

Técnicas Aplicadas à Reprodução de Ovinos e Caprinos

Jeferson Ferreira da Fonseca¹, Renata do Carmo Cruz², Maria Emilia Franco Oliveira³, Joanna Maria Gonçalves de Souza⁴, Maria Izabel Carneiro Ferreira¹

¹Embrapa Caprinos e Ovinos, Núcleo Regional Sudeste, CECF – Embrapa Gado de Leite, Rodovia MG 133, km 42, Coronel Pacheco – MG, Cep 36.155-000.
jeferson.fonseca@embrapa.embrapa.br; izabel.ferreira@embrapa.embrapa.br.

²Médica Veterinária – MSc em Zootecnia – Reprodução Animal – Universidade Federal de Viçosa (UFV- Viçosa/MG), renatabvcruz@yahoo.com.br.

³Médica Veterinária – MSc. em Medicina Veterinária – Reprodução Animal; Doutoranda em Medicina Veterinária (Reprodução Animal) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/UNESP – Jaboticabal/SP), Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal/SP/Brasil, m_emiliafraoli@yahoo.com.br.

⁴Laboratório de Fisiologia e Controle da Reprodução (LFCR). Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Estadual do Ceará. Av. Dedé Brasil, 1700 – Itaperi, CEP: 60.740-903, Fortaleza-CE, joannavet@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A criação de caprinos e ovinos foi provavelmente a primeira atividade zootécnica desenvolvida pelo homem, uma vez que estas espécies foram as primeiras domesticadas. Os primeiros registros em pinturas rupestres dão testemunho deste princípio, há cerca de dez mil anos atrás (ZEUNER, 1963; ZEDER & HESSE, 2000). Desde então, estes pequenos e notáveis ruminantes estiveram presentes nos momentos mais marcantes da história e da evolução da humanidade. Como fonte

permanente de alimento (carne e leite) e proteção (peles) eles deixaram suas origens africanas e oriente médio, acompanhando o homem nas conquistas da Europa, Ásia e depois, das Américas e Oceania (FONSECA & BRUSCHI, 2009b). No Brasil, os primeiros relatos indicam que foi a cabra o primeiro e mais chamativo animal despertar a atenção dos índios por ocasião do descobrimento.

Atualmente, caprinos e ovinos são explorados em variados sistemas de produção. Independentemente do sistema, a eficiência reprodutiva é um dos principais aferidores de eficiência produtiva e do sucesso da atividade como um todo. Para cada sistema, uma ou mais técnicas de reprodução podem ou devem ser aplicadas. A escolha deve ser cautelosa e levada ao cabo a partir de um detalhado diagnóstico e estudo das relações entre animais, bioma, instalações e manejo em geral onde a atividade é desenvolvida.

O objetivo deste artigo foi apresentar as ferramentas disponíveis e aplicadas à reprodução de caprinos e ovinos.

2. NUTRIÇÃO E REPRODUÇÃO EM CAPRINOS E OVINOS

O “status” nutricional do rebanho é essencial para a performance reprodutiva do mesmo. Dentre as consequências de um plano nutricional não adequado às fases reprodutivas encontram-se o atraso do início da puberdade dos animais, ausência de comportamento reprodutivo, baixo desempenho das crias, longo período de anestro, baixa taxa de ovulação e qualidade espermática comprometida (VALASI et al., 2012).

Considerando-se a fertilidade como o estabelecimento da gestação, a nutrição animal está intimamente relacionada à reprodução em várias etapas do processo reprodutivo dos animais. A nutrição tem efeito direto sobre a fertilidade dos animais por prover condições fisiológicas para que a reprodução aconteça, provendo os nutrientes necessários para o adequado desempenho reprodutivo dos ruminantes, desde o desenvolvimento do aparelho reprodutivo do feto durante a gestação, pelo adequado aporte de nutrientes na fase de crescimento e o estabelecimento da puberdade em machos e fêmeas até por contribuir na melhoria da qualidade de oócitos e espermatozoides para a fertilização. A participação indireta da nutrição

sobre a reprodução diz respeito às concentrações de hormônios e metabólitos circulantes que atuam no processo reprodutivo (ROBINSON et al., 2006).

