

A INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO E A PRODUÇÃO *IN VITRO* DE EMBRIÕES EM VACAS DA RAÇA NELORE

Vinício Araujo Nascimento
André Rezende Carvalho¹
Marcia Dias²
Ruiter Machado Pereira¹
Deyse Scarlaty Clementino de Lima²

Resumo: Objetivou-se analisar a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) e a Produção *In Vitro* de embriões (PIVE) em vacas Nelore. O estudo foi em três fazendas: Fazenda 1 - IATF em 126 vacas, realizando no Dia 0, inserção de dispositivo intravaginal de progesterona e aplicação de 2 mg de benzoato de estradiol; Dia 7, aplicação de 0,15 mg de PGF_{2α}; Dia 9, retirada do CIDR, aplicação de 300 UI de eCG, e 0,6 mg de cipionato de estradiol; Dia 11, IATF 48-52 h após a retirada do CIDR; Fazenda 2 - PIVE, utilizando 13 doadoras e 55 vacas receptoras; Fazenda 3 - PIVE, utilizando 34 receptoras. A fertilização dos oócitos foi na MT Embriões®, situada a 500 km da fazenda 2, onde os oócitos foram aspirados e os embriões inovulados, e a 370 km da fazenda 3, onde também houve inovulação de embriões. As receptoras receberam o mesmo protocolo de IATF. Fez-se a avaliação dos custos para a IATF (valores dos hormônios, serviço técnico, sêmen, equipamentos de trabalho e deslocamento da equipe técnica) e para a PIVE (valores dos hormônios, serviço técnico, equipamentos de trabalho na sincronização de ovulação das receptoras; e valores da aspiração dos oócitos, da fertilização *in vitro* dos oócitos, do deslocamento da equipe técnica e da inovulação dos embriões). Na fazenda 1, a taxa de prenhez (TP) foi 46,83% (59/126). Na fazenda 2, foram inovulados 50 embriões e a TP foi 60,00% (30/50). Na fazenda 3, foram inovulados 27 embriões e a TP foi 33,00% (9/27). O custo por prenhez na IATF, R\$ 127,37 ou 35,39US\$, foi inferior ao custo da PIVE, R\$ 450,60 ou 125,20US\$. Assim, a IATF e a PIVE podem ser executadas a campo, porém os objetivos dos criadores serão decisivos para orientar as decisões na empresa rural, sendo primordial o planejamento.

Palavras-chave: Biotécnicas reprodutivas. Bovinocultura. Eficiência produtiva. Pecuária sustentável. Reprodução.

INTRODUÇÃO

As condições do mercado vêm demonstrando a necessidade da bovinocultura ser cada vez mais eficiente. A produção de bovinos de qualidade e a baixo custo constituem o ideal produtivo para os bovinocultores, visto que o mercado cada vez mais dificulta a sustentabilidade de criadores sem planejamento.

O melhoramento genético com o emprego e divulgação dos programas, de seleção tanto em *Bos taurus indicus* quanto em *Bos taurus taurus*, possibilita identificar com elevada acurácia indivíduos superiores de ambos os sexos para utilização em larga escala. Assim, o avanço nos programas de seleção do melhoramento genético e nas



biotécnicas reprodutivas tornaram-se em conjunto o pilar da produção de bovinos de qualidade.

A Inseminação Artificial (IA) é a biotécnica pela qual o sêmen é coletado, processado, armazenado e depositado artificialmente no trato reprodutivo feminino para fertilizar o oócito, em vez da monta natural, sendo a base de amplificação da difusão genética dos machos. Poucos machos são selecionados para produzirem espermatozoides para a inseminação de centenas de fêmeas por ano, caracterizando a verdadeira seleção de genes (Webb, 1992; Barbosa e Machado, 2008).

A Produção In Vitro (PIVE) refere-se à biotécnica em que há a aspiração dos oócitos das vacas doadoras, que são maturados, fertilizados e cultivados em laboratório, e após 7 dias são inovulados nas vacas receptoras para completarem o desenvolvimento de animais geneticamente superiores, oriundos do touro e da doadora selecionada. A PIVE proporciona o melhoramento animal; na eficiência reprodutiva de animais com início em idade inferior a partir de 6 meses (diminui intervalo de gerações), de vacas prenhes até o terceiro mês de gestação, ou mesmo depois de 2 a 3 semanas do pós-parto de vacas (Gonçalves et al., 2002); na produção de embriões para transferência comercial, na produção de animais transgênicos e como fonte de embriões sexados (Brackett, 1992; Brackett e Zuelke, 1993; Rumpf, 2007).

