminantes cresceu expressivamente, tornando-se essencial para programas de melhoramento genético (Viana, 2024a). Atualmente, 84% da produção mundial de embriões bovinos é oriunda da PIVE, concentrada na América do Norte (58%) e América do Sul (34%). Apesar do maior rebanho bovino brasileiro, os EUA lideram em número de embriões produzidos, evidenciando maior intensidade e eficiência tecnológica. Na produção de embriões em pequenos ruminantes, os dados da IETS revelam um aumento expressivo entre 2022 e 2023: 62% para embriões *in vitro* em ovinos e 299% em caprinos. A produção *in vivo* também aumentou 79% em ovinos, mas caiu 7% em caprinos. A Ásia lidera a produção em pequenos ruminantes, enquanto a América do Sul ainda tem participação limitada, refletindo a baixa demanda do setor produtivo por biotecnologias nesses animais (Viana, 2024b).

Esta revisão apresenta algumas particularidades das técnicas de MOTE e PIVE em ruminantes domésticos, discutindo suas vantagens, limitações e fatores que influenciam seu sucesso (Tabela 1).

MOTE

Os protocolos de superovulação visam o desenvolvimento e ovulação de um número maior de folículos por meio da administração de gonadotrofinas exógenas. O primeiro passo da superovulação hormonal é a sincronização da onda folicular, permitindo a estimulação ovariana independente da fase do ciclo estral. A MOTE apresenta vantagens importantes em relação à PIVE, como maior acessibilidade, menor necessidade de infraestrutura laboratorial e melhor qualidade embrionária, normalmente resultando em maiores taxas de prenhez e criotolerância. No entanto, a variabilidade nos resultados devido à alta taxa de não resposta à superovulação (20–30% das doadoras) representam desafios para sua aplicação comercial (Baruselli et al., 2006; Souza-Fabjan et al., 2021, 2023). Em bovinos, a média global de embriões transferíveis por coleta é de 5,7, enquanto a de oócitos não fertilizados é de 9,0 (Viana, 2024b). Por estas razões, a utilização da técnica vem se tornando menos frequente em bovinos.

Por outro lado, esta permanece como o método preferido para a produção comercial de embriões em pequenos ruminantes (Viana, 2024b). As técnicas de recuperação embrionária em pequenos ruminantes evoluíram significativamente. Embora, segundo a FAO, a maioria dos países ainda adote a coleta cirúrgica, especialmente em ovinos, o Brasil tem avançado com métodos não cirúrgicos. A anatomia cervical dos caprinos (menos anéis, mais simétricos) favorece a técnica, enquanto a cérvix ovina é mais estreita e tortuosa, exigindo relaxamento cervical hormonal. Apesar do maior custo, os métodos cirúrgicos ainda são usados, mas as abordagens não cirúrgicas apresentam vantagens em bem-estar animal, recuperação pós-procedimento e reutilização das fêmeas, além de possuírem eficiência comparável à técnica cirúrgica (Souza-Fabjan et al., 2023).

PIVE

Em bovinos, uma das principais vantagens da PIVE em relação à MOTE é a possibilidade de coletar os complexos *cumulus*-oócito (CCOs) em qualquer fase do ciclo estral, dispensando tratamentos hormonais e, conseqüentemente, reduzindo significativamente os custos do procedimento. A ausência do uso de hormônios impacta ainda no menor intervalo entre ciclos de produção de embriões quando comparado à MOTE (2 semanas vs. 6-8 semanas), permitindo maior produção de descendentes por doadora. A coleta dos CCOs é feita por aspiração folicular transvaginal guiada por ultrassonografia, conhecida como OPU — técnica minimamente invasiva que pode ser aplicada quinzenalmente em diferentes categorias animais, incluindo fêmeas prenhes e pré-púberes, com altas taxas de recuperação. Uma outra grande principal vantagem da PIVE em relação à MOTE é a necessidade de uma menor quantidade de espermatozoides para a fertilização de um grande número de oócitos, sendo ideal para a produção de embriões sexados a partir de uma única palheta de sêmen, com impacto positivo para as indústrias leiteira e de corte. Outras vantagens adicionais incluem a possibilidade de obtenção de embriões de fêmeas prenhes



(até 3 meses de gestação) e pré-púberes, otimizando o uso de doadoras e acelerando o ganho genético (Ferré et al., 2020).

No caso de pequenos ruminantes, a superestimulação hormonal é geralmente necessária para garantir um número adequado de folículos disponíveis para aspiração. A coleta de oócitos em doadoras vivas é realizada por meio da LOPU (coleta laparoscópica de ovócitos), uma técnica que exige jejum prévio, anestesia e todos os cuidados inerentes a procedimentos cirúrgicos. Esses requisitos tornam a logística mais complexa e, conseqüentemente, a PIVE relativamente mais onerosa em pequenos ruminantes quando comparada à realizada em bovinos (Souza-Fabjan et al., 2021, 2023). Quanto à vantagem do menor uso de espermatozoides no processo de fertilização, ela também se aplica aos pequenos ruminantes. No entanto, a ausência de sêmen sexado disponível comercialmente no Brasil, até o momento, limita o aproveitamento pleno desse benefício. Apesar destes entraves, a PIVE tem se consolidado como uma alternativa viável à MOTE em ovinos e caprinos e obtendo números mais expressivos, como descrito acima (Viana 2024b).

