



Situação atual da produção de embriões bovinos no Brasil e no mundo

Current status of cattle embryo production in Brazil and in the world

Rômamy Louise Ribeiro Gonçalves¹, João Henrique Moreira Viana^{2, †}

¹Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.

²Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, Brasil.

Resumo

A produção e transferência de embriões bovinos passou por importantes transformações nas últimas duas décadas, com elas, a posição relativa do Brasil no contexto mundial. O país passou de referência apenas regional, nos anos 1990, para maior produtor mundial entre os anos de 2012 e 2013, tornando-se líder no uso da produção *in vitro* de embriões (PIVE) e definindo tendências que seriam observadas nos anos subsequentes em diversos países. Para descrever esta trajetória, optou-se no presente artigo por caracterizar três momentos históricos (1997, 2007 e 2017), representativos das diferentes fases da evolução do uso da tecnologia no Brasil e no mundo. O contraste dos dados estatísticos destes anos demonstra o poder disruptivo da PIVE, caracterizando a tecnologia como um exemplo de inovação no segmento agropecuário. Da mesma forma, permite compreender as razões para o crescimento passado e, assim, projetar o potencial de crescimento futuro do mercado de embriões no Brasil.

Palavras-chave: estatística, fertilização *in vitro*, pecuária bovina, transferência de embriões.

Abstract

The embryo production and transfer activity in cattle underwent remarkable changes over the past two decades and, along with them, the position of Brazil in the world scenario. This country went from a merely regional reference, in the 1990's, to be the largest global embryo producer between 2012 and 2013, leading the use of in vitro embryo production (IVEP) and defining trends that would be further observed in many countries. To describe such changes, in the current study we have chosen three historical moments (1997, 2007 and 2017), which represent the different phases of embryo industry development in Brazil and throughout world. The contrast of statistical data of these years demonstrates the disruptive power of IVEP, characterizing the technology as an example of innovation in the livestock sector. Besides, it allows the comprehension of the rationale supporting IVEP grow in the past, as well as the projection of the growth potential for Brazilian embryo industry in the near future.

Keywords: cattle livestock, embryo transfer, in vitro fertilization, statistics.

Introdução

O ano de 2019 marca os 20 anos dos primeiros registros de transferências de embriões bovinos produzidos *in vitro* por empresas comerciais no Brasil (Viana et al., 2017). Nesse período, ocorreram transformações significativas na indústria de embriões no país, considerando-se não apenas os números absolutos, mas também na dinâmica do mercado de produtos e serviços relacionados, nos valores econômicos e margens de lucro, e no perfil dos profissionais envolvidos. O emprego em larga escala das tecnologias de embriões também teve um grande impacto nos programas de melhoramento e, conseqüentemente, na evolução genéticas dos rebanhos de corte e leite (Viana et al., 2010; 2017). O significado destas transformações também pode ser evidenciado pela análise comparativa da produção de embriões no Brasil em relação ao cenário mundial. O país assumiu uma posição de vanguarda na adoção da produção *in vitro* de embriões (PIVE) em bovinos, tornando-se uma referência mundial na técnica (Viana et al., 2018).

Devido às particularidades dos sistemas de produção pecuária no Brasil, à natureza dinâmica do mercado de embriões, e a crescente velocidade no desenvolvimento e difusão de biotecnologias, a interpretação correta da evolução da PIVE no Brasil sempre foi um desafio, sendo alguns conceitos equivocadamente associados à tecnologia - particularmente sobre sua adequação à realidade de um país em desenvolvimento (Rodriguez-Martinez, 2012). Paradoxalmente, alguns dos fatores considerados como limitantes para a adoção da tecnologia, como o baixo uso da inseminação artificial (IA), criaram oportunidades de mercado para o crescimento da PIVE, como na geração de touros de reposição para rebanhos de corte que utilizavam monta natural, ou de novilhas de reposição para rebanhos leiteiros (Viana et al., 2010; Sartori et al., 2016). Após duas décadas de uso comercial, a análise retrospectiva da atividade permite a criação de séries históricas, e a melhor compreensão das razões do sucesso comercial da PIVE no Brasil.

O extraordinário crescimento do uso comercial da PIVE, contudo, não foi linear, mas ocorreu em ciclos, conforme previamente descrito (Viana et al. 2012; 2017). Cada ciclo foi caracterizado por um contexto tecnológico e de mercado diferente, e associado a um segmento específico da pecuária bovina (leite, corte, animais elite ou de

[†]Correspondência: henrique.viana@embrapa.br

Recebido: 30 de janeiro de 2019

Aceito: 22 de março de 2019



produção). Dada a complexidade dos fatores envolvidos na evolução do uso comercial da PIVE, não caberia no presente artigo uma análise detalhada das particularidades do mercado de embriões ao longo das últimas duas décadas. Para caracterizar de forma sucinta as transformações ocorridas neste período, optou-se por contrastar dados estatísticos referentes a três “cortes” históricos (1997, 2007, e 2017), arbitrados por caracterizarem momentos claramente distintos da indústria de embriões. Os dados utilizados foram gerados e disponibilizados pela Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões (SBTE) e pela Sociedade Internacional de Tecnologia de Embriões (IETS).