O conceito de custo de produção é o agrupamento de todos os gastos necessários para colocar o ativo em condições de gerar benefícios para a empresa (Silva, 2005). Assim, os criadores devem analisar e decidir qual a biotécnica deve ser utilizada para atender os objetivos de sua empresa rural.

Assim, objetivou-se analisar o uso da Inseminação Artificial em Tempo Fixo e a Produção In Vitro de embriões (PIVE) em vacas da raça Nelore, considerando a eficiência das biotécnicas.

Material e métodos

O estudo foi conduzido em três fazendas, sendo as fazendas 1 e 2 localizadas no município de Araguinha, Estado de Mato Grosso, com as coordenadas geográficas de 16°51'23" Sul, 53°1'47" Oeste e 487 m de altitude. O clima em Araguinha é tropical. Chove muito menos no inverno que no verão. Segundo a Köppen e Geiger a classificação



do clima é Aw. 23,8°C é a temperatura média. 1714 mm é a pluviosidade média anual. A fazenda 3 localizada no município de Mineiros, Estado de Goiás, com as coordenadas geográficas de 17°34'10" Sul, 52°33'04" Oeste e 750 m de altitude, com o clima tropical. Há muito mais pluviosidade no verão que no inverno. Segundo a Köppen e Geiger a classificação do clima é Aw. Em Mineiros a temperatura média é 22,7°C. A pluviosidade média anual é 1695 mm.

Foram utilizadas 228 vacas lactantes da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) e mestiças (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*) no período seco do ano de 2016, maio a setembro de 2016, primíparas e multíparas, mantidas nas três propriedades. As vacas apresentavam histórico de boa fertilidade e estavam clinicamente sadias e foram mantidas em único lote em cada propriedade, em pastagens de capim *Brachiaria ruziziensis* cv. Marandu, recebendo suplementação com mistura mineral e água à vontade.

Na fazenda 1, realizou-se a biotécnica Inseminação Artificial, com a estratégia Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF). Realizou-se o exame ginecológico das vacas por palpação retal e com o aparelho portátil de ultrassom¹ acoplado a um transdutor linear retal de 5,0 MHz a fim de verificar as condições de aptidão para reprodução. Foram utilizadas 126 vacas da raça Nelore, primíparas e multíparas, com condição corporal de 2,80±0,29 (CC, escala de 1 a 5; EDMONSON et al., 1989). As vacas foram submetidas à sincronização da ovulação pelo protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo: dia 0, inserção de dispositivo intravaginal de progesterona² e aplicação intramuscular (IM) de 2 mg de BE³; no dia 7 aplicação de 0,15 mg de PGF_{2α}⁴; no dia 9, retirada do CIDR, aplicação de 300 UI de eCG⁵, e de 0,6 mg de cipionato de estradiol⁶ IM; no dia 11, realizou-se a IATF 48 a 52 h após a retirada do dispositivo de progesterona. Exames ultrassonográficos foram realizados 30 dias pós-IATF para a realização do diagnóstico de prenhez (Figura 1). A mesma equipe técnica realizou as inseminações artificiais, utilizando-se sêmen de cinco

¹ DP 2200, Mindray®, Shemzhen, China.

² 1,9 g progesterona, CIDR®, Zoetis Indústria de Produtos Veterinários Ltda, Campinas-SP, Brasil.

³ 1 mg/mL benzoato de estradiol, Gonadiol®, Syntex S.A., Buenos Aires, Argentina.

⁴ 5,0 mg/mL Dinoprost Trometamina, Lutalyse®, Zoetis Indústria de Produtos Veterinários Ltda, Campinas-SP, Brasil.

⁵ 200 UI/mL gonadotrofina coriônica equina (eCG), Novormon 5000®, Syntex S.A. – Buenos Aires, Argentina.

⁶ 2 mg/mL cipionato de estradiol, E.C.P.®, Zoetis Indústria de Produtos Veterinários Ltda, Campinas-SP, Brasil.



toros da raça Nelore, oriundos da mesma central de sêmen, associada à Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA).