Tanto em machos quanto em fêmeas, a perda da condição corporal pode acarretar em atraso no estabelecimento da puberdade, ausência da manifestação da libido, alteração da produção e da qualidade do esperma no caso dos machos e alteração da taxa de ovulação e a fertilidade das fêmeas (WALKDEN-BROWN; BOCQUIER, 2000; ROBINSON et al., 2006; VALASI et al., 2012).

No caso das fêmeas, durante o intervalo de partos, a nutrição visa, além de restabelecer a condição corporal dos animais para maximizar a taxa de ovulação da próxima estação de monta, permitir adequada produção de leite para as crias minimizando o desgaste com a lactação (WALKDEN-BROWN; BOCQUIER, 2000).

Outro aspecto que relaciona a nutrição à reprodução diz respeito ao próprio manejo nutricional, onde a mudança brusca de alimentação, seja por composição da dieta ou no modo de fornecimento do alimento pode ocasionar disfunções ruminal e metabólica, que podem refletir negativamente sobre os aspectos reprodutivos, como na taxa de sobrevivência embrionária, por exemplo (WALKDEN-BROWN; BOCQUIER, 2000; ROBINSON et al., 2006).

As pesquisas mais recentes contemplam não só a resposta animal ao manejo nutricional adequado como também as alterações celulares e moleculares que controlam desde o desenvolvimento dos gametas até a implantação do embrião no útero. Avaliam também o impacto dos produtos finais da fermentação ruminal sobre o metabolismo de gametas e embriões, a qualidade dos processos de criopreservação espermática e superovulação em fêmeas e também a qualidade dos embriões advindos de programas de superovulação e transferência de embrião (ROBINSON et al., 2006).

3. ASPECTOS REPRODUTIVOS GERAIS DE CAPRINOS E OVINOS

3.1. Estacionalidade Reprodutiva

Os ovinos e caprinos são considerados animais poliéstricos estacionais de dias curtos, tornando-se sexualmente ativos em resposta a diminuição do comprimento

do dia que ocorre no final do verão e início do outono (ROSA & BRYANT, 2003). Nas zonas tropicais e, principalmente, em regiões próximas ao equador, como por exemplo, no nordeste e norte brasileiro, onde a variação de luminosidade é muito pequena, esta estacionalidade pode não ocorrer, permitindo a ciclicidade o ano todo (FONSECA, 2006). Nestas regiões a estacionalidade do ciclo estral pode estar mais relacionada com a disponibilidade e a qualidade dos alimentos (ROSA & BRYANT, 2003).

A atividade reprodutiva desses animais é dividida em estações de anestro (início do inverno ao início do verão), de transição (verão), e de acasalamento (final do verão, ao início do inverno), com a maior concentração de estros ocorrendo no outono (Figura 01).