1997: Um mercado em estágio embrionário

Os primeiros registros de transferência de embriões produzidos *in vivo* no Brasil datam da década de 1980 (Rubin, 2005) e, no final da década de 1990, o país já tinha um mercado consolidado de produção e transferência de embriões bovinos. A atividade contava, inclusive, com uma sociedade científica específica (SBTE, na época, Sociedade Brasileira de Transferência de Embriões), criada em 1985 (Rubin, 2005). Contudo, em 1997 o Brasil ainda era uma referência apenas regional na atividade, respondendo por 68,3% dos embriões transferidos na América Latina (24.085/35.254), mas por apenas 6,6% do total mundial de transferências de embriões produzidos *in vivo* (24.085/360.656). Em números absolutos, o país registrou um total de transferências inferior ao dos EUA (76.028), Canadá (44.845), França (31.297) e Japão (40.379). A Europa era a região responsável pelo maior percentual do total mundial (35,4%, 127.522/360.656) seguida pela América do Norte (34,6%, 124.953/360.656) a Ásia (13,8%, 49.724/360.656) (Thibier, 1998).

Em 1997, a PIVE no Brasil ainda era uma atividade restrita às instituições de pesquisa, e para fins científicos. Os primeiros nascimentos de bezerros oriundos de embriões produzidos *in vitro* (PIV) foram registrados no início da década de 1990, por grupos de pesquisa da UNESP e da Embrapa (Rubin, 2005), mas os primeiros laboratórios comerciais só viriam a surgir em 1998. Em contraste, na mesma época a PIVE já era um mercado emergente em outras regiões, impactando nos totais mundial e permitindo que, em 1997, se ultrapassasse a barreira dos 400.000 embriões produzidos (360.656 *in vivo* e 41.632 *in vitro*) (Thibier, 1998). Europa, Ásia e Oceania, respectivamente, lideravam o uso comercial da tecnologia, enquanto nenhum registro de produção comercial de embriões *in vitro* foi feito em países das Américas.

2007: A PIVE como um fenômeno restrito

Em 10 anos, o mercado mundial de embriões mostra-se totalmente mudado. A produção total aumentou notáveis 197,8% (402.288 em 1997 vs. 1.198.048 em 2007). Mas além da evolução numérica, duas outras mudanças merecem destaque: o “eixo gravitacional” da atividade migrou da Europa para as Américas, e a produção de embriões *in vitro* tornou-se um elemento chave para a posição relativa do Brasil no cenário mundial.

Em 2007 o número de embriões PIV ainda correspondia a maior parte do total mundial (63,7%, 763.467/1.198.048), mas a América do Norte tornou-se responsável por 55,5% deste segmento (424.053/763.467), ultrapassando em muito a participação da Europa, com 13,9% (106.284/763.467). Os EUA produziram 82,0% do total registrado na América do Norte, dos quais cerca de dois terços em raças de corte (Thibier, 2008). Por outro lado, não houve uma alteração significativa na participação do Brasil nos totais mundiais para embriões *in vivo*. O país registrou a transferência de 46.694 embriões, o que corresponde a 69,8% do total regional e 8,1% do mundial neste ano (Thibier, 2008). Este número era inferior, por exemplo, ao registrado pelo Japão.

A grande revolução foi decorrente da adoção e subsequente crescimento exponencial da PIVE no Brasil. Em 2007 o país já era o maior produtor de embriões bovinos *in vitro*, com 48,0% do total mundial (211.443/434.581), e foi o maior responsável pelo crescimento de 10,5 vezes observado nesse segmento em relação a 1997 (Viana, et al. 2012). Em contraste, a Europa respondeu por apenas 1,3% do total mundial da PIVE em 2007 (5.832/434.581). Desta forma, a produção mundial de embriões passou a concentrar-se em dois polos: os EUA, na produção de embriões *in vivo*, e o Brasil, na produção *in vitro*.

A PIVE no Brasil, contudo, apresentava características muito distintas das observadas em outras regiões. A quase totalidade dos embriões PIV eram de raças zebuínas (99,3%, 210.937/212.441), com destaque para a raça Nelore (73,5% do total *in vitro*). A maior população folicular observada em raças zebuínas, e conseqüente maior número de oócitos coletados e embriões produzidos por aspiração/doadora (Pontes et al., 2010; Viana et al., 2012), contribuíram decisivamente para reduzir o custo das gestações, compensando a baixa eficiência da técnica na época (Faber et al., 2003; Watanabe et al., 2017) e viabilizando seu uso por um número crescente de produtores. Criou-se, desta forma, um ciclo virtuoso, no qual o aumento da escala proporcionava reduções subsequentes no custo, estimulando por sua vez ainda mais o uso da PIVE (Viana et al., 2012). As vantagens do uso de raças zebuínas, contudo, eram uma vantagem restrita a países predominantemente tropicais, como o Brasil.