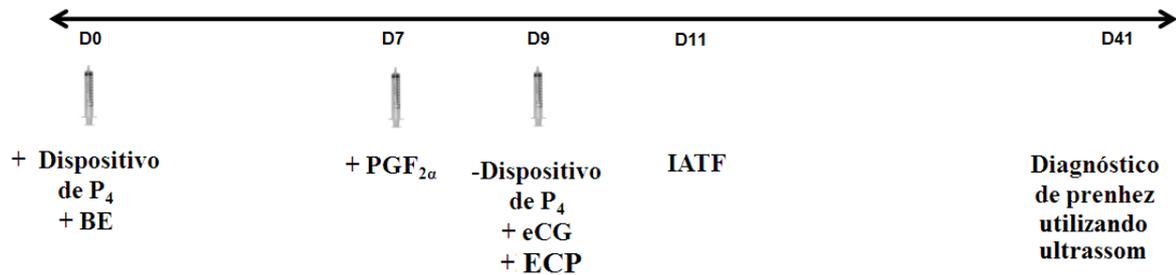


Figura 1. Cronograma de execução do protocolo de IATF e diagnóstico de prenhez.

Nas fazendas 2 e 3, realizou-se a biotécnica Produção *In Vitro* de Embriões (PIVE). Na fazenda 3, 13 vacas da raça Nelore, puras de origem (PO), foram selecionadas como doadoras de embriões pela linhagem, consistência do pedigree, bom desempenho em gado de corte e beleza e caracterização racial. Também, 55 vacas da raça Nelore e mestiças *Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus* foram utilizadas como receptoras de embrião, com condição corporal de $3,00 \pm 0,37$ (CC, escala de 1 a 5; EDMONSON et al., 1989). Na fazenda 2, 34 vacas da raça Nelore foram utilizadas como receptoras de embrião, com condição corporal de $2,95 \pm 0,30$. Em todas as fêmeas, doadoras e receptoras, foi realizado o exame ginecológico por palpação retal e com o aparelho portátil de ultrassom¹ a fim de verificar as condições de aptidão para reprodução. Todas as vacas eram múltiparas.

A PIVE consistiu nas três etapas laboratoriais realizadas pela empresa MT Embriões⁷ a partir da coleta dos oócitos das doadoras na fazenda 3, município de Mineiros, GO. A empresa situa-se a distância de 500 km da fazenda 3. A técnica foi desenvolvida nas três etapas interligadas: a maturação *in vitro* (MIV), a fertilização *in vitro* (FIV) e o cultivo de zigotos *in vitro* (CIV). A última etapa foi estendida até os estádios de blastocisto expandido e blastocisto eclodido, alcançado no 7º dia pós-FIV, quando então os embriões foram mantidos no equipamento Transportador de Embriões TE-100

⁷ T.A.C. Laboratório de Reprodução Animal Ltda. Cuiabá-MT, Brasil.



Compact⁸ e transportados às fazendas 2 e 3, nas quais foram inovulados nas receptoras. A empresa MT Embriões⁹ situa-se a distância de 370 km da fazenda 2. As receptoras em ambas propriedades foram submetidas à sincronização da ovulação correspondente à data da aspiração dos oócitos das doadoras na fazenda 2. O protocolo utilizado para sincronização da ovulação foi similar às vacas da fazenda 1 submetidas à IATF (Figura 1). No dia da transferência dos embriões, as receptoras foram avaliadas novamente por ultrassom para verificação da presença do corpo lúteo e para determinar o local de deposição do embrião. Os embriões foram transferidos por inovulação transcervical no corno uterino ipsilateral ao ovário com corpo lúteo. Exames ultrassonográficos foram realizados 30 dias pós inovulação dos embriões para diagnóstico de prenhez das receptoras (Figura 2). A mesma equipe técnica selecionou e preparou as receptoras nas fazendas 2 e 3.

Foi realizado a análise do resultado a campo do uso das duas biotécnicas, Inseminação Artificial com a estratégia Inseminação Artificial em Tempo fixo e a Produção *In Vitro* de Embriões associada a estratégia Transferência de Embrião em Tempo Fixo pelos valores de mercado na moeda nacional (R\$) e convertida em dólar comercial (U\$S). No uso das duas biotécnicas, utilizou-se apenas a avaliação dos custos alternativos utilizados para a execução de cada uma, calculando a eficiência. Para a IATF, os custos alternativos avaliados foram relativos ao valor comercial dos hormônios, serviço técnico, sêmen, equipamentos de trabalho e deslocamento da equipe técnica. Para a PIVE, os custos alternativos foram relativos à sincronização de ovulação das receptoras (valor comercial do protocolo hormonal, serviço técnico, equipamentos de trabalho) e relacionados aos embriões (aspiração dos oócitos, fertilização *in vitro* dos oócitos, deslocamento da equipe técnica e inovulação dos embriões). A análise de todos os dados foi descritiva e realizada separadamente.