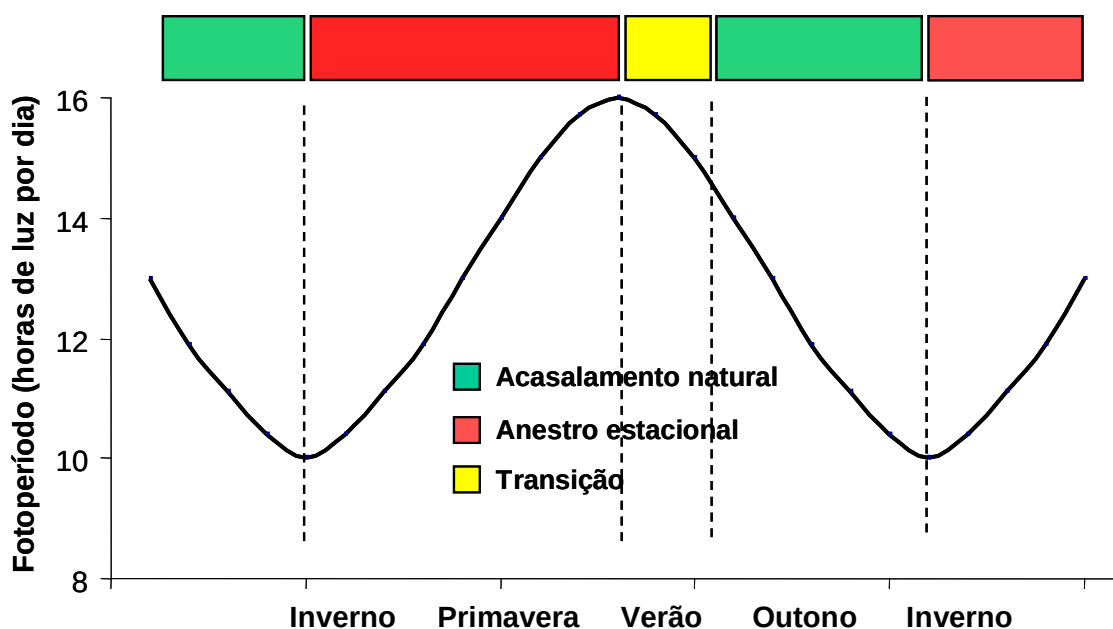


Figura 01. Variação anual no fotoperíodo, estações do ano e efeito sobre a reprodução de caprinos e ovinos. Adaptado de Fonseca et al. (2009a).

3.2. Ciclo estral

A duração do ciclo estral é em média de 17 dias para ovelhas e 21 dias para cabras. A sequência de eventos hormonais durante o ciclo estral é similar em ambas as espécies, sendo que as cabras apresentam naturalmente uma fase progesterônica

1 mais longa do que as ovelhas (JAINUDEEN et al., 2004), 17 e 13 dias
2 respectivamente, e uma fase folicular semelhante de 4 dias (FONSECA, 2006).

3 O estro dura de 24 a 36 horas nas ovelhas e de 24 a 48 horas nas cabras, sendo
4 que a raça, a idade, a estação e a presença do macho influenciam na sua duração.
5 O estro pode ser de duração mais curta no início e no final da estação de
6 acasalamento, na presença do macho, e na primeira estação de acasalamento de
7 fêmeas jovens (JAINUDEEN et al., 2004).

8 Ambas as espécies apresentam ovulação espontânea, podendo ser única ou
9 múltipla, que ocorrem próximo ao final do estro ou após o seu final (GORDON,
10 1997).

11 **4. SINCRONIZAÇÃO E INDUÇÃO DE ESTRO E OVULAÇÃO EM PEQUENOS** 12 **RUMINANTES**

13 Conceitualmente, a sincronização de estro pressupõe que vários animais estejam
14 apresentando estro em um período relativamente curto (24 a 72 horas). Isto pode
15 ser obtido, por exemplo, encurtando-se a fase luteal por meio da administração de
16 prostaglandinas durante a estação de acasalamento natural, utilizando-se
17 progestágenos ou efeito macho. Já a indução de estro é conceitualmente definida
18 quando o estro ocorre em condições em que normalmente não seria possível
19 (estação de anestro estacional). O uso de um programa de luz ou administração
20 exógena de melatonina é capaz de induzir o estro, mas não de forma sincronizada.
21 A indução de estro sincronizado é aquela obtida por meio de coquetéis hormonais
22 que empregam gonadotrofinas em associação com progestágenos e
23 prostaglandinas. Neste caso, há também a perspectiva de sincronia ovulatória que,
24 pode ainda ser melhorada por meio da associação com outros hormônios, ditos
25 indutores de ovulação. Um resumo esquemático do controle do ciclo estral em
26 cabras e ovelhas é apresentado na Figura 2.