2017: A consolidação da tecnologia

O ano de 2017 é um marco histórico na produção de embriões bovinos. Pela primeira vez nos registros da Sociedade Internacional de Tecnologia de Embriões (IETS), o total de embriões PIV ultrapassou aqueles gerados *in*



vivo (992.289 vs. 406.287, respectivamente) (Viana, 2018). Novamente, constatam-se duas mudanças significativas: o fim da polarização, como aumento no uso da PIVE em diferentes regiões, e a transformação do mercado interno no Brasil.

A PIVE consolidou-se como a técnica de eleição para a produção de embriões bovinos, respondendo pelo maior percentual dos embriões produzidos não apenas em raças zebuínas de corte, mas também nos demais segmentos (taurinos e zebuínos, corte e leite), conforme demonstrado na Tabela 1. A disponibilidade de sêmen sexado, a partir de meados do ano de 2005, associado a progressiva melhora na eficiência da PIVE, impulsionaram sua adoção em raças leiteiras (Pontes et al., 2010; Viana et al., 2017; 2018). Como consequência, o mercado nacional, caracterizado em 2007 pela predominância de raças zebuínas e de corte, registrou em 2017 maior produção de embriões em raças taurinas ou seus cruzamentos e em raças leiteiras. Desta forma, o perfil da atividade no Brasil tornou-se semelhante ao observado em outras regiões do mundo.

Paralelamente, observou-se um crescimento significativo na PIVE na América do Norte (+82,7%) e Europa (+164,7%) nos últimos cinco anos (Viana et al., 2018). As tendências observadas inicialmente no Brasil no uso da PIVE como técnica de eleição, superando a produção de embriões *in vivo*, assim como do uso da aspiração folicular orientada por ultrassonografia transvaginal (OPU) como principal meio de obtenção de oócitos, tornaram-se também evidentes em diversos países da América do Sul, nos EUA e Europa (Viana, 2018). O crescimento global da PIVE, associado à relativa estagnação do mercado brasileiro decorrente da crise econômica entre 2014 e 2016 (IBGE, 2017), determinaram o fim da hegemonia nacional neste segmento. Em 2017, os EUA registraram mais embriões PIV que o Brasil (421.123 vs. 345.528, respectivamente), ainda que o número de embriões efetivamente transferidos ainda seja maior no Brasil (231.424 vs. 343.811, respectivamente). Como os EUA permanecem como maior produtor de embriões bovinos *in vivo* (45,3%, 224.281/495.054), este país lidera o ranking mundial, considerando-se os números totais (*in vivo* e *in vitro*). Ainda assim, o Brasil segue como referência no uso da PIVE, respondendo por 34,8% da produção global (Viana, 2018).

Tabela 1. Produção de embriões bovinos no Brasil em 2017, estratificada por segmento e por tecnologia adotada (*in vivo* ou *in vitro*).

| Segmento | <i>In vivo</i> | <i>In vitro</i> | Total | Varição 2016-2017 |
|--------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|
| Zebuínos leiteiros | 14 | 12.979 | 12.993 | 12.3% |
| Taurinos leiteiros | 22.371 | 167.496 | 189.867 | -1.0% |
| Subtotal | 22.385 | 180.475 | 202.860 | -0.3% |
| Zebuínos de corte | 1.300 | 96.184 | 97.484 | 5.3% |
| Taurinos de corte | 6.290 | 68.869 | 75.159 | -9.6% |
| Subtotal | 7.590 | 165.053 | 172.643 | -1.8% |
| Total Geral | 29.975 | 345.528 | 375.503 | -1.0% |

Lições para o futuro

Os três “cortes” temporais analisados mostram como, em um intervalo de apenas duas décadas (1997-2017), o cenário mundial das tecnologias de embriões foi completamente alterado, graças ao poder disruptivo de uma nova tecnologia. A PIVE, neste contexto, é um exemplo claro de inovação, conforme a definição clássica (OCDE, 1997): *um conjunto de novas técnicas e processos, frutos do desenvolvimento técnico-científico, que chega ao mercado e - o mais importante - o transforma*. De fato, uma análise superficial do cenário observado em 1997 não permitiria projetar a posição de destaque que o Brasil viria a assumir no contexto mundial em 2007, assim como o cenário da PIVE em 2007 sinalizava um fenômeno local, e não mundial, como viria a ser observado em 2017. Compreender a evolução na adoção de tecnologias requer, portanto, mais que a análise da dimensão técnica das mesmas. É preciso compreender, entre outras coisas, a dinâmica do segmento econômico no qual as tecnologias estão inseridas, e as percepções e demandas da sociedade.

