



Fertilidade, Funcionalidade e Genética de Touros Zebuínos

Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte
Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Fertilidade, Funcionalidade e Genética de Touros Zebuínos

Thaís Basso Amaral
José Robson Bezerra Sereno
Aiesca Oliveira Pellegrin

Editores

***Embrapa Gado de Corte
Embrapa Cerrados
Embrapa Pantanal***
Corumbá, MS
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte

Rodovia BR 262 – km 04
79002-970, Campo Grande, MS Caixa Postal 154
Fone: (0xx67) 3368-2000 Fax: (0xx67) 3368-2150
Home page: www.cnpgc.embrapa.br
E-mail: sac@cnpgc.embrapa.br

Embrapa Cerrados

Rodovia BR 030 – km 18
73310-970, Planaltina, DF Caixa Postal 08223
Fone: (0xx67) 3388-9898 Fax: (0xx67) 3388-9879
Home page: www.cpac.embrapa.br
E-mail: sac@cpac.embrapa.br

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, 79320-900, Corumbá, MS Caixa Postal 109
Fone: (0xx67) 3234-5800 Fax: (0xx67) 3234-5815
Home page: www.cpap.embrapa.br
E-mail: sac@cpap.embrapa.br

Supervisão editorial: *Suzana Maria de Salis*

Normalização bibliográfica: *Elane de Souza Salles, Marilaine Schaun Pelufê e Viviane de Oliveira Solano*

Projeto gráfico e editoração eletrônica: *Regina Célia Rachel*

Arte da capa: *Paulo Paes*

Disponibilização na home page: *Luiz Edevaldo Macena de Britto*

1ª edição: Versão online (2009)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

Embrapa Pantanal

Fertilidade, funcionalidade e genética de touros zebuínos [recurso eletrônico] / editores: Thaís Basso do Amaral, José Robson Bezerra Sereno, Aiesca Oliveira Pellegrin; autores: Aiesca Oliveira Pellegrin...[et al.]. – Dados eletrônicos. – Corumbá: Embrapa Pantanal; Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009.

216p.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/download.php?arq_pdf=Livro35>

Título da página da Web (acesso em 17 de maio 2010)

ISBN - 978-85-98893-16-7

1. Gado zebu. 2. Produção animal. 3. Reprodução. 4. Nutrição.

5. Melhoramento genético. 6. Aspecto econômico. I. Amaral, Thaís Basso, *ed.* II. Sereno, José Robson Bezerra, *ed.* III. Pellegrin, Aiesca Oliveira, *ed.* IV. Embrapa Pantanal (Corumbá, MS).

CDD 636.08926 (21. ed.)

© Embrapa 2009

Autores

Aiesca Oliveira Pellegrin

Médica-veterinária
Pesquisadora da Embrapa Pantanal
Caixa Postal 109,
79320-900 Corumbá, MS
Telefone (67) 3234-5800
E-mail: aiesca@cpap.embrapa.br

Antonio do Nascimento Rosa

Engenheiro Agrônomo
Pesquisador da Embrapa Gado de Corte
Rodovia BR 262 - Km 04, Caixa Postal 154,
79002-970 Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3368-2000
E-mail: anrosa@cnpgc.embrapa.br

Carlos Eurico Fernandes

Médico-veterinário
Professor Adjunto
Depto de Patologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, Caixa Postal 549,
79070-900 Campo Grande, MS
Telefone (67) 3345-7439
E-mail: cefernandes@nin.ufms.br

Eduardo Simões Corrêa

Engenheiro Agrônomo
Pesquisador aposentado da Embrapa Gado de Corte
Rodovia BR 262 - Km 04, Caixa Postal 154,
79002-970 Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3368-2000

Ériklis Nogueira

Médico-veterinário
Professor Dr. da Universidade Católica Dom Bosco
Av. Tamandaré, 6000 - Jd Seminário
79117-900 Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3312-3300; (67) 3312-3800
E-mail: eriklis@yahoo.com

Fernando Paim Costa

Engenheiro Agrônomo
Pesquisador da Embrapa Gado de Corte
Rodovia BR 262 - Km 04, Caixa Postal 154,
79002-970 Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3368.2000
E-mail: paim@cnpqc.embrapa.br

José Carlos Ferrugem Moraes

Médico-veterinário
Pesquisador da Embrapa Pecuária Sul
Caixa Postal 242,
96401-970 Bagé, RS
Telefone: (53) 3240-4663
E-mail: ferrugem@cppsul.embrapa.br

José Robson Bezerra Sereno

Médico-veterinário
Pesquisador da Embrapa Cerrados
Rodovia BR 020 – Km 18, Caixa Postal 08223,
73310-970 Planaltina, DF
Telefone: (61) 3388-9898
E-mail: sereno@cpac.embrapa.br

Luiz Otávio Campos da Silva

Zootecnista
Pesquisador da Embrapa Gado de Corte
Rodovia BR 262 - Km 04, Caixa Postal 154,
79002-970 Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3368-2000
E-mail: locs@cnpqc.embrapa.br

Maria Inês Lenz Souza

Médica-veterinária
Professora Adjunta
Depto de Morfofisiologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Cidade Universitária, Caixa Postal 549,
79070-900 Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3345-3535
E-mail: mariaines@nin.ufms.br

Paulo Roberto Costa Nobre

Zootecnista
Consultor Embrapa - Geneplus
Rodovia BR 262 - Km 4 Caixa Postal 154
79002-970 Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3368-2065

Pedro Paulo Pires

Médico veterinário
Pesquisador da Embrapa Gado de Corte
Rodovia BR 262 - Km 04, Caixa Postal 154,
79002-970 Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3368-2000
E-mail: pedropaulo@cnpqgc.embrapa.br

Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior

Engenheiro Agrônomo
Pesquisador da Embrapa Gado de Corte
Rodovia BR 262 - Km 04, Caixa Postal 154,
79002-970 Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3368-2000
E-mail: rtorres@cnpqgc.embrapa.br

Thaís Basso Amaral

Médica veterinária
Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte
Rodovia BR 262 - Km 04, Caixa Postal 154,
79002-970 Campo Grande, MS
Telefone: (67) 3368-2000
E-mail: thais@cnpqgc.embrapa.br

Apresentação

O Brasil ocupa uma posição de destaque no cenário internacional de produção de alimentos, em especial, no abastecimento e no comércio mundial de carnes. Esse destaque é fruto de um sistema de produção sustentável em aspectos sociais, econômicos e ambientais com adoção de tecnologias agropecuárias inovadoras dentre outros.

Para manter essa posição e continuar com o crescimento da cadeia produtiva da pecuária bovina, faz-se necessário o crescente aporte de soluções e informações tecnológicas, sobretudo para a pecuária zebuína que representa a maior parte do rebanho brasileiro. Neste contexto, os conhecimentos relacionados à fertilidade, fecundidade e genética de touros zebuínos são fundamentais e constituem a base para o desenvolvimento do sistema de produção de bovinos.

A Embrapa, como instituição âncora no desenvolvimento desta importante cadeia produtiva, disponibiliza aos diferentes atores a presente obra como suporte de conhecimentos e orientações técnicas no tema. Obra de fácil leitura e entendimento, ricamente ilustrada, consolida os recentes ensinamentos da literatura científica sobre o assunto e a experiência de pesquisadores de diversos Centros de Pesquisa da Embrapa e de instituições parceiras.

O livro foi estruturado em oito capítulos, criteriosamente selecionados e editados, que contemplam abordagens desde a fisiologia do aparelho reprodutivo do touro, a avaliação clínica e o exame de sêmen, passando por infecções, os agentes etiológicos e as patologias, o comportamento sexual, os aspectos nutricionais, genéticos e zootécnicos, até a avaliação econômica de tecnologias adotadas na reprodução de bovinos.

Desta forma, temos um marco em andrologia de zebuínos e uma ímpar contribuição para o incremento da produtividade de uma das mais importantes cadeias produtivas do agronegócio tropical.

Cleber Oliveira Soares

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte

Sumário

Aspectos Gerais da Fisiologia do Aparelho Reprodutivo no Touro	12
Introdução	15
Função neuroendócrina	15
Desenvolvimento testicular	17
Puberdade	19
Função testicular	20
Função epididimal, maturação e capacitação espermática	26
Termorregulação testicular	28
Ereção	29
Ejaculação	29
Referências	31
Avaliação Clínica e Exame de Sêmen no Touro ...	35
Introdução	37
Exame geral do rebanho	38
Exame clínico geral	39
Exame clínico especial	42
Exame clínico interno	50
Exame de sêmen	51
Interpretação dos resultados	62
Considerações finais	67
Referências	68
Agentes Infecciosos Veiculados pelo Sêmen e Embrião em Bovinos	73
Introdução	75
Agentes infecciosos veiculados pelo sêmen e pelo embrião	76

Cuidados com as doadoras e receptoras na transferência de embrião	87
Legislação brasileira sobre aspectos da produção, comercialização e importação de sêmen e embriões	88
Coleta de material para diagnóstico de doenças da reprodução	90
Considerações finais.....	94
Referências	94
Patologia do Sistema Reprodutor do Touro	101
Introdução.....	103
Morfologia do aparelho reprodutor do touro	103
Patologias dos testículos e epidídimos	106
Patologias do pênis e prepúcio	115
Patologias das glândulas anexas	117
Considerações finais.....	117
Referências	118
Caracterização do Comportamento Sexual de Touros	
Zebuínos	121
Introdução.....	123
Teste de libido	125
Teste de capacidade de serviço	128
Proporção touro:vaca	130
Hierarquia social e dominância	134
Considerações finais.....	136
Referências	136
Influências Nutricionais na Reprodução de Touros	143
Introdução.....	145
Aspectos nutricionais de touros em produção .	146
Considerações finais.....	164
Referências	165

Avaliação Genética, Zootécnica e Funcional de Touros	169
Avaliação genética	172
Características qualitativas	173
Características quantitativas	174
Pequeno histórico das avaliações genéticas na Embrapa Gado de Corte	175
Comércio de um sumário de touros	177
Avaliação zootécnica e funcional	184
Considerações finais	190
Referências	191
Avaliação Econômica de Diferentes Tecnologias Adotadas na Reprodução de Bovinos de Corte ...	195
Introdução	197
Sistema de produção adotado nas análises	199
Custo da prenhez de cada tecnologia adotada	201
Desempenho econômico dos sistemas de produção conforme a tecnologia de reprodução adotada	211
Considerações finais	215
Referências	215

Aspectos Gerais da Fisiologia do Aparelho Reprodutivo no Touro

Carlos Eurico Fernandes

Maria Inês Lenz Souza

Resumo

Os conhecimentos da fisiologia, em especial das interações endócrinas, secretórias, celulares e teciduais do aparelho reprodutivo, tem possibilitado um avanço na clínica, no comportamento sexual e na avaliação laboratorial do sêmen. Neste capítulo são abordados os aspectos gerais da função neuroendócrina, do desenvolvimento testicular, puberdade e função testicular, incluindo esteroidogênese, espermatogênese, termorregulação testicular. Além disso, destaca-se a função epididimal com ênfase na maturação e capacitação espermática. Esses conceitos, embora sejam dinâmicos ao longo do tempo, constituem-se na base para reconhecer e interpretar resultados obtidos na rotina do exame andrológico. A função testicular está intimamente associada ao desenvolvimento corporal e especificamente a fatores como: a) níveis hormonais (testosterona e gonadotrofinas) secretados durante o período pré-púbere; b) raça; c) nível nutricional; d) meio ambiente. O estabelecimento desses aspectos favorece a interação entre células de Sertoli, de Leydig dando suporte à espermatogênese culminando com a produção de espermatozóides em quantidade e qualidade suficientes para fertilização. Atributos de ordem celular como a compactação da cromatina nuclear e maturação no ambiente epididimal que favorece um ambiente adequado para eventos morfológicos e bioquímicos são reconhecidos como fundamentais para a qualidade espermática. Após ejaculação, soma-se ainda, a adsorção de proteínas secretadas pelas vesículas seminais à membrana espermática, favorecendo o processo de capacitação espermática. Por fim, são revisados alguns aspectos recentemente discutidos sobre o fluxo sanguíneo testicular que propicia condições adequadas à termorregulação testicular e a ejaculação, como processo fundamental para deposição do sêmen no aparelho reprodutivo da fêmea.

Palavras-chave: ejaculação, espermatogênese, sêmen, testículos

General Aspects of the Reproduction System Physiology in the Bull

Abstract

The knowledge of the physiology, especially of the endocrine, secretory, cellular and teciduais interactions of the reproductive system, has make possible a progress in the clinic, in the sexual behavior and in the laboratorial evaluation of the semen. In this chapter general aspects of the neuroendocrine function are approached, the testis development, puberty and testis function, including steroidogenesis, spermatogenesis, testicular termorregulation. Besides, is is pointed out the epididymal function with emphasis in the maturation and spermatic capacitation. Those concepts, although they are dynamic along the time, they are constituted in the base to recognize and to interpret results obtained in the routine of the examination of the reproductive system of the bull. The testis function is intimately associated to the corporal development and specifically to some factors such as: a) hormone levels (testosteron and gonadotrofins) secreted during the pré-pubescent period; b) breed; c) nutritional level; d) environment. The establishment of those aspects helps the interaction among cells of Sertoli, of Leydig giving support to the spermatogenesis culminating with the production of spermatozoids in amount and enough quality for fertilization. Attributes of cellular order as the compacting of the nuclear cromatine and maturation in the epididymal atmosphere that favors an appropriate atmosphere for morphologic and biochemical events are recognized as fundamental for the spermatic quality. After ejaculation, it is still added, the adsorption of proteins secreted by the seminal vesicular glands to the spermatic membrane, favoring the process of spermatic capacitation. Finally, some recently discussed aspects are revised about the testis blood flow that promotes appropriate conditions to the testis termorregulation and the ejaculation, as fundamental process for deposition of the semen in the reproductive system of the female.

Key-words: *ejaculation, semen, spermatogenesis, testis*

Introdução

O impacto da inseminação artificial, a partir da criopreservação do sêmen, em conjunto com a seleção de touros por méritos genéticos e, mais recentemente, o uso desses reprodutores em programa de produção *in vitro* de embriões, tem possibilitado um avanço significativo nos conhecimentos sobre a função do aparelho reprodutivo, especialmente nos aspectos neuroendócrinos, secretórios e da maturação espermática.

O crescente conhecimento da função reprodutiva, do comportamento sexual e dos métodos laboratoriais para avaliação seminal tem levado a uma maior utilização do exame andrológico em touros de corte. Muitos aspectos, no entanto, ainda não foram totalmente elucidados e ainda constituem verdadeiros desafios para a pesquisa. Porém, a compreensão de diversos fenômenos da função testicular, armazenamento e trânsito epididimal tornam-se fundamentais para o médico-veterinário de campo obter resultados mais satisfatórios quanto à determinação da qualidade seminal, visando a estimar a fertilidade potencial e, por consequência, maximizar a seleção de reprodutores e aumentar a eficiência reprodutiva nos rebanhos.

Função neuroendócrina

Embora a função básica do aparelho reprodutor masculino seja a produção de espermatozoides viáveis para a preservação da espécie, os mecanismos que iniciam esse processo envolvem uma complexa interação entre o sistema nervo central (área límbica), nervos periféricos, mediadores químicos (hormônios e neurotransmissores) liberados para a corrente circulatória e que atuam diretamente em células-alvo. A resposta dessas células especializadas implica a manutenção de condições adequadas para a espermatogênese (produção de gametas), desenvolvimento dos órgãos sexuais (características sexuais intrínsecas e extrínsecas) e comportamento sexual.

As funções neuroendócrinas derivam de três regiões do diencéfalo, englobando a pineal, a hipotalâmica e a hipofisária. Dessas regiões, destacam-se nos bovinos, a hipotalâmica e a hipofisária, contendo, respectivamente, o hipotálamo e a hipófise (SETCHEL et al., 1994).

O hipotálamo é composto de um conjunto de neurônios extremamente especializados sem uma limitação anatômica conhecida, que se localizam nas regiões cranial, caudal e inferior do tálamo, no terceiro ventrículo, e estende-se para regiões distintas da hipófise. Os elementos celulares hipotalâmicos que regulam a secreção da hipófise anterior não estão localizados em uma região específica. De acordo com a secreção de diferentes substâncias, o hipotálamo pode ser dividido em: a) núcleo paraventricular que produzem hormônio liberador de tireotropina e b) núcleo pré-ótico envolvido com a síntese de GnRH. No entanto, os núcleos nervosos mais importantes do hipotálamo foram identificados como o supra-ótico e o paraventricular, e o suprimento sanguíneo dessas regiões está diretamente ligado à hipófise pelo processo magnocelular neurosecretor (núcleo paraventricular) e processo parvicelular neurosecretor (núcleo pré-ótico). Essa

ligação favorece uma intensa comunicação dos produtos sintetizados nessas regiões com células especializadas na hipófise. A resposta, perante o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), é a síntese e liberação de gonadotrofinas (hormônio luteinizante – LH, e hormônio folículo estimulante - FSH) na corrente circulatória (BEARDEN; FUQUAY, 2000).

A hipófise é uma glândula minúscula dividida funcionalmente em duas regiões: neurohipófise e adenohipófise. Enquanto a neurohipófise atua mais como reservatório de hormônios produzidos por diferentes regiões cerebrais, a adenohipófise está ligada ao sistema portal venoso hipotalâmico, respondendo aos estímulos do GnRH. Esse hormônio é liberado de forma pulsátil pelo hipotálamo e leva, semelhantemente, a uma síntese e liberação pulsátil de LH e FSH. Ambos os hormônios atuam diretamente nas gônadas masculinas. O LH atua diretamente nas células de Leydig (intersticiais) que secretam testosterona. O FSH atua nas células de Sertoli (túbulos seminíferos) que são responsáveis pela síntese de diferentes mediadores químicos, tais como fatores de crescimento, proliferação e diferenciação celular que atuam em toda a espermatogênese (REEVES, 1982). A Figura 1 mostra detalhes do hipotálamo e da hipófise e a Figura 3 resume a interação entre hipotálamo, hipófise e gônadas.

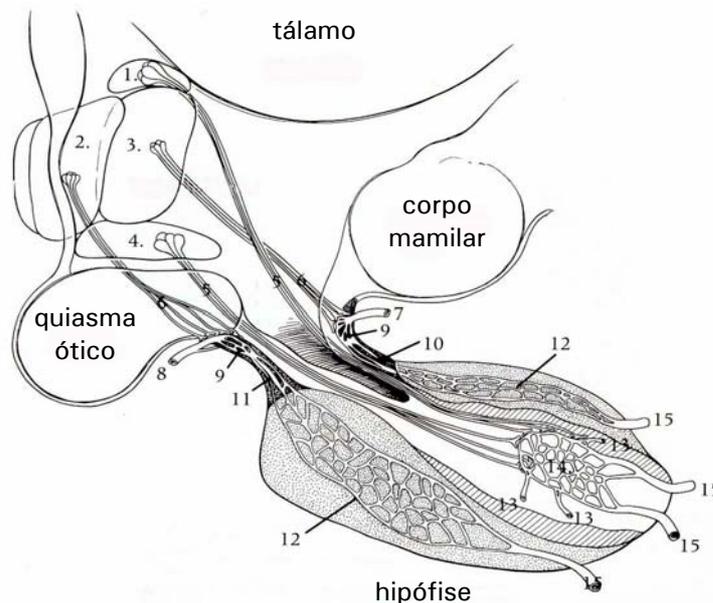


Figura 1. Representação da constituição do hipotálamo e vias de comunicação com a hipófise. 1, núcleo paraventricular; 2, núcleo pré-óptico; 3, núcleo hipotalâmico rostral; 4, núcleo supra-óptico; 5, processo magnocelular neurosecretor; 6, processo parvicelular neurosecretor; 7, artéria infundibular dorsal; 8, artéria infundibular ventral; 9, plexo capilar primário; 10, veias portais hipofisárias dorsais; 11, veias portais hipofisárias ventrais; 12, capilares sinusoidais (*pars distalis*); 13, artéria hipofisária caudal; 14, capilares do lobo neural e 15, veias hipofisárias. Adaptado de Krieger, 1980.

Desenvolvimento testicular

O início da função testicular é essencial para o desenvolvimento do sistema genital masculino. O embrião masculino possui ductos mesonéfricos e ductos de Miller. A expressão de vários genes inibe o desenvolvimento dos ductos de Miller e favorece os mesonéfricos já aos 42 dias de gestação no bovino. Os ductos mesonéfricos formarão cordões celulares longitudinais que se diferenciarão em ductos eferentes, ducto epididimário, ductos deferentes e glândulas vesiculares, todos de caráter rudimentar (ABDEL-RAOUF, 1960).

Células de suporte (provavelmente de Sertoli), localizadas no parênquima testicular, sintetizam substâncias inibidoras dos ductos de Miller causando degeneração nas estruturas femininas. Além disso, as células que compõem os ductos mesonéfricos passam a secretar a 5α -redutase, uma enzima que permite a formação da dihidrotestosterona, um metabólito ativo da testosterona, cuja função, nessa etapa, é de induzir a diferenciação do *sinus urogenitalis* em próstata, glândulas bulbouretrais, uretra masculina e pênis. A dobra testicular transforma-se em escroto (GIER; MARION, 1970).

Além dos aspectos morfológicos celulares, o desenvolvimento testicular inclui sua descida para a bolsa escrotal por migração abdominal, via canal inguinal interno. A descida dos testículos e escroto é precedida pela formação do processo vaginal, um saco proveniente do pericárdio que envolve internamente o escroto e engloba o ligamento inguinal dos testículos e com o ligamento diafragmático e o *mesorchium* suspende os testículos. Essas estruturas facilitam a descida progressiva dos testículos dentro da bolsa escrotal ainda no primeiro terço gestacional. Aos 62 dias de gestação, as glândulas testiculares estão unidas ao metânefro, que posteriormente se diferenciará nos rins. Mais tarde, aos 102 dias, já há formação rudimentar do saco escrotal e canal inguinal que permitirá a descida dos testículos. Por fim, aos 140 dias de gestação, os testículos do feto bovino já estão alojados dentro do escroto com as estruturas adjacentes posicionadas e completando a diferenciação celular (GIER; MARION, 1970; SETCHEL, 1991). A Figura 2 resume a entrada dos testículos na bolsa escrotal e descida até a região inguinal.

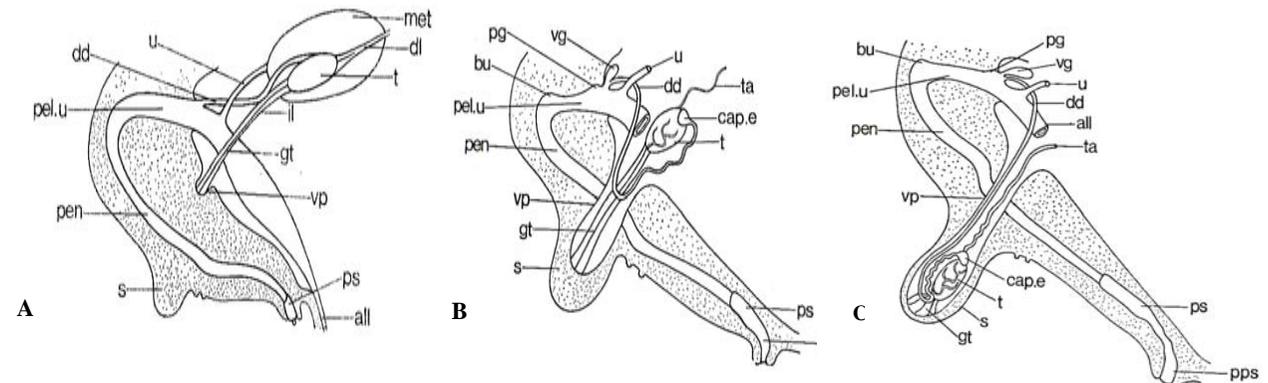


Figura 2. Representação da descida testicular e escrotal no touro. A. 62; B. 102 e C. 140 dias de gestação. *All*, alantóide; *bu*, glândula bulbouretral; *cap*, cabeça do epidídimo; *dl*, ligamento diafragmático; *gt*, gubernáculo testicular; *il*, ligamento inguinal; *met*, metânefro; *pel.u.*, uretra pélvica; *pen*, pênis; *pg*, próstata; *ps*, glânde; *pps*, prepúcio; *s*, escroto; *t*, testículo; *ta*, artéria testicular; *u*, ureter; *vg*, glândula vesicular; *vp*, processo vaginal. Adaptado de Gier e Marion (1970).

Puberdade

A relação entre as glândulas e seus efeitos sobre a função reprodutiva está intimamente associada ao início da puberdade, que é a obtenção da habilidade para reproduzir, caracterizada pela expressão de um estro em fêmeas e pela presença de espermatozoides (± 50 milhões com cerca de 10% de células móveis) nos ejaculados em machos (WOLF et al., 1965). Nas raças de origem zebuína, esse período é mais tardio, por volta dos 18 meses, e nas de origem européia, por volta dos 12 meses (EVANS et al., 1995; SILVA et al., 1999; NOGUEIRA, 2004).

Nessa fase, ocorre um ganho progressivo do peso corporal, função endócrina e metabólica geral e, especificamente, crescimento gonadal. A idade em que a puberdade é alcançada pode ser afetada por vários fatores, tais como: a) níveis hormonais (testosterona e gonadotrofinas) secretados durante o período pré-púbere; b) raça - as raças bovinas leiteiras são mais precoces em relação às de corte; c) nível nutricional, em que a energia é o fator mais importante; d) meio ambiente, fundamentalmente quanto às condições climáticas de criação (EVANS et al., 1995; SILVA et al., 1999).

O desenvolvimento da função testicular é, primariamente, observado com a proximidade da puberdade, regulado pelo sistema endócrino. O hipotálamo desempenha papel fundamental no desencadeamento da puberdade, estimulando a hipófise, que passa a secretar quantidades cada vez maiores de LH e FSH. No touro, o primeiro evento nesse sentido é o aumento na frequência da pulsação de LH. Machos pré-púberes apresentam amplitude dos picos de LH ao redor dos três meses de idade. Vários meses antes do início da puberdade, começam descargas pulsáteis de LH, resultando em diferenciação, crescimento e proliferação das células de Leydig (LUNSTRA et al., 1989). O FSH auxilia a regulação dos receptores para LH nas células de Leydig e, assim, o crescimento testicular ocorre em paralelo com o aumento de secreção de FSH. Outros hormônios, como o hormônio do crescimento e a prolactina, contribuem na indução de resposta testicular à ação do LH. No entanto, os níveis de testosterona mantêm-se baixos, pois as células de Leydig em diferenciação, inicialmente, secretam o andrógeno androstenediona, enquanto continua a diferenciação (REEVES, 1982). A função testicular se estabelece quando o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal está maduro e o indivíduo passa a expressar comportamento sexual repetitivo e gametas férteis. A Figura 3 representa a interação entre essas glândulas e a secreção dos hormônios envolvidos na função testicular no touro.

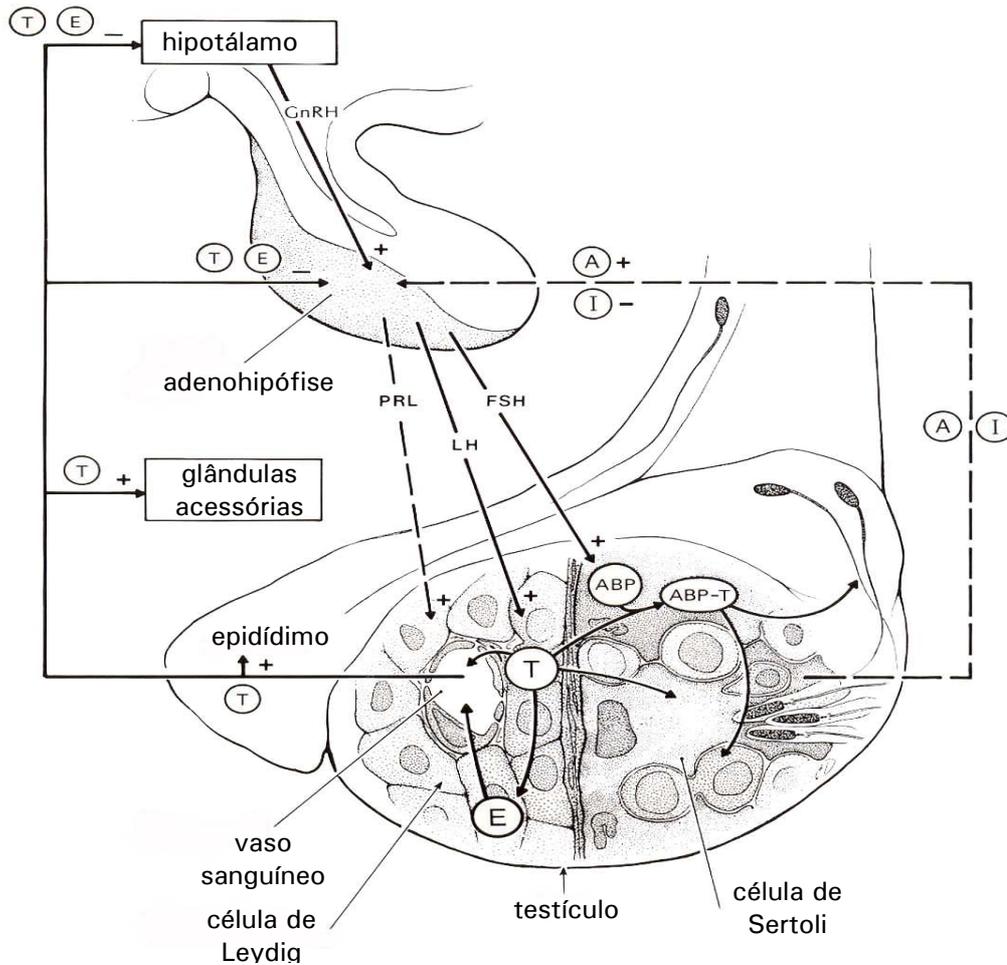


Figura 3. Esquema mostrando a interação entre hipotálamo, hipófise e gônadas. GnRH, hormônio liberador de gonadotrofinas; T, testosterona; E, estrógeno; A, ativina; I, inibina; PRL, prolactina; LH, hormônio luteinizante; FSH, hormônio folículo estimulante; ABP, proteína ligada a andrógenos. Adaptado de Amann e Schanbacher (1983).

Função testicular

A função primordial dos testículos é a produção espermática, síntese e secreção de hormônios esteróides. A partir da puberdade, os níveis de testosterona começam a se elevar na corrente circulatória e o touro começa a mostrar sinais sexuais, como o desenvolvimento dos órgãos sexuais internos e externos, fenótipo típico da raça e comportamento sexual (libido). Cada testículo é circundado por uma cápsula fibrosa chamada de túnica albugínea, e, em algumas espécies, essa cápsula contém fibras musculares lisas (função contrátil) e são importantes para a manutenção de gradientes adequados de pressão sanguínea dentro do tecido e/ou para movimentar os fluidos e os

espermatozoides. Ao ser removida essa cápsula, verifica-se que o parênquima testicular é constituído basicamente de túbulos seminíferos separados pelo tecido intersticial (SETCHEL et al., 1994).

Os túbulos seminíferos são estruturas cilíndricas muito longas compactamente dobradas, e organizadas em lóbulos separados por tecido conjuntivo fibroso. À medida que os animais envelhecem, o estroma testicular torna-se mais largo e mais rígido, por causa da deposição de fibras colágenas. Isso faz com que a consistência do tecido glandular fique mais firme à palpação. Nos espaços entre eles encontram-se o tecido intersticial, rico em nervos, vasos sanguíneos, linfáticos, e as células intersticiais de Leydig, responsáveis pela síntese de esteróides (SETCHEL, 1991; SETCHEL et al., 1994).

Os túbulos seminíferos constituem a maior parte do parênquima testicular no touro (85%) e são compostos basicamente de dois tipos de células somáticas, as mióides e as de Sertoli, e de cinco tipos de células germinativas: espermatogônias, espermatócitos primários, secundários, espermátides e espermatozoides. Essas células germinativas encontram-se confinadas entre a parede dos túbulos seminíferos e os pares de células de Sertoli que formam junções especializadas. Cada túbulo libera o seu conteúdo (espermatozoides e fluidos) para a *rete testis*, um sistema de intercomunicação situado centralmente no testículo. Por causa da alta permeabilidade tubular, a composição do fluido, que vem dos túbulos seminíferos, é modificada quando passa para a *rete testis*. Assim, todo o conteúdo tubular liga-se à *rete testis* e esta se junta em canais mais espessos formando o ducto eferente. Esse ducto forma a cabeça do epidídimo ou ducto epididimário cuja função é dar condições para a maturação espermática (KRETSER; KERR, 1994).

Esteroidogênese

Os testículos secretam vários esteróides que são sintetizados a partir do colesterol, como a androstenediona e dihidroepiandrosterona, sendo a testosterona o principal deles. A secreção de testosterona pelas células de Leydig é estimulada pelo LH, visto que essas células têm receptores para LH e a resposta das células de Leydig ao LH é rápida, um pique de testosterona ocorre 1 hora a 2 horas após o pique de LH. Em contraste ao controle da espermatogênese, o controle da secreção de andrógenos pelo testículo é, relativamente, direto. Em resposta a cada pulso de LH liberado pela hipófise, há um pico de testosterona, geralmente cerca de 30 a 45 minutos mais tarde (HAIDER, 2004).