⁸ Transportador de Embriões TE-100 Compact, WTA, Cravinhos-SP, Brasil.

⁹ T.A.C. Laboratório de Reprodução Animal Ltda. Cuiabá-MT, Brasil.



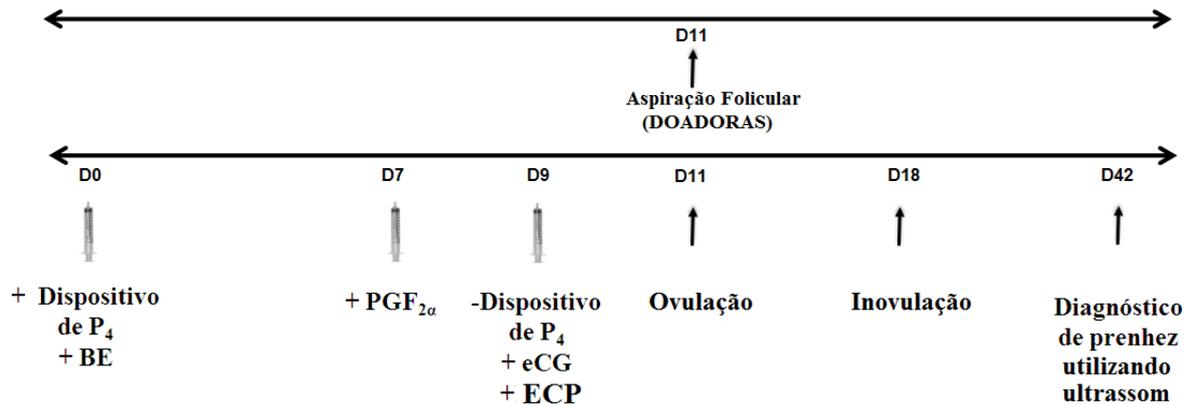


Figura 2. Cronograma de execução da aspiração folicular das doadoras e do protocolo da sincronização de ovulação, da inovulação e do diagnóstico de prenhez das receptoras.

Resultados e discussão

Na fazenda 1, onde foi realizada a IATF, em que foram inseminadas 126 vacas, houve a taxa de prenhez de 46,83% (n= 59 fêmeas). A média brasileira é de aproximadamente 51,6% (Baruselli, 2004). É importante ressaltar que esse protocolo de sincronização de ovulação foi realizado no período seco do ano, em que há pouca disponibilidade de matéria seca para os animais, o que interfere diretamente na taxa de concepção. A baixa nutrição é a principal causa da reduzida fertilidade de vacas criadas em áreas tropicais e subtropicais. Estudos demonstram que a condição corporal (CC) indica, com elevada acurácia, o nível de armazenamento de energia do animal, o que está relacionado diretamente com o reinício da atividade ovariana pós-parto.

No mundo globalizado atual, o agronegócio vem revelando a necessidade da bovinocultura ser cada vez mais eficiente. Assim, o rebanho bovino brasileiro composto por cerca de 212 milhões de animais (Nascimento e Borrás, 2016), com predominância de *Bos taurus indicus* (±85% anelorados), pela maior adaptabilidade às condições climáticas de altas temperaturas e umidade, necessita de esforços conjuntos de todos os membros ligados à pecuária para o melhoramento genético e eficiência reprodutiva dos bovinos.

A utilização da IA apresenta inúmeras vantagens como a padronização do rebanho, o controle de doenças sexualmente transmissíveis (Mies Filho, 1987), a



ordenação do trabalho na fazenda, a diminuição do custo de reposição de touros, etc. Mas a principal vantagem dessa técnica está diretamente ligada ao processo de melhoramento genético e à obtenção de animais com maior potencial de produção e reprodução. Os protocolos de indução da ovulação utilizando progestágenos, benzoato de estradiol, cipionato de estradiol, gonadotrofina coriônica eqüína (eCG), hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), hormônio folículo estimulante de origem suína (FSH-p) facilitam significativamente o estabelecimento da IA, visto que elimina um dos principais entraves do emprego da IA em bovinos de corte, a detecção de estro. Além do controle reprodutivo poder ser programado para eficiência dos índices de avaliação e, também, de ordem econômica, referindo-se a uniformidade de lotes e de época ideal para a venda dos animais.