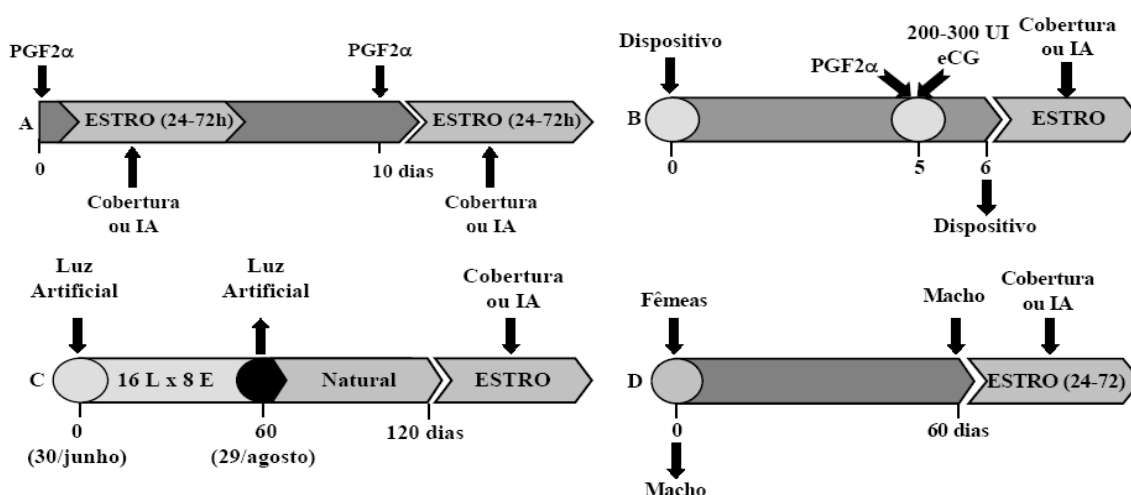


Figura 02. Programas de sincronização de estro com prostaglandinas (A), indução de estro com hormônios (B), luz artificial (16 horas de luz X 8 horas escuro; C) e efeito macho (D). Explicação no texto. Adaptado de Fonseca (2006).

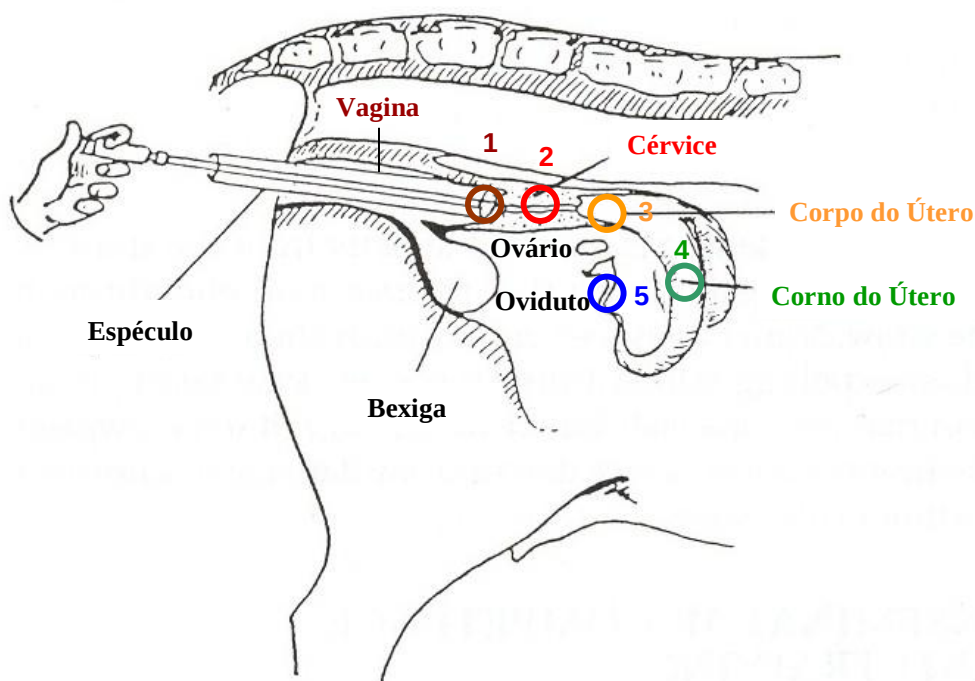
5. INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL

A inseminação artificial constitui importante, senão a mais eficiente, de baixo custo e segura tecnologia reprodutiva para o progresso genético em ruminantes domésticos. Sua viabilidade, todavia, é limitada pela deficiência na comprovação da genética a ser veiculada via sêmen, pelo sistema de produção onde é aplicada e pela eficiência técnica com que é desenvolvida. Quanto à genética, frequentemente, enfoca-se o fator raça e ainda animais sem qualquer comprovação de potencial produtivo, cujas cifras de aquisição e uso podem inviabilizar sua implantação. Quanto ao sistema de produção, pouco se atenta que ele é o grande limitador da introdução de qualquer genética, pois pode não prover adequadamente as condições para que as progêies expressem seu potencial produtivo. Quanto à eficiência técnica da inseminação, o Brasil repete receituários de outros países, cujos procedimentos executados da mesma forma de origem naufragam em índices que, mais do que não potencializar, levam ao descrédito da técnica.

A inseminação artificial representa a primeira linha de biotecnologias da reprodução. Seu uso ainda está restrito aos rebanhos de caprinos leiteiros e rebanhos de elite. Isto ocorre em parte, devido às dificuldades e peculiaridades da técnica e da reprodução de pequenos ruminantes. O pequeno número de reprodutores com

1 sêmen à venda e, em sua grande maioria, disponibilidade de sêmen de animais
 2 não submetidos a testes apropriados que comprovem sua aptidão (teste de
 3 progênie) agravam o quadro (FONSECA et al., 2010b).

4 De acordo com o local de deposição do sêmen (Fig. 3), a inseminação pode ser
 5 vaginal (1), cervical (2) superficial, intra-cervical (2), intra-uterina efetuada no corpo
 6 do útero (3) ou intra-uterina efetuada no corno uterino (4). Quanto mais próxima do
 7 local de fertilização (5) for a deposição do sêmen, maior será a taxa de gestação
 8 resultante.



9
 10 Figura 3. Local de deposição do sêmen na cabra e na ovelha. Explicação no texto.
 11 Adaptado de Fonseca e Simplício (2008).

12 6. MÚLTIPLA OVULAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE EMBRIÕES

13 Os programas de múltipla ovulação e transferência de embriões (MOTE ou MOET)
 14 englobam o conjunto de atividades necessárias para induzir crescimento e ovulação
 15 de vários folículos, fecundação dos oócitos e retirada dos embriões do útero de uma
 16 fêmea doadora e a posterior deposição desses no útero de fêmeas receptoras, com
 17 a finalidade de completar o período gestacional. Dessa forma, possibilita que uma
 18 fêmea produza um número de crias superior ao que seria possível obter

fisiologicamente durante sua vida reprodutiva. Em outras palavras, a MOTE baseia-se na indução ou sincronização do estro de receptoras e superovulação das doadoras, seguida da monta natural ou inseminação artificial, coleta dos embriões por meio de lavagem uterina e posterior transferência (inovulação) dos embriões a fêmeas receptoras (REICHENBACH et al., 2002).

Esta biotécnica tem contribuído para a multiplicação dos pequenos ruminantes em todo o mundo (MENCHACA et al., 2010). No Brasil, o rebanho ovino e caprino tem aumentado consideravelmente, e associado a este crescimento observa-se crescimento da demanda dessa biotecnologia reprodutiva, no entanto não há um levantamento preciso referente ao número de programas de MOTE realizados no Brasil. Acredita-se que centenas, talvez milhares de coletas, congelações e inovulações de embriões sejam efetuadas anualmente por técnicos brasileiros sem que estes números cheguem aos órgãos oficiais para serem reportados (FONSECA et al., 2010a).