A testosterona pode ser convertida nos diferentes tecidos em vários andrógenos, como ocorre no cérebro em que tem de ser convertida em estrogênio para poder agir. Da mesma forma, a genitália externa e a próstata dependem da dihidrotestosterona. Portanto, a testosterona, por meio da enzima 5- α redutase, precisa ser convertida em dihidrotestosterona. Se essa não estiver presente não ocorrerá desenvolvimento de pênis, os testículos não vão descer, ocorrerá uma feminização testicular.

Os testículos também secretam estrógenos e algumas espécies em grandes quantidades. Parte do estrógeno circulante é por causa da conversão periférica da testosterona, mas aquela presente na veia espermática (40% a 50%) é secretada por meio da conversão de andrógenos em estrógenos pelas células de Sertoli (HALL, 1994).

A Figura 4 mostra esquemas resumidos de distintas regiões testiculares e da compartimentalização dos túbulos seminíferos.

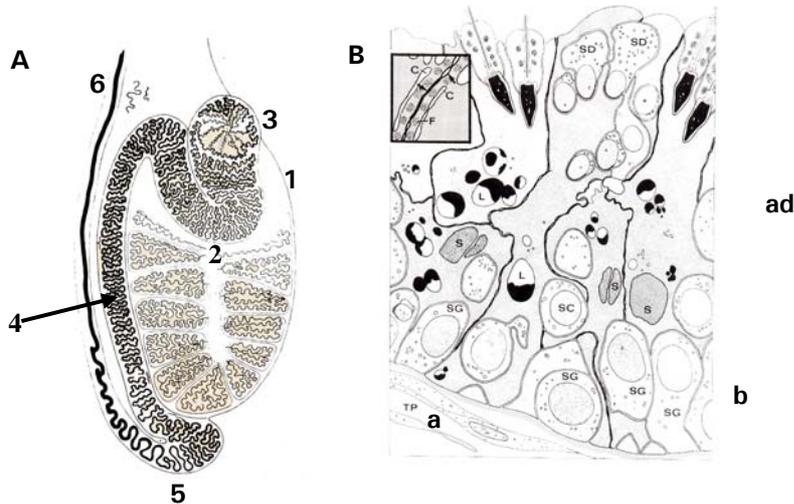


Figura 4. A. esquema de uma corte sagital do testículo bovino. 1, túnica albugínea; 2, *rete testis*; 3, união da *rete testis* formando o ducto eferente e cabeça do epidídimo; 4, corpo do epidídimo; 5, cauda do epidídimo; 6, ducto deferente. B. esquema de um corte histológico testicular bovino mostrando a relação entre a célula de Sertoli (S) e as demais células germinativas; a, tecido intersticial; b, compartimento basal; ad, compartimento adluminal; SG, espermatogônia; SC, espermatócito primário; SD, espermátides; L, lipídios das células de Sertoli. No detalhe está evidenciada a junção (*gap junctions*) entre células de Sertoli. Adaptado de Setchel et al. (1994).

Espermatogênese

Espermatogênese é o processo de multiplicação e diferenciação das espermatogônias até espermatozóides. Três fases caracterizam esse processo, a espermatocitogênese, onde ocorre a multiplicação mitótica das espermatogônias A_1 , resultando em células mais diferenciadas, denominadas A_2 , A_3 , I_n , B_1 e B_2 . Na segunda fase, as espermatogônias do tipo B_2 , transformam-se em espermatócitos primários e secundários, sofrendo duas divisões meióticas consecutivas. Dessas divisões, resulta a formação de células haplóides, chamadas de espermátides. A terceira fase, conhecida por espermiogênese, caracteriza-se pela transformação das espermátides em espermatozóides, e compreende aproximadamente 14 etapas distintas (CLERMONT;

LEBLOND, 1955). Segundo Johnson et al. (2000), no touro, as fases de espermatocitogênese, meiose e espermiogênese duram em média 21, 23 e 17 dias, respectivamente, totalizando 61 dias (Figura 5).

Embora todas as fases sejam importantes para a formação da célula espermática, a espermiogênese tem sido a mais estudada. Isso se deve, principalmente, pela necessidade de conhecimentos sobre o reordenamento das organelas, migração mitocondrial, organização e compactação da cromatina nuclear. Segundo Barth e Oko (1989), as espermátides caracterizam-se por núcleo esférico coberto por citoplasma, com destaque para o complexo de Golgi, as mitocôndrias e o centríolo (Figura 6). Pequenos corpúsculos, referenciados por grânulos pró-acrossômicos, fundem-se para formar um simples grânulo maior, o qual se torna estritamente aderido à superfície nuclear. Posteriormente, esse grânulo expande-se ao longo do núcleo, dando origem ao sistema acrossomal, cuja função primordial é a secreção de material glicoprotéico. Enquanto o sistema acrossomal migra para um pólo do núcleo, os centríolos, intimamente ligados à membrana nuclear, migram em direção oposta e darão origem ao flagelo ou à cauda espermática. Em seguida, o núcleo roda e o sistema acrossomal se orienta em direção à membrana limitante do túbulo seminífero. Essa reorientação é acompanhada pelo deslocamento do próprio núcleo para a periferia do citoplasma. Após essa importante etapa, a cromatina nuclear começa a condensar e torna-se mais cromofílica. Durante a espermiogênese, a cromatina das espermátides sofre um profundo rearranjo e o DNA torna-se condensado e com volume bem menor do que o das células precursoras. Basicamente, dois processos distintos têm sido identificados. O primeiro, envolve a reconfiguração da matriz nuclear. O núcleo das espermátides muda da forma esférica para alongada, única para cada espécie. O segundo, envolve a substituição gradativa das histonas em protaminas, proteínas ricas em resíduos de cisteína e arginina (BOISSONNEAULT, 2002).

Nos espermatozóides maduros de bovinos são encontradas apenas protaminas do tipo 1, as quais formam duas pontes disulfídicas (S-S) intramoleculares e três intermoleculares. Além disso, a protamina 1 representa entre 97% e 99% das proteínas que compõem a cromatina espermática, possuem um peso molecular de 6.627 g/mol e contém sete moléculas de enxofre (FUENTES-MASCORRO et al., 2000). Embora a presença das protaminas esteja intimamente associada aos mecanismos de descompactação nuclear pós-fertilização, sua função exata no núcleo espermático vem sendo estudada. Estudos recentes mostram que a estabilidade fornecida pelas protaminas forma subunidades conhecidas como *toroids*, cuja função primordial é permitir a ligação à matriz nuclear, por meio de segmentos específicos do (DNA), denominados *sperm nuclear matrix attachment regions* (SMARs) (KRAMER ; KRAWETZ, 1996). Esses segmentos possuem um ou mais domínios, em cada volta do DNA, e compactam o núcleo 60% a mais em comparação ao das células somáticas. Além da função de compactação, as protaminas ainda estão envolvidas na prevenção de possíveis falhas (*nick*) no DNA, conferindo maior proteção ao genoma masculino (BALHORN, 1982).

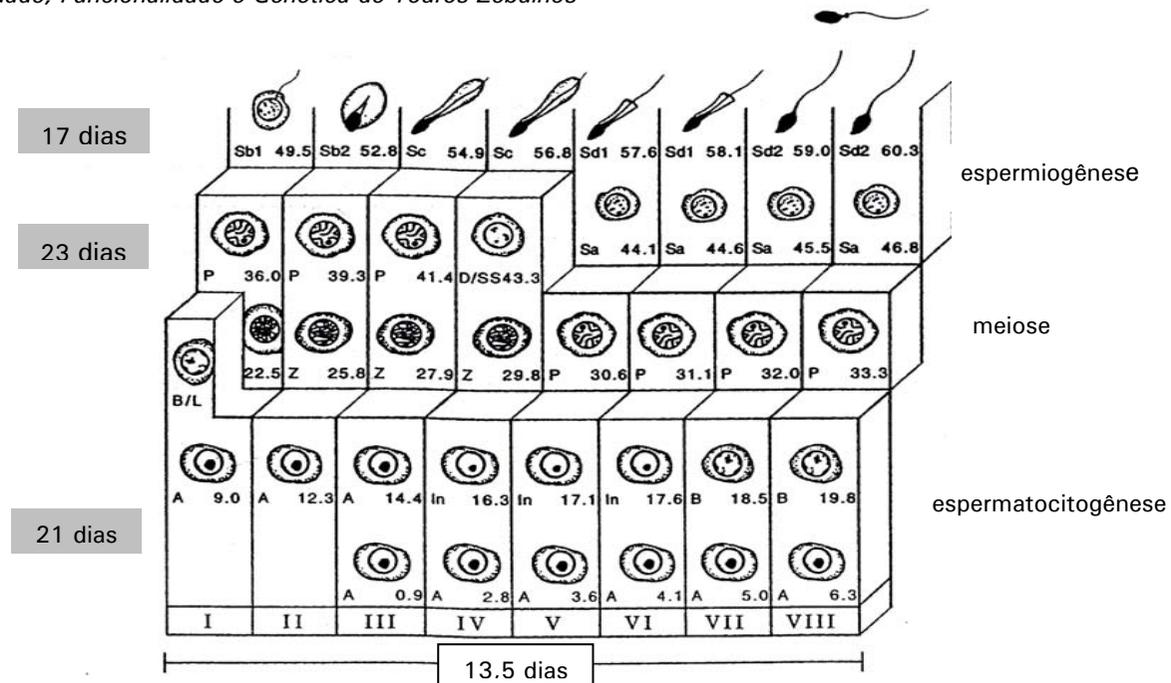


Figura 5. Representação da espermatogênese no touro. Cada ciclo do epitélio dura uma média 13,5 dias, e, para a formação da célula espermática desde o estágio de espermatogônia até espermatozóide são necessários 4,5 ciclos ou aproximadamente 61 dias. Ao corte histológico podem ser identificados oito estágios de agrupamentos celulares em distintas fases de maturação. A espermatocitogênese (21 dias) compreende as divisões mitóticas das espermatogônias do tipo A₁, A₂, A₃, In, B₁ e B₂. A fase de meiose (23 dias) ocorre a partir dos espermatócitos primários, compreendendo os estágios nucleares de leptotene (L), zigotene (Z), paquitene (P) e diplotene (D). Finalmente, as células entram na fase de espermiogênese, onde o núcleo espermático (cabeça) torna-se alongado e com estreitamento na base. Há formação da peça intermediária, membranas acrossomais, cauda e subsequente liberação dos corpos residuais (gota citoplasmática). Adaptado de Johnson et al. (2000).

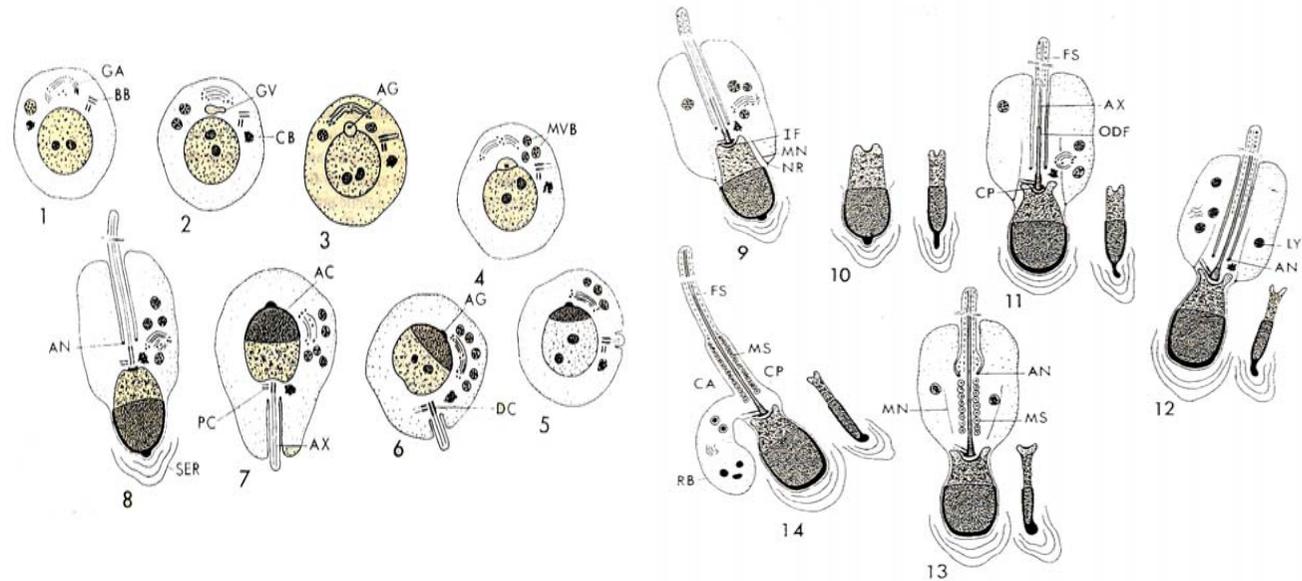


Figura 6. Transformação da espermatíde (1) até espermatozóide (14) durante a espermiogênese no touro. De 1 a 14 são estágios que representam as principais modificações estruturais para a formação da célula espermática. GA, aparato de Golgi; BB, corpos basais; GV, vesícula de Golgi; CB, corpos cromatídeos; AG, grânulo acrossomático; MVB, corpos multivesiculosos; AN, *annulus*; SER, retículo endoplasmático de Sertoli; PC, centríolo proximal; AX, axonema; AC, acrossomo; DC, centríolo distal; IF, fossa de implantação; MN, manchete; NR, anel nuclear; FS, feixe fibroso; ODF, fibras densas; CP, *capitulu*; LY, lisossomos; CA, centríolo-adjunto; MS, feixe mitocondrial; RB, resíduos corporais. Adaptado de Barth e Oko (1989).

Função epididimal, maturação e capacitação espermática

Após a espermiogênese, os espermatozoides são liberados do epitélio germinativo em um processo conhecido por espermiação e entram na *rete-testis*, um conjunto de microductos que se unem para formar o ducto eferente. Este se prolonga até formar a região superior ou proximal do epidídimo (cabeça) onde se inicia o processo de maturação espermática.

Ao longo desse processo, os espermatozoides são transportados por contrações pendulares das fibras musculares lisas da parede interna da cabeça e corpo do epidídimo, e contrações periódicas pelo segmento muscular da porção caudal do epidídimo. Isso permite uma sequência única e programada, levando a modificações internas do epitélio secretor. Desta forma, cria-se um ambiente que circunda os espermatozoides, caracterizado por mudanças contínuas e progressivas na composição e concentração protéica, desde o fluido testicular até a secreção do epitélio das vesículas seminais. O conjunto de eventos sequenciais morfológicos e bioquímicos, que ocorrem na célula espermática, a partir da espermatogênese e ao longo do transporte e armazenamento epididimal, culminando com a capacidade fertilizante, é conhecido como maturação espermática (HERMO et al., 1994).

As primeiras diferenças histológicas do segmento epididimal anexo aos testículos foram feitas ainda na década de 1920, porém os primeiros estudos que contribuíram para a função e características dos diferentes segmentos só foram descritos em meados da década de 1950. A noção de que os espermatozoides da região proximal (cabeça) eram inférteis e aqueles da parte distal (cauda) eram férteis foi descrita inicialmente em cobaias na década de 1930. Também se sabia que a cauda do epidídimo era uma porção armazenadora dos espermatozoides. No final da década de 1970 até final dos anos de 1990, os estudos sobre endocrinologia e função testicular envolviam basicamente três segmentos epididimais: cabeça, corpo e cauda. Porém, nos últimos anos há uma tendência em relatar diversos segmentos (pelo menos oito) com secreção protéica distinta e, possivelmente, efeitos diferenciados sobre a membrana espermática (DACHEUX et al., 2003). O ducto interno da cabeça do epidídimo é constituído pelo prolongamento do epitélio do ducto eferente (Figura 4, A), contendo células ciliadas e principais (não ciliadas), e em algumas espécies, como nos ruminantes, a aparência microscópica do epitélio permite a demarcação do ducto em três regiões, presumindo diferentes funções. Os primeiros elementos do epitélio que revestem o ducto epididimal são as células principais e as células basais. Outros tipos de células estão presentes em algumas espécies. As células principais ocupam 70% a 90% do epitélio. São estreitas, com microvilosidades extensas. A célula principal difere em relação a sua localização e reflete diferenças funcionais. Essas células são altamente especializadas na absorção de fluidos, endocitose e secreção.

O processo de maturação espermática está na dependência da exposição aos constituintes do lúmen que interagem especificamente em distintas regiões do espermatozoide. Como base no perfil eletroforético do fluido epididimal é possível

observar a presença de diferentes proteínas com origem nas membranas acrossomias, região pré-acrossomal, peça intermediária e cauda. A exposição a esse ambiente dura de quatro a nove dias no touro, e o tempo médio do trânsito entre cabeça e corpo do epidídimo não é influenciado pela frequência de ejaculações.

Para completar o processo de maturação, os espermatozóides necessitam ainda de trocas enzimáticas, lipídicas e protéicas com o epitélio epididimal. Este providencia os íons ou a biocatalização necessária. Portanto, a maturação espermática inclui a aquisição da capacidade fertilizante e da motilidade progressiva, tanto quanto mudanças na estrutura dos espermatozóides, características na membrana plasmática do espermatozóide e metabolismo espermático. O fato da simples retenção do esperma dentro de um segmento do ducto epididimário é insuficiente para induzir maturação espermática, tornando-se evidente a necessidade de exposição sequencial a diferentes ambientes em regiões específicas no epidídimo. Logo, a maturação espermática é um processo pelo qual células livres flutuantes estão sujeitas à modificação via fluido luminal. Quatro tipos de mudanças nos espermatozóides estão associados com maturação: a) modificação do complexo DNA-proteína, facilitando a formação de um pró-núcleo funcional masculino; b) modificação da membrana plasmática, mitocôndrias, fibras e componentes microtubulares da peça intermediária, resultando em motilidade progressiva; c) desenvolvimento de características superficiais, possibilitando prolongada sobrevivência dentro do trato reprodutivo da fêmea; e d) estabilização da membrana plasmática rostral e acrossômica, além do desenvolvimento de pontes de proteínas para se ligarem a receptores nos ovócitos (AMANN et al., 1993).

Mesmo que o espermatozóide apresente características importantes ou associadas a sua capacidade fertilizante quando estocado na cauda do epidídimo, ele deverá sofrer, quando ejaculado, um processo conhecido como "capacitação espermática". Esse processo compreende uma série de modificações estruturais e moleculares no espermatozóide. A aquisição dessa competência nos bovinos é um processo relativamente lento, desde o sítio de deposição dos espermatozóides até o local da fertilização, na região superior do oviduto (FLESH; GAZELLA, 2000). O local onde os espermatozóides iniciam e finalizam a capacitação varia de acordo com a espécie. Nas espécies nas quais onde há deposição seminal intra-uterina (suíno, equino, canino), a maior parte do processo de capacitação ocorre nos segmentos inferiores do ístimo, onde os espermatozóides são estocados. Nas espécies onde o sêmen é depositado na vagina (bovino, ovino, caprino, homem), a capacitação espermática inicia ainda no muco cervical e se prolonga durante o trânsito uterino e no oviduto. Estudos têm mostrado que os eventos mais comuns, associados à capacitação espermática, se referem a alterações no potencial iônico das membranas espermáticas, no aumento da atividade glicolítica e do sistema "adenil ciclase" (AMPc) e na modificação da estrutura da membrana acrossomal, a partir da ação dos glicosaminoglicanos secretados no endométrio (YANAGHIMACHI, 1994; FRASER, 1998).

Estudos mais recentes na espécie bovina têm apontado o efeito de diferentes proteínas secretadas tanto no epidídimo quanto no plasma seminal que atuam sobre a capacitação espermática. A identificação e definição das características moleculares, incluindo a estrutura de muitos componentes da secreção das glândulas anexas abrem novas e

importantes perspectivas para o entendimento e avaliação do ejaculado de todas as espécies. Até o momento, diversas proteínas do plasma seminal bovino foram

Caracterizadas. No entanto, quatro proteínas, BSP-A₁, BSP-A₂ e BSP-A₃, e BSP30-kDa (*bovine seminal plasma protein*), têm sido as mais estudadas em relação à capacitação espermática (MANJUNATH et al., 1993; 2002). O plasma seminal dos bovinos pode conter altas concentrações de BSP, entre 20 mg/ml e 40 mg/ml ou 65% do total de proteínas. Essas proteínas têm a propriedade de se ligarem a apolipoproteínas (apoA-1) associadas com lipoproteínas de alta densidade (HDL), tais como a calmodulina ou a heparina, ou seja, a glicosaminoglicanos componentes dos fluidos foliculares e do oviduto. Além disso, as BSPs ligam-se aos fosfolipídios das membranas plasmáticas dos espermatozoides (fosfatidilcolina, fosfatidilcolina plasmalógena e esfingomiélin) e estão intimamente envolvidas na manutenção da integridade do colesterol da membrana plasmática (BELLIN et al., 1994). Após a ejaculação, as BSPs cobrem a superfície da cabeça do espermatozoide por meio dos fosfolipídios da membrana, prevenindo o processo de capacitação e reação acrossomal prematura (decapacitação). Em seguida, os espermatozoides “decapacitados” atravessam o aparelho reprodutivo da fêmea, onde se ligam à HDL, particularmente secretada no oviduto, e finalmente, as BSPs sequestram o colesterol e possivelmente alguns fosfolipídios da membrana plasmática, resultando na alteração de sua permeabilidade ao cálcio e na ativação das fosfolipases A₂ (DARSZON et al., 2001). Tal processo permite com que haja a fusão entre as membranas plasmáticas do espermatozoide (reação acrossomática) preparando-as para interagirem com a zona pelúcida (processo de fusão) e penetrar no oolema ovocitário. Portanto, há relação entre a presença dessas proteínas no plasma seminal ou na membrana espermática e taxa de fertilidade *in vivo* e *in vitro*.

Termorregulação testicular

Para que a função testicular seja satisfatória, a temperatura do parênquima testicular deverá se manter entre 2°C e 6°C abaixo da temperatura corporal. A elevação dessa temperatura resulta no aumento do metabolismo e demanda de oxigênio tecidual, no entanto, o fluxo sanguíneo testicular é limitado e esse aumento da demanda não pode ser suprido. Esse fenômeno resulta em hipóxia das células testiculares (especialmente de Leydig), formação de radicais livres (ROS, *reactive oxygen species*) e deterioração da qualidade seminal. A manutenção da temperatura fisiológica testicular depende de vários mecanismos que envolvem o escroto, a vasculatura do cone testicular (região do plexo pampiniforme e cordões espermáticos) e a constituição da arquitetura vascular interna (SETCHEL et al., 1994).

Os modelos propostos para a regulação da temperatura testicular nos bovinos foram descritos há mais de 40 anos e muitos desses aspectos ainda são considerados. A teoria mais aceita inclui o mecanismo de contracorrente, ou seja, perda da temperatura da artéria testicular por diminuição da pressão sanguínea, à medida que esta penetra no parênquima testicular (KASTELIC et al., 1997). Isso ocorre por causa das veias testiculares circundarem boa parte das ramificações arteriais auxiliando na queda da

temperatura. O sangue venoso testicular não ultrapassa 36,9°C com uma taxa de oxigenação na ordem de 42% (SETCHEL et al., 1994). Isso sugere que o parênquima testicular trabalha próximo à hipóxia e, além disso, o fluxo testicular muda muito pouco em resposta ao aumento da temperatura. Por consequência, há tendência em diminuir a saturação de oxigênio e aumentar a de CO₂. Assim, a quebra dos mecanismos de regulação térmica testicular favorece a instalação de um quadro degenerativo que, inicialmente, se manifesta mais intensamente nas espermátides ou durante a espermiogênese. Com isso, há notadamente um incremento nos defeitos morfológicos, redução da qualidade seminal e fertilidade (BRITO et al., 2003, 2004; FERNANDES et al., 2004).

Estudos recentes mostram que em *Bos indicus* esse modelo é um pouco diferente. A túnica albugínea e a própria pele testicular apresentam gradientes positivos (perda de calor) em comparação a *Bos taurus*. Ainda, características histológicas da artéria testicular, tais como a grossura da parede e distância até o lúmen da veia testicular, são menores em *Bos indicus*, favorecendo uma troca (gradiente) térmica mais eficiente. De fato, esses touros apresentam maior resistência ao calor ambiental, possivelmente por seleção genética e adaptação às condições tropicais. A Figura 7 mostra um apanhado dos gradientes esperados no sistema vascular testicular.

Ereção

A ereção está sob controle do sistema nervoso autônomo. Com a excitação sexual, o sangue é bombeado e temporariamente preso nos corpos cavernoso e esponjoso do pênis, resultando em extensão do pênis com pequeno aumento no tamanho. Isto porque o pênis bovino é fibroelástico, com pequenas áreas de tecido cavernoso. O corpo cavernoso do pênis é maior e mais importante para alcançar uma ereção do que o corpo esponjoso. A pressão no corpo cavernoso do pênis, antes da ejaculação, pode estar acima de 15 mmHg. A energia para essa pressão vem do músculo isquiocavernoso, o qual se contrai para bombear o sangue e aprisioná-lo no corpo cavernoso do pênis. Este é um sistema fechado sem saída venosa para longe da pressão (HAFEZ; HAFEZ, 2003).

Ejaculação

A ejaculação é iniciada pela estimulação dos nervos sensoriais na glândula do pênis, a qual ativa uma série de contrações peristálticas, envolvendo os músculos lisos dos epidídimos, vasos deferentes e uretra. Além disso, fluidos das glândulas acessórias são lançados na uretra. Contrações peristálticas movem os espermatozóides e secreções das glândulas anexas por meio dos ductos que levam ao orifício uretral externo. A descarga final do sêmen é feita por uma onda de contrações envolvendo os músculos lisos que forram a uretra e pela pressão desde o corpo esponjoso do pênis (provocada pelo músculo bulboesponjoso), o qual colapsa com a uretra em uma onda (BEARDEN; FUQUAY, 2000).

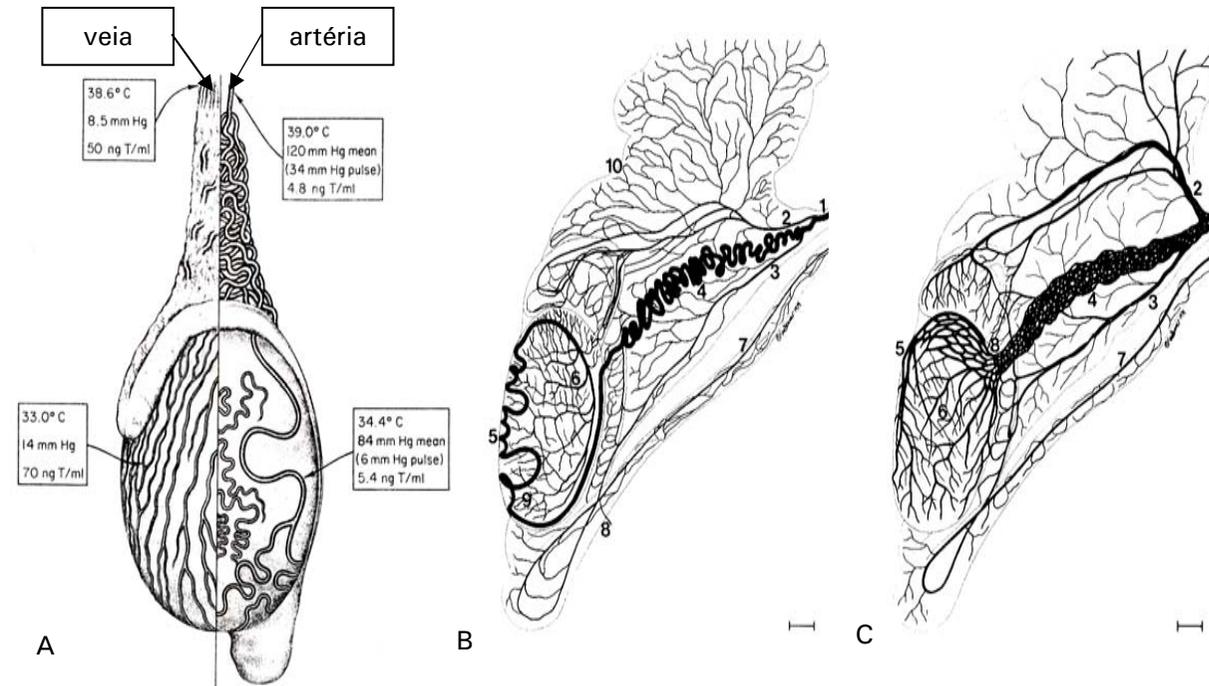


Figura 7. Representação dos gradientes de temperatura e vasculatura testicular. A. variação térmica entre artéria e veia testiculares. B. vasculatura arterial, incluindo cabeça, corpo e cauda do epidídimo (3, 7 e 8, ramos da artéria epididimal); 1 e 2, ramos da artéria espermática; 4, artéria testicular; 5, artéria testicular marginal ou capsular; 6 e 9, ramos profundos da artéria intratesticular; 10, ramificações das artérias epididimais. C. vasculatura venosa; 1, veia espermática; 2, veia epididimal; 3, veia epididimal inferior; 4, plexo pampiniforme; 5, veias superficiais testiculares; 6, veias profundas; 7, veias do ducto deferente e 8, anastomose venosa formando o plexo pampiniforme. Adaptado de Setchel et al. (1994).

Referências

- ABDEL-RAOUF, M. The postnatal development of the reproductive organs in bulls with especial references to puberty. **Acta Endocrinologica**, Copenhagen, v. 49, n. 34, p. 1-109, 1960.
- AMANN, R. P.; HAMMERSTEDT, H. R.; VEERAMACHANENI, R. D. N. The epididymis and sperm maturation: a perspective. **Reproduction Fertility Development**, Victoria, v. 5, n. 4, p. 361-381, 1993.
- AMANN, R. P.; SCHANBACHER, B. D. Physiology of male reproduction **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, p. 380-403, July 1983. Supplement 2.
- BALHORN, R. A model for structure of chromatin in mammalian sperm. **Journal of Cell Biology**, v. 93, n.2, p. 298-305, May 1982.
- BARTH A. D.; OKO R. J. **Abnormal morphology of bovine spermatozoa**. Ames: Iowa State University, 1989. 285 p.
- BEARDEN, H. J.; FUQUAY, J. W. **Applied animal reproduction**. 5th. New Jersey: Prentice Hall, 2000, p. 316-327.
- BELLIN, M. E., HAWKINS, H. E.; AX, R. L. Fertility of range beef bulls grouped according to presence or absence of heparin-binding proteins in sperm membranes and seminal fluid. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, p.2441-2448, 1994. Issue 9.
- BOISSONNEAULT, G. Chromatin remodeling during spermiogenesis: a possible role for the transition proteins in DNA strand break repair. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 514, p. 111-114, Mar. 2002. Issues 2-3.
- BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; BARBOSA, R. T.; KASTELIC, J. P. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. **Theriogenology**, New York, v. 61, p. 511-528, Jan. 2004. Issue 2.
- BRITO, L. F. C.; SILVA, A. E. D. F.; BARBOSA, R. T.; UNANIAN, M. M.; KASTELIC, J. P. Effects of scrotal insulation on sperm production, semen quality, and testicular echotexture in *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* bulls. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 79, p. 1-15, Nov. 2003. Issues 1-2.
- CLERMONT Y.; LEBLOND, C. P. Spermiogenesis of man, monkey, ram and other mammals as show by the "periodic acid-Schiff" technique. **American Journal of Anatomy**, Philadelphia, v. 96, p. 229-253, Feb.1955.
- DACHEUX, J. L.; GATTI, J. L.; DACHEUX, F. Contribution of epididymal secretory proteins for spermatozoa maturation. **Microscopy Reserch and Technique**, New York, v. 61, p. 7-17, 2003. Issue 1.

DARSZON, A.; BELTRÁN, C.; FÉLIX R.; NISHIGAKI, T.; TREVIÑO, C.L. Ion transport in sperm signaling. **Developmental Biology**, v. 240, p. 1-14, Dec. 2001. Issue 1.

EVANS, A. C. O.; DAVIES, F. J.; NASSER, L. F.; BOWMAN, P.; RAWLINGS, N. C. Differences in early patterns of gonadotrophin secretion between early and late maturing bulls, and changes in semen characteristics at puberty. **Theriogenology**, New York, v. 43, p. 569–578, Feb. 1995. Issue 3.

FERNANDES, C. E.; SILVA, A. E. D. F.; AZEVEDO, H.; BICUDO, S. D. Effect of the testicular degeneration on the sperm head morphometry in Nelore bulls. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL REPRODUCTION, 15., 2004, Porto Seguro. **Abstracts...** Porto Seguro: CBRA, 2004. v. 1, p. 269.