A IA apresenta também como a melhoria do rebanho decorrente do cruzamento entre raças (Perotto et al., 1996; Cubbas et al., 1996) que, no Brasil, geralmente consiste na utilização de sêmen de touros europeus provados em vacas zebuínas de rebanho comercial. A IA é uma das poucas ferramentas disponíveis ao criador de países tropicais para obter, com sucesso, os ganhos do cruzamento entre *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus*. No entanto, falhas na detecção de estro, anestro pós-parto e puberdade tardia são os principais fatores que limitam o emprego desta biotecnologia (Baruselli et al., 2004). Como estratégia para eliminar a necessidade de detecção de estro, utilizam-se as associações de hormônios para controle do ciclo estral, estabelecendo a sincronização das ovulações das fêmeas, sendo possível realizar a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF).

Nas fazendas 2 e 3 foram realizadas a PIVE associada a TETF. Na fazenda 2, foi realizada a sincronização de ovulação de 34 fêmeas, das quais após a avaliação quanto a presença da estrutura corpo lúteo, foi constatado que 27 fêmeas estavam aptas a receberem o embrião. Assim, foi realizada a inovulação nas receptoras aptas em que houve a determinação de 9 gestações, ou seja, a taxa de prenhez de 33,00% (9/27). Na fazenda 3, a sincronização de ovulação foi em 55 fêmeas, sendo constatado o corpo lúteo em 50 fêmeas, que receberam a inovulação de embrião, e posteriormente, determinada a prenhez em 30 vacas, sendo estabelecida a taxa de prenhez de 60,00%. Assim, a taxa de prenhez média nas duas fazendas foi de 50,65%. A Produção *In Vitro* de embriões (PIVE) se sobressai em relação a IATF em alguns fatores, dentre eles pode-se citar a



diminuição do intervalo entre gerações; permite a utilização de fêmeas desde pré-pubescentes até senis; aumenta, em média, 12 vezes o número de descendentes de uma fêmea. Levando em consideração o alto valor agregado de animais geneticamente superiores submetidos a PIVE, essa biotécnica se torna viável, visto que a multiplicação de animais geneticamente superiores e de alto valor agregado será mais rápida em relação às outras biotécnicas.

Em muitos países a Produção *In Vitro* (PIVE) somente é utilizada como última opção para a obtenção de embriões, quando a recuperação pela lavagem uterina é inviável. No Brasil, no entanto, a PIVE é muitas vezes a primeira opção para a multiplicação de animais de interesse zootécnico e/ou comercial. Em julho de 2000, nasceu a primeira fêmea da raça Holandês gerada por técnicas de aspiração folicular (AF) e fertilização *in vitro* de embriões (FIV) no Estado de Minas Gerais. O parto foi natural, não assistido, com período de gestação de 293 dias, pesando 32 kg, e com características morfofisiológicas e vigor normais para a raça (Viana et al., 2001).

A fecundação de oócitos maturados *in vivo* foi a base para a fecundação *in vitro* (FIV) e serviu como ferramenta para o tratamento da infertilidade humana (Edwards, 1981). Em fêmeas de bovinos proporcionou trabalhar com fêmeas com obstrução da tuba uterina, aderências do infundíbulo, doenças endometriais, cérvix não funcional e com as que apresentam baixas taxas de fecundação na transferência de embriões (TE, Rubin et al., 2009). Também, a produção *in vitro* de embriões (PIVE) proporciona o melhoramento animal; na eficiência reprodutiva de animais com início em idade inferior a partir de 6 meses (diminui intervalo de gerações), de vacas prenhes até o terceiro mês de gestação, ou mesmo depois de 2 a 3 semanas do pós-parto de vacas (Gonçalves et al., 2002); na produção de embriões para transferência comercial, na produção de animais transgênicos e como fonte de embriões sexados (Brackett, 1992; Brackett e Zuelke, 1993; Rumpf, 2007).

Dentre os principais aspectos relacionados a expressiva disseminação da técnica no Brasil, pode-se apontar o domínio da PIVE por laboratórios privados e a crescente valorização da raça Nelore (Seneda e Blaschi, 2004). O fato da fêmea *Bos taurus indicus* produzir dezenas de oócitos em único procedimento de AF, numa relação direta com o número de folículos (Seneda et al., 2006; Pontes et al., 2009), elevou o Brasil à liderança mundial na produção *in vitro* de embriões. Esta atividade se expandiu no Brasil com a



instalação de várias empresas aplicando a aspiração folicular e produção *in vitro* (AF-PIVE) comercialmente. Hoje, o maior gargalo do processo é a exigência do aperfeiçoamento da técnica de criopreservação.