De forma geral, a PIVE apresenta algumas desvantagens que devem ser consideradas. Tanto o procedimento de OPU quanto a produção *in vitro* exigem habilidades técnicas, equipamentos específicos e infraestrutura laboratorial adequada, o que aumenta a complexidade logística e os custos de implementação (Viana et al., 2018). Outro ponto crítico é que os embriões PIVE apresentam menor criotolerância e competência do que os embriões *in vivo*. Tal limitação está relacionada à maior incidência de aneuploidias, acúmulo de lipídios intracelulares, alterações epigenéticas e gênicas, retardo na elongação do trofoblasto e desenvolvimento comprometido do saco vitelino (Hansen, 2023).



Tabela 1. Principais características das técnicas de produção de embriões (MOTE: múltipla ovulação seguida de transferência de embriões; PIVE: produção *in vitro* de embriões) em grandes e pequenos ruminantes domésticos.

	Bovinos e Bubalinos		Pequenos Ruminantes	
	MOTE	PIVE	MOTE	PIVE
Uso	Principalmente em bovinos; menos eficiente em bubalinos	Ampla difusão em bovinos; em expansão nos bubalinos	Técnica mais utilizada para produção de embriões	Alternativa crescente, embora ainda com menor escala
Eficiência	Bovinos: 5–6 embriões viáveis/doadora; bubalinos: menor eficiência	Bovinos: alta; Bubalinos: menor taxa de clivagem/blastocisto	Boa eficiência com protocolos otimizados	Taxas variáveis de clivagem e blastocisto
Coleta	Transcervical	Transcervical (OPU)	Transcervical tornando-se mais frequente (opção à laparotomia)	Laparoscopia (LOPU)
Transferência	Transcervical (bovinos); transcervical ou laparoscópica (bubalinos)		Geralmente semi-laparoscópica em ambas; em cabras pode ser não cirúrgica	
Vantagens	Técnica consolidada; embriões mais tolerantes à criopreservação	Permite maior número de coletas por ano e uso de doadoras em diversas fases	Embriões criotolerantes e mais adaptados à rotina produtiva	Uso em diferentes fases reprodutivas; possível coleta de fêmeas jovens ou gestantes
Desvantagens/Desafios	Menor eficiência em bubalinos, baixa resposta à superovulação	Bubalinos: poucos folículos, menor qualidade oocitária, Menor criotolerância dos embriões	Anatomia cervical ovina, alta variabilidade na resposta	Grande variabilidade na qualidade oocitária, logística mais complexa para coleta de CCOs



Conclusões

As biotecnologias reprodutivas MOTE e PIVE são ferramentas complementares e estratégicas no melhoramento genético de ruminantes, com aplicabilidades distintas conforme a espécie e os recursos disponíveis, sendo essenciais para atender às crescentes demandas da produção animal de forma eficiente e sustentável. Ainda que não se possa estabelecer uma regra absoluta, as evidências disponíveis, aliadas ao contexto produtivo e às particularidades das técnicas em termos de eficiência, vantagens e limitações, sugerem uma tendência de maior aplicação da PIVE em grandes ruminantes, enquanto a MOTE permanece como a principal estratégia reprodutiva em pequenos ruminantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). MPPG recebeu apoio da CAPES (Código de Financiamento 001) e VAPA recebeu apoio da FAPERJ e do CNPq (Bolsa PDJ FAPERJ/CNPq). JMGS-F é bolsista JCNE da FAPERJ e de produtividade do CNPq. Os autores também agradecem aos Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal Fluminense: Ciência e Biotecnologia (PPBI) e Medicina Veterinária (PPGMedVet).

Referências

- Baruselli PS, de Sá Filho MF, Martins CM, Nasser LF, Nogueira MFG, Barros CM, Bó GA.** Superovulation and embryo transfer in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology*, v. 65, p. 77–88, 2006.
- Ferré LB, Kjelland ME, Ströbech LB, Hyttel P, Mermillod P, Ross PJ.** Review: Recent advances in bovine *in vitro* embryo production: reproductive biotechnology history and methods. *Animal*, v. 14, p. 991–1004, 2020.
- Hansen PJ.** Some challenges and unrealized opportunities toward widespread use of the *in vitro*-produced embryo in cattle production. *Animal*, v. 17(Suppl 1), p. 100745, 2023.
- Khan SU, Jamal MA, Su Y, Wei H-J, Qing Y, Cheng W.** Towards Improving the Outcomes of Multiple Ovulation and Embryo Transfer in Sheep, with Particular Focus on Donor Superovulation. *Vet Sci*, v. 9, p. 117, 2022.
- Souza-Fabjan JMG, Batista RITP, Correia LFL, Paramio, MT, Fonseca, JF, Freitas, VJF, Mermillod, P.** *In vitro* production of small ruminant embryos: latest improvements and further research. *Reprod Fertil Dev*, v. 33, p. 31–54, 2021.
- Souza-Fabjan JMG, Oliveira MEF, Guimarães MPP, Brandão F, Bartlewski PM, Fonseca JF.** Review: Non-surgical artificial insemination and embryo recovery as safe tools for genetic preservation in small ruminants. *Animal*, v. 17, p. e100787, 2023a.
- van Dijk M, Morley T, Rau ML, Saghai Y.** A meta-analysis of projected global food demand and population at risk of hunger for the period 2010–2050. *Nature Food*, v. 2, p. 494–501, 2021.
- Viana JHM, Figueiredo ACS, Gonçalves RLR, Siqueira LGB.** A historical perspective of embryo-related technologies in South America. *Anim Reprod*, v. 15(Suppl 1), p. 963–970, 2018.
- Viana JHM.** Development of the world farm animal embryo industry over the past 30 years. *Theriogenology*, v. 230, p. 151–156, 2024a.
- Viana JHM.** 2023 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals. *Embryo Technology Newsletter*, v. 42, p.
-