FLESH, M. F.; GAZELLA, B. M. Dynamics of the mammalian sperm plasma membrane in the process of fertilization. **Biochemica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 1469, n.3, p. 197-235, Nov. 2000.

FRASER, L. R. Sperm capacitation and the acrosome reaction. **Human Reproduction**, Oxford, v. 13, p. 9-19, 1998. Supplement 1.

FUENTES-MASCORRO, G.; SERRANO, H.; ROSADO, A. Sperm chromatin. **Archives of Andrology**, New York, v. 45, n.3, p. 215-225, 2000.

GIER, H. T.; MARION, G. B. Development of the mammalian testis. In: JOHNSON, A.D.; GOMES, W.R.; Van DEMARK, N. L. **The testis**. New York: Academic Press, 1970.

HAFEZ, B.; HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. 7 ed. São Paulo: Manole. 2003, 530 p.

HAIDER, S. G. Cell biology of Leydig cells in the testis. **International Review of Cytology**, New York, v. 233, p. 181-241, 2004.

HALL, P. F. Testicular steroid synthesis: organization and regulation. In: KNOBIL E.; NEILL. J. (Ed.). **The physiology of reproduction**. New York: Raven, 1994. v. 1, p. 1335-1362.

HERMO, L.; OKO, R.; MORALES, C.R. Secretion and endocytosis in the male reproductive tract: a role in sperm maturation. **International Review of Cytology**, New York, v. 154, p. 105-189, 1994.

JOHNSON, L.; VARNER D. D.; ROBERTS M. E.; SMITH, T.L.; KEILLOR, G. E.; SCRUTCHFIELD, W. L. Efficiency of spermatogenesis: a comparative approach. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 60 - 61, p. 471 - 480, Jul. 2000.

KASTELIC, J. P.; COOK, R. B.; COUTER, G. H. Contribution of the scrotum, testes and testicular artery to scrotal testicular thermoregulation in bulls at two ambient temperatures. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 45, p. 255 – 261, 1997.

- KRAMER, J. A.; KRAWETZ, S. A. Nuclear matrix interactions within the sperm genome. **Journal of Biology Chemistry**, Baltimore, v. 271, n.20, p. 11619 - 11622, May 1996.
- KRETZER, D. M. de; KERR, J. B. The cytology of the testis. In: KNOBIL, E.; NEILL, J. (Ed.). **The physiology of reproduction**. New York: Raven, 1994. p. 1177-1290.
- KRIEGER, D. T. The hipothalamus and neuroendocrinology. In: KRIEGER, D. T.; HUGHES, J. C. **Neuroendocrinology**. Sunderland: Soinauer Associates, 1980. p. 3-12.
- LUNSTRA, D. D.; BOYD, G. W.; CORAH, L. R. Effects of natural mating stimuli on serum luteinizing hormone, testosterone and estradiol-17 β in yearling beef bulls. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 12, p. 3277-3288, 1989.
- MANJUNATH, P.; CHANDONNET, L.; LEBLOND, E.; DESNOYERS, L. Major proteins of bovine seminal vesicles bind to spermatozoa. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 49, p. 27-37, 1993.
- MANJUNATH, P.; THÉRIEN, I. Role of seminal plasma phospholipid-binding proteins in sperm membranes lipid modification that occurs during capacitation. **Journal of Reproduction Immunology**, New York, v. 53, p. 109-119, 2002. Issues 1-2.
- NOGUEIRA, G. P. Puberty in South American *Bos indicus* (Zebu) cattle. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 82- 83, p. 361-372, July 2004.
- REEVES, J. J. Neuroendocrinologia da reprodução. In: HAFEZ, E. S. **Reprodução animal**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1982. p. 128-144.
- SETCHEL, B. P. Male reproduction organs and semen. In: CUPPS, P.T. (Ed.). **Reproduction in domestic animals**. 4th. ed. San Diego: Academic Press, 1991. p. 221-249.
- SETCHEL, B. P.; MADDOCKS, S.; BROOKS, D.E. Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. In: KNOBIL, E.; NEILL, J. D. (Ed.). **The physiology of reproduction**. New York: Raven; 1994. v. 1, p.1063-1175.
- SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; ROZA E SILVA, A. A. Aspectos relacionados à precocidade sexual em bovinos machos da raça Nelore, PO. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 42, n.4, p.495-500, 1999.
- WOLF, F. R.; ALMQUIST, J. O.; HALE, E. B. Prepuberal behaviour and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 24, p. 761-765, 1965.
- YANAGIMACHI, R. Mammalian fertilization. In: KNOBIL, E.; NEILL, J. D. (Ed.). **The physiology of reproduction**. New York: Raven, 1994. v.1, p. 189-317.

Avaliação Clínica e Exame de Sêmen no Touro

Carlos Eurico Fernandes

José Carlos Ferrugem Moraes

Resumo

Neste capítulo são considerados temas importantes para a avaliação do rebanho e dos touros submetidos ao exame andrológico. São abordados índices de qualidade reprodutiva dos rebanhos bem como fatores associados a queda da fertilidade de origem paterna. Em relação ao exame andrológico, são observados pontos importantes como o exame clínico geral e do aparelho reprodutivo, com destaque ao escroto, testículos e glândulas anexas. Aspectos da relação entre perímetro escrotal, com desenvolvimento corporal em touros cruzados e o efeito da idade sobre essa variável também são discutidos. Quanto ao exame de sêmen, são abordados aspectos do exame imediato e laboratorial, registrando os padrões mais comuns encontrados em touros avaliados no Mato Grosso do Sul. Em relação à morfologia espermática são descritos os principais defeitos, considerando a origem e relação com a fertilidade. Com base nos achados encontrados no exame clínico e exame de sêmen são discutidos diversos aspectos para interpretação desses resultados no que diz respeito, principalmente, ao diagnóstico e classificação quanto a aptidão reprodutiva.

Palavras-chave: exame andrológico, morfologia espermática, perímetro escrotal

Clinical Evaluation and Semen Examination in the Bull Touro

Abstract

In this chapter important themes are considered for the herd and bulls evaluation submitted to the breeding soundness examination. Indexes of reproductive quality of the herds are approached as well as associated factors to the decrease of the fertility of paternal origin. In relation to the breeding soundness examination, important issues are observed as the clinic examination and the reproductive system examination, pointing out the scrotum, testes and internal glands. Aspects of the relationship among escrotal circumference, with corporal development in crossed bulls and the effect of the age on that variable are also discussed. As for the semen examination, aspects of the immediate exam and laboratorial are approached, registering the most common patterns found in evaluated bulls in Mato Grosso do Sul. In relation to the spermatic morphology, the main defects are described, considering the origin and relationship with the fertility. Basing in the clinical and semen examination discoveries, several aspects are discussed for interpretation of those results in respect, mainly, to the diagnosis and classification related to the reproductive ability.

Key-words: *breeding soundness examination, escrotal circumference, spermatic morphology*

Introdução

Ensaio sobre a produtividade de distintos sistemas produtivos na bovinocultura de corte demonstram que a rentabilidade está diretamente associada às condições reprodutivas do rebanho. Nesses sistemas, nos quais a monta natural é usada como base do manejo reprodutivo, a seleção zootécnica e a avaliação para aptidão reprodutiva de touros jovens ou daqueles mais velhos que serão mantidos em atividade tornam-se fundamentais para obtenção de índices competitivos. De acordo com Trenkle e Willham (1977), a eficiência reprodutiva de um touro pode ser estimada em dez vezes mais importante que a qualidade da carcaça e cinco vezes mais significativa que o ganho de peso de sua prole. Além disso, em um período de dez anos, a base paterna pode contribuir com até 90% da composição genética do rebanho de cria (FOX, 1972).

O exame andrológico visa, basicamente, maximizar a fertilidade do rebanho ao proporcionar a eliminação de touros inférteis e, possivelmente, selecionar aqueles de maior eficiência reprodutiva. Assim, as avaliações clínicas e seminais tornam-se fundamentais para classificação e prognóstico da função reprodutiva. Diversos estudos mostram uma expressiva frequência de descarte de animais por alterações clínico-genitais (VALE FILHO et al., 1986; KENNEDY et al., 2002) e por características seminais indesejáveis (FITZPATRICK et al., 2002; NOGUEIRA et al., 2006). Esses aspectos tornam-se relevantes em sistemas extensivos de criação nos quais vários touros são introduzidos em grandes rebanhos de fêmeas por períodos relativamente longos. Além disso, tende-se a encontrar uma elevada relação touro/vaca em sistemas que buscam maior eficiência reprodutiva, resguardando características de comportamento sexual e dominância (PINEDA et al., 2000; SALVADOR et al., 2003). Por outro lado, touros de alta libido, ao cobrirem maior número de fêmeas, podem mascarar o efeito de touros de baixa qualidade seminal e, ao apresentarem problemas clínicos ou seminais, reduzir drasticamente os índices de fertilidade. Portanto, é fundamental que o médico-veterinário de campo seja paciente, observador e minucioso, especialmente com animais jovens, submetidos pela primeira vez ao exame andrológico. Essa conduta reduz a chance de erros durante esse processo e permite maior segurança no diagnóstico.

Exame geral do rebanho

Tendo em vista a avaliação da saúde geral e reprodutiva dos touros, os médicos-veterinários devem concluir se os indivíduos são aptos ou satisfatórios, inaptos temporários ou questionáveis e, por fim, insatisfatórios ou inaptos à reprodução. Porém, nas condições de um sistema de criação extensivo cuja fertilidade dos rebanhos baseia-se na monta natural e os touros são introduzidos em grandes rebanhos de fêmeas, esse julgamento nem sempre é fácil de ser feito, uma vez que está na dependência de vários fatores.

Aspectos associados ao rebanho ou especificamente aos touros a serem avaliados devem ser anotados e investigados no sentido de estabelecer um “padrão” comum aos animais. No geral, incluem-se, nessa prévia análise, dados referentes ao *status* sanitário do rebanho (vacinas, desverminações, doenças mais frequentes e outros), procedência e aquisição dos animais, nível nutricional do rebanho (qualidade da forrageira predominante, suplementação mineral e outros) e, especificamente, dos animais a serem examinados, como genótipo, condições de manejo, formação de grupos contemporâneos na época de acasalamento, e, ainda, critérios gerais que norteiam o manejo reprodutivo da propriedade como época e condições ofertadas à estação de monta.

Em sistemas mais tecnificados, com disponibilidade de dados e registros administrativos, é fundamental uma análise geral dos resultados buscando a melhor eficiência e o sucesso de um programa reprodutivo. Isto vai bem além do simples ato de diagnosticar problemas ligados aos machos e torna-se um exercício de interpretação. Tais dados estão associados ao conhecimento da propriedade, dos índices reprodutivos e, do ponto de vista clínico, à observação ou história de fatores ligados estritamente aos indivíduos. A análise de diferentes índices reprodutivos permite reconhecer a realidade do sistema produtivo. Porém, ressalta-se que alguns dados geralmente não estão disponíveis e deveriam ser estimulados por parte dos técnicos. Os mais importantes seriam:

- a) Relação média touro/vaca;
- b) Idade a primeira cria das novilhas incorporadas à reprodução, bem como a identificação de seus genitores;
- c) Período de serviço estipulado na propriedade e intervalo entre partos obtidos nos últimos anos;
- d) Percentual de retorno ao cio no início do período reprodutivo;
- e) Taxa de prenhez;
- f) Taxa de natalidade (confrontar com a taxa de prenhez).

Em uma análise mais minuciosa pode-se caracterizar um comprometimento na eficiência reprodutiva do rebanho com base nos seguintes resultados:

- a) Intervalo de partos excedendo 400 dias.
- b) Intervalo parto/concepção excedendo 100 dias.
- c) Índice de parição na primeira cobertura inferior a 70%.
- d) Número médio de coberturas por concepção acima de 2,5.
- e) Excessivo número de coberturas/bezerro (repetição de cio) em, aproximadamente, 30% das fêmeas.

A Tabela 1 mostra alguns parâmetros de referência na avaliação da eficiência reprodutiva em rebanhos de corte melhorados.

Tabela 1. Modelos preconizados tendo em vista o diagnóstico de situação em rebanhos de corte com base na monta natural¹.

<i>Variável</i>	De aceitável a muito bom	Problemas de fertilidade a serem diagnosticados
<i>Idade à puberdade*</i>		
<i>Bos taurus</i>	16-18 meses	> 19 meses
<i>Bos indicus</i>	19-23 meses	> 24 meses
Cio pós-parto (dias)	35-50	> 70
Taxa de não retorno ao cio após a primeira cobrição	60%-85%	< 60%
Taxa de prenhez da primeira cobrição	70%-90%	< 60%
<i>Taxa de prenhez ao final da estação</i>		
Monta natural	70%-90%	< 70%
Inseminação artificial	60%-85%	< 60%

¹Adaptado de Peters e Ball (1991);* animais em campo com suplementação mineral.

Exame clínico geral

O exame clínico-geral visa, fundamentalmente, a identificar alterações clínicas relevantes que possam interferir na condição sanitária do(s) indivíduo(s) e, por consequência, afetar a função reprodutiva.

Um dos pontos mais importantes do exame clínico geral reside no estabelecimento de uma rotina semiológica envolvendo a maioria dos sistemas. Sem esse critério, o médico-veterinário corre o risco de não identificar importantes alterações, que nem sempre são facilmente visualizadas, e podem, sob certas circunstâncias, limitar a capacidade reprodutiva do touro. Esse exame deve incluir necessariamente os seguintes pontos:

- a) Resenha e identificação do animal (idade e categoria - jovem, adulto, velho);
- b) Inspeção geral (conformação geral, estado de nutrição – 1 a 5);
- c) Exame da cabeça (olhos e conjuntivas, presença de secreções inflamatórias, dentição, lesões traumáticas);
- d) Exame do aparelho locomotor (conformação dos membros, articulações, simetria da musculatura coxo-femoral e cascos);
- e) Exame de outros sistemas, caso haja necessidade;
- f) Exames complementares.

Os achados dessas avaliações devem ser descritos em fichas de campo. Posteriormente, o clínico terá melhores condições de interpretar e concluir os resultados na elaboração do laudo andrológico.

Com a introdução de touros de raças européias, algumas situações no exame clínico passaram a ser mais evidentes, ao contrário de touros de raças zebuínas, por exemplo, lesões oculares de caráter tumoral. Algumas linhagens de touros da raça Hereford, Simental e Angus apresentam pouca pigmentação palpebral permitindo uma agressão contínua por causa da luminosidade solar à mucosa conjuntival. Desta forma, torna-se mais comum o diagnóstico de tumores de células escamosas, úlceras de córnea, ceratoconjuntivite infecciosa (*Moraxella bovis*) e, nos processos mais crônicos, as miíases. Ressalta-se ainda a possibilidade de infecções causadas por agentes virais (LEMOS et al., 1998).

Alterações na conformação do sistema locomotor (musculoesqueléticas), assim como alterações de cascos, membros, articulações e ligamentos, podem afetar profundamente a capacidade do touro de realizar a cópula (ENTWISTLE et al., 1995). Durante a inspeção geral é possível identificar, por meio de uma linha imaginária sobre a espinha dorsal, alterações importantes de conformação e desvio, como lordose, cifose e escoliose. As alterações do tipo perna de frango (avançado de trás) e jarrete ou curvilhão em foice (Figura 1) exemplificam conformações indesejáveis que cursam com disfunção muscular e induzem a quadro crônico acompanhado de dor.

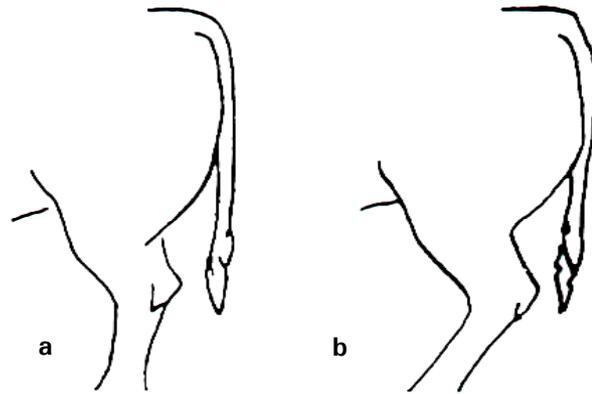


Figura 1. Representação de desvios dos membros posteriores em touros; a) deformidade do tipo perna de frango (avançado de trás), e b) deformidade do tipo jarrete em foice (debruçado de trás). Fonte: Australian Association of Cattle Veterinarians (1995).

Processos patológicos articulares, como a luxação da rótula (deslizamento do ligamento fêmur-tíbio-rotuliano sobre o sulco femoral), e inflamatórios (tarsite, gonite e artrites) limitam drasticamente a habilidade do touro em montar e comumente são verificados após disputas pela dominância do rebanho. Scudeller et al. (1996) verificaram em uma pequena população ($n = 35$) que 63,6% dos diagnósticos de lesões podais acometiam os membros posteriores. Fraturas de costelas ou osteófitos são encontrados com frequência em touros com mais de 6 anos de idade e podem resultar em anquilose e espondilose de vértebras torácicas e lombares, levando ao descarte do indivíduo (VAN CAMP, 1997). Outro grupo de alterações encontradas refere-se àquelas de origem genética, como a artrogrípese, um crescimento desorganizado das epífises dos ossos do carpo caracterizadas pelo enrijecimento da articulação (LEIPOLD ; DENNIS, 1986).

A observação caudal da conformação dos membros também deve ser realizada. A Figura 2 mostra duas alterações (letras a e b) comuns e que também predisõem os indivíduos a futuras lesões mais severas, especialmente na articulação tarsiana. Por fim, verifica-se a disposição dos cascos, presença de lesões interdigitais (fibromas), na sola e desvios nas unhas.

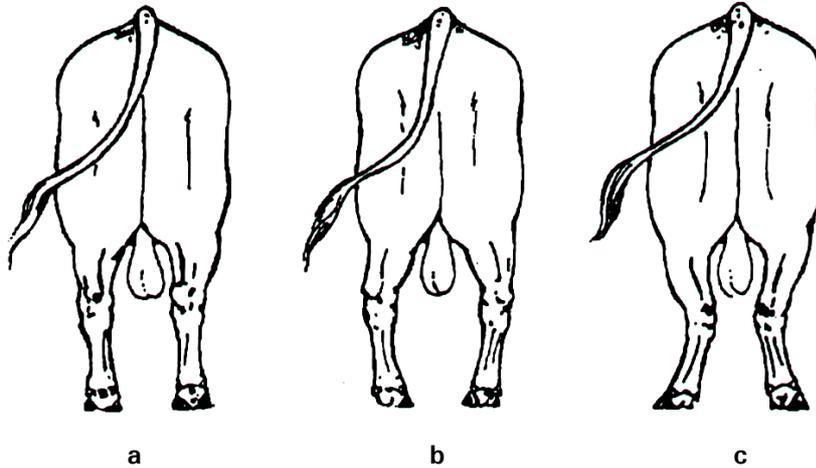


Figura 2. Representação de alterações comuns na conformação dos membros posteriores. Vista caudocranial; a) normal; b) aberto de trás; c) fechado de trás (jarrete de vaca). Fonte: Australian Association of Cattle Veterinarians (1995).

Exame clínico especial

Entende-se por exame clínico especial os procedimentos semiológicos voltados especificamente para o aparelho reprodutivo do touro que pode ser subdividido em exame externo (físico) e exame interno. Tais procedimentos consistem basicamente na avaliação da integridade física dos órgãos que compõem o aparelho reprodutivo: pênis, prepúcio e bainha prepucial, plexo pampiniforme (cordão espermático), saco escrotal, testículos e epidídimos, vesículas seminais e ampolas dos ductos deferentes.

Exame clínico externo

Pênis e prepúcio

A semiotécnica desse exame compreende a avaliação por inspeção e palpação do óstio e mucosa prepucial, do pênis e deslizamento deste sobre a bainha prepucial e, ainda, a identificação de lesões, aderências ou fibromas que limitam a exposição peniana. Por ocasião da exposição do pênis durante a colheita do sêmen é possível examiná-lo com mais detalhes, verificando possíveis lesões (úlceras, pústulas, abscessos, papilomas e outras) na mucosa, assim como alterações congênitas, como frênulo persistente e fimose. O pênis dos bovinos é longo e divide-se em uma porção intrapélvica e outra extrapélvica. Na porção intrapélvica, o pênis está intimamente ligado ao músculo isquiocavernoso proveniente da tuberosidade isquiática no arco isquiático. Associa-se, ainda, o músculo bulboesponjoso, o qual reveste intimamente toda a extensão da uretra. Ambos os músculos respondem ao estímulo parassimpático durante a ereção (FAYRER-HOSKEN, 1997). Na porção extrapélvica, o pênis é circundado pela túnica albugínea que é mais densa dorsalmente, ligando-se ao ligamento apical do pênis. Durante a ereção e ejaculação, a túnica albugínea se distende pela entrada de sangue para os corpos cavernosos do pênis. Durante esse processo, a pressão sanguínea intrapeniana é de 800 mmHg a 24.000 mmHg (ROBERTS, 1986). Assim, as lesões na túnica albugínea são importantes do ponto de vista clínico, uma vez que podem desencadear um processo de extravasamento sanguíneo por ruptura da vasculatura peniana (hematomas e fibromas penianos). Essas lesões podem ser encontradas em touros velhos empregados em monta natural (VAN CAMP, 1997), mas também em touros jovens inexperientes utilizados com a finalidade de cobrir um grande número de fêmeas jovens.

O prepúcio constitui a principal proteção do pênis. É revestido internamente por uma mucosa fina altamente vascularizada pela artéria pudenda externa. Isto confere um nível constante de lubrificação mais intensa na sua porção caudal, mantendo um ambiente com baixa oxigenação e rico em esmegma (secreção caseosa rica em células epiteliais), favorecendo a permanência e o crescimento de protozoários (*Trichomonas foetus*) e bactérias (*Campylobacter fetus* subsp. *veneralis*). Ao exame clínico, o médico-veterinário deve atentar para a abertura prepucial (óstio) e este não deverá ter menos do que dois dedos de largura (grossura mínima estimada do pênis ereto), ser flexível e livre de lesões. A mucosa possui coloração rósea brilhante. São comuns reações inflamatórias que constituem um quadro de postite, que pode evoluir para balanopostite (inflamação do prepúcio e glande do pênis). Essas lesões têm sido encontradas em animais submetidos à alimentação rica em proteína, associada à permanência de *Corynebacterium renale* no prepúcio (RIET-CORREA et al., 1988). Outro aspecto a ser considerado é o tamanho do prepúcio. Nas raças de origem indiana (Nelore, Gir, Guzerá, Indubrasil) é comum o touro apresentar prepúcio comprido. O óstio prepucial, com abertura ventral, fica mais próximo à vegetação possibilitando o contato com a mucosa e a formação de lesões.

Cordões espermáticos (ductos deferentes)

Após o exame do prepúcio e pênis, devem-se examinar o cordão espermático, o escroto, os testículos e os epidídimos.

O cordão espermático é constituído pela artéria testicular, veias testiculares que circundam a artéria, linfáticos que acompanham as veias, nervos autônomos, que correm da artéria, ducto deferente, feixes de tecido muscular liso que circunda os vasos (antigo músculo cremáster interno) e lâmina visceral da túnica vaginal (FAYRER-HOSKEN, 1997). Esse segmento do aparelho reprodutivo varia de tamanho conforme a raça do touro. Verifica-se nos touros de origem europeia um cordão espermático mais prolongado em relação aos touros de origem indiana. Isto confere uma facilidade maior para palpação e inspeção, notadamente em ambientes de elevada temperatura e umidade.

A avaliação clínica dos cordões espermáticos, saco escrotal, testículos e epidídimos, é feita basicamente por meio da palpação. Para isso, o médico-veterinário se posiciona atrás do animal, tracionando o escroto levemente para baixo entre os membros posteriores. Deve haver o máximo de cuidado por parte desse profissional para que o animal esteja bem contido, diminuindo as chances de acidentes. O exame semiológico deve incluir a comparação entre os dois cordões, verificando a simetria no comprimento, espessura, a presença dos ductos deferentes e a sensibilidade por meio da palpação. Embora não seja comum o diagnóstico de patologias importantes no cordão espermático, é importante sua inclusão no exame clínico, justamente pela sua função de auxílio no mecanismo de termorregulação testicular. Porém, é possível o aparecimento de alterações inflamatórias inespecíficas, denominadas de funiculites, torções ou ainda varicocele (McENTEE, 1990).

Escroto

O saco escrotal ou escroto constitui a principal proteção dos testículos em relação ao meio externo. Embora seja formado por lâminas delgadas, sua função é extremamente importante no processo de termorregulação testicular, já que algumas lâminas são altamente vascularizadas. Em seguida após a pele, encontra-se a túnica de dardos, uma lâmina fibroelástica intimamente ligada à túnica vaginal e ao ligamento escrotal. Essas estruturas estão associadas à movimentação testicular (subida ou descida) a partir dos estímulos neurais que chegam ao ligamento testicular, preso à cauda do epidídimo. O aporte sanguíneo do saco escrotal é feito pela artéria pudenda, enquanto a inervação é mantida pelo prolongamento do nervo genital. A inervação da musculatura lisa do escroto (pele) provém do plexo pélvico e não confere analgesia epidural no saco escrotal (FAYRER-HOSKEN, 1997).

Em geral o escroto apresenta diversos formatos que nem sempre estão associados a alterações ou comprometimento da função testicular. Como exemplo, cita-se o escroto bipartido, ou seja, uma divisão acentuada formando um sulco profundo entre o epidídimo direito e o esquerdo. Verifica-se, ainda, a sensibilidade, espessura da pele, temperatura e presença ou não de pontos aderentes. Em alguns casos poderá haver uma discreta torção para esquerda ou direita, sem que afete a circulação do plexo pampiniforme. Registra-se, também, o formato do escroto (definido pelos testículos) que pode ser classificado em ovalado, ovalado longo e esférico. As Figuras 3 e 4 representam exemplos de formato escrotal durante a inspeção.

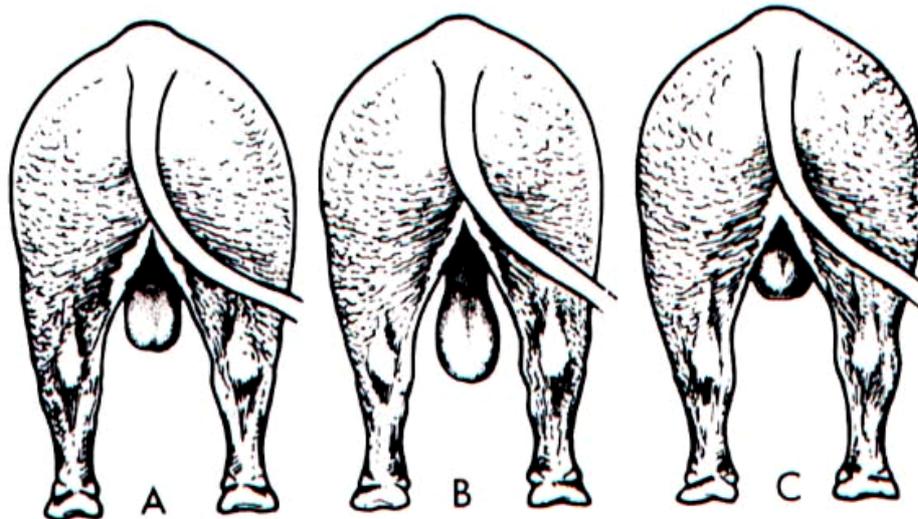


Figura 3. Formato do escroto comumente encontrado ao exame clínico de touros *Bos taurus*. A. ovalado; B. ovalado longo (cordão espermático mais longo) e C. esférico. Fonte: Larson (1980).

As alterações mais comuns ao exame clínico referem-se a lesões na pele (cortes, miíases), presença de parasitas, cicatrizes, com pontos de fibrose e as dermatites em menor frequência. Segundo Silva et al. (1993), a coloração da pele do escroto, assim como a presença ou não de pêlos, pode influenciar na sensibilidade a ectoparasitos, intensidade solar e banhos carrapaticidas. Dependendo da intensidade do agente causador poderá haver engrossamento da pele e prejuízos na termorregulação testicular.

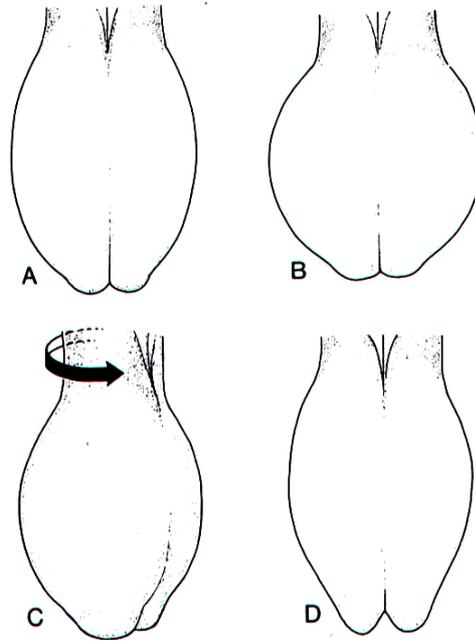


Figura 4. Representação do formato do escroto em touros *Bos indicus*. A. ovalado; B. esférico; C. discreta rotação do saco escrotal e D. ovalado longo (notar a formação bipartida na porção ventral). Fonte: Adaptado de Ott (1986).

Testículos e epidídimos

O exame clínico dos testículos e epidídimos é uma etapa importante para a avaliação da função reprodutiva do macho. Alterações no parênquima testicular podem afetar a função esteroidogênica e gametogênica e no epidídimo, podem interferir nos processos de maturação e armazenamento espermático. Quadros sistêmicos de toxemia, febre, calor ambiental ou falta de adaptação ao meio ambiente geralmente se expressam diminuindo a função testicular (SKINNER; LOUW, 1966) e podem, dependendo do grau, alterar a consistência testicular (VAN CAMP, 1997).

Silva et al. (1993) verificaram que a consistência testicular de touros cruzados e zebuínos puros foi significativamente menor nos meses de verão. Martins (1999), avaliando touros nos meses de julho a outubro em Mato Grosso do Sul, observou que 45% dos touros de genótipo europeu (n=42) apresentavam consistência flácida à palpação, índice muito superior aos touros zebuínos (8,4%, n=213). Esses resultados sugerem um efeito ambiental sobre a função testicular, associado à origem genética de touros em regime extensivo na região de Cerrados.

Biometria testicular

Outra variável importante a ser registrada no exame clínico dos testículos refere-se à biometria, geralmente estimada por meio da circunferência ou perímetro escrotal (PE). Há uma tendência por parte dos produtores e técnicos em supervalorizar o PE por ser um dado fácil de ser colhido por ocasião do exame e estar relacionado a ganhos genéticos no rebanho. De fato, segundo Toelle e Robison (1985), no gado Hereford, o PE está favoravelmente associado à idade ao primeiro serviço ($r = -0,32$) e ao intervalo entre partos ($r = -0,21$) das filhas de touros com maior PE. No gado nelore, Martins Filho e Lobo (1991) estimaram uma correlação genética entre PE e idade à primeira cria de $-0,44$. Porém, conforme Bourdon e Brinks (1986), fatores como ambiente, idade, peso e tamanho corporal, idade da mãe ao primeiro parto, nível nutricional e grupo contemporâneo são fatores que afetam o PE e devem ser considerados para que seja possível a comparação entre indivíduos no que diz respeito a essa característica.

O PE deve ser medido com o touro em estação, posicionando-se o dedo polegar e o indicador na região superior (cabeça do epidídimo), tracionando-se levemente para baixo. Os testículos deverão estar imóveis no escroto durante a aferição. A fita métrica deverá ser colocada na porção central do escroto, onde o diâmetro testicular é maior. A Figura 5 mostra a posição correta para medição do PE.



Figura 5. Posicionamento testicular e aferição do perímetro escrotal. Notar que os testículos são levemente tracionados.

Do ponto de vista clínico, o PE está intimamente associado ao peso testicular ($R^2=0,90$), (WILLETT; OHMS, 1957) e este com o peso corporal ($R^2=0,90$) (AMANN, 1970), entretanto, com a produção espermática, a associação é inferior ($R^2=0,53$), (WEISGOLD; ALMQUIST, 1979). De acordo com Amann e Schanbacher (1983), é possível assumir que touros com testículos maiores têm mais chances de produzirem sêmen com maior concentração espermática, quando contemporâneos, da mesma raça, e, ainda, quando criados nas mesmas condições de meio ambiente. Esses estudos resumem aspectos importantes sobre a interpretação do PE e mostram que essa variável deve ser usada preferencialmente sob condições controladas, o que nem sempre é possível em condições de campo. Touros Brangus (3/8 Zebu) aptos à reprodução após exame andrológico, criados em fazendas no Brasil Central mostram que o crescimento do PE está mais associado ao peso corporal do que a idade (FERNANDES et al., 2003). Isso ocorre por causa da seleção genética priorizar indivíduos com maior peso à desmama e sobreanos (DEPs positivas para essas variáveis). Na Figura 6, 43% ($R^2=0,43$, $p<0,001$) da variação do perímetro escrotal é explicada pela variação do peso corporal. A relação quadrática é semelhante à encontrada para touros europeus e sugere que a partir de 600 kg de peso corporal há tendência de redução no crescimento testicular.