Estima-se que mais de 200.000 bezerros tenham nascido a partir dessa técnica, quando associada com a aspiração folicular, e números como 50 bezerros a partir de única doadora são obtidos, relativamente, sem extremas dificuldades (Van Wagtendonk-de Leeuw, 2006, citado por Seneda et al., 2006).

Os resultados da técnica são variáveis de um laboratório para outro e até no mesmo laboratório (Garcia et al., 2004). A baixa eficiência da técnica e menor qualidade dos embriões produzidos *in vitro*, quando comparados com os produzidos *in vivo*, são fatores limitantes, observando que 30% dos oócitos colocados para maturar se desenvolvem até o estágio de blastocisto (Mingoti, 2005) e, que menos de 50% dos embriões transferidos geram prenhez. Os resultados de pesquisas evidenciam-se indicações que há mais relação com a fonte de ovócitos do que com as condições de fertilização e cultivo *in vitro*. Ovócitos utilizados para a PIVE são oriundos de folículos com 3 a 8 mm de diâmetro, sendo heterogêneos quanto ao estágio de desenvolvimento e atresia, não tendo passado pelo período pré-ovulatório e submetidos à maturação *in vitro* (Hendriksen et al., 2000). Taxas de prenhez inferiores são obtidas quando os embriões criopreservados. Assim, são vários fatores que oneram a aplicação da biotécnica, sendo altos os custos de investimento.

O conceito de custo de produção é o agrupamento de todos os gastos necessários para colocar o ativo em condições de gerar benefícios para a empresa (Silva, 2005). A avaliação de custo por modelos teóricos (simulações) vem sendo desenvolvida para avaliar a viabilidade econômica da pecuária voltada para a cria e de algumas biotécnicas aplicadas na reprodução animal (Tabela 1, Tabela 2). Pode ser notado que o custo por prenhez da IATF (R\$ 127,37 ou 35,39U\$S) foi abaixo de 1/3 do custo da PIVE (R\$ 450,60 ou 125,20U\$S). Ao considerar o custo em investimento em biotecnologias reprodutivas, o empresário rural deverá ter o planejamento bem estruturado, ou seja, os objetivos bem determinados para então decidir as ações da empresa.



Tabela 1. Avaliação dos custos alternativos com a Inseminação Artificial em Tempo Fixo na fazenda 1 (n:126)

Custos alternativos	Custo/vaca	Custo/vaca	Custo total	Custo total
	(R\$)	(U\$S)	(R\$)	(U\$S)
Protocolo hormonal	16,00	4,45	2.016,00	560,14
Serviço técnico	18,00	5,00	2068,00	630,16
Sêmen	18,00	5,00	2068,00	630,16
Equipamentos de trabalho	0,50	0,14	63,00	17,50
Deslocamento da equipe técnica	7,14	1,98	899,64	249,96
Total	59,64	16,57	7.514,54	2.087,92
Custo/ prenhez	127,37	35,39		

As metodologias de avaliação de custos diferem de acordo com os trabalhos. Amaral et al. (2003) realizaram estudo comparativo do custo de prenhez pelo uso de touros, de touros melhoradores, de inseminação e de IATF. Os autores consideraram na quantificação do custo: custos operacionais (materiais, mão-de-obra e encargos, sal mineral, etc), depreciação e juros sobre o capital investido em equipamentos e instalações. Martinez et al. (2004), simulando o custo da prenhez de monta natural e da inseminação artificial em rebanhos leiteiros, consideraram na elaboração do custo, na monta natural despesas operacionais (alimentação dos animais, mão-de-obra e encargos, vacinas e medicamentos) e custo de capital imobilizado (reprodutores, baias, terra nua, pastagens), porém não contabilizaram custo sobre capital investido nas vacas. Na inseminação artificial, consideraram despesas operacionais (material de consumo – não contabilizadas despesas de mão-de-obra e encargos) e custo de capital imobilizado (materiais e equipamentos de inseminação), porém não contabilizados custos com juros de capital imobilizado na terra nua, matrizes e pastagens.

Tenhagen et al. (2004), trabalhando com rebanho leiteiro na Alemanha, desenvolveram experimento para avaliar o custo de prenhez obtido com a inseminação convencional e com a IATF. Para calcular o custo da prenhez (CP) utilizaram a seguinte equação: $CP = (\text{material de consumo} + \text{serviços veterinários} + \text{dias abertos} > 85 \text{ dias até a prenhez} + \text{vacas descarte}) \div (\text{número de vacas prenhes} + \text{fêmeas prenhes de reposição})$.