Por permitir a maximização da disseminação do material genético de fêmeas doadoras de embriões, a MOTE é uma técnica considerada tão importante para as fêmeas, quanto à inseminação artificial é para os machos (FONSECA et al., 2010a). O incremento do número de descendentes por fêmea faz dessa técnica um instrumento de progresso genético, por aumentar a pressão de seleção e ainda, reduzir o intervalo entre gerações pela obtenção de embriões de fêmeas jovens.

No aspecto sanitário, a MOTE garante a introdução nos rebanhos de material genético de alto valor zootécnico e comercial, com menor risco de transmissão de doenças infecto-contagiosas. Rigorosas medidas preventivas de higiene e desinfecção de equipamentos, meios e soluções utilizadas no manuseio dos embriões, bem como, técnicas específicas são implantadas para evitar a disseminação de doenças entre rebanhos, regiões ou países. A Sociedade Internacional de Transferência de Embriões (IETS) recomenda procedimentos sanitários que garantem riscos mínimos de transmissão de doenças virais e bacterianas pelo embrião (THIBIER & GUÉRIN, 2000). Esta possibilidade depende da presença e da integridade da zona pelúcida, que isola o embrião dos agentes infecciosos. Devido esta garantia sanitária, há facilidade nos trâmites comerciais de importação e exportação de material genético.

Além do aspecto prático de produção animal, a MOTE demonstra grande interesse do ponto de vista básico, na investigação sobre a fisiologia ovariana e desenvolvimento embrionário e placentário e, ainda, como suporte a implantação de outras biotécnicas afins.

Resumidamente, o impacto da múltipla ovulação e transferência de embriões é evidente nos programas de melhoramento genético, zootécnicos e sanitários, bem como, no resgate e conservação de raças ameaçadas de extinção, na importação/exportação de germoplasmas e no apoio a outras biotécnicas relacionadas.

Os embriões, produzidos a partir de fêmeas superestimuladas ou não, podem ser recuperados por laparotomia (cirurgia), laparoscopia e pela via cervical (não cirúrgica). Como aconteceu com outras espécies (Ex. bovinos), há expectativa de que os procedimentos não cirúrgicos pela via cervical sejam cada vez mais utilizados, ao passo que os cirúrgicos, abolidos. A coleta não cirúrgica tem eficiência comprovada na cabra, mas ainda carece de maiores estudos na ovelha (FONSECA et al., 2011).

7. PRODUÇÃO DE EMBRIÕES IN VITRO (PIVE)

A técnica de PIVE envolve a coleta de oócitos, a maturação *in vitro* (MIV) destes, a fecundação *in vitro* (FIV) dos oócitos maturados e o cultivo *in vitro* (CIV) dos prováveis embriões obtidos até um estágio compatível com a sua transferência para o útero de receptoras. A PIVE apresenta vantagens quando comparada a transferência de embriões convencional, como por exemplo, a utilização de fêmeas pré-púberes, idosas, gestantes e, até mesmo, *post-mortem*. Esta técnica pode ainda ser uma alternativa para a conservação de espécies em risco de extinção ou em cativeiro. Adicionalmente, com o seu estabelecimento, técnicas como a clonagem e transgenia podem ser aprimoradas. Como desvantagens da técnica, estão os altos custos em equipamentos e a necessidade de treinamento, tanto do operador quanto do auxiliar para efetivamente minimizar trauma e tempo cirúrgico (SIMPLÍCIO et al., 2005; TABET, 2007; BALDASSARRE, 2008; FREITAS & MELO, 2010).