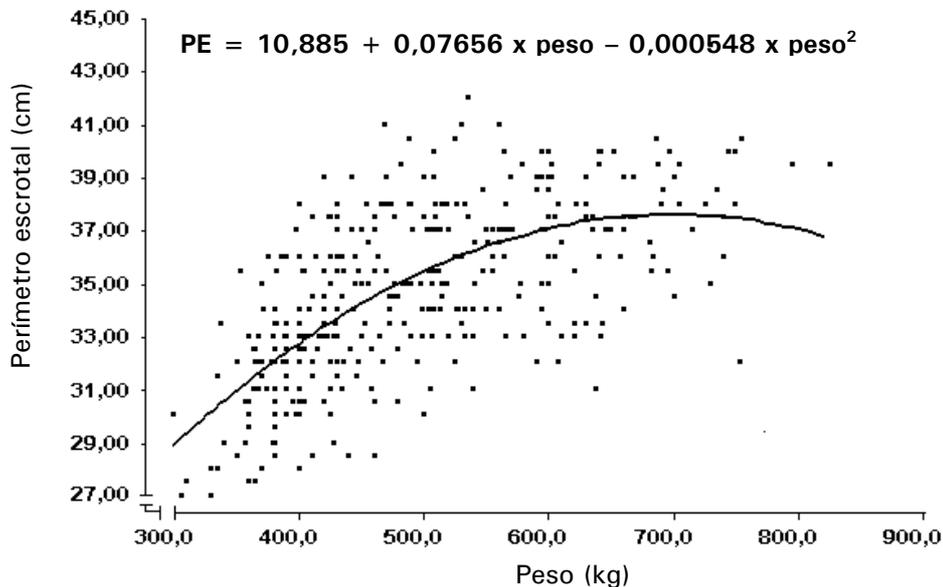


Figura 6. Representação gráfica da relação entre peso corporal e perímetro escrotal em touros da raça Brangus (3/8 Zebu) criados no Estado de Mato Grosso do Sul. PE = perímetro escrotal (FERNANDES et al., 2003).

Em touros nelores, a idade é um fator importante para ajuste do PE por ocasião do exame andrológico. Em animais criados extensivamente espera-se um aumento do PE à medida que se tornam mais velhos, mais pesados e, possivelmente, mais adaptados às condições ambientais. A Figura 7 mostra a variação do PE e respectivos desvios em touros nelores no Estado de Mato Grosso do Sul (NOGUEIRA et al., 2006).

Além do PE, há tendência em se considerar o formato testicular como uma variável auxiliar no exame clínico. Embora não haja associação com alterações clínicas, essa mensuração fornece informações mais fidedignas quanto ao volume testicular. Na raça Nelore, há mudança significativa no formato e volume dos testículos entre 12 e 18 meses com predominância de formas mais alongadas (UNANIAN et al., 2000).

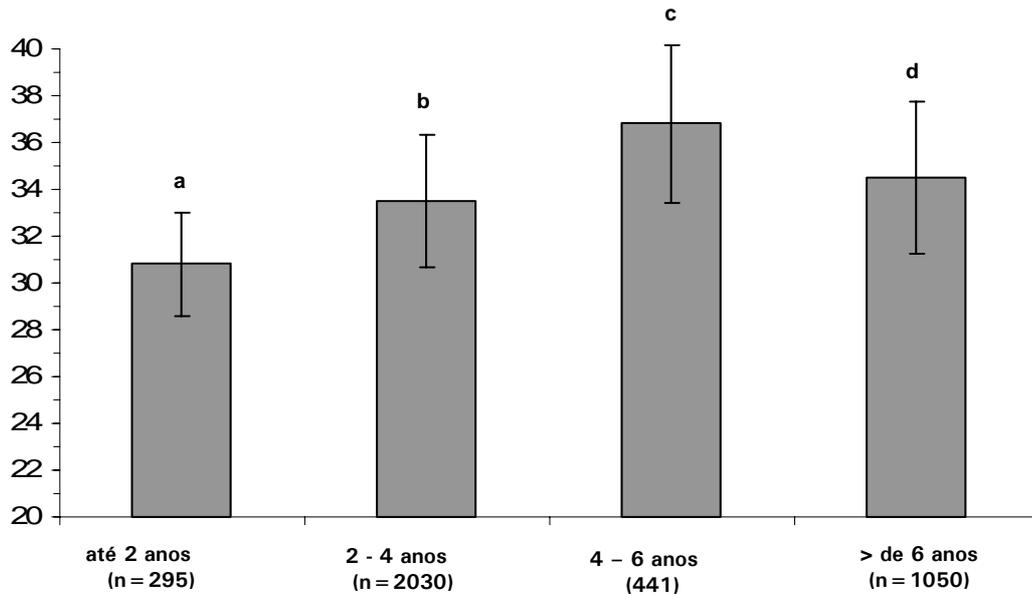


Figura 7. Média e respectivos desvios para o perímetro escrotal (cm) em 3.816 touros nelores de acordo com a idade em fazendas de Mato Grosso do Sul. ^{abc} $p < 0,001$. Fonte: Nogueira et al. (2006)

Exame clínico interno

Ampolas dos ductos deferentes e vesículas seminais

A constituição anatômica do aparelho reprodutivo interno dos bovinos possibilita o exame clínico por palpação retal. Embora seja constituído pelas glândulas bulbouretrais (pouco desenvolvidas), próstata e vesículas seminais e um reservatório na porção final dos ductos deferentes em forma de "ampolas", clinicamente, avaliam-se a vesícula seminal e as ampolas dos ductos deferentes. A próstata e as glândulas bulbouretrais raramente apresentam alterações importantes, a não ser que estejam associadas a processos inflamatórios difusos no aparelho reprodutivo interno e, portanto, não são consideradas como relevantes ao exame clínico (VAN CAMP, 1997).

A vesícula seminal nos bovinos é de caráter lobuloso e dispõe-se cranialmente à próstata. Compõe-se de duas porções, esquerda e direita, cujo tamanho varia de 8 cm a 15 cm de comprimento e 2 cm a 4 cm de largura (FAYRER-HOSKEN, 1997), são simétricas, alongadas, lobuladas e de consistência firme ou tenso-elástica. As ampolas dos ductos deferentes variam de espessura conforme a idade do reprodutor, geralmente oscilando entre 0,5 cm a 1 cm de diâmetro. Situam-se entre as porções das vesículas seminais e mantêm-se juntas, são simétricas, de consistência tenso-elástica e lisas. O estímulo manual das vesículas seminais e ampolas dos ductos deferentes deve ser feito no sentido crânio-caudal, verificando-se a contração do cordão espermático. Esse procedimento pode ser utilizado para lubrificar internamente a uretra, facilitando a colheita do sêmen, quando feita por eletroejaculação.

Embora os percentuais de alterações sejam pequenos há certas condições que propiciam algumas patologias. Dieta rica em energia, animais jovens, com mais de 9 anos de idade e reprodutores positivos para brucelose, tricomonose, micoplasmose, rinotraqueíte infecciosa dos bovinos entre outras têm sido associados à vesiculite seminal e a ampolites (BLANCHARD et al., 1994; CAVALIERI; VAN CAMP, 1997).

As vesiculites seminais são alterações anatômicas e funcionais das glândulas vesiculares, com ou sem a presença de pus no sêmen de touros (GALLOWAY, 1964). Sua incidência é maior em touros jovens de origem européia e cursa com redução da motilidade espermática em infecções agudas. De um modo geral sua prevalência oscila entre 1% e 5% em casos não endêmicos (ROBERTS, 1986). Um levantamento efetuado no Rio Grande do Sul, incluindo avaliação clínica e coleta asséptica de líquido seminal evidenciou 13,7% de afetados em 95 animais. Os resultados reiteraram a predominância em touros jovens da raça Hereford com a característica de surto associado a infecções sistêmicas prévias (MORAES, 2006).

Exame de sêmen

Uma série de critérios e padrões tem sido estipulada com o objetivo de facilitar e concluir sobre as características seminais observadas no exame andrológico. Em linhas gerais, a interpretação dos resultados inclui aspectos da fisiologia, patologia e semiologia do aparelho reprodutivo o que, de certa forma, torna-se um exercício complexo, necessitando frequentemente de novas avaliações seminais. Assim, observa-se que há uma “preferência” em classificar o touro com base em certos limites previamente identificados na literatura por serem adversos à fertilidade, assumindo a interpretação dos achados seminais como se fosse uma variável binomial, ou seja, bom ou ruim, acima ou abaixo, apto ou inapto e outras. Independente do sistema adotado para interpretação do quadro seminal, tais como defeitos maiores, menores, primários, secundários, compensáveis ou não compensáveis, os resultados devem ser considerados com base nos conhecimentos sobre espermatogênese, transporte e armazenamento epididimal, para fins de diagnóstico e prognóstico da função reprodutiva.

A definição dos padrões de qualidade seminal sustenta-se na proporção de células móveis (motilidade e vigor) e morfologia espermática (espermatozóides normais), embora tenham sido descritos há mais de 70 anos no touro (LAGERLÖF, 1934). Contudo, há uma tendência, por parte de muitos técnicos, em simplificar a avaliação do espermograma a partir da prerrogativa de que o total de 30% de formas anormais (defeitos morfológicos) resultaria na inviabilidade da amostra e, portanto, no descarte do reprodutor. Assim, conclui-se que essa avaliação se torna muito mais um exercício matemático do que propriamente uma interpretação biológica, além de poder penalizar com o descarte touros geneticamente superiores.

Variações nos padrões seminais podem estar associados a fatores nutricionais, raciais, ambientais, farmacológicos, sanitários ou de manejo, ocorrendo de forma transitória ou permanente. Nessas situações, geralmente há indícios de redução na qualidade seminal, porém, em outras, pequenas variações podem ocorrer, necessitando de avaliações continuadas. Um exemplo desse aspecto pode ser visto na avaliação seminal de touros em repouso sexual, após longo período do término de uma estação reprodutiva. Em geral, alguns animais apresentam hipóstase espermática (presença de espermatozóides velhos na cauda do epidídimo) e subsequente redução de motilidade, vigor e aumento na prevalência de defeitos de cauda ou de cabeça isolada normal. Porém, após um ou dois ejaculados há notadamente uma melhora no quadro seminal. Portanto, as variações devem ser interpretadas à luz de vários fatores minuciosamente observados por ocasião do exame andrológico. Além disso, é importante considerar que cada ejaculado representa uma ínfima fração das reservas gonadais e extragonadais de espermatozóides produzidos por indivíduo. Assim, a morfologia espermática como indicador da função testicular deve ser considerada com cautela. Sempre que alguma amostra apresentar um resultado considerado como insatisfatório é interessante a repetição dos exames para avaliação da função de outras porções dos túbulos seminíferos, já que a progressão dos espermatozóides produzidos se dá por aumento de pressão no sistema tubular.

Métodos de colheita

A vagina artificial é o método de colheita mais representativo do ejaculado. Porém, na maioria das vezes, sobretudo nas raças zebuínas e cruzadas com zebuínos, por causa do comportamento mais agressivo dos touros, torna-se impossível utilizá-la de maneira satisfatória. Assim, consagrou-se o uso do eletroejaculador. Embora haja certas diferenças entre eles, as facilidades de manuseio, segurança e rapidez na obtenção das amostras são fatores imprescindíveis para a realização de um bom exame. Outro método de escolha pode ser a massagem da genitália interna via retal, porém nem sempre é adequado para todos os indivíduos e frequentemente resulta em amostras insatisfatórias e também é possível induzir lesões vesiculares (vesiculites) por traumatismo. Esse método pode ser usado para animais que não tenham respondido ao estímulo da eletroejaculação, mas não como rotina na colheita do sêmen.

Diferenças entre métodos devem ser levadas em consideração de acordo com os objetivos da colheita. Por exemplo: prefere-se a colheita com vagina artificial para o congelamento do sêmen, principalmente pela possibilidade de amostras mais fidedignas e mais concentradas, resultando um maior número de doses de sêmen por ejaculado; prefere-se a eletroejaculação para colheitas em touros de campo (plantel), embora também possa ser utilizada para congelamento. Alguns profissionais preferem o uso da massagem nas ampolas e vesícula seminal em touros jovens quando submetidos ao primeiro exame clínico. Em outras situações, a massagem pode ser usada como um pré-estímulo antes da colheita por eletroejaculação.

Finalmente, recomenda-se que o método usado para colheita do sêmen seja indicado no laudo andrológico. As diferenças básicas entre métodos originam-se na forma de estimulação para a colheita e podem ser resumidas na Tabela 2.

Tabela 2. Principais diferenças entre vagina artificial e eletroejaculador.

Aspecto	Vagina artificial	Eletroejaculador
Estimulação	natural	artificial
Comportamental	possibilita avaliação da aproximação, ereção, monta, procura, introdução e ejaculação	não possibilita avaliação comportamental
Manejo com o animal	necessita de um animal (fêmea ou macho) contido em tronco especial ou manequim, o que torna o método mais demorado	contenção em tronco comum para bovinos
Manejo com o equipamento	mais complexo, necessita preparação prévia da vagina, adequando temperatura e pressão da água	simples, deve haver bom contato entre sonda e glândulas anexas; fácil manutenção
Técnica	treinamento prévio; maior risco de acidentes; adequada para poucos animais no período de serviço; permite amostras límpidas	manuseio é simplificado, pouco risco de acidentes; adequado para um grande número de animais em um período; maior possibilidade de contaminação (sujidades) nas amostras; pode haver necessidade de refazer a colheita em alguns touros
Volume e aspecto seminal	pouca variação, ao redor de 5 mL e normalmente com aspecto fidedigno	variável dependendo do estímulo; concentração espermática não é fidedigna

Exame imediato

O exame imediato refere-se à avaliação das características obtidas logo após a colheita do sêmen. Observa-se o volume, o aspecto (a cor é opcional) e as variáveis cinéticas: turbilhonamento, motilidade e vigor. Na Tabela 3 é apresentada uma forma de representação para essas variáveis (DESCHAMPS; PIMENTEL, 1979). Para o turbilhonamento, a estimativa deverá ser feita por meio de uma pequena gota de sêmen avaliada em lente (objetiva) de menor aumento, preferencialmente em 50 vezes (objetiva 5 x ocular 10). Essa variável representa a movimentação de massa dos espermatozóides em forma de ondas. Portanto, está na dependência direta do número de espermatozóides (concentração), da motilidade e do vigor da amostra. Amostras mais diluídas, como frequentemente são obtidas por eletroejaculação, apresentam turbilhonamento menor. A motilidade deverá ser estimada com variação

de dez pontos percentuais e é feita utilizando uma gota de sêmen sob lamínula, observando aumento de 100 ou 150 vezes. Nessa avaliação estima-se o percentual de movimentação espermática no campo observado. É comum, no entanto, que amostras mais concentradas sugiram maior motilidade, o que induz a erro já que esta variável é estimada subjetivamente. Para evitar essa provável variação entre amostras, pode-se diluir o sêmen na proporção 1:1 com uma solução isotônica, padronizando as observações. As soluções mais comuns são o citrato de sódio 2,9%, solução fisiológica ou ainda solução de *ringer* com lactato. Esse método também facilita a estimativa do vigor, ou seja, característica da intensidade do movimento espermático. Em casos em que se observa um aspecto diferenciado, principalmente na coloração da amostra seminal, pode-se observar o pH (fita indicativa). A elevação pode indicar a presença de processo inflamatório (vesiculite, epididimite, orquite) ou urina.

Tabela 3. Classificação e representação de diferentes variáveis no exame imediato de touros*.

Variável	Classificação	Representação
Aspecto	Aquoso	< 200 milhões de espermatozóides/mL
	Opalescente	200–500 milhões de espermatozóides/mL
	Leitoso	500–1 bilhão de espermatozóides/mL
	Creimoso	> 1 bilhão de espermatozóides/mL
Turbilhonamento	0 – muito pobre	sem ondas; células móveis
	1 – pobre	ondas pouco perceptíveis
	2 – aceitável	ondas aparentes, movimento moderado
	3 – bom	ondas marcadas, movimento rápido
	4 – muito bom	ondas intensas, movimento muito rápido
Vigor	1	movimento muito lento e fraco
	2	movimento lento (20% a 40% progressivos)
	3	movimento moderado (40% a 60% progressivos)
	4	movimento rápido (60%–80% progressivos)
	5	movimento muito rápido (> 80% progressivos)

* Deschamps e Pimentel (1979)

Embora os resultados do exame imediato denotem aspectos qualitativos para o sêmen, são de caráter subjetivo e, portanto, estão sujeitos a variações em função dos critérios adotados, do operador e sua experiência na avaliação do sêmen. Segundo Amann e Schanbacher (1983), três problemas podem influenciar essa estimativa: a) o controle da variação térmica comum em ambiente em campo; b) a visualização da célula individualmente; c) a própria natureza subjetiva do teste, podendo resultar variações importantes entre amostras do mesmo touro e entre examinadores. É importante salientar que os altos percentuais estimados para motilidade e vigor não são por si só indicativos seguros de melhor qualidade seminal. Os componentes morfológicos que favorecem o desenvolvimento da motilidade espermática são estabelecidos ao longo da espermatogênese, principalmente durante a espermiogênese e, mais tarde, durante o trânsito epididimal.

Desta forma, a estimativa do movimento (motilidade total, progressiva e vigor) pode ser satisfatória, no entanto, alterações na integridade da cromatina, no acrossomo e na morfologia da cabeça espermática podem estar presentes, sendo essa avaliação imprescindível para estabelecer o padrão de qualidade. Conforme os resultados expressos na Tabela 4, tanto a motilidade quanto à morfologia espermática devem ser criteriosamente usadas para avaliação do sêmen. Se fosse usada apenas a motilidade como critério classificatório, a chance de selecionar touros com problemas seminais seria elevada, já que 18,5% (869/4.687), embora apresentem 50% ou mais de motilidade, não atingem um número satisfatório de espermatozóides morfolologicamente normais.

Tabela 4. Distribuição de touros da raça Nelore de acordo com a avaliação da motilidade e dos espermatozóides morfolologicamente normais.

Características seminais	n	%
< 50% de motilidade e \geq 70% de normais	271	5,8
\geq 50% de motilidade e < 70% de normais	869	18,5
< 50% de motilidade e < 70% de normais	195	4,2
\geq 50% de motilidade e \geq 70% de normais	3.352	71,5

Fonte: Fernandes (2000)¹

¹ FERNANDES, C. E. Avaliação clínica e seminal em touros de corte. In: CURSO DE ANDROLOGIA, 4., 2000, Campo Grande, MS. [Trabalhos apresentados...]. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. Dados não publicados.

Exame laboratorial

Esse exame fornece elementos quantitativos e qualitativos importantes para a avaliação da qualidade seminal. Quantitativamente, estima-se a concentração de células e qualitativamente, a morfologia espermática. Ambas as avaliações são oriundas de amostras obtidas com o sêmen *in natura* e estas são mantidas em solução de formol-salina tamponada 1%. Para concentração, opta-se por uma diluição 1/200, ou seja, uma parte de sêmen para 199 de solução. Na prática, utiliza-se uma micropipeta graduada para 20 μ l em 4 mL da solução de formol-salina tamponada 1%. No laboratório, essa amostra diluída é utilizada para contagem do número de espermatozoides por mL, com o auxílio da câmara de Neubauer, ou também, por meio de espectrometria. Na Figura 8, é apresentado um esquema para contagem e estimativa da concentração espermática do sêmen bovino na câmara de Neubauer.

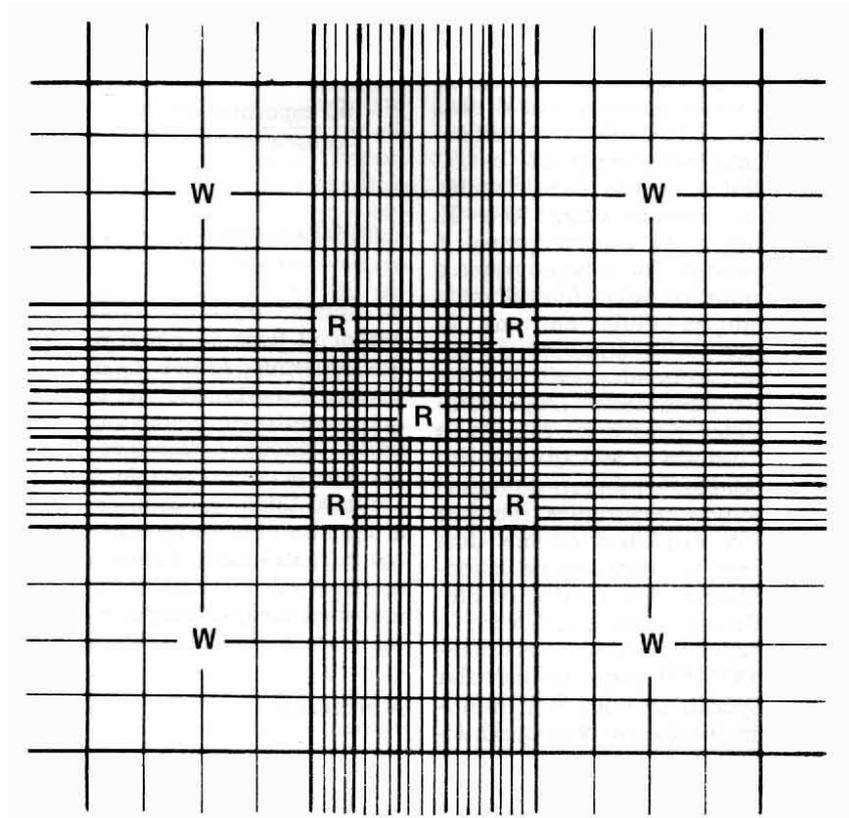


Figura 7. Representação esquemática da câmara de Neubauer utilizada para contagem celular e estimativa da concentração espermática no sêmen.

Conforme a Figura 7, a contagem do número de espermatozóides é feita utilizando os quadrantes R, nas duas porções da câmara (superior e inferior). Obtém-se a média entre as duas, sendo que a diferença na contagem da porção superior em relação à inferior não poderá ultrapassar 10%. Nesse caso, o sistema deverá ser montado novamente. Após a contagem, o valor obtido será multiplicado por 10.000, referente à seguinte equação:

$$N = \text{média obtida} \times 200 \times 10 \times 5$$

onde: N = número de espermatozóides total em mm^3 ; 200 = refere-se à diluição feita em campo, nesse caso 1/200; 10 = refere-se ao volume (mm^3) da área em que se encontram os espermatozóides contados; e 5 = refere-se ao número de quadrados (R na Fig. 7) usados na contagem. Assim, se a média de espermatozóides contados na câmara foi de 53, o resultado (N) será: $N = 53 \times 200 \times 10 \times 5$; portanto, $N = 530.000$ espermatozóides/ mm^3 . Como 1 mL possui 1.000 mm^3 , para saber o total de espermatozóides em 1 mL, multiplica-se o resultado obtido por 1.000, assim tem-se $N = 530.000 \times 1.000$; $N = 530.000.000$ ou $530 \times 10^6/\text{mL}$. Para saber o total ejaculado, basta multiplicar o valor obtido por mL pelo volume total. Se nesse exemplo o touro foi coletado com eletroejaculador e resultou em 8 mL, tem-se: $530 \times 10^6 \times 8\text{mL}$. O total de espermatozóides ejaculados seria de 4.240.000.000, ou aproximadamente $4,2 \times 10^9$ em 8 mL de sêmen.

Conforme a Tabela 3 há uma nítida relação entre o aspecto e a concentração espermática. Muitos autores estimam a concentração espermática pelo aspecto, quando o exame de sêmen é realizado com eletroejaculador. Isto se deve à ampla variação decorrente desse método. Touros com sêmen opalescente ou até mesmo aquoso apresentam menor concentração, porém, isso pode estar intimamente associado à execução da técnica, nível do estímulo dado naquele indivíduo, fração coletada e outros. Esses aspectos devem ser considerados por ocasião da interpretação do exame de sêmen e sempre descritos no laudo andrológico.

Morfologia espermática

A morfologia espermática é componente essencial para o exame de sêmen, pois dá a estimativa do percentual de espermatozóides normais ou íntegros estruturalmente, assim como a distribuição dos diferentes defeitos morfológicos. Esse teste pode ser feito com uma amostra previamente obtida no campo por meio da sua preservação em formol-salina tamponada 1% (algumas gotas em 2 mL de solução). Essa solução, no entanto, deverá ser isotônica; caso contrário, poderá induzir alterações na cauda do espermatozóide (cauda fortemente dobrada), como é o caso das soluções hipotônicas. A prática mostra que uma solução de *ringer* lactato com 1% de formol comercial é um diluente eficiente quanto à fixação e manutenção da integridade estrutural dos espermatozóides, além de se manter viável por um ano em refrigeração. É possível,

ainda, que seja feito um esfregão das amostras seminais, fixando-o em álcool absoluto, álcool metílico ou solução de Carnoy (1 porção de ácido acético para 3 de álcool metílico).

No laboratório, as amostras preservadas em solução de formol-salina tamponada 1% poderão ser usadas em microscopia de contraste de fase, ou, ainda, com corantes específicos mediante confecção de esfregaços. Os espermatozoides são contados em imersão (1.000 x) anotando-se os seguintes percentuais: normais, anormalidades de cabeça, anormalidades de peça intermediária, anormalidades de acrossomo, vesículas nucleares (*pouch formation*), gota citoplasmática (proximal e distal), anormalidades de cauda, cabeça isolada normal e formas teratológicas. As frequências dessas anormalidades encontradas no espermograma de touros nelores em Mato Grosso do Sul estão descritas na Tabela 5.

Tabela 5. Frequência de diferentes anormalidades seminais em 1.521 espermogramas em touros Nelores em Mato Grosso do Sul.

Anormalidades	Frequência %	Parâmetros em percentuais		
		1 – 10	11 – 30	> 30
Cabeça	69,9	97	2,2	0,8
Acrossomo	68,7	93,2	5,9	0,9
Peça intermediária	30,5	99,7	0,3	0,1
Gota citoplasmática proximal	45,9	97,7	1,8	0,5
Gota citoplasmática distal	33,3	99,1	0,7	0,2
Cauda	96,6	61,2	33,5	5,3
Cabeça isolada normal	66,1	95,6	3,8	0,7
Vacúolos nucleares (<i>pouch formation</i>)	10,7	97,4	2,2	0,4
Formas teratológicas	23,8	100	-	-

Fonte: Fernandes e Martins (2003)

Conforme a Tabela 5 fica claro que certas anormalidades ocorrem mais frequentemente que outras. É o caso da comparação entre anormalidades de cauda e vacúolos nucleares, 96,6% e 10,7%, respectivamente. Isto sugere que se pode esperar uma ampla variação na espermatogênese com base na morfologia espermática de touros coletados em campo, tornando essencial o estabelecimento dos aspectos intimamente associados a essa variação. A seguir é apresentado um breve resumo sobre alguns defeitos de importância para avaliação seminal.

Defeitos de cabeça

Compreendem as alterações de forma, contorno e tamanho da cabeça espermática. Os defeitos mais comuns são os do tipo delgado, delgado na base, piriforme, com cratera, com vacúolos (*pouch formation*), subdesenvolvido, microcefálico e macrocefálico. Sua prevalência não deve ultrapassar 15% a 20% do total de defeitos observados. Estão associados a alterações transitórias ou permanentes na espermiogênese, decorrentes de lesões traumáticas testiculares, estresse calórico, febre, excesso de proteína na ração (acima de 15% de proteína bruta), doenças sistêmicas, uso prolongado de corticóides, nas hipoplasias mais graves e, ainda, podem ser de origem genética (CHENOWETH, 2005). Ressalta-se que defeitos de cabeça estão intimamente associados a anormalidades na condensação da cromatina espermática. Participam da redução da fertilidade (subfertilidade) temporária ou permanente, estão associados à baixa taxa de clivagem e ao desenvolvimento embrionário.

Defeitos de cromatina

Cromatina é o complexo formado pela interação de proteínas de diferentes classes com o DNA nuclear, nas células eucarióticas. Nos espermatozóides, a cromatina possui organização complexa e bem diferente das células somáticas. Durante a espermiogênese, a cromatina das espermátides sofre um profundo rearranjo e o DNA torna-se extremamente condensado. Isso ocorre por causa de dois processos distintos: a remodelação da matriz nuclear das espermátides, que muda a forma esférica para alongada, e a substituição gradativa das histonas por protaminas, proteínas ricas em resíduos de arginina e cisteína. Nos bovinos, a protamina 1 (P1) representa entre 97% e 99% de todas as proteínas que compõem a cromatina (BALHORN, 1982; MAZRIMAS et al., 1986; FUENTES-MASCORRO et al., 2000). Diversos fatores têm sido associados à presença de anormalidades na cromatina espermática, em especial, ao efeito de agentes tóxicos e patogênicos, mutação gênica e cromossomal e, mais frequentemente, pela perda da termorregulação testicular, estresse oxidativo e perda do equilíbrio bioquímico no ambiente epididimal (KARABINUS et al., 1997; SAAKAS et al., 1999). Alterações na cromatina comprometem o processo de descondensação da cabeça espermática pós-fertilização, organização e estruturação do pró-núcleo masculino, resultando em falha do desenvolvimento embrionário; porém, esses defeitos são altamente variáveis e nem sempre estão presentes apenas nos casos de degeneração testicular (BARTH; OKO, 1989). Em 61 touros nelores criados em campo, sem indícios de alteração clínico-testicular, o percentual de cromatina anormal variou de 0% a 49% com predominância de pequenos vacúolos nucleares observados pela reação de Feulgen (CAMPOS et al., 2007).

Defeitos de acrossomo

Compreendem alterações na constituição da membrana acrossomal, formada durante a espermiogênese na fase acrossomal. Os defeitos mais comuns são os grânulos acrossomais (*knobbed*), acrossomo dobrado (*fold defect*), destacado, ausente e vesiculoso. Também estão presentes nos processos degenerativos testiculares por lesão traumática, por perda da termorregulação e por doenças sistêmicas. Geralmente apresentam baixa prevalência, mas não devem ultrapassar 25% no espermograma. Acrossomos destacados podem ser encontrados em touros após longos períodos de repouso sexual. Acrossomos com grânulos (tipo *knobbed*) podem realizar reação acrossomal e fertilização com índices razoáveis de desenvolvimento embrionário (THUNDATHIL et al., 2000).

Defeitos de peça intermediária

Decorrem de alterações durante a espermiogênese especialmente entre as fases 5 e 11 (BARTH; OKO, 1989). Compõem defeitos do tipo peça intermediária fraturada, desnuda, enrolada (*dag defect*) e hipoplásica (*tail stump*). Touros com esses defeitos apresentam baixa motilidade e vigor sem que haja melhora nas colheitas subsequentes, indicando que esses defeitos são originários dos túbulos seminíferos e não do processo de maturação espermático após a espermiogênese. Esses defeitos ocorrem por causa da perda e/ou desorganização dos feixes de fibras internas e mitocôndrias localizadas na região do espermatozóide.

Gota citoplasmática proximal

Esse defeito origina-se nas fases finais da espermiogênese e refere-se à manutenção dos corpos residuais oriundos das organelas que compunham o citoplasma das espermátides (HERMO et al., 1994). Embora seja indicativo de processo degenerativo em touros adultos, pode ser encontrada em touros jovens, ainda púberes. Nesses animais, recomenda-se realizar novo exame caso haja mais de 20% de gota citoplasmática proximal. Também está associada à queda na motilidade e ao vigor espermático. Seus percentuais são muito variáveis em touros com degeneração testicular e geralmente são inespecíficos. Pode ocorrer tanto no início quanto no final do processo degenerativo. No entanto, sua permanência em novos exames demonstra um prognóstico desfavorável para a aptidão reprodutiva. Acima de 15% no espermograma induz à queda da taxa de fertilização e do desenvolvimento embrionário (AMANN et al., 2000).

Defeitos de cauda

Os defeitos de cauda são os mais comuns que ocorrem no espermograma bovino (Tabela 5), com frequência em torno de 97% em frequências muito variáveis. Diferentes tipos de defeitos têm sido registrados na literatura. Os mais comuns são cauda dobrada, fortemente dobrada, retroaxial e dobrada com gota (*bent tail*). Geralmente os defeitos de cauda acompanham os processos degenerativos testiculares em conjunto com demais defeitos, como os de cabeça, acrossomo, gota citoplasmática proximal e peça intermediária. Touros com hipoplasia testicular tendem a apresentar maior prevalência de defeitos de cauda ou aqueles com alterações epididimais em função do ambiente hiposmótico (AMANN; HAMMERSTEDT, 1993). Também estão presentes nos processos inflamatórios nas vesículas seminais e ampolas dos ductos deferentes e na epididimite.