O custo da vaca descarte foi calculado aplicando-se o valor da fêmea de reposição subtraído o valor de abate da vaca descartada.

Tabela 2. Avaliação dos custos alternativos com a Produção *In Vitro* de Embriões nas fazendas 2 e 3

		Custo/ vaca (R\$)	Custo/ vaca (U\$S)	Custo total (R\$)	Custo total (U\$S)
Sincronização da ovulação das receptoras	Protocolo hormonal	16,00	4,45	1.424,00	395,65
	Serviço técnico	6,00	5,00	534,00	148,37
	Equipamentos de trabalho	0,50	0,14	44,50	12,36
	Sub-Total	22,50	6,25	2.002,50	556,39
produção <i>in vitro</i> de embriões	Aspiração dos oócitos	45,58	12,66	3.509,66	975,15
	Fertilização <i>in vitro</i> dos oócitos	70,00	19,45	5.390,00	1.497,60
	Deslocamento da equipe técnica	35,65	9,91	2.821,17	783,85
	Inovulação dos embriões	50,00	13,89	3.850,00	1.069,71
	Sub-Total	201,23	55,91	15.570,83	4.326,31
	Total da PIVE	223,73	62,16	17573,33	4882,70
	Custo médio por receptora com embrião inovulado	228,23	63,41		
	Custo médio por receptora prenhe	450,60	125,20		

Segundo Reis (2002), considera-se *custo operacional* todo aquele exigido para que as operações produtivas ocorram, sendo, portanto, imprescindíveis para a execução das operações e dos processos produtivos. Os custos operacionais totais (COT) são calculados



somando-se os custos operacionais variáveis (COV) e os custos operacionais fixos (COF). Os custos operacionais fixos são aqueles correspondentes aos recursos que não são assimilados pelo produto no curto prazo. Assim, considera-se apenas a parcela de sua vida útil por meio de depreciação. Também se incluem nesse grupo os recursos que não são facilmente alteráveis no curto prazo e que seu conjunto determina a capacidade de produção, ou seja, a escala de produção. Enquadram-se nesta categoria: benfeitorias, máquinas, equipamentos, consultorias fixas, impostos e taxas fixas. Os *custos operacionais variáveis* são aqueles referentes aos insumos que se incorporam totalmente ao produto no curto prazo, não podendo ser aproveitados ou claramente aproveitados para outro ciclo. São aqueles alteráveis no curto prazo, ou seja, durante um ciclo produtivo (seja na produção de carne ou leite), podem ser modificados. Também os recursos que exigem dispêndios monetários de custeio enquadram-se nesta categoria: fertilizantes, agrotóxicos, combustíveis, alimentação, medicamentos, manutenção, mão-de-obra, serviços de máquinas e equipamentos, entre outros.

Conclusões

A Inseminação Artificial com a Inseminação Artificial em Tempo Fixo e a Produção In Vitro de embriões (PIVE) constituem duas importantes biotécnicas que podem facilmente serem utilizadas a campo. A IATF, estrategicamente, faz parte da biotécnica amplificadora do valor genético do macho e a PIVE, a biotécnica que amplifica o valor genético do macho e da fêmea. O uso tanto da IATF quanto da PIVE dependem do objetivo do criador, qual é o fator decisivo a orientar a tomada de decisão na empresa rural.

Referências

AMARAL, T.B.; COSTA, F.P.; CORRÊA, E.S. *Touros melhoradores ou inseminação artificial: um exercício de avaliação econômica*. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 2003, 15 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 140).

BARBOSA, R.T.; MACHADO, R. *Panorama da inseminação artificial em bovinos* [Recurso eletrônico]. - Dados eletrônicos. — São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008.



BARUSELLI, P.S.; BÓ, G.A.; REIS, E.L. et al. Inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 1., 2004, Londrina. *Anais...* Londrina: [s.n.], 2004. p.155-165, 2004.

BRACKETT, B.G. *In vitro* fertilization in farm animals. In: LAURIA, A.; GANDOLFI, F. *Embryonic Development and Manipulation in Animal Production*. London, Portland, 1992. p. 59-76, 1992.

BRACKETT, B.G.; ZUELKE, K.A. Analysis of factors involved in the *in vitro* production of bovine embryos. *Theriogenology*, v.39, p.43-64, 1993.