Os primeiros relatos de caprinos e ovinos nascidos a partir de embriões produzidos totalmente *in vitro* são bastante recentes, 1994 e 1991, respectivamente (Revisado

por FONSECA et al., 2010). O primeiro nascimento de um cordeiro produzido por FIV comercial no Brasil ocorreu em agosto de 2006 na Faculdade de Medicina Veterinária – UNIFEOB em São João da Boa Vista – SP. A aplicação comercial da PIVE em pequenos ruminantes no Brasil da mesma forma foi iniciada em 2006, após a busca dessas tecnologias em centros de pesquisa na Austrália e no Canadá. Já em 2007, a empresa In Vitro Brasil já oferecia a técnica para produtores de ambas as espécies. Até o mês de setembro de 2008, cerca de 3.200 embriões ovinos produzidos por FIV pela empresa foram transferidos a fresco para receptoras. Nesta época, a empresa relatou o nascimento de mais de 500 cordeiros oriundos de PIVE no Brasil. Em média são produzidos 7,3 embriões por ovelha doadora e, após a transferência, 45% das receptoras apresentam diagnóstico positivo de gestação. Aparentemente, parece haver uma menor demanda dessa técnica por parte dos produtores de caprinos do que de ovinos (Revisado por BASSO et al., 2008).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços da fronteira do conhecimento na área de biotecnologias associadas à reprodução de caprinos e ovinos apresentou avanço significativo nas últimas décadas. Estes avanços foram possíveis graças ao uso de técnicas consagradas como a laparoscopia e ultrassonografia em tempo real e ao aumento de interesse pela reprodução destes animais. Todas estas ferramentas de controle, manipulação e potencialização da reprodução, se adequadamente orientadas, prestar-se-ão a inúmeras finalidades. Seu sucesso depende de uma implantação e monitoramentos precisos e minuciosamente fundamentados.

9. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq Processo 559151 / 2010 – 1), à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Projetos 03.09.06.021.00 e 03.10.00.069.00.00) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG Projeto CVZ-APQ 01367/09) pelo aporte financeiro, que resultou em importantes avanços na fronteira do conhecimento associados à biotecnologia da reprodução em pequenos ruminantes apresentados neste artigo.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALDASSARRE, H. Coleta, Conservação e Transferência de Embrião. In: AISEN, E.G. **Reprodução ovina e caprina**. 1ª Ed. São Paulo-SP: MedVet, 143-152, 2008.
- BASSO, C. A.; MARTINS, J. F. P.; FERREIRA, C. R.; ERENO, A.; TANNURA, J.; TABET, A.; FIGUEIREDO, C. L.; OLIVEIRA, P. C.; PONTES, J. H. F. Produção *in vitro* de embriões ovinos: aspectos da técnica de aspiração folicular e do tratamento hormonal de doadoras. **O embrião**, n.38, 8-11, 2008.
- FONSECA, J. F.; OLIVEIRA, M.E.F.; VIANA, J. H. M. Uso de procedimentos não cirúrgicos para produção, recuperação e inovulação de embriões em pequenos ruminantes. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.35, 113-117, 2011.
- FONSECA, J. F.; SOUZA, J. M. G.; CAMARGO, L. S. A. Produção de Oócitos e Embriões em Pequenos Ruminantes: Passado, Presente e Futuro. **Acta Sci. Vet.**, v.38, 337-369, 2010a.
- FONSECA, J.F. Biotecnologias da reprodução em ovinos e caprinos. Embrapa Caprinos, **Documentos 64**, 2006.
- FONSECA, J.F.; BRUSCHI, J.H. A Caprinocultura Leiteira no Brasil: Uma visão histórica. In: FONSECA, J.F.; BRUSCHI, J.H. **Produção de Caprinos na Região da Mata Atlântica**, Juiz de Fora: Embrapa, 15-24pp. 2009^a.
- FONSECA, J.F.; BRUSCHI, J.H. Introdução. In: FONSECA, J.F.; BRUSCHI, J.H. **Produção de Caprinos na Região da Mata Atlântica**, Juiz de Fora: Embrapa, 11-13pp. 2009^b.
- FONSECA, J.F.; CRUZ, R.C.; PINTO, P.H.N.; FACÓ, O. Inseminação Artificial em Ovinos e Caprinos. . In: I Workshop sobre Ciência Animal na Bahia, Ilhéus. **Anais do I Workshop sobre Ciência Animal na Bahia**, 2010b.
- FONSECA, J.F.; SOUZA J.M.G.; BRUSCHI J.H. Considerações sobre eficiência reprodutiva no sistema de produção. In: V Simpósio Mineiro de Ovinocultura, 2009, Lavras. **Anais...**, V Simpósio Mineiro de Ovinocultura. Lavras: UFLA, 152-180, 2009.