Cabeça isolada normal

Nesse tipo de defeito encontra-se apenas a presença da cabeça espermática sem a inserção da cauda na região basal ou *capitulum*. Espermatozoides decapitados podem ser oriundos de alterações na espermiogênese e, portanto, resultarem de processos degenerativos. Touros em repouso sexual prolongado também podem apresentar percentuais elevados de cabeça isolada normal, no entanto, é um quadro passageiro e não deve comprometer a fertilidade. Em alterações como hipoplasia testicular, degenerações crônicas, orquite, epididimite, vesiculite seminal e ampolite também cursam com a ocorrência desse defeito. Aproximadamente 66% de touros nelores apresentam espermatozoides decapitados, porém sua média pode variar de 3,6% $\pm 0,14\%$ a 12,2% $\pm 0,24\%$ em touros aptos e inaptos respectivamente (Tabela 5).

Interpretação dos resultados

De modo geral, os estudos demonstram que touros com alta qualidade seminal apresentam melhores índices de fertilidade em relação aos de baixa qualidade. Porém, muitas características seminais a partir de certos limites não resultam no aumento da fertilidade. Essa relação inexata entre a característica seminal e fertilidade torna difícil demonstrar pequenas variações na fertilidade de indivíduos com alta qualidade seminal usadas tanto em inseminação artificial como em monta natural. Em função disso, a definição dos indicadores da qualidade seminal e sobretudo o estabelecimento de limites ou padrões para sua avaliação ainda são intensamente estudados e constituem o principal questionamento quanto à relação com a fertilidade potencial do macho (SAACKE et al., 2000).

Em 1971, Rao descreveu a dinâmica de diferentes anormalidades ao longo do aparelho reprodutivo, envolvendo a *rede testis*, ducto eferente, cabeça, corpo e cauda do epidídimo, ducto deferente, ampola e sêmen ejaculado, comparando-as entre touros com diferentes graus de fertilidade. Certas anormalidades espermáticas eram absorvidas ao longo do aparelho genital e não se associavam a alterações histopatológicas nos testículos e epidídimo. Assim, algumas alterações morfológicas, previamente admitidas como “defeitos”, eram apenas variações fisiológicas, sem relação alguma com fertilidade e foram descritas como defeitos *menores*. Os demais defeitos, cabeça anormal, peça intermediária anormal e gota citoplasmática proximal, foram considerados “maiores” por apresentarem alta prevalência em touros subférteis e inférteis. Além disso, alterações marcantes no espermograma foram observadas em função da idade do touro e características histológicas do parênquima testicular.

Com base nesses estudos formou-se uma linha de interpretação, considerando as anormalidades de acordo com a região do espermatozóide, tendência que vem sendo gradualmente utilizada. DeJarnette et al. (1992) estabeleceram uma linha classificatória, a partir do impacto de certas anormalidades morfológicas sobre a fertilidade. Alguns defeitos possuíam características compensáveis e outros não compensáveis de acordo com a concentração espermática em uma dose inseminante. Defeitos compensáveis poderiam ser minimizados ou eliminados com o aumento do número de espermatozoides na dose inseminante, ao contrário, os não-compensáveis, tais como as alterações de cabeça, estariam intimamente relacionadas com a subfertilidade mesmo com o aumento na concentração espermática em cada dose (SAACKE et al., 1994).

Não há dúvida de que os indicadores da qualidade seminal estão correlacionados com a fertilidade. No entanto, a simples constatação dessas correlações não é mais importante nos dias de hoje, o que importa é o seu uso na predição da fertilidade dos touros antes da temporada de cobrição. Na Tabela 6 é apresentado um resumo do espermograma de touros zebuínos puros e cruzados com bovinos de origem européia criados nas condições ambientais do Estado de Mato Grosso do Sul. Nessa tabela é possível constatar que a frequência de ocorrência de cada característica seminal viabiliza uma classificação dos touros como aptos, inaptos ou questionáveis.

Tabela 6. Média de diferentes características seminais observadas no espermograma de touros *Bos indicus* (Nelore) e *Bos indicus* x *Bos taurus* em Mato Grosso do Sul.

Característica seminal	<i>Bos indicus</i> (n = 3817)			<i>Bos indicus</i> x <i>Bos taurus</i> (n = 878)		
	aptos (n = 2718)	inaptos (n = 771)	questionáveis (n = 328)	aptos (n = 636)	inaptos (n = 168)	questionáveis (n = 74)
Motilidade	63,2 ±0,24 ^a	53,0 ±0,45 ^b	48,9 ±0,70 ^c	70,2 ±0,50 ^{a*}	56,5 ±0,96 ^b	52,4 ±1,46 ^c
Vigor	3,3 ±0,02 ^a	3,1 ±0,02 ^b	3,2 ±0,04 ^b	3,2 ±0,03 ^a	3,0 ±0,06 ^b	3,3 ±0,09 ^a
Normais	84,3 ±0,25 ^a	54,7 ±0,47 ^b	73,0 ±0,73 ^c	84,6 ±0,52 ^a	51,6 ±1,02 ^b	54,7 ±1,54 ^{c*}
Defeitos						
Cabeça	1,5 ±0,10 ^a	2,8 ±0,17 ^b	3,1 ±0,30 ^b	2,8 ±0,22 ^a	7,3 ±0,35 ^{b*}	5,1 ±0,52 ^{c*}
Acrossomo	2,3 ±0,12 ^a	5,1 ±0,21 ^b	5,4 ±0,34 ^c	0,7 ±0,27 ^a	3,9 ±0,43 ^{b*}	2,7 ±0,64 ^{c*}
GCP	0,8 ±0,07 ^a	2,5 ±0,13 ^b	2,3 ±0,22 ^b	0,7 ±0,16 ^a	3,3 ±0,28 ^b	2,3 ±0,43 ^c
Peça Intermediária	3,6 ±0,15 ^a	2,7 ±0,25 ^a	9,2 ±0,41 ^c	3,9 ±0,32 ^a	5,8 ±0,52 ^{b*}	12,0 ±0,77 ^{c*}
Cauda	1,6 ±0,08 ^a	3,0 ±0,15 ^b	3,5 ±0,25 ^b	2,0 ±0,17 ^a	7,3 ±0,13 ^{b*}	9,0 ±0,47 ^{c*}
CIN	3,6 ±0,14 ^a	12,2 ±0,24 ^b	3,1 ±0,40 ^a	4,0 ±0,26 ^a	6,6 ±0,50 ^{b*}	6,0 ±0,76 ^{b*}

GCP, gota citoplasmática proximal; CIN, cabeça isolada normal; ^{abc}P<0,01 entre classificações para o genótipo; ^{*}P<0,01 entre genótipos.

Com vistas ao diagnóstico de certas alterações reprodutivas, o exame de sêmen fornece informações valiosas, especialmente quando interpretado em conjunto com o exame clínico. Assim, características como motilidade, concentração e morfologia espermática devem, necessariamente, compor o estudo das alterações do quadro espermático em conjunto com a anamnese e o exame clínico. Com base nos dados da Tabela 6, visando a contribuir para a identificação de animais com alteração na qualidade do sêmen, na Tabela 7 são apresentados alguns valores para serem empregados como referência para a classificação de touros nelores e suas cruzas, especialmente na região de Cerrados.

Tabela 7. Padrões qualitativos sugeridos para avaliação do sêmen bovino colhido por eletroejaculação*.

Características seminais	Valores
Concentração ($\times 10^6/\text{ml}$)	Variável, observar o aspecto
Motilidade (%)	≥ 50
Vigor (1-5)	≥ 3
Normais (%)	≥ 70
Morfologia espermática (valores máximos)	
Anormalidades de cabeça (%)	10
Anormalidades de peça intermediária (%)	10
Anormalidades de acrossomo (%)	10
Gota citoplasmática proximal (%)	10
Anormalidades de cauda (%)	15
Cabeça isolada normal (%)	15

* Adaptado de Pimentel (2001)

Uma outra alternativa sugerida é que os critérios para classificação da potencialidade reprodutiva dos touros sejam mais flexíveis, considerando diferenças entre genótipos e sua interação com o ambiente (MORAES et al., 1998). Embora mais flexíveis, esses critérios consideram os fundamentos teóricos descritos.

Nesse contexto, os touros considerados “aptos” não devem apresentar lesões clínicas na genitália, e, se eventualmente apresentam alterações, são leves (por exemplo: cicatrizes escrotais e dermatites) sem comprometerem a função gametogênica avaliada pela motilidade, pelo vigor e pela morfologia espermática. O tamanho dos testículos não deve ser um fator de descarte se eles são simétricos, se o perímetro escrotal é superior a 30 cm em animais com mais de 24 meses de idade e se os estimadores da produção espermática não se apresentam alterados. A motilidade espermática, estimada subjetivamente, deve ser superior a 50% com vigor superior a 2 (escala entre 0 e 5) e coerentes com a porcentagem de espermatozóides normais. A porcentagem de células normais nos ejaculados deve ser no mínimo de 60%, considerando as distribuições constatadas em alguns estudos. Os indivíduos que não estejam dentro desses padrões devem ser reavaliados, sendo, portanto, considerados, como “em avaliação”. Após algumas reavaliações será possível obter um diagnóstico mais preciso de recuperação ou não de cada indivíduo. A categoria dos “inaptos” pode inclusive dispensar mais de uma avaliação, quando se constata alterações grosseiras na genitália ou gerais (tais como: problemas nos membros ou articulações) acompanhadas ou não de um quadro espermático deficiente.

Uma das sugestões para a implementação dos exames são as recomendações do Dr. David Galloway, originalmente propostas para o exame andrológico de carneiros. A idéia é usar critérios distintos em função da categoria de animais que será avaliada. Ou seja, para touros jovens (antes da seleção zootécnica) incluir apenas uma avaliação clínica na genitália externa para a detecção de alterações graves, tais como: hérnia escrotal, criptorquidismo, testículos pequenos com respeito aos contemporâneos e lesões de origem traumática/inflamatória. Esse procedimento simples permite a identificação precoce dos animais a serem descartados. Para os touros que serão comercializados incluir: avaliação clínica do sistema genital, coleta de sêmen, avaliação imediata, espermograma, exame sorológico para detecção de portadores de brucelose, reação alérgica à tuberculização e outros testes complementares possíveis de serem utilizados (avaliação de libido, capacidade de serviço e outros). A recomendação do conjunto de todos os possíveis indicadores da fertilidade potencial visa contribuir para a redução da frequência de casos de infertilidade ou subfertilidade no comércio de reprodutores. Para os touros que serão empregados em monta natural dentro dos estabelecimentos, proceder a uma avaliação hierárquica, visando à atuação ainda efetiva do médico-veterinário, porém mais econômica para o produtor na avaliação dos touros que não foram adquiridos naquele momento e que serão utilizados para monta natural em grupos. Inicialmente é procedida uma avaliação clínica de todos os animais, tendo prosseguimento com exames imediatos do sêmen, espermograma e testes sorológicos, conforme a necessidade. Após a avaliação clínica, os touros são estratificados em três grupos com destinos distintos: aptos; em avaliação; descartados.

Os "aptos", sem alterações clínicas, são considerados em condições satisfatórias para a cobertura de 30 a 40 vacas em um período de 60 a 90 dias. O segundo grupo de animais, que continua "em avaliação", é porque apresentou alterações clínicas leves e/ou testículos menores que a média de seu grupo contemporâneo. Esses touros são submetidos à coleta e avaliação do sêmen. Com um exame imediato do sêmen satisfatório (motilidade > 50% e vigor > 2), os animais são também considerados como aptos. Caso contrário, o espermograma é efetuado, para auxiliar no diagnóstico. Se a porcentagem de espermatozoides normais for inferior a 60%, esses animais continuarão em avaliação. O grupo dos "descartados" é caracterizado pelos animais com alterações clínicas graves que foram identificados em uma única avaliação.

Considerações finais

O exame andrológico é útil, mas não consegue prever com total acurácia a fertilidade dos reprodutores, uma vez que, mesmo animais considerados clinicamente saudáveis, produzindo sêmen de acordo com os padrões descritos, durante o período de cobertura podem sofrer alterações que comprometam a integridade e/ou o funcionamento das gônadas, resultando em queda temporária da qualidade do sêmen dos machos e em menores taxas de fertilização das fêmeas expostas à reprodução.

A avaliação semiológica do aparelho reprodutivo do touro, embora seja uma etapa indispensável à seleção dos melhores animais, não pode ser utilizada como o único meio na avaliação de um reprodutor. Diversas alterações importantes na qualidade seminal e no comportamento sexual podem estar presentes em indivíduos clinicamente saudáveis, comprometendo a fertilidade potencial.

O exame do aparelho reprodutivo deve ser um exercício metodológico, mesmo diante da diversidade de situações encontradas em campo e somente sua repetição sistemática possibilitará o diagnóstico de patologias importantes do ponto de vista reprodutivo.

As avaliações clínicas e seminais são componentes fundamentais do exame andrológico e facilitam as decisões de manejo reprodutivo. Porém, o impacto de certas anormalidades morfológicas sobre a fertilidade ainda não foi totalmente esclarecido e quando presentes no espermograma, merecem estudos especiais por parte do clínico. Recomenda-se, dessa forma, que o mesmo profissional que faça o exame físico, leia e avalie o espermograma, facilitando a interpretação e a descrição do diagnóstico para fins de documentação.

As técnicas de avaliação da qualidade seminal, associadas aos métodos de fertilização *in vitro*, formam a base para novas perspectivas na interpretação do exame de sêmen nos bovinos e seguramente trarão avanços significativos na fisiopatologia de muitas alterações que afetam a fertilidade.

Referências

- AMANN, R. P. Sperm production rate. In: JOHNSON, A. D.; GOMES, W. R.; VANDEMARK, N. L. **The testis**. New York: Academic Press, 1970. v. 1. p. 433-482.
- AMANN, R. P.; HAMMERSTEDT, R. H. *In vitro* evaluation of sperm quality: an opinion. **Journal of Andrology**, Lawrence, v. 14, n. 6, p. 397 - 406, Nov./Dec.1993.
- AMANN, R. P.; SCHANBACHER, B. D. Physiology of male reproduction **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, p. 380-403, July 1983. Supplement 2.
- AMANN, R. P.; SEIDEL, G. E.; MORTIMER, R. G. Fertilizing potential *in vitro* of semen from young beef bulls containing a high or low percentage of sperm with a proximal droplet. **Theriogenology**, New York, v. 54, p. 1499 - 1515, Dec. 2000. Issue 9.
- AUSTRALIAN ASSOCIATION OF CATTLE VETERINARIANS. **The veterinary examination of bulls**. Queensland: Marman L., 1995. 81 p.
- BALHORN, R. A model for structure of chromatin in mammalian sperm. **Journal of Cell Biology**, New York, v. 93, n.2, p. 298-305, May 1982.
- BARTH, A. D.; OKO, R. J. **Abnormal morphology of bovine spermatozoa**. Ames: Iowa State University Press, 1989. 285 p.
- BLANCHARD, T. L.; DICKSON, D. V.; BRETZLAFF, K. N.; MORRIS, D. L.; ELMORE, R. G. Infertilidade causada por afecções do epidídimo e glândulas sexuais acessórias. In: Smith, B. P. **Tratado de medicina veterinária interna de grandes animais: moléstias de equinos, bovinos, avinos e caprinos**. São Paulo: Manole, 1994. p. 1418-1419.
- BOURDON, R. M.; BRINKS, J. S. Scrotal circumference in yearling hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, p. 958 - 967, 1986.
- CAMPOS, L. J. F.; FERNANDES, C. E.; ZART, A. L.; SODRÉ, D. N. A.; NOGUEIRA, E. Aspectos morfológicos da condensação anormal da cromatina evidenciado pela reação de Feulgen no sêmen bovino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 17., 2007, Curitiba. **Resumos...** Belo Horizonte: CBRA, 2007. p. 208.
- CAVALIERI, J.; VAN CAMP, S. Bovine seminal vesiculitis: a review and update. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 13, n. 2, p. 233 - 241, July 1997.
- CHENOWETH, P.J. Genetic sperm defects. **Theriogenology**, New York, v. 64, p. 457 - 468, Aug. 2005. Issue 3.

- DEJARNETTE, J. M.; SAACKE, R. G.; BAME, J.; VOGLER, C. J. Accessory sperm: their importance to fertility and embryo quality, and attempts to alter their numbers in artificially inseminated cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 484 - 491, 1992. Issue 2.
- DESCHAMPS J. C.; PIMENTEL, C. A. **Exame de sêmen em touros**. Pelotas: UFPel, 1979. 29 p. (Boletim técnico, 12).
- ENTWISTLE, K.; GALLOWAY, D.; HEALY, P. J. **The veterinary examination of bulls**. Queensland: Australian Association of Cattle Veterinarians, 1995. 81p.
- FAYRER-HOSKEN, R. Anatomy and physiology of the bull's reproductive system. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia v. 13, n. 2, 195-202. 1997.
- FERNANDES, C. E.; MARTINS, C. Componentes principais da análise de regressão para variáveis do espermograma em touros Nelore. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 31, p. 344, 2003. Suplemento 1. Edição dos Anais da 17. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões, Beberibe, CE, agosto. 2003.
- FERNANDES, C. E.; POMPEO, M.; LEAL, C. Caracterização do espermograma e aspectos da biometria testicular em touros Brangus (3/8 Zebu). In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE BUIATRIA, 11.; CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 5.; CONGRESSO NORDESTINO BUIATRIA, 3., 2003, Salvador. **Sanidade base da economia pecuária: programa final: livro de resumos**. Salvador: Associação Brasileira de Buiatria, 2003. p. 78.
- FITZPATRICK, L. A.; FORDYCE, G.; MCGOWAN, M. R.; BERTRAM, J. D.; DOOGANE, V. J.; DE FAVERI, J.; MILLER, R. G.; HOLROYD, R. G. Bull selection and use in northern Austrália Part 2. Semen traits. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 71, n.1-2, p. 39 - 49, May 2002.
- FOX, F. W. Range bull management. In: O'MARY, C. C.; DYER, I. A. **Commercial beef cattle production**. Philadelphia: Lea and Febiger, 1972. p. 142 - 149.
- FUENTES-MASCORRO, G.; SERRANO, H.; ROSADO, A. Sperm chromatin. **Archives of Andrology**, New York, v. 45, n. 3, p. 215- 225, 2000.
- GALLOWAY, D. B. A study of bulls with the clinical signs of seminal vesiculitis: clinical, bacteriological and pathological aspects. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, v. 5, p. 1 - 122, 1964. Supplement 2.
- HERMO, L.; OKO, R.; MORALES, C. R. Secretion and endocytosis in the male reproductive tract: a role in sperm maturation. **International Review of Cytology**, New York, v. 154, p. 105 - 189, 1994.
- KARABINUS, D. S.; VOGLER, C. J.; SAACKE, R. G.; EVENSON, D. P. Chromatin structural changes in sperm after scrotal insulation of holstein bulls. **Journal of Andrology**, Lawrence, v. 18, p. 549 - 555, 1997. Issue 5.

KENNEDY, S. P.; SPITZER, J. C.; HOPKINS, F. M.; HIGDON, H. L.; BRIDGES, W. C. Breeding soundness evaluations of 3648 yearling beef bulls using the 1993 Society for Theriogenology guidelines. **Theriogenology**, New York, v. 58, p. 947 - 961, Sept.2002. Issue 5.

LAGERLÖF, N. Morphological studies on the changes in sperm structure and in the testes of bulls with decreased or abolished fertility. **Acta Pathologica et Microbiologica Scandinavica**, Copenhagen, v. 19, p. 245 - 266, 1934.

LARSON, L. Physical examination of the reproductive system of the bull. In: MORROW, D. A. **Current therapy in theriogenology**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1980. p. 307 - 339.

LEIPOLD, H. W.; DENNIS, S. M. Congenital defects affecting bovine reproduction. In: MORROW, D. A. **Current therapy in theriogenology**. 2nd ed., Philadelphia: W. B. Saunders: Company. 1986. p. 177 - 199.

LEMOS, R. A. A.; NAKAZATO, L.; ROECHE, P. M. Complexo da doença respiratória dos bovinos. In: LEMOS, R. A. A. **Principais enfermidades de bovinos de corte do Mato Grosso do Sul: reconhecimento e diagnóstico**. Campo Grande, MS: UFMS, 1998. p. 348 - 353.

MARTINS-FILHO, R.; LÔBO, R. B. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 14, n. 1, p. 209 - 212, Mar. 1991.

MARTINS, J. P. P. **Alterações clínico-reprodutivas e características seminais em touros de corte**. 1999. 51 f. Monografia (Estágio Supervisionado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal, Campo Grande, MS.

McENTEE, K. Efferent ductules, epididymis and deferent duct. In: MCENTEE, K. **Reproductive pathology of domestic mammals**. San Diego: Academic Press, 1990. p. 307 - 324.

MAZRIMAS, J. A.; CORZETT, M.; CAMPOS, C.; BALHORN, R. A corrected primary sequences for bull protamine. **Biochemica et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 872, n.1-2, p. 11 - 15, Jul. 1986.

MORAES, J. C. F.; HORN, M. M.; ROSADO JÚNIOR, A. G. Exame andrológico em touros: qualidade dos indicadores da aptidão reprodutiva em distintos grupos raciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, 28, n. 4, p. 647 - 652, out./dez. 1998.

MORAES, J. C. F. Examen de la salud reproductiva y alteraciones de la fertilidad de los toros. In: GALINA, C.; VALENCIA, J. **Reproducción de animales domesticos**. 2. ed. México: Editorial Limusa Noriega, 2006, v. 12. p. 201 - 214.

NOGUEIRA, E.; FERNANDES, C. E.; COSTA E SILVA, E.; SILVA, A. S. Comparação de perfil andrológico de 4443 touros Nelore criados extensivamente no planalto e pantanal sul-matogrossense. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Produção animal em biomas tropicais: anais.** João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006. 1 CD-ROM.

OTT, R. S. Breeding soundness examination of bulls. In.: MORROW, D. A. **Current therapy in theriogenology.** 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1986. p. 125 - 136.

PETERS, A. R.; BALL, P. J. H. **Reproducción del ganado vacuno.** Zaragoza: Acribia. 1991. 221 p.

PIMENTEL, C. A. Infertilidade no touro. In: RIET-CORREA, F.; SCHILD, A.L.; MÉNDEZ, M. C.; LEMOS, R. A. A. **Doenças de ruminantes e equinos.** São Paulo: Varela, 2001. p. 382 - 399.

PINEDA, N. R.; FONSECA, V. O.; PROENÇA, R. V. Potencial reprodutivo de touros Nelore e libido, capacidade de serviço, e eficiência em acasalamentos com elevada proporção de vacas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal,** Belo Horizonte, v. 24, p. 44 - 51, 2000.

RAO, A. R. **Changes in the morphology of sperm during their passage through the genital tract in bulls with normal and impaired spermatogenesis.** 1971. Ph.D. Thesis. 79 p. Royal Veterinary College of Stockholm.

RIET-CORREA, F.; CARMEN MÉNDEZ, M. DEL; SCHILD, A. L.; BROD, C. S.; BONDAN, E. F. **Laboratório regional de diagnóstico: doenças diagnosticadas no ano de 1987.** Pelotas: Editora e Gráfica Universitária da UFPel, 1988. p. 28-30.

ROBERTS, S. J. Infertility in male animals (andrology). In: ROBERTS, S. J. **Veterinary obstetrics and genital diseases: theriogenology.** 3rd ed., New York: Woodstock, 1986. 752 p.

SAACKE, R. G.; NADIR, S.; NEBEL, R. L. Relationship of semen quality to sperm transport, fertilization, and embryo quality in ruminants. **Theriogenology,** New York, v. 41, n.1, p. 45-50, Jan. 1994.

SAACKE, R. G.; DALTON, J.C.; NADIR, S.; NEBEL, R. L.; BAME, J. H. Relationship of seminal traits and insemination time to fertilization rate and embryo quality. **Animal Reproduction Science,** Amsterdam, v. 60-61, p. 663 - 677, July 2000.

SAAKAS, D.; MARIETHOZ, E.; MANICARDI, G.; BIZZARO, D.; BIANCHI, P.G.; BIANCHI, U. Origin of DNA damage in ejaculated human spermatozoa. **Reviews of Reproduction,** Cambridge, v. 4, p. 31- 37, Jan. 1999. Issue 1.

SALVADOR, D. F.; ANDRADE, V. J.; VALE FILHO, V. R.; SILVA, A. S.; COSTA e SILVA, E. V. Avaliação da libido de touros Nelore adultos em curral e sua associação com características andrológicas e desempenho reprodutivo a campo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** Belo Horizonte, v. 55, n. 5. p. 588 - 593, out. 2003.

SKINNER, J. D.; LOUW, G. N. Heat stress and spermatogenesis in *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 21, n.6, p. 1784 - 1790, Nov. 1966.

SILVA, A. E. D. F.; DODE, M. A. N.; UNANIAN, M. M. **Capacidade reprodutiva do touro de corte**: funções, anormalidades e fatores que a influenciam. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1993. 128 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 51).

SCUDELLER, P. S.; STURION, K. J.; PARDO, P. E.; GIOMET, J. Análise radiográfica de lesões podais em 35 bovinos. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS, 15., 1996, Campo Grande, MS. **Resumos**. [Campo Grande]: Associação Panamericana de Ciências Veterinárias, [1996]. p. 120. PN 3. 544.

TOELLE, V. D.; ROBINSON, O. W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, n. 1, p. 89-100, Jan. 1985.

THUNDATHIL, J.; MEYER, R.; PALASZ, A. T.; BARTH, A. D.; MAPLETOFT, R. J. Effect of the knobbed acrosome defect in bovine sperm on IVF and embryo production. **Theriogenology**, New York, v. 54, p. 921 - 934, Oct. 2000. Issue 6.

TRENKLE, A.; WILLHAM, R. L. Beef production efficiency. **Science**, Washington, v. 198. p. 1009-1015, Dec. 1977. Issue 4321.

UNANIAN, M. M.; SILVA, A. E. D. F.; MCMANUS, C.; CARDOSO, E.P. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 136 - 144, jan./fev. 2000.

VALE FILHO, V. R.; PINHEIRO, L. E. L.; BASUR, P. K. Reproduction in zebu cattle. In: MORROW, D. A. **Current therapy in theriogenology**. 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1986. p. 437 - 442.

VAN CAMP, S. D. Common causes of infertility in the bull. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 13, n. 2, p. 203 - 230, 1997.

WEISGOLD, A. D.; ALMQUIST, J. O. Reproductive capacity of beef bulls. VI. Daily spermatozoal production, spermatozoal reserves and dimensions and weight of reproductive organs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 48, n.2, p. 351 - 358, Feb.1979.

WILLETT, E. L.; OHMS, J. L. Measurement of testicular size and its relation to production of spermatozoa by bulls. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 40, n.12, p. 1559 - 1569, Dec.1957.

Agentes Infeciosos Veiculados pelo Sêmen e Embrião em Bovinos

Aiesca Oliveira Pellegrin

Resumo

A inseminação artificial (IA), hoje largamente difundida no meio produtivo, tem por objetivo prioritário imprimir o maior ganho genético, no mais curto intervalo de tempo. Contudo, se não for bem conduzida e dentro de severos padrões, ela pode ter um grande potencial disseminador de defeitos genéticos e de doenças. Os governos têm exercido uma forte supervisão em todas as fases do processo, desde o controle dos reprodutores, passando pela coleta, processamento até o armazenamento, visando a evitar a disseminação de doenças por meio da IA e diminuir a excessiva contaminação por bactérias/agentes ubíquos. Órgãos como a International Embryo Transfer Society e a Organização Internacional de Epizootias (OIE) têm coordenado e desenvolvido estudos para o estabelecimento de protocolos seguros de manipulação de embriões, bem como realizado avaliação de risco e análise de cenários para a introdução de agentes infecciosos via transferência de embrião (TE). Com o foco principal na segurança biológica das biotécnicas da reprodução, em particular a inseminação artificial, este capítulo tem por objetivo informar sobre os vários agentes infecciosos que podem ter por veículo o sêmen, discutindo sobre os riscos de transmissão da doença por monta natural ou pelo uso da inseminação artificial, sua prevenção e controle.

Palavras-chave: bactéria, doenças, inseminação artificial, sêmen, protozoa, virus

Infectious Agents Carried by Semen and Embryo in Cattle

Abstract

Artificial insemination (AI), now widely disseminated in the productive system, aim at the highest priority print genetic gain in the shortest time interval. However, if not well conducted and within stringent standards, it can be a great potential spreading of genetic defects and diseases. The governments have exerted a strong supervision at all stages of the process, from the control of breeding through collection, processing until the storage, seeking to avoid the spread of diseases through the AI and reduce the excessive contamination by ubiquitous bacteria. International Embryo Transfer Society and the International Organization of Epizootics (OIE) have developed and coordinated studies for the establishment of protocols for safe handling of embryos and conducted risk assessment and analysis of scenarios for the introduction of infectious agents by embryo transfer. With the main focus on the biological safety of artificial insemination, this chapter aims to inform about the various infectious agents that can be the disseminated through semen, talking about the risks of disease transmission by natural breeding and artificial insemination, its prevention and control.

Key-words: artificial insemination, bacteria, diseases, protozoa, semen, virus

Introdução

A inseminação artificial (IA) e, recentemente, a transferência de embriões (TE) são duas biotécnicas da reprodução que têm por objetivo imprimir o maior ganho genético, no mais curto intervalo de tempo, no rebanho no qual são introduzidas, além de serem excelentes estratégias para controlar/erradicar doenças venéreas. Contudo, se não forem bem conduzidas e dentro de severos padrões, elas podem ter um grande potencial disseminador de defeitos genéticos e de doenças, em diferentes âmbitos geográficos.

A cada ano, a comercialização de sêmen tem crescido no país, demonstrando que os pontos de estrangulamento para a adoção da inseminação artificial têm sido enfrentados, como mão-de-obra desqualificada e custos operacionais, tornando-os quase equivalentes ao uso de touro em monta natural. É uma tecnologia que tem sido cada vez mais adotada pelos produtores, pois os dados demonstram que em 2004 houve a comercialização de 7.480.549 doses de sêmen, somando-se as raças de leite e corte e sêmen importado e nacional, o que representa uma evolução de 42,7% em relação a 2000 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL, 2005).

Com respeito ao comércio de sêmen, os governos têm exercido uma forte supervisão em todas as fases do processo, desde o controle dos reprodutores, passando pela coleta, processamento até o armazenamento, visando a evitar a disseminação de doenças por meio da IA e diminuir a excessiva contaminação por bactérias/agentes ubíquos.

Por outro lado, preocupada com o potencial de impacto disseminador de doenças exóticas pelo comércio internacional de embriões, a International Embryo Transfer Society (www.iets.org) e a Organização Internacional de Epizootias (OIE) (<http://www.oie.int>) têm coordenado e desenvolvido estudos para o estabelecimento de protocolos seguros de manipulação de embriões, bem como realizado avaliação de risco e análise de cenários para a introdução de agentes infecciosos via TE.

Este trabalho tem por objetivo informar sobre os vários agentes infecciosos que podem ter por veículo o sêmen, discutindo sobre os riscos de transmissão da doença por monta natural ou pelo uso da inseminação artificial, sua prevenção e controle.

Agentes infecciosos veiculados pelo sêmen e pelo embrião

Brucella abortus

Os dados de notificações oficiais indicam que a prevalência de bovinos soropositivos se manteve entre 4% e 5%, no período de 1988 a 1998. Em Mato Grosso do Sul, a prevalência estimada em 1998 foi de 6,3%, idêntica ao valor encontrado em 1975 para o Estado de Mato Grosso (MONTEIRO, 2006).

A brucelose, causada pela bactéria *Brucella abortus*, produz no touro orquite, epididimite e vesiculite seminal, e a localização do agente nos órgãos genitais fazem com que ele seja eliminado pelo sêmen. Nas fêmeas, a brucelose é ainda uma das maiores responsáveis por abortamentos e infertilidade (GENOVEZ et al., 1993; SCARCELLI et al., 2004b).

O risco de transmissão de *Brucella abortus* de um touro infectado a uma vaca sadia é dependente do método de inseminação empregado: na monta natural pode ser considerado baixíssimo. Quando um touro brucélico é utilizado como doador de sêmen existe um risco muito alto da doença entrar em um rebanho e disseminar-se com grande velocidade, uma vez que com a deposição de sêmen na cérvix ou no útero, onde não existe a proteção do pH ácido e da flora bacteriana normal, entre outros fatores, o sêmen contaminado se torna altamente infeccioso (CRAWFORD et al., 1990; CAMPERO, 1993, EAGLESOME; GARCIA, 1992). Bendixton e Blom (1947) reportaram dois casos de transmissão de brucelose decorrente da comercialização do sêmen de touros infectados, que, em um período de 2 meses e 9 dias, foram responsáveis pela introdução da doença em 41 e 20 rebanhos, respectivamente, o que indica que o produtor deve ter cuidado adicional na escolha do sêmen para o seu rebanho.