CUBBAS, A.C.; PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Desempenho ponderal de animais Nelore e cruzas com Nelore. II. Período pós desmama. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, p. 127, 1996.

EDMONSON, A.J.; LEAN, I.J.; WEAVER, L.D. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.72, n.1, p.68-78, 1989.

EDWARDS, R.G. Test-tube babies. *Nature*, v.293, p.253, 1981.

GARCIA, J.M.; AVELINO, K.B.; VANTINI, R. Estado da arte da fecundação *in vitro* em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 1, 2004, Londrina, PR.

GONÇALVES, P.B.D.; FIGUEIREDO, J.R.; FREITAS, V.J.F. *Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal*. São Paulo: Livraria Varela, p.340, 2002.

HENDRIKSEN, P.J.M.; VOS P.L.; STEENWEG W.N. et al. Bovine follicular development and its effect on the *in vitro* competence of oocytes. *Theriogenology*, v.53, p.11-20, 2000.

MARTINEZ, M.L.; YAMAGUCHI, L.C.T.; VERNEQUE, R.S. Aplicativo para cálculo do custo da monta natural e da inseminação artificial em bovinos, EMBRAPA-CNPGL/ASBIA, 2004. Disponível em: <http://www.asbia.org.br/custos/leite.asp>. Acesso em: 15 de maio de 2016.

MIES FILHO, A. *Inseminação Artificial*. 6 a edição. Porto Alegre: Sulina, 1987. 750p.

MINGOTI, G.V. Aspectos técnicos da produção *in vitro* de embriões bovinos. In: SIMPÓSIO TÓPICOS AVANÇADOS EM BIOTECNOLOGIAS DA REPRODUÇÃO, I, 2005, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2005.

NASCIMENTO, V.A.; BORRAS, M.B.F.; DIAS, M. Evolução do efetivo de bovinos no Brasil, estado de Goiás e município de Jataí (GO). *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p.610-624, 2016.

PEROTTO, D.; CUBBAS, A.C.; ABRAHÃO, J.J.S. et al. Desempenho ponderal de animais Nelore e cruzas com Nelore. II. Período pré desmama. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, p. 127, 1996.

PONTES, J.; NONATO-JUNIOR, I.; SANCHES, B. et al. Comparison of embryo yield and pregnancy rate between *in vivo* and *in vitro* methods in the same Nelore (*Bos indicus*) donor cows. *Theriogenology*, v.71, p.690-697, 2009.

RUBIN, M.I.B.; PESSOA, G.A.; FRAGA, D.R. et al. Produção *in vitro* de embriões e Clonagem: um caminho conhecido? In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 18, 2009, Belo Horizonte, MG. *Anais ...* Belo Horizonte: CBRA, 2009. (CD-ROM).

RUMPF, R. Avanços metodológicos na produção *in vitro* de embriões. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, suplemento especial, p.229-233, 2007.



SENEDA, M.M.; BLASCHI, W. Ovum pick up em bovinos: considerações técnicas. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 1., 2004, Londrina, PR. *Anais ... Londrina*, p. 231 – 237, 2004.

SENEDA, M.M.; SANTOS, G.M.G.; SILVA, K.C.F. et al. Situação atual da aspiração folicular e da fecundação *in vitro*. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 1., 2006, Londrina, PR. *Anais ... Londrina*, p. 172 – 180, 2006.

SILVA, A.S. Avaliação da eficiência econômica da inseminação em tempo fixo e da inseminação convencional de fêmeas bovinas pluríparas de corte. 2005. 64f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2005.

TENHAGEN, B.A.; DRILLICH, R.; SURHOLT, R. et al. Comparison of timed AI after synchronized ovulation to AI at estrus: reproductive and economic considerations. *Journal of Dairy Science*, v. 87, n. 1, p. 85-94, 2004.

VIANA, J.H.M.; CAMARGO, L.S.A.; FERREIRA, A.M. et al. Nascimento de bezerra gerada com auxílio das técnicas de punção folicular e fertilização *in vitro* no Estado de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.53, n.4, p.1-2, 2001.

WEBB, D.B. Artificial Insemination in Dairy Cattle. *Dairy production Guide*, Florida Cooperative Extension Service, sep, 1992.

Dos Autores

Vinício Araujo Nascimento

André Rezende Carvalho

Marcia Dias

Ruiter Machado Pereira

Deyse Scarlaty Clementino de Lima

E-mail: vinicio@fimes.edu.br/ diasmarcia@yahoo.com.br.