- 1 FREITAS, V.J.F.; MELO, L.M. In vitro embryo production in small ruminants. **R.**
2 **Bras. Zootec.**, v.39, 409-413, 2010.
- 3 GORDON, I. **Controlled reproduction in sheep and goats**. Cambridge, UK:
4 University Press, v. 2, 450p., 1997.
- 5 JAINUDEEN, M.R.; WAHID, H.; HAFEZ, E. Ovinos e Caprinos. In: HAFEZ, B.;
6 HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. 7ed: Manole, São Paulo, 173-182, 2004.
- 7 MENCHACA, A.; VILARIÑO, M.; CRISPO, M.; CASTRO, T.; RUBIANES, E. New
8 approaches to superovulation and embryo transfer in small ruminants. **Reprod. Fert.**
9 **Dev.**, v.22, 113–118, 2010.
- 10 REICHENBACH, H.D.; OLIVEIRA, M.A.L.; LIMA, P.F.; SANTOS FILHO, A.S.;
11 ANDRADE, J.C.O. Transferência e Criopreservação de Embriões Bovinos. In:
12 GONÇALVES, P.A.; FIGUEIREDO, J.R.; FREITAS, V.J.F. **Biotécnicas aplicadas à**
13 **reprodução animal**. São Paulo: Varela, p. 127-177, 2002.
- 14 ROBINSON, J.J.; ASHWORTH, C.J.; ROOKE, J.A. et al. Nutrition and fertility in
15 ruminant livestock. **Anim. Feed Sci. Tec.** v.126, p.259–276, 2006.
- 16 SIMPLÍCIO, A.A.; FREITAS, V.J.F.; SANTOS, D.O. Biotécnicas da reprodução em
17 caprinos. **Rev. Ciênc. Agrár.**, n.43, 2005.
- 18 TABET, A.F. **Transferência intratubárica videolaparoscópica de embriões**
19 **ovinos fertilizados *in vitro***. 74f. Tese (Doutorado em Clínica e Cirurgia Veterinária)
20 – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São
21 Paulo, 2007.
- 22 THIBIER, M.; GUÉRIN, B. Hygienic aspects of storage and use of semen for artificial
23 insemination. **Anim. Reprod. Sci.**, v.62(1-3), 233-251, 2000.
- 24 VALASI, I.; CHADIO, S; FTHENAKIS, G.C.; AMIRIDIS, G.S. Management of pre-
25 pubertal small ruminants: Physiological basis and clinical approach. **Anim. Reprod.**
26 **Sci.**, 2012 (In press).

- 1 WALKDEN-BROWN, S.W.; BOCQUIER, F. Nutritional regulation of reproduction in
- 2 goats. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 7; 2000, Tours, França.
- 3 Anais... INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS,7, p.389-395, 2000.
- 4 ZEDER, M.A.; HESSE, B. The initial domestication of goats (*Capra hircus*) in the
- 5 Zagros mountains 10000 years ago. **Science**, 287, 2254–2257, 2000.
- 6 ZEUNER, F.E. A History of Domesticated Animals. Harper & Row Publishers, New
- 7 York, 560 pp. 1963.