A transferência de embrião é um método seguro de controle da brucelose bovina, pois o processo de lavagem dos embriões elimina destes a contaminação por *Brucella abortus* (STRINGFELLOW; WRIGHT, 1989)

Os principais fatores de risco que influenciam a transmissão entre rebanhos são: reposição de fêmeas (aquisição de fêmeas de propriedades não certificadas), a frequência de reposição, o histórico do rebanho de onde as fêmeas são adquiridas, proximidade com rebanhos infectados. Os fatores de risco para a transmissão ao rebanho são: nível de cobertura vacinal e o tamanho do rebanho (CRAWFORD et al., 1990).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2001a,b) regulamentou o controle da brucelose no país, por meio do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT) com objetivos

específicos de (1) baixar a prevalência e a incidência de brucelose e de tuberculose e (2) criar um significativo número de propriedades certificadas que ofereçam ao consumidor produtos de baixo risco sanitário. No programa são preconizadas medidas sanitárias compulsórias de comprovada eficiência, como a vacinação de bezerras contra a brucelose e o controle de trânsito de animais destinados à reprodução.

A vacinação de bezerras entre três e oito meses, com a amostra B19, é uma ação que objetiva baixar a prevalência da doença. Em propriedades certificadas recomenda-se que as bezerras sejam vacinadas até os seis meses, visando a minimizar reações falso-positivas nos testes diagnósticos posteriores. Com essa ação, conduzida por médicos veterinários treinados pelo PNCEBT, estima-se que até 2010 o país tenha cerca de 75% do rebanho de matrizes vacinadas, e quando essa meta for atingida, a prevalência alcançada permitirá passar a fase de erradicação (BRASIL, 2006).

A técnica de diagnóstico oficialmente preconizada pelo PNCEBT é a prova do antígeno acidificado tamponado, que é sensível e de fácil execução. Os animais que reagirem positivamente serão submetidos ao teste confirmatório do 2-mercaptoetanol, que é mais específico e vai dirimir dúvidas como aqueles animais que não têm a infecção, mas reagem como falso-positivos na primeira prova. Os animais que forem negativos na prova do 2-mercaptoetanol serão considerados verdadeiramente negativos. A prova de fixação de complemento, executada em laboratórios oficiais credenciados, será utilizada para animais em trânsito internacional e a prova de *ring test* ou teste do anel, para monitoramento de propriedades certificadas (BRASIL, 2006).

Leptospira interrogans

A leptospirose bovina, causada por *Leptospira interrogans* é uma zoonose cosmopolita e existem registrados aproximadamente 200 diferentes sorovariiedades de leptospira patogênicas. *Leptospira interrogans* pode ser subdividida em sete genoespécies e a sorovariiedade *hardjo* pode ser considerada em duas genoespécies: *hardjo-prajitno* e *hardjo-bovis*. Para os bovinos, a sorovariiedade adaptada à espécie *L. hardjo*, sendo considerada aquela que mais prejuízos causa à pecuária bovina (ELLIS, 1984; 1994). Entretanto, outras sorovariiedades de *Leptospira* sp. também podem causar problemas reprodutivos em bovinos, como *L. bratislava*, *L. tarassovi*, *L. pomona* e *L. grippothyphosa* (ARMATREDJO; CAMPBELL, 1975; ELLIS, 1984). Em estudo epidemiológico realizado recentemente em 6 Estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, foi constatado que a sorovariiedade *hardjo* foi a mais prevalente em 75% dos rebanhos analisados, seguida pela sorovariiedade *wolffi* (8,9%) (VASCONCELLOS et al., 1997). Os abortos causados pela sorovariiedade *hardjo* podem ocorrer em qualquer época da gestação (ELLIS, 1994), principalmente do quarto mês ao término da gestação, mas quadros de repetição de cio também podem ser comuns, assim como infertilidade e nascimento de bezerros fracos.

O produtor deve ficar atento a esse último sinal que pode ocorrer em várias doenças da esfera reprodutiva. Em fêmeas em lactação pode ocorrer redução da produção de leite e mastite com flacidez do úbere e secreção sanguinolenta (mastite hemorrágica) (BARR; ANDERSON, 1993).

A leptospirose pode ocorrer de forma aguda (septicemia, hepatite e nefrite), subaguda (nefrite e agalaxia), crônica (com abortos, natimortos e infertilidade no rebanho) ou em sua forma mais comum, que é a assintomática (ELLIS, 1994). *Leptospira hardjo* causa mamite com presença de sangue no leite. Diferentemente das mamites contagiosas e ambientais, *L. hardjo* provoca uma mamite flácida, sem endurecimento do úbere, e que pode atingir os quatro quartos ao mesmo tempo (ELLIS et al., 1976; HIGGINS et al., 1980; LEITE et al., 2000).

A infecção de órgãos genitais por leptospirosas tem sido registrada, o que dá um forte indício de que a transmissão venérea seja importante. Também tem sido recuperada de sêmen de touros infectados naturalmente (RODINA; BALASHOV, 1971; KIKTENKO et al., 1976, citados por EAGLESOME; GARCIA, 1992) ou experimentalmente (SLEIGHT et al., 1964, citado por EAGLESOME; GARCIA, 1992). Apesar de *Leptospira* sobreviver no sêmen congelado, no entanto, vários autores consideram que o risco de transmissão é pequeno pela inseminação artificial pelo fato de haver uma diluição do sêmen (e, conseqüentemente, diluição do agente) e adição, ao sêmen, de antibióticos aos quais a leptospira é sensível (EAGLESOME; GARCIA, 1992).

Recentemente, Magajevski et al. (2004) avaliaram o perfil andrológico e detecção de anticorpos antileptospira em dez touros com sorologia (título > 200) e/ou isolamento positivo para *Leptospira hardjo* do sêmen, durante um ano. Os resultados indicaram que, apesar dos animais serem positivos sorologicamente, isto não ocorreu quando as amostras de plasma seminal foram submetidas à prova de soroaglutinação microscópica, utilizando as mesmas sorovarietades testadas para o soro, mesmo em animais comprovadamente portadores (isolamento positivo). Também não foi apontada estatisticamente relação entre a presença de anticorpos para leptospira e a qualidade das amostras de sêmen.

A prevenção da transmissão da leptospira por TE pode ser obtida pelo uso de antibióticos no sêmen e nos líquidos de lavagem dos embriões, uma vez que *Leptospira hardjo* tem seu hábitat no trato genital e pode aderir à zona pelúcida (LAGE, 1999).

O tratamento curativo da leptospirose pode ser feito pela administração de antibióticos via parenteral, mas isto só se mostra factível em animais de elevado valor zootécnico, pelo alto custo.

O controle da leptospirose deve ser feito pela vacinação de todos os animais acima de três meses, em curto período (ELLIS, 1984; MOREIRA, 1994). Isto visa a aumentar a imunidade do rebanho contra o agente, quebrando o seu ciclo de transmissão. Se a cobertura da vacinação não atingir todos os animais, ou a sua maioria, em um curto espaço de tempo, a presença de indivíduos suscetíveis propiciará a manutenção do agente no rebanho. A escolha da vacina é um ponto crucial no controle, devendo conter as soro-variedades de *Leptospira* sp. mais frequentemente detectadas na propriedade, por meio do diagnóstico sorológico, uma vez que a proteção contra uma soro-variedade só é estimulada pela soro-variedade homóloga (FAINE, 1982; ELLIS, 1984).

Campylobacter fetus

A campilobacteriose genital bovina é uma enfermidade causada por *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* cuja principal característica é a presença de repetições de cio com intervalos aumentados e irregulares (STOESSEL, 1982; DEKEYSER, 1984; LAGE; LEITE, 2000).

É uma doença que se transmite do touro para a novilha/vaca, por monta natural, ou por sêmen contaminado, uma vez que *Campylobacter* sobrevive bem à temperatura de congelamento. A principal via de entrada da campilobacteriose no rebanho é a aquisição de touros ou vacas infectados (CLARK, 1971; STOESSEL, 1982; LAGE; LEITE, 2000). A bactéria se aloja nas criptas prepuciais dos touros, infectando a fêmea por ocasião da monta.

No touro, a infecção por *C. fetus* subsp. *venerealis* não causa sintomatologia, podendo o touro permanecer como portador assintomático por toda a vida (DEKEYSER, 1984). Por causa das características de transmissão da campilobacteriose, o fato de detectar um touro infectado no rebanho indica que o lote ou rebanho está infectado.

Os riscos para a TE parecem ser desprezíveis. Bielanski et al. (1994) observaram que *C. fetus* subsp. *venerealis* podia ser viável por até 48 horas, no meio de fertilização, quando utilizava sêmen experimentalmente infectado pelo agente. Depois de sete dias, o agente não era mais encontrado, e, após o procedimento das dez lavagens do embrião, somente o DNA de *C. fetus* subsp. *venerealis* era detectado, por meio do ensaio da polimerase em cadeia.

O diagnóstico deve ser feito preferencialmente no touro, por ser ele o portador permanente do agente. As técnicas mais utilizadas para a detecção de touros infectados são a imunofluorescência direta e o isolamento da bactéria, técnica recomendada pelo MAPA para atestar o estado sanitário de touros de centrais de inseminação e para trânsito no âmbito do Mercado Comum do Sul (Mercosul). Apesar de ser uma técnica altamente específica, ela tem muitas exigências, em termos de condições de coleta, transporte e tempo decorrido entre a coleta e o

processamento das amostras. Como muitas vezes os médicos-veterinários de campo enfrentam problemas logísticos, uma alternativa é a utilização da imunofluorescência direta, que tem uma sensibilidade de 92,6% e uma especificidade de 88,9% e pode oferecer bons resultados no sentido de detecção imediata do problema no rebanho que está sendo monitorado (PELLEGRIN et al., 2003).

A implantação da prática de estação de monta pode contribuir para o controle da campilobacteriose genital bovina, pois facilita o descanso sexual das fêmeas por três cios, permitindo a aquisição de imunidade a *Campylobacter* e a restauração de suas funções reprodutivas, na maioria das vezes.

Uma renovação mais frequente do plantel de touros, com a introdução de touros jovens, livres da infecção por *C. fetus* subsp. *venerealis*, também pode auxiliar em um programa de controle da doença, com a vacinação das fêmeas, 30 a 60 dias antes da entrada na monta (PELLEGRIN, 2002)

Tritrichomonas foetus

A tricomonose bovina é uma doença causada por *Tritrichomonas foetus* e se manifesta principalmente por altas taxas de repetição de cio a intervalos irregulares, apresentando muitas semelhanças com a campilobacteriose genital bovina. A transmissão de *T. foetus* se dá por meio da monta e a doença entra no rebanho com a aquisição de animais infectados, principalmente touros (STOESSEL, 1982).

No Brasil são cada vez mais raros os levantamentos sobre a tricomonose. Gomes et al. (1991), no Rio Grande do Sul, que isolaram *T. foetus* em 1,88% de 2.286 amostras de esmegma prepucial de touros. Outro levantamento realizado a partir dos diagnósticos solicitados à Fundação de Ensino e Pesquisa da Escola de Veterinária (MG) no período compreendido entre 1987 e 1997, indicaram que sete (5,9%) dos 118 lavados prepuciais e dois fetos apresentavam formas vivas de *T. foetus*, atribuindo os baixos índices à coleta e ao transporte, que podem ter sido inadequados, uma vez que vários materiais chegavam em refrigeração (PELLEGRIN et al., 1998). No Estado do Rio de Janeiro, Jesus et al. (2004) analisaram dados de 16.844 touros examinados, dos quais 280 (1,6%) foram positivos para a presença de *Tritrichomonas foetus*. Esses dados mais recentes parecem indicar que a doença não tem se expandido, concluindo que as práticas de manejo reprodutivo de alguma forma têm controlado a doença.

A tricomonose e a campilobacteriose são das poucas doenças consideradas venéreas de fato. Portanto, o seu diagnóstico deve ser incluído no exame andrológico anual, principalmente se estiver sendo percebido pelo técnico uma taxa de fertilidade/natalidade aquém da esperada nas novilhas. Uma vez entrando em um rebanho sadio, o seu controle é difícil, uma vez que a não imunoprofilaxia é discutível e pouco recomendada. Por outro lado, o tratamento não é aconselhado, restando ao produtor a eliminação do touro (PELLEGRIN, 2002).

Tritrichomonas foetus parece não ter efeito deletério sobre a fertilização ou o desenvolvimento dos embriões fertilizados *in vitro*, pois o potencial risco de transmissão da tricomonose é baixo por causa da limitada sobrevivência do parasita no meio de cultura para a fertilização dos embriões. Ele interage com os embriões por aderência à zona pelúcida e a membrana da célula embrionária por meio de seu flagelo; contudo, não tem capacidade de penetrar na zona pelúcida ou afetar a sobrevivência dos embriões (BIELANSKI et al., 2004). *Tritrichomonas foetus* também sobrevive no sêmen resfriado e congelado (BARTLETT et al., 1947; JOYNER et al., 1965; PARUSOV et al., 1966; EAGLESOME; GARCIA, 1992). No passado, a inseminação artificial podia ser considerada uma forma potencial de disseminação da doença, o que não ocorre hoje, com os processos pelos quais o sêmen passa, até sua comercialização.

Herpesvírus bovino tipo 1

A rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR) é uma doença com várias formas clínicas, sendo mais frequente a forma respiratória secundada pela forma reprodutiva. É causada pelo herpes-vírus bovino tipo 1 (BoHv-1), que pode ser subdividido em BoHv-1.1 (problemas respiratórios e reprodutivos), BoHv-1.2 (forma genital) e o anteriormente conhecido como HVB-1.3, hoje classificado como BoHv-5, que causa encefalite com alta letalidade em bezerros (BARBOSA, 2004).

A distribuição é mundial e no Brasil já foi diagnosticada em todas as regiões. A prevalência da doença varia principalmente com o sistema de manejo empregado na propriedade e é sempre mais elevada nos animais acima de 30 meses e de zero a seis meses (anticorpos passivos). A faixa etária em que os animais estão mais suscetíveis é entre 7 e 18 meses porque já não há mais anticorpos colostrais (MELO, 1998).

Uma característica da infecção pelos herpesvírus é o fenômeno de latência, quando os vírus permanecem em células neuronais de gânglios sensitivos sem causar sintomatologia clínica. Situações de estresse, como transporte e dificuldades de parto, e imunossupressão podem levar à reativação desses vírus latentes, que voltam a se replicar e induzem, então, sinais clínicos nos animais. Portanto, uma vez infectado por BoHv-1, um animal será sempre portador desse vírus (LEITE, 1999).

A infecção por BoHv-1 apresenta um ponto crítico quando afeta touros reprodutores de centrais de sêmen, uma vez que o sêmen é distribuído para vários pontos do país e mesmo do exterior, o que amplifica tremendamente a disseminação da doença. Quando em monta natural, touros que apresentam BoHV-1 não ocasionam grande interferência sobre a fertilidade das fêmeas, por causa das defesas naturais da vagina. No entanto, na IA, o vírus é depositado diretamente no útero, podendo provocar endometrite, lesões de tubas uterinas, absorção embrionária e alteração do ciclo estral, além de abortos em qualquer fase da gestação. Essas falhas na reprodução de forma geral resultam em baixas taxas de natalidade (ROCHA et al., 1998), principalmente quando a doença entra no rebanho pela primeira vez.

A transmissão mais frequente é de forma horizontal, por via direta, por meio de aerossóis, pois grandes quantidades de vírus são eliminadas em secreções oculares e conjuntivais. Na forma genital da doença, causada por BoHV-1.2, a transmissão se dá durante o coito e o sinal mais comum é a vulvovaginite, com o aparecimento de ulcerações seguido de pústulas na vagina que se espalham por todo o epitélio, causando muita dor no animal, principalmente ao urinar. No macho pode ocorrer balanopostite e, nesse caso, existe um risco de contaminação do sêmen pelo vírus presente nas lesões (LOBATO, 1999; 2000).

A ocorrência de animais sorologicamente positivos para o BoHv-1 não indica, entretanto, que estes estejam doentes, ainda que tenham abortado. Uma sorologia positiva indica somente que o animal entrou em contato com o agente em algum momento de sua vida (ROCHA, 1999).

O controle da doença em rebanhos, onde é confirmada a participação da doença nas perdas reprodutivas, pode ser feito pela vacinação das novilhas, na fase de desmama e um mês antes da cobertura, protegendo-as de parte dos efeitos do BoHV-1 durante o início da sua vida reprodutiva. Alguns autores, entretanto, questionam a validade dessa prática, pela elevada disseminação da doença no rebanho e pelo fato de que animais naturalmente infectados não podem ser distinguidos de animais vacinados, além do fato de a vacinação não eliminar a possibilidade de infecção por amostras de campo, limitando-se a reduzir os transtornos reprodutivos e a sintomatologia clínica. Em rebanhos infectados devem ser adotadas práticas de manejo que evitem situações de estresse (transporte, confinamentos e outros), pois, nessas ocasiões, o vírus pode sair de seu estado de latência e ser re-excretado (LEITE, 1999).

O vírus do BoHv-1 pode ser transmitido pelo sêmen, durante a fase de viremia, logo após a infecção (ROCHA, 1999) e no embrião, ele tem capacidade de aderir à zona pelúcida, não sendo eliminado pelas lavagens. No entanto, o processo de tripsinização é eficiente na eliminação do vírus (LAGE, 1999).

Diarréia viral bovina

A diarréia viral bovina (DVB) é causada por um pestivírus e tem sido descrita como enzoótica em diversos países, inclusive no Brasil. As cepas do vírus da diarréia viral bovina (DVBv) podem ser divididas em biótipos citopatogênicos (CP) e não citopatogênicos (NCP), sendo essas últimas as que mais circulam nos rebanhos e são responsáveis pelo fenômeno de infecção persistente. Tal fenômeno ocorre pela infecção fetal, por meio da placenta, quando a idade gestacional está entre 40 e 120 dias, resultado em imunotolerância do feto. Este, ao nascer, secreta grandes quantidades de vírus, sendo a maior fonte de infecção para o restante do rebanho (BROWLIE, 1990).

Os bezerros persistentemente infectados (PI), que representam 1% a 2% do rebanho, são soronegativos e geralmente apresentam uma taxa de mortalidade em torno de 50% no primeiro ano de vida. Podem, no entanto, chegar à idade adulta, eliminando o vírus e produzindo outros animais PI (HOUE, 1995; BARBOSA, 1999; LOBATO, 2000).

Levantamentos sorológicos indicam que praticamente todos os rebanhos têm contato com o agente, podendo chegar a 60% dos animais em um rebanho e até 80% dos rebanhos com anticorpos para o vírus (LIMA et al., 2004). Entretanto, são raros os achados de animais com a doença clínica.

A transmissão da doença é pelo contato direto com um animal infectado que esteja eliminando o vírus. A doença é introduzida no rebanho com a entrada de animais persistentemente infectados ou com infecção aguda ou sêmen contaminado, principalmente de animais persistentemente infectados. Alguns anos atrás, diversos autores alertaram para os riscos de transmissão do DVBv pelo uso de soro fetal em biotécnicas da reprodução ou na cultura de células utilizadas na produção de vacinas (LOBATO, 2000). Por outro lado, a transferência de embriões é rota potencial de transmissão, mas, com o uso dos protocolos internacionais de referência para manipulação dos embriões, esse risco é considerado mínimo (LAGE, 1999).

Os sinais clínicos principais podem ser abortamentos, fetos mumificados, morte e reabsorção embrionária, repetição de cio, nascimento de bezerros com malformações (dependendo da idade gestacional que ocorreu a infecção). Entretanto, a forma subclínica da doença é a mais comum, com sinais pouco óbvios da doença. Os problemas reprodutivos estão relacionados à infecção das fêmeas gestantes, durante o coito ou na inseminação artificial. Essa infecção pode interferir nesse processo com a fertilização ou implantação do embrião, ocasionando repetição de cio e, conseqüentemente, aumentando o número de serviços por concepção nesses animais (BROWLIE, 1990).

A vacinação tem sido motivo de controvérsias, pois os anticorpos vacinais são indistinguíveis de anticorpos induzidos pela infecção natural. As vacinas disponíveis no mercado brasileiro não conferem proteção fetal nos animais utilizados como modelos experimentais, e as vacinas importadas conferem baixo grau de proteção contra isolados locais do vírus. Há, portanto, uma necessidade premente de reavaliação tanto as estratégias de vacinação quanto os imunógenos utilizados nas vacinas comerciais (LIMA et al., 2004). Os mesmos autores recomendam diferentes estratégias de controle da DVB em rebanhos comerciais, sempre com uma análise custo: benefício prévia. Rebanhos fechados e sem histórico da doença devem reforçar o controle da entrada de animais, não requerendo vacinação. Em rebanhos com elevado grau de fatores de risco e histórico da infecção, devem ser vacinados os animais suscetíveis, na faixa etária entre 7 e 18 meses, e com revacinação na idade pré-cobertura aliada à eliminação dos animais PI (LEITE, 1999; LOBATO, 2000).

Língua azul

A língua azul é uma doença causada por um reovírus, do gênero *Orbivirus*, que acomete em sua forma clínica principalmente ovinos e bovinos e ruminantes silvestres como cervídeos. A distribuição do vírus da língua azul (VLA) compreende áreas tropicais e subtropicais em todos os continentes, apesar de hoje a Europa ser considerada livre da doença. A epidemiologia da doença varia de região para região: em zonas endêmicas, a infecção é comum, mas a doença clínica é rara e a soroprevalência é elevada. O vírus depende de vetores (mosquitos da espécie *Culicoides*) para se manter na natureza e ser transmitido.

Problemas reprodutivos associados à língua azul incluem morte embrionária, abortos, malformações fetais, esterilidade temporária, infertilidade em touros, com eliminação do vírus pelo sêmen. A infecção de vacas gestantes na fase inicial pode levar à morte fetal ou ao aparecimento de bezerros com problemas de malformações, como hidrocefalia e cegueira, sem, entretanto, apresentarem o fenômeno de infecção persistente (LOBATO, 1999).

A eliminação de vírus da língua azul pelo sêmen ocorre durante a fase de viremia, que pode perdurar por até 100 dias. Na TE, o processo de lavagens realizado no embrião é eficiente para eliminar o vírus (LOBATO, 1999).

O controle da doença é feito por vacinação (geralmente dos ovinos), controle de trânsito de animais e controle de vetores em áreas de maior risco onde a doença ocorre em sua forma clínica (LOBATO, 1999).

Chlamydophila abortus

A *Chlamydophila abortus*, anteriormente denominada *Chlamydia psittaci*, tem sido reconhecida, há muito, como causa de abortamentos em ovinos e bovinos. Na recente reclassificação do gênero a *Chlamydia psittaci* sorotipo 1, agente responsável por quadros de abortamentos e outros problemas reprodutivos, foi denominada *Chlamydophila abortus* (*C. abortus*) e a *Chlamydia psittaci* sorotipo 2, a qual eram atribuídos casos de encefalite, poliartrite e enterite, foi classificada como *Chlamydophila pecorum* (*C. pecorum*) (EVERETT et al., 2000).

A síndrome da vesiculite seminal tem sido frequentemente diagnosticada em exames andrológicos realizados. Ela é uma doença crônica que afeta o epidídimo, as vesículas seminais, o testículo e as glândulas acessórias. Os testículos podem demonstrar atrofia e a qualidade do sêmen fica alterada. A qualidade insatisfatória do sêmen é representada por grande quantidade de leucócitos, uma baixa concentração de espermatozoides com baixa motilidade e alta porcentagem de células com defeitos maiores e menores, o que não é uma regra (BOWEN et al., 1978). A incidência em rebanhos afetados pode alcançar 10% dos touros (STORZ et al., 1968).

No Brasil, recente levantamento realizado no Estado de São Paulo (IGAYARA-SOUZA et al., 2004) indicou que 52% de 27 rebanhos e 5,3% dentre 417 amostras de soro submetidas ao teste de fixação de complemento apresentavam anticorpos para *C. abortus*. Foi detectada uma maior frequência de títulos positivos em rebanhos com histórico de abortamento do que em rebanhos sem histórico, o que gerou por parte dos autores a recomendação para incluir o diagnóstico para *C. abortus* na rotina diagnóstica de causas de aborto.

Chlamydophila psittaci (*C. abortus*) foi isolada originalmente de sêmen e tecido de epidídimo de touros com baixa qualidade espermática (STORZ et al., 1968) e no Brasil, Gomes et al. (2001) identificaram pela primeira vez touros com vesiculite seminal por *C. psittaci*.

Nos reprodutores, *C. psittaci* (*C. abortus*) pode ser detectada em sêmen de várias espécies: humana (3,8%), bovina (14,3%), equina (3,4%) e suína (9,1%), tendo sido correlacionada uma má qualidade espermática com infecção por *Chlamydia*. Veznik et al. (1996) sugerem a inclusão de testes para esse agente em controle de qualidade de sêmen. *Chlamydophila psittaci* tem sido isolada de sêmen, testículo e glândulas acessórias de touros naturalmente infectados e de touros e carneiros experimentalmente infectados. *Chlamydia* tem sido excretada por meio do sêmen por, no mínimo, 30 dias após a ocorrência de clamidemia, sendo que sete dias após a inoculação experimental já ocorre uma resposta imune do tipo sérico à infecção, alcançando o pico de títulos de 128 a 512 em 14 dias (STORZ et al., 1976).

Histophilus somni

Anteriormente denominado *Haemophilus somnus*, *Histophilus somni* tem sido isolado de sistema reprodutor, tanto de machos como de fêmeas (SCARCELLI et al., 2004a), sem evidências de lesões macroscópicas e, portanto, de animais considerados sadios.

A infecção por *H. somni* tem sido associada, em touros, ao aparecimento de adenite vesicular (GROTELUESCHEN et al., 1994), oligospermia, teratospermia, acinozoospermia (BARBER et al., 1994) e problemas reprodutivos (GENOVEZ et al., 2003)

A transmissão do agente de um animal para outro se dá via respiratória, mas as secreções vaginais, o muco prepucial e o sêmen também podem veicular *H. somni*. O papel de *H. somni* na infertilidade, na morte embrionária e aborto não é claro, porém alguns autores têm relacionado a presença do agente a transtornos reprodutivos.

Genovez et al. (2003), objetivando investigar as causas de problemas reprodutivos em vacas receptoras de um rebanho que utilizava embriões comerciais, isolaram *H. somni* de vacas com vulvovaginite severa e morte embrionária. Os autores salientaram que a presença do agente no rebanho poderia ser um risco para o processo de TE.

O controle da transmissão de *Histophilus somni* na TE pode ser obtido pelo uso de antibióticos nos procedimentos do protocolo da técnica, pois somente as lavagens preconizadas não são suficientes para retirar a bactéria da zona pelúcida (LAGE, 1999).

Ureaplasma e micoplasma

Da família Mycoplamatacae, dois gêneros têm sido problemas para a reprodução de bovinos: *Mycoplasma* e *Ureaplasma*.

Mycoplasma bovis, *Mycoplasma bovigenitalium* e *Ureaplasma diversum* têm sido isolados de sêmen de reprodutores aparentemente sadios e são transmitidos tanto por monta natural como por inseminação artificial.

Ambos os gêneros têm grande capacidade de aderência à mucosa do endométrio e à zona pelúcida do embrião, resistindo às várias lavagens a que são submetidos no processamento preliminar a TE. Isto tem sido bem investigado com *Ureaplasma diversum* (BRITTON et al., 1988; MILLER et al., 1994)

A associação de *Ureaplasma diversum* à doença não tem sido clara. O agente, apesar de sabidamente causar injúria às células as quais adere, tem sido muito isolado da vulva e vagina de vacas sem patologias visíveis. Contudo, também ele tem sido encontrado em vacas com vulvite, repetidoras de cio, que abortaram ou que produziram bezerros fracos. A vulvite é do tipo granular e os microorganismos podem ser isolados por meses desses nódulos e grânulos (1-2mm diâmetro), que podem passar de formas isoladas para confluentes, sendo muitas vezes acompanhados de uma descarga mucopurulenta leve (MILLER et al., 1994). Em touros avaliados previamente à estação de monta, apesar de 94% das amostras de sêmen conterem algum tipo de microorganismo (*Histophilus somni*, *U. diversum*, *M. bovigenitalium* e *Arcanobacter pyogenes*), nenhuma relação foi encontrada com anormalidades espermáticas (SPRECHER et al., 1999). Como causa de aborto, *Ureaplasma* tem sido isolado em fetos na fase média a final da gestação e os abortos são esporádicos. O diagnóstico é feito pelo isolamento do agente da placenta, pulmão fetal e conteúdo estomacal.

Cuidados com as doadoras e receptoras na transferência de embrião

Cuidados com as doadoras

O maior risco de contaminação de embriões, ainda na doadora, refere-se aos patógenos que infectam normalmente o trato genital, como *Brucella abortus*, *Campylobacter fetus*, *Trichostrongylus axei*, *Leptospira hardjo*, ou aqueles que, embora não sejam de natureza venérea, têm um elevado tropismo por esses órgãos, como *Histophilus somni*, *Mycoplasma* sp., herpesvírus bovino tipo 1, ou aqueles que causam infecção generalizada, como o vírus da febre aftosa, o da diarreia viral bovina, dentre outros (PHILPOTT, 1993; LAGE, 1999). No entanto, nem todos os patógenos têm condições de aderir à zona pelúcida e, portanto, o maior risco se refere aos que têm essa capacidade, como o herpes-vírus bovino tipo 1, *Mycobacterium tuberculosis*, *Leptospira* e *Mycoplasma* sp.

Cuidados com as receptoras

Embora as doadoras ganhem maior importância pelo material genético que delas é obtido, na saúde reprodutiva das receptoras é que reside o sucesso do processo de TE. O ideal seria a aquisição de receptoras de rebanhos livres de doenças que possam interferir no desenvolvimento do embrião/feto e que estas pudessem passar por um período de quarentena, dentro do qual seriam testadas para várias doenças.

Protocolos seguros

A International Embryo Transfer Society (IETS) e a OIE (Organização Mundial de Saúde Animal), como já foi dito, regulamentam os protocolos de processamento dos embriões visando a obter dessa biotécnica o seu máximo desempenho, tanto do ponto de vista sanitário como reprodutivo. Além dos procedimentos-padrão, deve-se ter o máximo cuidado com a procedência dos produtos de origem animal, com soro, tripsina, hormônios, albumina que são utilizados no processo. Casos de soro fetal contaminado com vírus da diarreia viral bovina são extremamente comuns, uma vez que o vírus é ubíquo.

Legislação brasileira sobre aspectos da produção, comercialização e importação de sêmen e embriões

Exames sanitários para o ingresso e critérios para permanência do touro em centrais de inseminação

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento dá indicações a respeito das doenças que devem ser controladas em touros utilizados em centrais de inseminação (BRASIL, 2003). Todos os animais, ao entrarem no Centro de Coleta e Processamento de Sêmen (CCPS), devem ter o seu documento de trânsito e exames negativos para brucelose (AAT e 2ME) e tuberculose, por meio de teste simples com derivado protéico purificado (PPD = Purified Protein Derivative) bovino ou comparada com PPD aviária, com validade não superior a 60 dias, a não ser que os animais procedam de rebanhos certificados livres, em conformidade com o Regulamento Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal.

Após estes procedimento iniciais, existe uma fase de quarentena, por um período mínimo de 28 dias em que os animais são submetidos aos seguintes exames: brucelose, tuberculose, campilobacteriose genital bovina (três testes com intervalo de sete dias pela técnica de isolamento); tricomonose (três testes com intervalo de sete dias pela técnica de isolamento) e diarreia viral bovina (teste negativo de isolamento viral e identificação do agente por imunofluorescência ou imunoperoxidase, ou teste para detecção de antígeno viral). Para essa última, os animais devem ser novamente testados antes de entrarem no rebanho chamado residente, com o objetivo de descartar a possibilidade de serem animais persistentemente infectados. Os animais que obtiverem resultados positivos ao primeiro teste para DVB serão submetidos a um segundo teste com intervalo mínimo de 21 dias. Obtendo resultado negativo ao segundo teste, os animais estarão qualificados para ingressar no Centro de Coleta e Processamento de Sêmen (CCPS).

Após ingresso no rebanho desse Centro, os touros devem ser submetidos a testes diagnósticos, pelo menos uma vez ao ano, e apresentar resultado negativo para as seguintes doenças:

- a) brucelose: teste do AAT ou teste do 2-ME ou teste fixação de complemento;
- b) tuberculose: teste de tuberculinização intradérmica simples ou comparada com PPD bovina e PPD aviária;
- c) campilobacteriose genital bovina: um teste de cultivo de material coletado de prepúcio;
- d) tricomonose: um teste de cultivo de material coletado de prepúcio.

Todos os animais residentes no CCPS que obtiverem resultados positivos para as doenças citadas deverão ser isolados e reavaliados pelo serviço veterinário oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio de testes pareados, recomendados pela OIE, e de levantamento epidemiológico do estabelecimento. Os animais que forem positivos serão retirados do CCPS e medidas de defesa sanitária serão aplicadas, conforme legislação vigente do MAPA. O sêmen desses animais, que estiver armazenado no Centro, deverá ser destruído e os animais que mantiveram contato com animais positivos também deverão ser testados novamente para a doença em questão.

Os animais residentes no CCPS deverão estar, obrigatoriamente, em contínuo isolamento de animais com diferentes condições sanitárias. A liberação dos animais quarentenados para ingressar no rebanho residente deverá ser realizada após o cumprimento do período de 28 dias de isolamento e a realização dos testes sanitários. O animal que deixar o rebanho residente terá que cumprir os procedimentos de quarentena por ocasião do reingresso.