A história da PIVE no Brasil é outro exemplo das transformações que revolucionaram a agropecuária nacional nas últimas décadas e transformaram o país de importador de alimentos a um reconhecido celeiro mundial. Entretanto, mostra os percalços neste caminho: do ceticismo inicial (inclusive na comunidade científica) às dificuldades associadas ao cenário macroeconômico e as incertezas climáticas. A evolução da tecnologia venceu os estigmas de “modismo” e “elitismo”, mas tem pela frente outros desafios, particularmente num contexto de forte concentração do mercado de genética e de concorrência globalizada. Ainda assim, a relativização dos números mostra que um percentual muito reduzido das fêmeas bovinas em idade reprodutiva é utilizado na transferência de embriões, e que o mercado nacional ainda tem um grande potencial de crescimento (Viana et al., 2017).

Referências

- Faber DC, Molina JA, Ohlrichs CL, Vander Zwaag DF, Ferré LB. Commercialization of animal biotechnology. *Theriogenology*, v.59, p.125-138, 2003.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). PIB cai 3,5% em 2015 e registra R\$ 6 trilhões. Estatísticas econômicas 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de>



noticias/releases/17902-pib-cai-3-5-em-2015-e-registra-r-6-trilhoes

OCDE. Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento. Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3ª ed. 184p, 1997.

Pontes JH, Silva KC, Basso AC, Rigo AG, Ferreira CR, Santos GM, Sanches BV, Porcionato JP, Vieira PH, Faifer FS, Sterza FA, Schenk JL, Seneda MM. Large-scale *in vitro* embryo production and pregnancy rates from *Bos taurus*, *Bos indicus*, and *indicus-taurus* dairy cows using sexed sperm. *Theriogenology*, v.74, p.1349-1355, 2010.

Rodriguez-Martinez H. Assisted reproductive techniques for cattle breeding in developing countries: a critical appraisal of their value and limitations. *Reprod Domest Anim*, v.47, p.21-26, 2012. doi: 10.1111/j.1439-0531.2011.01961.x.

Rubin MIB. Twenty years history of the Brazilian Embryo Technology Society (1985-2005). *Acta Sci Vet*, v.33, p.35-54, 2005.

Sartori R, Prata AB, Figueiredo ACS, Sanches BV, Pontes GCS, Viana JHM, Pontes JH, Vasconcelos JLM, Pereira MHC, Dode MAN, Monteiro Jr PLJ, Baruselli PS. Update and overview on assisted reproductive technologies (ARTs) in Brazil. *Anim Reprod*, v.13, p.300-312, 2016.

Thibier M. The 1997 Embryo Transfer Statistics from Around the World. *Embryo Transfer Newsl*, v.16(4), p.24-28, 1998.

Thibier M. The worldwide activity in farm animals embryo transfer. Data Retrieval Committee Statistics of Embryo Transfer- Year 2007. *Embryo Transfer Newsl*, v.26(4), p. 4-9, 2008.

Viana JHM, Siqueira LGB, Palhão MP, Camargo LSA. Use of *in vitro* fertilization technique in the last decade and its effect on Brazilian embryo industry and animal production. *Acta Sci Vet*, v.38, p.s661-s674, 2010.

Viana JHM, Siqueira LGB, Palhao MP, Camargo LSA. Features and perspectives of the Brazilian *in vitro* embryo industry. *Anim Reprod*, v.9, p.12-18, 2012.

Viana JHM, Figueiredo ACS, Siqueira LGB. Brazilian embryo industry in context: pitfalls, lessons, and expectations for the future. *Anim Reprod*, v.14, p.476-481, 2017.

Viana JHM. 2017 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals: Is it a turning point? In 2017 more *in vitro*-produced than *in vivo*-derived embryos were transferred worldwide. *Embryo Transfer Newsl*, v.36(4), p.8-25, 2018.

Viana JHM, Figueiredo ACS, Gonçalves RLR, Siqueira LGB. A historical perspective of embryo-related technologies in South America. *Anim Reprod*, v.15, p.963-970, 2018. DOI: 10.21451/1984-3143-AR2018-0016

Watanabe YF, de Souza AH, Mingoti RD, Ferreira RM, Batista EOS, Dayan A, Watanabe O, Meirelles FV, Nogueira MFG, Ferraz JBS, Baruselli PS. Number of oocytes retrieved per donor during OPU and its relationship with *in vitro* embryo production and field fertility following embryo transfer. *Anim Reprod*, v.14, p.635-644, 2017.