Os exames laboratoriais deverão ser realizados em laboratórios reconhecidos ou credenciados pelo Departamento de Defesa Animal, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Os testes de brucelose na quarentena deverão ser realizados no mínimo 30 dias após aqueles realizados na pré-quarentena. Os testes de tuberculose deverão ser realizados conforme as exigências estabelecidas no Regulamento Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal. Os testes de tuberculose deverão ser realizados somente após um período mínimo de 60 dias após a realização do último teste (BRASIL, 2006).

De acordo com a legislação que regula a importação, produção e comercialização de sêmen e embriões no Brasil e conforme a Instrução Normativa N° 48, de 17 de junho de 2003, do MAPA/ Secretaria de Defesa Agropecuária estabelece em seu art. 1° que somente poderá ser distribuído no Brasil o sêmen bovino ou bubalino coletado em Centros de Coleta e Processamento de Sêmen - CCPS, registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento MAPA, que cumprem os requisitos sanitários mínimos para a produção e comercialização de sêmen bovino e bubalino no país, constantes dos anexos da presente Instrução Normativa.

Os requisitos sanitários mínimos para a produção e comercialização de sêmen bovino e bubalino no Brasil são apresentados em cinco capítulos.

Com relação a doenças, no capítulo I consta que os animais, ao entrarem no CCPS sofrem uma pré-quarentena, devem ter o documento de trânsito com exames negativos para brucelose (AAT e 2ME) e tuberculose (teste simples com PPD bovino ou comparado com PPD aviária), com validade não superior a 60 dias, a não ser que os animais procedam de rebanhos certificados livres, em conformidade com o Regulamento Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal.

O capítulo II trata da fase de quarentena, por um período mínimo de 28 dias, e as doenças para as quais os animais devem ser testados (já discutido em 1.a.)

O capítulo III se refere aos testes diagnósticos que os touros do rebanho residente na Central devem ser submetidos, as frequências e os procedimentos, caso um animal seja positivo, tanto com o animal quanto com o seu sêmen armazenado.

O capítulo IV trata da adição de antibióticos ao processamento do sêmen.

O capítulo V trata das disposições gerais:

A Portaria N° 26, de 5 de setembro de 1996, está composta de seis artigos:

Art. 1° Aprovar as normas anexas inerentes a inscrição de reprodutores doadores de sêmen para fins comerciais ou para uso do proprietário.

Art 2° Aprovar os padrões de identidade e de qualidade do sêmen animal.

Art. 3° Aprovar os novos procedimentos para exame andrológico e a avaliação de sêmen animal.

Art. 4° Aprovar os modelos anexos visando disciplinar os procedimentos para inscrição de reprodutores doadores de sêmen.

Art. 5° Aprovar o modelo de Certificado Andrológico e os procedimentos para avaliação de sêmen animal, previstos nesta Portaria, para certificação andrológica dos reprodutores que participarem de exposições, feiras e leilões agropecuários.

Em seu Anexo estão normas dispostas em três capítulos: o capítulo I que trata dos requisitos necessários para inscrição de reprodutores doadores de sêmen; o capítulo II que trata dos procedimentos para inscrição e baixa dos doadores de sêmen, inclusive com o estabelecimento de padrões de julgamento para sêmen congelado para diversas espécies; e o capítulo III que trata de disposições gerais e modelos de documentos para registro de informações, laudos e testes.

Coleta de material para o diagnóstico de doenças da reprodução

Para melhorar o diagnóstico das enfermidades que interferem na reprodução dos bovinos e passar informações mais precisas e rápidas para o produtor e para o técnico, alguns cuidados relativos à coleta e ao envio de material aos testes requisitados devem ser observados com atenção.

Nos casos de aborto, deve-se enviar ao laboratório o feto abortado ou seus órgãos (cérebro, pulmões, rim, fígado, conteúdo do abomaso e soro do feto), fragmentos de placenta e o soro da vaca, em duas fases, no momento do aborto e 30-40 dias após o mesmo. Tais materiais devem ser colocados em recipientes separados e remetidos ao laboratório de preferência refrigerado, quando o tempo de transporte for inferior a 24 horas, ou congelado a -20°C , para tempo de transporte superior. Em ambos os casos devem-se acondicionar os materiais de forma a manter a mesma temperatura

durante todo o transporte. O material deve ser acompanhado do histórico dos problemas reprodutivos do animal e do rebanho. Nos casos em que for realizada a necrópsia do feto, enviar também um laudo descrevendo o mais minuciosamente possível os achados de necrópsia.

Ao manusear o feto ou os restos placentários, sempre devem ser tomadas medidas de segurança, como utilização de luvas, máscaras e óculos, pois vários agentes que causam abortos nos bovinos também são agentes de importantes zoonoses, e a pele e conjuntiva importantes vias de entrada desses agentes no organismo.

Naqueles rebanhos onde existe grande número de repetições de cio ou outras manifestações clínicas que levem à suspeita de campilobacteriose genital bovina ou tricomonose bovina, deve-se coletar esmegma ou lavado prepucial de 10% dos touros do rebanho.

O esmegma pode ser coletado por meio de raspado ou de lavado prepucial. No primeiro caso, a mucosa do pênis e da bainha peniana é escarificada com uma pipeta de inseminação artificial e o material é aspirado por uma seringa ou pêra acoplada na outra extremidade (Figura 1). O material é colocado em meio de transporte para *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis* ou a pipeta é selada e transportada sob refrigeração ao laboratório. No caso do lavado prepucial, 50 ml de solução salina tamponada (PBS) estéril é introduzida na bainha prepucial por meio de um tubo de plástico estéril (equipo utilizado para hidratação parenteral).

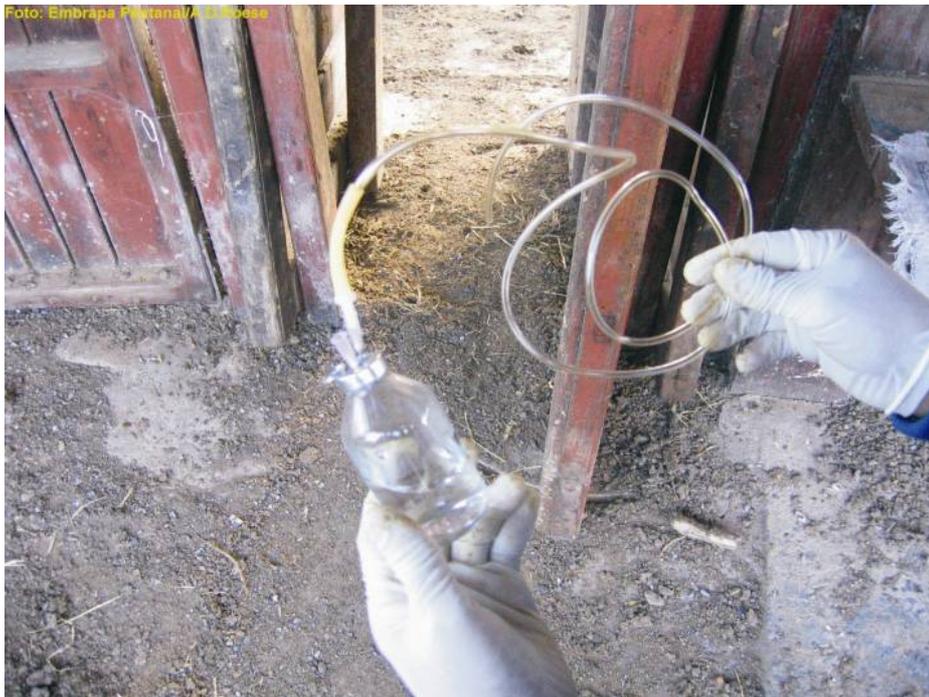


Figura 1. Equipamento para coleta de lavado prepucial.

Após introdução do PBS, o orifício prepucial é fechado com uma das mãos e com a outra se massageia vigorosamente o prepúcio (Figura 2). Depois da massagem, o frasco que continha o PBS é colocado em um nível abaixo do orifício prepucial e o lavado é recolhido por gravidade (LEITE et al., 1995). Um aspecto importante a ser observado quando da coleta de lavado prepucial é que o touro deve ser colocado em repouso sexual por no mínimo 15 dias antes da coleta, obtendo-se maior sucesso no diagnóstico de *C. fetus* subsp. *venerealis* ou de *Tritrichomonas foetus* se forem realizadas duas ou três coletas, com intervalos de 15 dias, sendo que nesses o animal deve permanecer em descanso sexual por 15 dias (STOESSEL, 1982; PELLEGRIN, 2002; LAGE; LEITE, 2000).



Figura 2. Coleta de lavado prepucial.

Nas fêmeas, pode ser coletado muco cervicovaginal com pipeta de inseminação ou tampão absorvente (FERNANDES; DUTRA, 1979). Para a pesquisa de *T. foetus*, esse material deve ser inoculado em meio de Rieck (GUIDA et al., 1960) ou outro meio para o isolamento de *T. foetus* e enviado ao laboratório à temperatura ambiente. Isto é importante, pois, quando o material em meio de Rieck modificado é enviado em gelo ao laboratório, *T. foetus* morre, o que muito dificulta sua identificação (STOESSEL, 1982; PELLEGRIN et al., 1998).

O material para o diagnóstico de campilobacteriose genital bovina pode ser enviado para cultura sob refrigeração e deve chegar ao laboratório em, no máximo, seis horas. Para períodos maiores, esse material pode ser inoculado em meio de transporte para *Campylobacter* e deve ser mantido à temperatura ambiente e ser trabalhado no laboratório dentro de, no máximo, dois dias após a coleta (LANDER, 1990; LAGE ;LEITE, 2000). Tais cuidados na coleta e no transporte do material são fundamentais para a realização de uma tentativa de isolamento confiável.

Outra opção para o diagnóstico da campilobacteriose genital bovina é o envio do material refrigerado para a realização da imunofluorescência direta (IFD) (LEITE, 1977; STOESSEL, 1982).

Para se confirmar a suspeita de outras doenças, pode-se coletar sangue de animais afetados e de animais que não apresentam problemas. O sangue deve ser coletado de preferência em tubo com vácuo, o que, além de facilitar a coleta de material, propicia uma coleta estéril, diminuindo a hemólise e facilitando seu emprego em certas técnicas laboratoriais, como a soroneutralização. Após a coleta de sangue, o tubo deve permanecer em repouso por uma a duas horas em local protegido do sol e à temperatura ambiente. Após esse período, o soro deve ser separado do coágulo e colocado em outro tubo. Outra alternativa é colocar o tubo contendo o sangue coagulado na geladeira até o dia seguinte, quando, então, o soro será separado do coágulo e acondicionado em novo tubo. Após a separação do soro, este deve ser congelado a -20°C e enviado ao laboratório a essa temperatura. Nunca se deve enviar ao laboratório soro com o coágulo. O soro também pode ser enviado refrigerado (4°C) ao laboratório, desde que o tempo de transporte seja inferior a 24 horas. Entretanto, depois de congelado, o soro deve ser mantido a -20°C , evitando-se o seu descongelamento até o laboratório. É fundamental para um bom diagnóstico que o material seja bem identificado desde a coleta até o laboratório. Para isto deve-se utilizar material que não se solte dos tubos e que resista à água. Além disso, os tubos devem ser bem fechados para que o soro não seja derramado durante o transporte.

Considerações finais

O primeiro passo para o diagnóstico dos problemas reprodutivos de origem infecciosa é a análise dos dados reprodutivos dos rebanhos, com uma avaliação geral dos índices produtivos e reprodutivos dos animais e dos sinais clínicos apresentados por estes. Essa análise, associada com o histórico do problema no plantel, com as características clínicas e de perdas reprodutivas, indica as suspeitas e orienta a coleta adequada de material e os exames a serem requisitados. O auxílio do laboratório no diagnóstico de doenças infecciosas é de grande importância e algumas vezes imprescindível e os técnicos responsáveis devem ter a orientação de conduta de coleta de material mais adequada à solução de cada problema.

Referências

ARMATREDJO, A.; CAMPBELL, R. S. F. Bovine Leptospirosis. **Veterinary Bulletin**, Farhan Royal, v. 43, p. 875-891, 1975.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL. **Resultados de comercialização de sêmen de 2004**. Uberaba: ABSIA, 2004. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/download/mercado/relatorio2004.pdf>>. Acesso em: 7 ago. 2009.

BARBER, J. A.; MOMONT, H.; TIBARY, A.; SEDGEWICK, G. P. Recovery from severe dysspermatogenesis in a bull: a case report. **Theriogenology**, New York, v. 41, n. 2, p. 343-363, 1994.

BARBOSA, E. F. Diagnóstico da Diarréia Bovina a vírus. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 23, n. 4, p. 508-514, 1999.

BARBOSA, E. F. IBR se dissemina. **Cultivar Bovinos**, Pelotas, v. 1, p. 20-23, 2004.

BARR, B. C.; ANDERSON, M. L. Infectious diseases causing bovine abortion and fetal loss. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 9, p. 343-368, 1993.

BARTLETT, D. W.; TEETER, K. G.; UNDERWOOD, P. C. Artificial insemination as a means of transmission of bovine venereal trichomoniasis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Chicago, v. 11, p. 114-115, 1947

BENDIXTON, H. C.; BLOM, E. Investigations on brucellosis in the bovine male, with special regard to the spread of the disease by artificial insemination. **Veterinary Journal**, Zimbabwe, v. 103, n. 3, p. 337, 1947.

BIELANSKI, A.; SAMPATH, M.; GRADIL, C.; EAGLESOME, M. D.; GARCIA, M. *In vitro* fertilization of bovine ova in the presence of *Campylobacter fetus* subsp. *venerealis*. **Reproduction in Domestic Animals**, Berlin, v. 29, p. 488- 493, 1994.

BIELANSKI, A.; GHAZI, D. F.; PHIPPS-TOODD, B. Observations on the fertilization and development of preimplantation bovine embryos in vitro in the presence of *Tritrichomonas foetus*. **Theriogenology**, New York, v. 61, n. 1, p. 821 – 829, 2004.

BOWEN, R. A.; SPEARS, P.; STORZ, J. et al. Mechanisms of infertility in genital tract infections due to *C. psittaci* transmitted through contaminated semen. **Journal of Infectious Diseases**, Chicago, v. 138, p. 95-98, 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Defesa Animal. **Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose**. Brasil, 2001a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 5 ago. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura , Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 2 de 10 de janeiro de 2001. Institui o Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 jan. 2001b, Seção 1, p. 5. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2502>>. Acesso em: 5 ago. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura , Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 48 de 17 de junho de 2003. Somente poderá ser distribuído no Brasil o sêmen bovino ou bubalino coletado em centros de coleta e processamento de sêmen - CCPS, registrados no Ministério da agricultura pecuária e Abastecimento - MAPA, que cumprem os requisitos sanitários mínimos para a produção e comercialização de sêmen bovino e bubalino no país. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 junho 2003, Seção 1 , p. 6. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2257>>. Acesso em: 5 ago. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Programa nacional de controle e erradicação da brucelose e da tuberculose animal (PNCEBT): manual técnico. Brasília, DF: MAPA/SDA/DSA, 2006. 188 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria Nº 26 de 6 de setembro de 1996. Aprova as normas anexas inerentes a inscrição de reprodutores doadores de sêmen para fins comerciais ou para uso do proprietário. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 set. 1996. Seção 1, p. 17656. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1513>>. Acesso em: 5 ago. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Resolução Mercosul nº 3, de 19 de abril de 1996. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> Acesso em: 5 ago. 2005.

- BRITTON A. P.; MILLER, R. B.; RUHNKE, H. L.; JOHNSON, W. H. The recovery of ureaplasmas from bovine embryos following in vitro exposure and ten washes. **Theriongenology**, New York, v. 30, p. 997-1003, 1988.
- BROWLIE, J. The pathogenesis of bovine viral diarrhoea virus infections. **Revue Scientifique Technique, Organización Internacional des Epizoties**, Paris, v. 9, p. 43-59, 1990.
- CAMPERO, C. M. Brucellosis en toros: una revisión. **Veterinary Medicine**, Bonner Springs, v. 74, p. 8-14, 1993.
- CLARK, B. L. Review of bovine vibriosis. **Australian Veterinary Journal**, Victoria, n. 47, p. 103-107, 1971.
- CRAWFORD, R. P.; HUBER, J. D.; ADAMS, B. S. Epidemiology and surveillance. In: NIELSEN, K.; DUNCAN, J. R., (Ed). **Animal Brucellosis**. Boca Raton: CRC Press, 1990. p. 131-152.
- DEKEYSER, J. Bovine genital campylobacteriosis. In: BUTZLER, J. P. **Campylobacter infection in man and animals**. Boca Raton: CRC Press, 1984. p. 181-191.
- EAGLESOME, M. D.; GARCIA, M. M. Microbial agents associated with bovine genital trast infection and semen. Part I. *Brucella abortus*, *Leptospira*, *Campylobacter fetus* and *Tritrichomonas foetus*. **Veterinay Bulletin**, Farnham Royal, v. 62, p. 743-775, 1992.
- ELLIS, W. A. Bovine leptospirosis in the tropics: prevalence, pathogenesis and control. **Prevetive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 2, p.411-421. 1984.
- ELLIS, W. A. Leptospirosis as a cause of reproductive failure. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 10, p. 463-478, 1994.
- ELLIS, W. A.; O ´BRIEN, J. J.; PEARSON, J. K.; COLLINS, P. S. Bovine leptospirosis: infection by the Hebdomadis sorogroup and mastitis. **Veterinary Record**, London, v. 11, p. 368-370, 1976.
- EVERETT, K. D. E. *Chlamydia* and *Chlamydiales*: more than meets the eye. **Veterinary Microbiology**, v. 75, p. 109-126, 2000.
- FAINE, S. **Guidelines for the control of leptospirosis**. Geneva: World Health Organization, 1982. 171p.
- FERNANDES, J. C. T; DUTRA, V. Conservação de *Trichomonas foetus* em líquido amniótico. **Arquivos da Faculdade de Veterinária UFRGS**, Porto Alegre, v. 7, p. 149-151, 1979.

- GENOVEZ, M. E.; SCARCELLI, E.; CARDOSO, M. V.; PRADO, W. N. A.; PAULIN, L. M. S.; STEFANO, E.; OKUDA, K. H.; OKUDA, L. H.; PITUCO, M. Vulvovaginitis and reproductive disorders due to *Histophilus somni* (previously *Haemophilus somnus*) in embryo recipients from a dairy heard: a report. **Napigama**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 15-18, 2003.
- GENOVEZ, M. E.; SCARCELLI, E.; ROJAS, S.; GIORGI, W.; KANETO, C. N. Isolamentos bacterianos de fetos abortados bovinos examinados no Instituto Biológico de São Paulo, no período de 1985 a 1992. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 30, p.107-112, 1993.
- GOMES, M. J. P.; FERNANDES, J. C. T.; SILVA, C. E. Identificação de *Trichomonas foetus* em bovinos no Estado do Rio Grande do Sul. **Arquivo Faculdade Veterinária**, Porto Alegre, UFRGS, v. 19, p. 103- 111, 1991.
- GOMES, M. J. P.; WALD, V. B.; MACHADO, R. D. et al (completar). Isolamento de *Chlamydia psittacium* em touros com vesiculite seminal no Rio Grande do Sul, **Hora Veterinária**, Porto Alegre, v. 119, p. 43-46, 2001.
- GROTELUESCHEN, D. M.; MORTIMER, R. G.; ELLIS, R. P. Vesicular adenitis syndrome in beef bulls. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Chicago, v. 205, n. 6, p.874-877, 1994.
- GUIDA, H. G.; MEDEIROS, P. M.; PIZELLI, G. N. Conservação do *Trichomonas foetus* no meio de Rieck modificado. **Publicação Instituto de Zootecnia**, Rio de Janeiro, v. 35, p. 1-7, 1960.
- HIGGINS, R.; HARBOURNE, J. F.; LITTLE, W. A.; STEVENS, A. E. Mastitis and abortion in dairy cattle associated with *Leptospira* of the serotype *hardjo*. **Veterinary Record**, London, v. 107, n. 13, p. 307-310, 1980.
- HOUE, H. Epidemiology of bovine viral diarrhea virus. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**. Bovine Viral Diarrhea Vírus. Philadelphia, v. 11, p. 521-547, 1995.
- IGAYARA-SOUZA, C. A.; GENOVEZ, M. E.; FERREIRA, F.; PAULIN, L. M.; SCARCELLI, E.; CARDOSO, M. V.; TURILLI, C. Ocorrência de anticorpos anti-Chlamydia em bovinos e avaliação de possível relação com distúrbios reprodutivos em São Paulo – Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 28, n. 1, p. 28-33, 2004.
- JESUS, V. L. T.; PEREIRA, M. J. S.; ALVES, P. A. M.; FONSECA, A. H. Fatores intrínsecos do hospedeiro associados à prevalência de tricomonose genital bovina. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, São Paulo, v. 13, p. 159-163, 2004.
- JOYNER, L. P.; BENNETT, G. H. Observations on the viability of *Trichomonas foetus* during the process of freezing to -79°C and thawing in the presence of glycerol. **Journal of Hygiene**, London, v. 54 , p. 335–341, 1965.

- LAGE, A. P. Aspectos sanitários em doadoras e em receptoras de embriões bovinos, **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 23, n. 4, p. 539- 549, 1999.
- LAGE, A. P.; LEITE, R. C. Campilobacteriose genital bovina (Vibriose). **Pecuária de Corte**, São Paulo, v.11, n. 100, p.50-54, 2000.
- LANDER, K. P. The developement of a transport and enrichment medium for *Campylobacter fetus*. **British Veterinary Journal**, London, v. 46, p. 327-333, 1990.
- LEITE, R. C. **Avaliação de alguns métodos de diagnóstico e análise custo/benefício do controle da campilobacteriose bovina**. 1977. 38p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, 1977.
- LEITE, R. C. Controle da diarréia bovina a vírus e rinotraqueíte infecciosa bovina. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 23, n. 4, p. 531-535, 1999.
- LEITE, R. C; HADDAD, J. P; COSTA, G. M; PELLEGRIN, A. O.; RIBEIRO, A. C. C. L. Técnica modificada para coleta de lavado prepucial de touros, para exame de tricomonose e ou campilobacteriose. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 19, p. 434, 1995.
- LEITE, R. M. H., LEITE, R. C., BANDEIRA, D. A., LAGE, A. P. Surto de leptospirose em rebanhos bovinos no Estado da Paraíba. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife, v. 3, n. 3, p. 144 -149, 2000.
- LIMA, M.; FLORES, E. F.; WEIBLEN, R. Eficiência questionada. **Cultivar Bovinos**, Pelotas, n. 1, p. 24-26, 2004.
- LOBATO, Z. I. P. Língua azul: a doença nos bovinos. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 23, p. 515- 523, 1999.
- LOBATO, Z. I. P. Rinotraqueíte infecciosa bovina/vulvovaginite pustular infecciosa/ balanopostite pustular infecciosa. In: SIMPÓSIO DE MANEJO SANITÁRIO E REPRODUTIVO DE BOVINOS, 1., 2000, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000. 83 p.
- MAGAJEVSKI, F. S.; GIRIO, R. J. S.; MATHIAS, L. A.; RODRIGUES, L. H. Características do sêmen de touros sorologicamente reagentes a *Leptospira interrogans* sorovariedade *hardjo*. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 28, n. 1, p. 34-39, 2004.
- MELO, C. B. **Distribuição de anticorpos neutralizantes contra o herpesvirus bovino (HVB-1) em rebanhos bovinos de aptidão leiteira e de corte do Estado de Minas Gerais**. 1998. 82 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998.

MILLER, R.; SOYTA, A. C.; SMITS, B.; FOSTER, R.; ROSENDAL, S. *Ureaplasma diversum* as a cause of reproductive disease in cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**. Diagnosis of Abortion, Philadelphia, v. 10, n. 3, p. 479-490, 1994.

MONTEIRO, L. A. R. C.; PELLEGRIN, A. O.; ISHIKAWA, M. M.; OSÓRIO, A. L. A. R. Investigação epidemiológica da brucelose bovina em um estrato do Estado de Mato Grosso do Sul. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 26, p. 217-222, 2006.

MOREIRA, E. C. **Avaliação de métodos para erradicação de leptospirose de bovinos leiteiros**. 1994. 94 p. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

PARUSOV, V. P.; VOLOSKOV, P. A. The viability of *Trichomonas fetus* in frozen bull sperm. **Veterinaria**, v. 43, p. 77-78, 1966.

PELLEGRIN, A. O. **Campilobacteriose e tricomonose são doenças reemergentes?** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 26 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 41).

PELLEGRIN, A. O.; FIGUEIREDO, J. F.; LEITE, R. C.; LAGE, A. P. **Imunofluorescência direta: um teste sensível e específico para o diagnóstico da campilobacteriose genital em touros**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 3 p. (Embrapa Pantanal. Circular Técnica, 22).

PELLEGRIN, A. O.; MARTINS, N. E.; LAGE, A. P.; REINATO, A. P. R.; GOMES, L. I.; GUIMARÃES, P. H. S.; LEITE, R. C. Tricomonose bovina em Minas Gerais: ocorrência e tratamento. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, Rio de Janeiro, v. 20, p. 244-247, 1998.

PHILPOTT, M. The dangers of disease transmission by artificial insemination and embryo transfer. **British Veterinary Journal**, v. 149, p. 339-369, 1993.

ROCHA, M. A. Diagnóstico da rinotraqueíte infecciosa bovina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 23, p. 535-539, 1999.

ROCHA, M. A.; GOUVEIA, A. M. G.; LEITE, R. C. O vírus da IBR e a inseminação artificial em bovinos. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 22, p. 70-73, 1998.

SCARCELLI, E.; GENOVEZ, M. E.; CARDOSO, M. V.; CAMPOS, F. R.; MIYASHIRO, S.; PIATTI, R. M.; TEIXEIRA, S. R.; STEFANO, E.; OKUDA, L. H.; PITUCO, E. M. Abortion and embryonic death in bovine recipients due to *Histophilus somni* (*Haemophilus somnus*). **Acta Scientiae Veterinariae**. Porto Alegre, v. 32, n. 1/3, p. 59-64, 2004a.

SCARCELLI, E.; PIATTI, R. M.; CARDOSO, M. V.; MIYASHIRO, S.; CAMPOS, F. R.; TEIXEIRA, S.; CASTRO, V.; GENOVEZ, M. E. Detecção de agentes bacterianos pelas técnicas de isolamento e identificação e PCR- multiplex em fetos bovinos

abortados. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 28, n.1, p. 23 - 27, 2004b.

SPRECHER, D. J.; COE, P. H.; WALKER, R. D. Relationship among seminal culture, seminal white blood cells and the percentage of primary sperm abnormalities in bulls evaluated prior to the breeding season. **Theriogenology**, New York, v. 51, n. 6, p. 1197-1206, 1999.

STOESSEL, F. **Las enfermedades venereas de los bovinos: trichomoniasis y vibriosis genital**. Zaragoza: Acribia, 1982. 163 p.

STORZ, J.; CARROL, E. J.; BALL, L. Isolation of a psittacosis agente (*Chlamydia*) from semen and epididymitis of bulls with seminal vesiculitis syndrome. **American Journal Veterinary Research**, Schaumburg, v. 29, p. 549-555, 1968.

STORZ, J.; CARROL, E. J.; STEPHENSON, E. H. Urogenital infection and seminal excretion after inoculation of bulls and rams with chlamydae. **American Journal Veterinary of Research**, Schaumburg, v. 37, p. 517-520, 1976.

STRINGFELLOW, D. A.; WRIGHT, J. C. A review of the epidemiologic aspects of embryo transfer from *Brucella abortus* infected cows. **Theriogenology**, New York, v. 31, n. 5, p. 997- 1006, 1989.

VASCONCELLOS, S. A.; BARBARINI JÚNIOR, O.; UMEHARA, O. Leptospirose bovina. Níveis de ocorrência e sorotipo predominantes em rebanhos dos estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Período de janeiro a abril de 1996. **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 64, p. 7 -15, 1997.

VEZNIK, Z. D.; SVECOVA, D. L.; POSPISIL, D.; DIBLIKOVA, I. M. Detection of chlamydiae in animal and human semen using direct immunofluorescence. **Veterinary Medicine**, v. 41, n. 7, p. 201-206, 1996.

Patologia do Sistema Reprodutor do Touro

Paulo Felipe Izique Goiozo

Pedro Paulo Pires

Resumo

O estudo das alterações morfológicas do sistema reprodutor é uma fonte inesgotável de informações que nos permitem compreender e eliminar todos os fatores que resultam em subfertilidade ou infertilidade do touro. Atualmente, estudos desta natureza são poucos descritos, e a maior parte das alterações do trato reprodutor do touro está restrita a livros textos. Desta forma, foram compilados neste capítulo resultados de pesquisas, alguns casos e dados literários das afecções do trato reprodutivo do touro que invariavelmente culminam com infertilidade ou subfertilidade.

Palavras chave: alterações morfológicas, fertilidade, histopatologia, reprodutores

Patology of Reproductive System of the Bull

Abstract

The study of the morphologic changes of the reproductive system is an inexhaustible source of information that allows to understand and to eliminate all the factors that result in sub-fertility or infertility of the bull. Nowadays, studies of this nature are few described, and most of the alterations of the reproductive trait of the bull are restricted to textbooks. Therefore, it was compiled in this chapter, results of researches, some cases and literary data of the reproductive system lesions of the bull that invariably culminate with infertility or sub-fertility

Keywords: *fertility, histopathology, breeders, morphological alterations*

Introdução

Atualmente, o Brasil destaca-se no cenário mundial como maior produtor de carne e detentor do maior rebanho comercial do planeta estimado em 204 milhões de cabeças (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA, 2004). Entretanto, é consenso entre técnicos e pesquisadores que a fertilidade do rebanho brasileiro é baixa quando comparada com outros países, como a Austrália (CORRÊA et al., 2001). Na criação e exploração de bovinos de corte no Brasil predomina o sistema extensivo ou em pasto, em que o sucesso da produção depende quase que exclusivamente da reprodução (OLIVEIRA FILHO et al., 2002). A capacidade reprodutiva do touro é uma das mais importantes características no rebanho de corte (CHENOWETH, 2000). Para avaliar o perfil reprodutivo de um touro, diversos parâmetros envolvendo as mensurações testiculares e a qualidade do sêmen têm sido propostos, entretanto, pouca atenção tem sido dada ao diagnóstico anatomopatológico das alterações que comprometem a fertilidade dos animais envolvidos no sistema produtivo. Estudos realizados por Maia (1979) e Goiozo et al. (2005a) indicam que a incidência de alterações testiculares é alta. Esses autores estudaram microscopicamente os testículos de touros e descreveram a incidência de alterações testiculares na ordem de 52% e 72,5%, respectivamente, sendo a degeneração testicular a alteração mais frequente seguida por orquites e alterações no desenvolvimento em ambos os estudos. A fertilidade dos touros pode ser afetada por fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos estão relacionados com alterações genéticas como criptorquidismo, monorquidismo, anorquismo, hipoplasia testicular, aplasia segmentar do epidídimo e ductos eferentes, enquanto os fatores extrínsecos são aqueles influenciados pelo ambiente, metabolismo e patógenos (CAMP, 1997).

Para melhor compreensão das alterações do sistema reprodutor do touro, as afecções serão discutidas em tópicos.

Morfologia do aparelho reprodutor do touro

Os testículos são órgãos que possuem duas funções distintas: a produção de espermatozoides via espermatogênese, realizada nos túbulos seminíferos (porção exócrina), e a síntese e liberação de hormônios como testosterona e estrógeno, produzidos nas células intersticiais ou células de Leydig, e nas células de Sertoli, respectivamente (porção endócrina). Esses órgãos estão contidos em uma bolsa especial derivada da pele, o escroto. São elipsóides e sólidos, não havendo relação fixa entre o volume testicular e o tamanho do animal. Apresentam consistência macia e coloração amarelada ou acastanhada. Nos bovinos seu tamanho varia conforme a idade, raça e genética, medindo de 8 cm a 16 cm no seu eixo longitudinal e de 5 cm a 10 cm de largura (HOSKEN, 1997).

Os testículos estão envoltos por uma cápsula rica em fibras colágenas e tecido conjuntivo denso, denominada túnica albugínea, que emite septos para o interior do órgão (mediastino testicular) e o subdivide em lóbulos. Cada lóbulo contém diversos túbulos seminíferos imersos em tecido conjuntivo frouxo contendo vasos, nervos e as células de Leydig. Externamente, a túnica albugínea é revestida por um tecido conjuntivo frouxo (túnica vaginal) derivado do peritônio que se mescla imperceptivelmente com o tecido conjuntivo denso da túnica albugínea (BANKS, 1991).

O epidídimo está intimamente inserido na borda caudal do testículo e por convenção foi dividido em cabeça, corpo e cauda. A cabeça, onde se ligam os ductos eferentes, se curva sobre a extremidade dorsal do testículo, ocupando a borda cranial, coberto pela túnica albugínea; o corpo é delgado e se situa ao longo da parte lateral da borda caudal do testículo; a cauda não se apresenta estreita como o corpo e está inserida no pólo ventral do testículo no qual se liga ao ducto deferente (DYCE et al., 1997). Vale Filho (2001) refere que a palpação dos epidídimos é importante na avaliação clínica de touros e que há relação entre o tamanho dos testículos e a cauda do epidídimo, ou seja, testículo grande, cauda epididimária proeminente.

Histologicamente, os testículos compõem-se de glândulas tubulares enveladas, denominadas túbulos seminíferos, e tecido intersticial, no qual se encontram as células de Leydig, dispostas em pequenos grupos e sustentadas por delicado arcabouço de tecido conjuntivo, onde se situam pequenos vasos sanguíneos e linfáticos, além de nervos. As células de Leydig são poliédricas com um grande núcleo esférico, nucléolos evidentes e citoplasma acidófilo contendo inúmeros grânulos e gotículas de gordura. Os túbulos seminíferos se irradiam do mediastino na forma de adenômeros tubulares envelados. São revestidos por epitélio estratificado da zona basal intermediária e superficial. Embora o epitélio seja estratificado, ele não é típico. As células tubulares formam a linhagem espermatogênica, composta de espermatogônias, espermatócitos primários e secundários, espermátides e espermatozóides. Além das células da linhagem germinativa, estão presentes também as células de Sertoli, que se encontram em número reduzido comparado às células germinativas. São distintas histologicamente por possuir um núcleo claro e de forma oval ou triangular. Possuem formato colunar, se apóiam na membrana basal e podem chegar até a luz tubular, além de possuir núcleo com cromatina finamente dispersa e nucléolo distinto, o citoplasma é claro, tem contorno mal delineado e forma irregular (Figura 1) (BACHA; WOOD, 1990; BANKS, 1991).

Os túbulos seminíferos são contínuos com os túbulos retos e posteriormente com a rede testicular. Essas regiões são revestidas por epitélio pavimentoso, cúbico ou cilíndrico, sendo semelhantes e mais bem identificadas pelas suas posições nos testículos. Nos touros, a rede testicular pode ser revestida por epitélio biestratificado cúbico. Diferentemente dos túbulos retos, a rede testicular é formada por túbulos anastomosados ao acaso (BANKS, 1991).

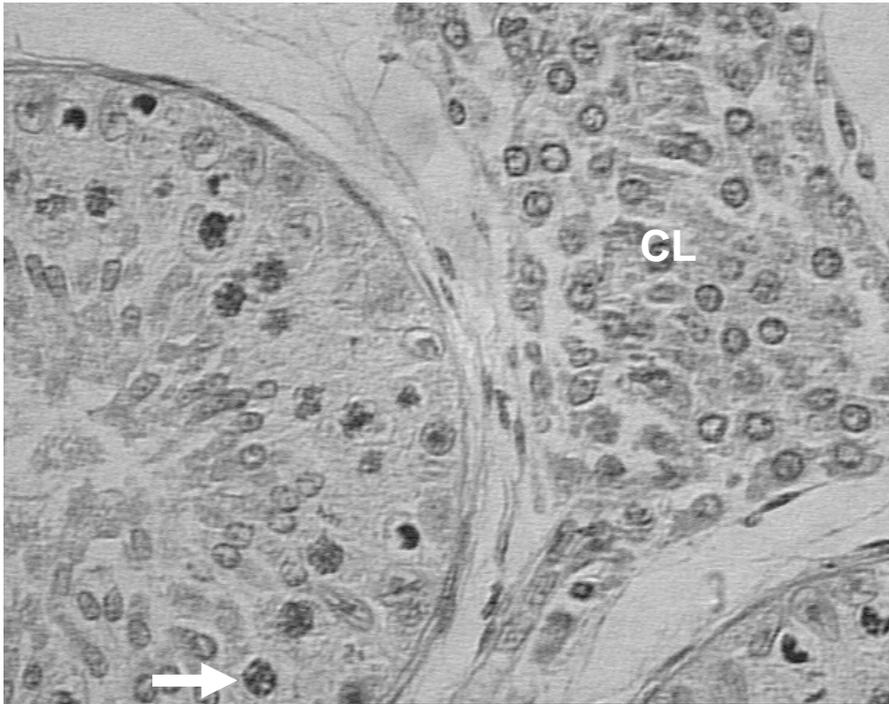


Figura 1. Fotomicrografia testicular (BACHA; WOOD, 1990). Túbulo seminífero normal, com presença de mitose das espermatogônias (seta) e à direita, células de Leydig (CL), HE 600x.

O epidídimo é um tubo enovelado com aproximadamente 60 metros em grandes animais, envolto por tecido conjuntivo frouxo e fibras musculares lisas. O epitélio é do tipo pseudo-estratificado formado por células basais arredondadas e células prismáticas. As células prismáticas apresentam projeções do citoplasma (longos e irregulares), no sentido da luz do ducto (microvilos), chamados de estereocílios que servem, por serem imóveis, para aumentar a superfície de absorção e secreção do epitélio (BANKS, 1991).

Patologias dos testículos e epidídimos

Alterações no desenvolvimento

Criptorquidismo

Caracteriza-se pela ausência dos testículos na bolsa escrotal, conseqüente à suspensão da migração da cavidade abdominal para o escroto. Pode ser uni ou bilateral e possui caráter hereditário. É uma alteração relativamente comum no touro e a patogenia nos bovinos deve-se à baixa inserção do músculo Dartos. Invariavelmente, o testículo criptorquídico é afuncional no caráter espermatogênico por causa da temperatura abdominal. Touros com criptorquidismo unilateral são subférteis, pois o testículo localizado na bolsa escrotal possui espermatogênese normal (JONES et al., 2000).

Macroscopicamente, o testículo criptorquídico é pequeno, resistente ao corte e de coloração enegrecida. Sob o ponto de vista histopatológico, é semelhante a um testículo com hipoplasia severa ou em um estágio avançado de degeneração do epitélio seminífero. Podem ser observados ainda o aumento do tecido conjuntivo intersticial e uma discreta hiperplasia das células de Leydig (ACLAND, 1998).

Hipoplasia testicular

A hipoplasia testicular particulariza-se pelo não desenvolvimento de um ou mais componentes celulares dos túbulos seminíferos. Essa alteração ocorre em associação com diversos fatores, dentre os quais se destacam os distúrbios no desenvolvimento, genéticos e cromossômicos. A hipótese aceita para essa anomalia em bovinos é a presença de um gene autossômico de penetrância incompleta (SANTOS, 1979; ACLAND, 1998; LADDS, 1993; JONES et al., 2000; NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Quanto à ocorrência dessa afecção, Ohashi et al. (1988) encontraram 1,1% em animais criados em clima amazônico, enquanto Goiozo et al. (2005a) observaram 15% em animais criados no Centro-Oeste brasileiro. Goiozo et al. (2003) avaliaram o efeito dessa alteração sobre o perímetro escrotal (PE) de touros da raça Nelore e concluíram que animais com hipoplasia testicular discreta ou moderada não apresentaram diferença significativa no PE quando comparados com animais com testículos normais.

Sob o ponto de vista anatomopatológico, a hipoplasia pode ser dividida em discreta (leve), moderada (intermediária) e severa (total). Pode ser uni ou bilateral, sendo o testículo esquerdo afetado com maior frequência (LADDS, 1993; STEFFEN, 1997).

Histologicamente, os túbulos hipoplásicos podem ser confundidos com túbulos normais. Em casos de hipoplasia severa, os túbulos apresentam-se com o diâmetro menor e lineados por células de Sertoli, às vezes pela lâmina basal ou espermatogônias que não mostram atividade mitótica. A membrana basal é espessada e hialinizada com um aumento do tecido conjuntivo peritubular. As células de Leydig se apresentam em número aumentado quando comparado com o testículo normal (Figura 2) (NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Na hipoplasia moderada, 50% ou mais dos túbulos estão envolvidos, enquanto nos túbulos remanescentes há graus variados de atividade espermatogênica e, ocasionalmente, espermatozóides. Na maioria dos túbulos, a atividade de diferenciação ocorre somente até o estágio de espermatócitos. A subsequente degeneração resulta em vacuolização do epitélio germinativo. Além da vacuolização, estão presentes células gigantes multinucleadas em número variável, evoluindo para divisão, mas não para separação das células germinativas (LADDS, 1993).

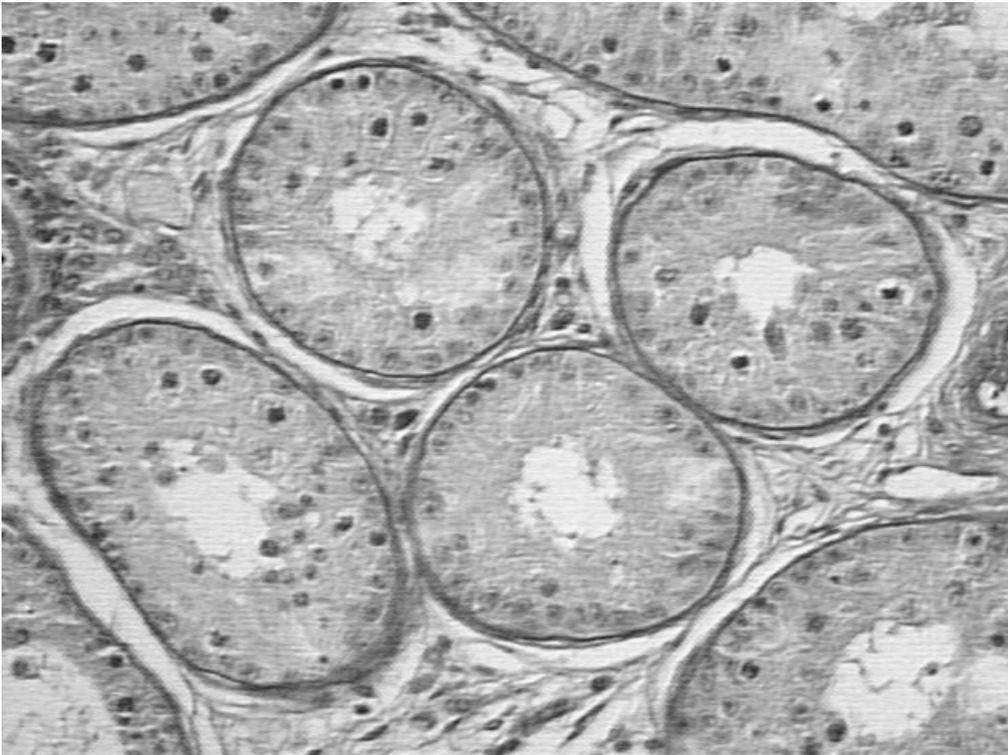


Figura 2. Fotomicrografia testicular. Grupo de túbulos seminíferos hipoplásicos. Notar o espessamento da membrana basal, PAS, 450x.

Na hipoplasia discreta, ocasionalmente os túbulos são tomados somente por células de Sertoli, mas na maioria deles há atividade mitogênica além do estágio de espermatócitos. Embora possa haver infiltração de células inflamatórias (linfócitos), esta não é uma característica comum da hipoplasia. O diagnóstico da hipoplasia moderada e, principalmente, da discreta é difícil, uma vez que os testículos estão clínica e macroscopicamente inalterados e a fertilidade do touro está praticamente normal (LADDS, 1993; STEFFEN, 1997).

O uso do método de coloração pelo ácido periódico de Schiff (PAS) auxilia na diferenciação entre hipoplasia e degeneração, visto que cora acentuadamente a membrana basal, que nos casos de hipoplasia se apresenta espessada e com o contorno inalterado (LADDS, 1993; GOIOZO et al., 2003) (Figura 2).

Aplasia segmentar ou aplasia segmentar dos ductos de Wolff

Aplasia segmentar do epidídimo caracteriza-se pela não formação de um segmento epididimário consequente à interrupção do desenvolvimento do ducto mesonéfrico durante a embriogênese. É uma anomalia frequente em bovinos e possivelmente de origem hereditária. Consequente a essa lesão, os animais apresentam espermiostase e espermatocelose podendo culminar com granuloma espermático que será descrito a seguir. Quanto à localização, o corpo e a cauda são as porções mais afetadas, sendo o testículo direito acometido com maior frequência (NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Essa hipoplasia ou mesmo aplasia pode ser unilateral, onde os touros podem ter, com frequência, sua fertilidade inalterada, ou bilateral, que inevitavelmente tornará o reprodutor infértil (SANTOS, 1979). Este mesmo autor acrescenta que animais que apresentam aplasia segmentar podem ter o epidídimo não palpável ao exame físico.

Espermatocelose

Espermatoceloses são dilatações císticas da rede testicular ou epidídimo com subseqüente acúmulo de espermatozoides (SANTOS, 1979; JONES et al., 2000; NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Segundo Jones et al. (2000), a espermatocelose pode ser adquirida ou ser congênita, tornando-se evidente apenas depois de iniciada a espermatogênese.

O acúmulo de espermatozoides nos cistos poderá causar atrofia e ruptura do revestimento epitelial levando à formação de um granuloma espermático (JONES et al., 2000; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Alterações regenerativas

Degeneração testicular

Caracteriza-se por processos degenerativos e necróticos das células germinativas, sendo considerada uma lesão relativamente comum. Pode apresentar-se de maneira uni ou bilateral, a depender da causa (localizada ou sistêmica), podendo variar de discreta a severa sob o ponto de vista histopatológico (SANTOS 1979; BLANCHARD et al., 1991; CAMP, 1997; ACLAND, 1998; NASCIMENTO; SANTOS 2003).

Estudos realizados por Maia, (1979) e Goiozo et al. (2005a) indicam que a degeneração testicular é a afecção testicular mais comum nos bovinos. Em ambos os estudos, a degeneração foi a alteração mais frequente representando, respectivamente, 42,65% e 54,1% de todas as alterações encontradas, sendo, assim, a principal fonte de infertilidade do macho.

Macroscopicamente, os testículos são tumefeitos, de coloração pálida e em casos iniciais podem estar discretamente diminuídos de tamanho. Já nos casos mais avançados, apresentam-se significativamente diminuídos, firmes e resistentes ao corte, em razão da proliferação de tecido conjuntivo.

No que refere aos aspectos histopatológicos, os túbulos seminíferos apresentam-se diminuídos de tamanho, ocorrendo o espessamento da membrana basal e a presença de células gigantes (ACLAND, 1998; NASCIMENTO; SANTOS, 2003). O aspecto morfológico é fundamental na diferenciação entre hipoplasia e degeneração, pois na degeneração há um maior número de espermatogônias com citoplasma vacuolizado e, apesar de existir o espessamento e hialinação da membrana basal, na degeneração estas possuem um contorno irregular (Figura 1 e 3) (LADDS, 1993; ACLAND, 1998; GOIOZO et al., 2005a; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

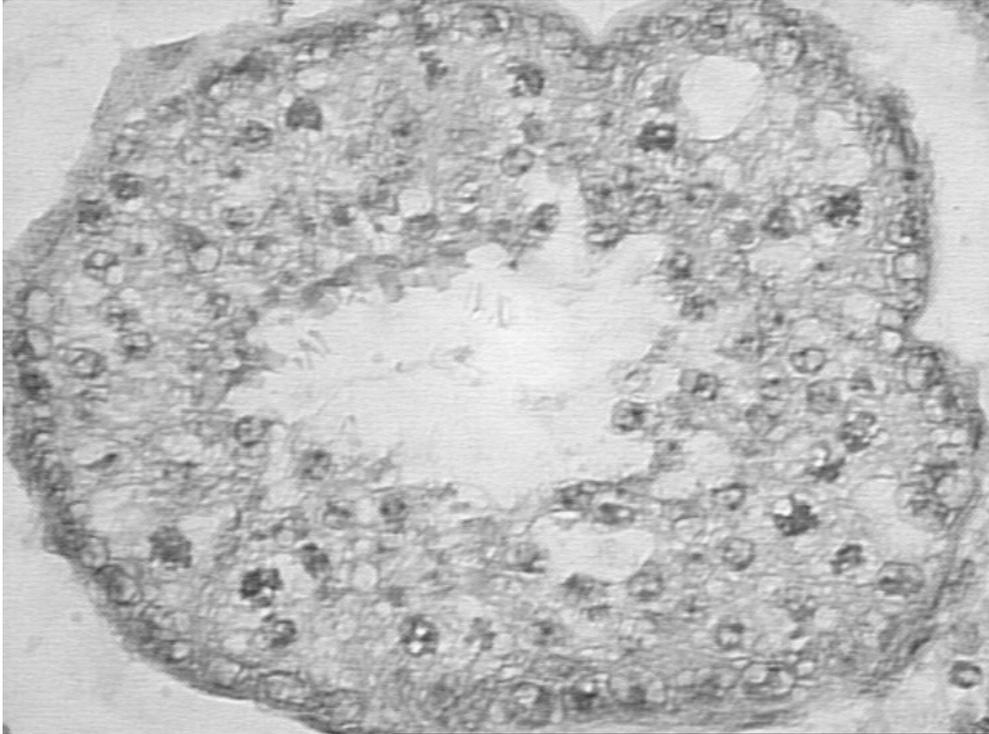


Figura 3. Fotomicrografia. degeneração discreta. Notar a presença de restos de espermatozoides e a irregularidade da membrana basal, HE, 640x.

Inflamações

Orquites

Orquite é a denominação do processo inflamatório dos testículos, pode ter origem traumática ou infecciosa e pode ser intersticial (intertubular), intratubular ou necrosante, dependendo da localização e da característica da lesão (LADDS, 1993; ACLAND, 1998).

A orquite traumática não é comum nos bovinos, ocorrendo com maior frequência no carneiro e no cão. Nos bovinos, a orquite traumática é resultante de feridas situadas no escroto, onde, em casos graves, a progressão da lesão afeta os testículos (ACLAND, 1998).

No que concerne à orquite infecciosa, diversos agentes podem acometer o macho bovino, tais como: *Brucella abortus*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Actinomyces pyogenes*, *Nocardia farcinica*, herpes-vírus bovino tipo III (RBI-VPI), entre outros. Esses agentes podem chegar aos testículos por via hematogena ou ascendente (SMITH, 1994; CAMP, 1997; ACLAND, 1998; JONES et al., 2000; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Além dos agentes supracitados, outras bactérias podem acometer os bovinos, tais como *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Actinomycetos* spp. e *Pseudomonas* spp. No exame histopatológico dos testículos desses animais Goiozo et al., (2005b), observaram variados graus de degeneração testicular e infiltrado inflamatório mononuclear, distribuídos de maneira inter e intratubular (Figura 4).

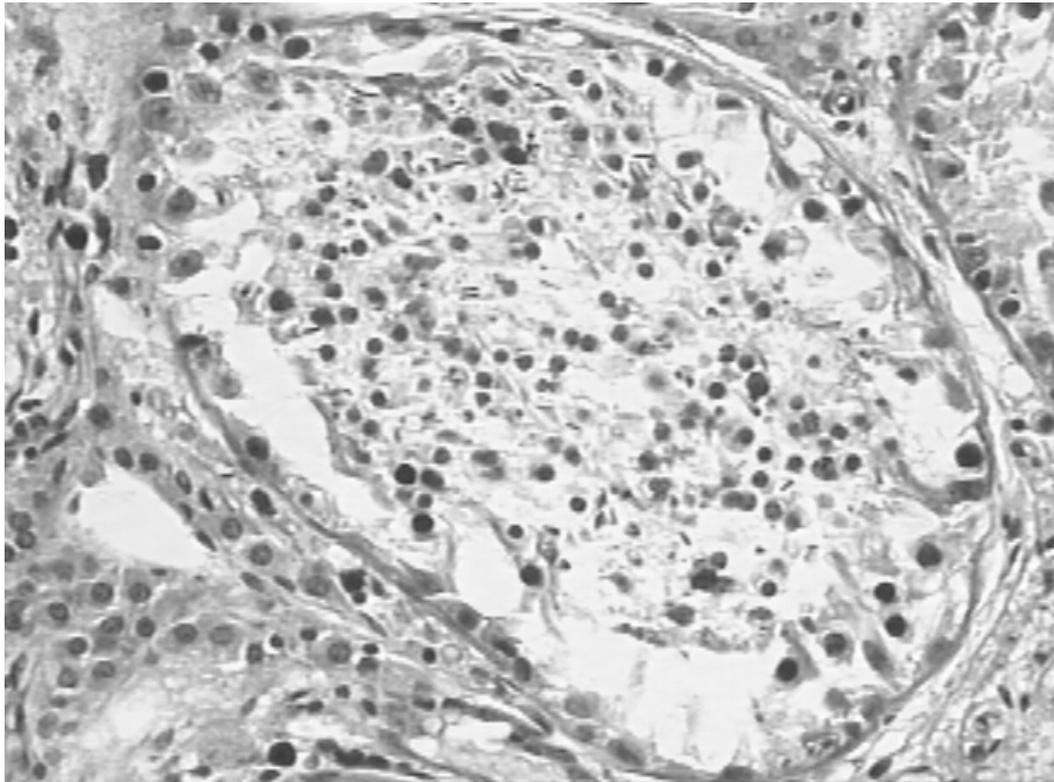


Figura 4. Túbulo seminífero com degeneração severa e presença de linfócitos intratubular (HE, 400x).

Dos agentes citados, destaca-se *Brucella abortus*. Nos bovinos, esse microorganismo causa inicialmente uma orquite intratubular que posteriormente progride para orquite necrosante (LADDS, 1993; SMITH, 1994; ACLAND, 1998; JONES et al., 2000; NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Os sinais clínicos são característicos da resposta inflamatória: dor, tumor, calor, rubor e perda da função. Pode ocorrer de maneira uni ou bilateral e em ambas as formas, o animal apresenta subfertilidade ou infertilidade. Quando apenas um testículo é acometido, a infertilidade ou subfertilidade deve-se ao aumento da temperatura do testículo afetado, que induz o contralateral a um quadro de degeneração severa (AGUIAR et al., 2001; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Ao exame macroscópico do testículo, após a necropsia ou orquiectomia, observam-se presença de conteúdo fibrinopurulento ou hemorrágico, áreas de necrose de coagulação, e nos casos crônicos, pode haver proliferação de tecido conjuntivo (fibrose) ou a presença de abscessos. Microscopicamente, nota-se necrose de caseificação, envolvida por macrófagos, linfócitos e cápsula conjuntiva. Debris celulares das células tubulares também podem ser observados (NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Infecção por *Mycobacterium tuberculosis* também é uma causa comum de orquite nos bovinos. Frequentemente, a manifestação de tuberculose nos testículos está associada a focos primários da doença em outros órgãos, que se disseminam por via hematológica até atingir o testículo (SANTOS, 1979).

Além das infecções citadas, outro tipo comum de processo inflamatório testicular nos bovinos é a orquite inespecífica, que se caracteriza por uma inflamação leve, multifocal, subaguda, intersticial e de origem desconhecida. Não há lesões macroscópicas evidentes, sendo, portanto, um diagnóstico microscópico, onde são observados focos linfocitários circundando os túbulos seminíferos e vasos (Figura 5) (ACLAND, 1998)

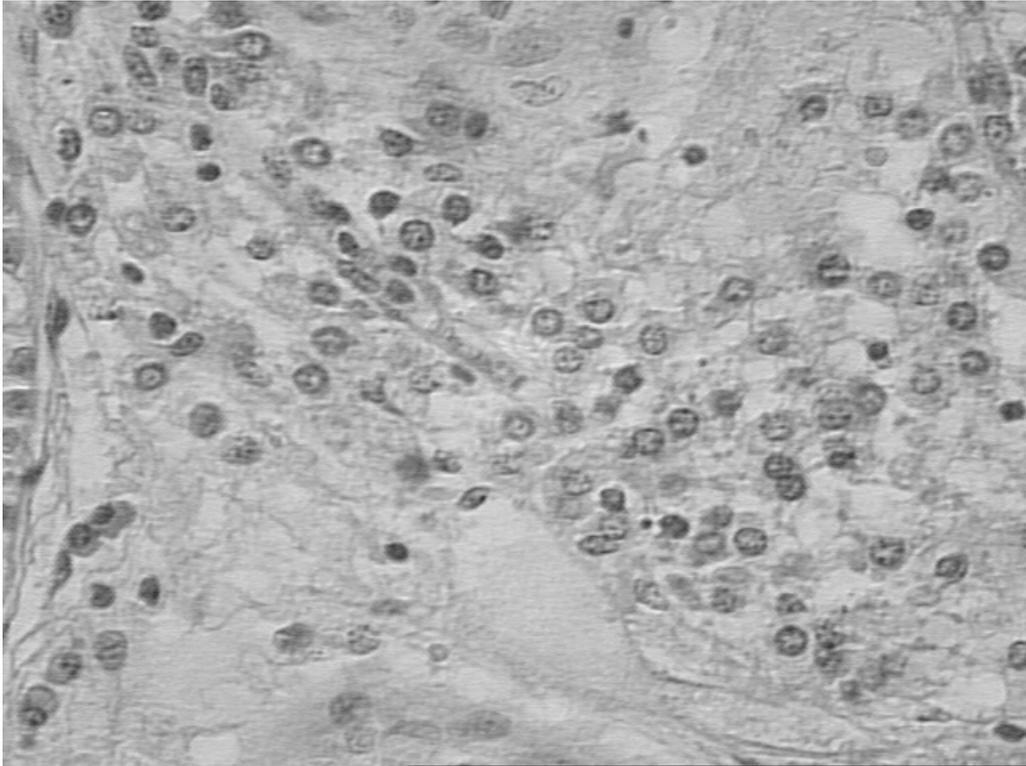


Figura 5. Fotomicrografia testicular. Orquite inespecífica. Notar presença de linfócitos no interstício testicular, HE, 640x.

Granuloma espermático

O granuloma espermático pode aparecer desde que ocorram lesões da membrana basal permitindo o escape de espermatozoides (SANTOS, 1979) e constitui uma intensa reação inflamatória granulomatosa consequente à invasão dos espermatozoides nos tecidos adjacentes aos túbulos seminíferos ou ductos epididimários. Macroscopicamente, o granuloma é semelhante a um abscesso. Histologicamente evidencia-se a presença de macrófago, células gigantes multinucleadas, células inflamatórias mononucleares e tecido conjuntivo fibroso ao redor de uma massa central de espermatozoides necrosados (JONES et al., 2000; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Epididimite

Epididimite pode ser causada por patógenos específicos, que têm predileção pelo epidídimo, ou por bactérias capazes de causar infecção em qualquer órgão (JONES et al., 2000). Segundo Nascimento e Santos (2003), a epididimite quase sempre se encontra associada à orquite.

Nascimento e Santos (2003) relatam que a causa mais comum de epididimite é a tuberculose localizada basicamente na cabeça do epidídimo, que se apresenta com aumento de volume, consistência firme e ao corte revela áreas de necrose caseosa e focos de calcificação.

Neoplasias testiculares

Neoplasias testiculares são comuns em touros idosos. Os tumores testiculares são derivados dos componentes especializados dos testículos, sendo eles: tumor das células intersticiais ou de Leydig ou leydigocitoma; tumor das células de Sertoli ou sertolioma; tumor das células germinativas ou seminoma. Esses três tipos de neoplasias podem ocorrer de maneira isolada ou combinada. Na maioria dos casos de tumores testiculares, a espermatogênese apresenta-se comprometida no testículo afetado, enquanto o contralateral mantém o processo de gametogênese normal (ACLAND, 1998; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Dentre as neoplasias testiculares, o leydigocitoma é o mais comum nos bovinos. Pode ser uni ou bilateral, múltiplo ou sólido, com diâmetro que varia de milímetros a poucos centímetros. Somente em casos especiais leva a um aumento de volume evidente do órgão. Macroscopicamente, esse tumor é facilmente identificado por causa de sua coloração bronzeada ou alaranjada. É uma neoplasia esférica, bastante vascularizada e macia à palpação (LADDS, 1993; ACLAND, 1998; JONES et al., 2000; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Ao exame histológico, caracteriza-se por apresentar células arredondadas com citoplasma granuloso, vascularização intensa e, em alguns casos, pode haver pigmentos citoplasmáticos e áreas focais de hemorragia e necrose. Além dessas características, cápsula conjuntiva e atrofia tubular adjacente podem ser observadas (NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

A diferenciação entre leydigocitoma e hiperplasia das células de Leydig é problemática. Por causa disso, existe a tendência de classificar os nódulos com menos de 2 mm de diâmetro como hiperplasia e nódulos com diâmetro superior, como neoplásicos (JONES et al., 2000).

O sertolioma é a neoplasia menos comum no touro. Macroscopicamente apresenta grandes formações nodulares envoltas por espessa cápsula conjuntiva, consistência firme, coloração esbranquiçada ou acinzentada e aspecto lobular ao corte. Ao exame histopatológico é composto de abundante estroma conjuntivo, células alongadas com disposição em forma de feixes perpendiculares à membrana basal e citoplasma acidófilo, assim como núcleo basal e hiper cromático (LADDS, 1993; ACLAND, 1998; JONES et al., 2000; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Os seminomas são habitualmente tumores solitários e unilaterais. Sua ocorrência é mais frequente em testículos criptorquídicos. A origem multicêntrica e a capacidade invasiva são sinais característicos desse tumor. Macroscopicamente, apresenta-se como uma massa branca ou cinza-rósea, firme, protrui ao corte, deixa fluir um líquido viscoso e possui finas trabéculas fibrosas. Microscopicamente, os seminomas podem ser encontrados em arranjos intratubulares ou difusos de células grandes, poliédricas, com contornos bem demarcados. A cromatina mostra-se vesiculosa e os nucléolos proeminentes. São vistas áreas de necrose e infiltrado de células inflamatórias linfocíticas (LADDS, 1993; ACLAND, 1998; JONES et al., 2000; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Patologias do pênis e prepúcio

Alterações no desenvolvimento

Nos bovinos, alterações no desenvolvimento peniano ou prepucial são raras. A mais comum é a hipospádia, que se caracteriza quando o óstio uretral externo se encontra ventralmente ao pênis, podendo abrir-se da glândula até o arco isquiático. Pode se apresentar em abertura única ou múltiplas e, nos touros, essa anomalia está associada a rebanhos altamente consanguíneos.

Outra anomalia que pode acometer o pênis dos touros é a persistência do frênilo peniano, que é a presença de um feixe de tecido conjuntivo que une o prepúcio à parte ventral da glândula impedindo a protrusão do pênis. Touros das raças Shorthorn e Alberdeen Angus são acometidos com maior frequência (STEFFEN, 1997; JONES et al., 2000; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Alterações inflamatórias

Acrobustite

Acrobustite é a denominação do processo inflamatório crônico do prepúcio com estreitamento do óstio e, conseqüentemente, não exteriorização do pênis. Normalmente, touros zebuínos são mais suscetíveis por causa do tamanho do umbigo. O processo inicia-se de um prolapso da mucosa peniana seguido de traumas constantes (CAMP, 1997; NASCIMENTO; SANTOS 2003).

Balanopostite, falopostite e postite

O processo inflamatório do pênis, quando acometido de maneira generalizada, recebe o nome de falopostite. Balanopostite é a denominação da inflamação da glândula e do prepúcio, e postite é quando apenas o prepúcio se apresenta inflamado. Esses processos podem ser causados por vírus, bactérias e protozoários (CAMP, 1997; NASCIMENTO; SANTOS 2003).

A mucosa peniana dos touros sofre alterações na superfície com o decorrer da idade. Em animais jovens, a mucosa é lisa e regular, enquanto que em animais idosos é irregular com formações de criptas. Em touros idosos, essas criptas podem apresentar-se persistentemente colonizadas por *Tritrichomonas foetus* ou *Campylobacter fetus*, tornando esses animais fonte de infecção para transmissão desses agentes às fêmeas. Em animais jovens, a infecção é temporária, visto que estes organismos não persistem na ausência das criptas (CAMP, 1997; NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Em ambos os casos não há evidências de sinais clínicos, embora os esfregaços dessas criptas apresentem células inflamatórias.

Outras bactérias associadas à inflamação do pênis e prepúcio são: *Corynebacterium renale*, que produz abscessos penianos e prepuciais secundários a traumatismos; e *Actinomyces pyogenes*, que causa falopostite química mediante a produção de amônia a partir da uréia urinária.

O principal agente viral causador de balanopostite em touros é o herpes-vírus tipo 1, transmitido venereamente. Macroscopicamente, evidenciam-se pequenas vesículas, pústulas ou placas necrosadas de coloração amarelo-esbranquiçada que coalescem e formam áreas de erosão e ulceração. Microscopicamente, observam-se áreas de degeneração hidrópica e necrose com presença de corpos de inclusão intracelulares eosinofílicos no epitélio adjacente às áreas necrosadas (CAMP, 1997; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Neoplasias penianas

Nos touros, a neoplasia peniana mais comum é o fibropapiloma, tumor transmissível para a fêmea pela cópula, possivelmente causado por uma variação do vírus do papiloma cutâneo. Podem ser múltiplos ou simples, com formações nodulares com aspecto de couve-flor com tendência a ulceração e a hemorragias, sua localização preferencial é a glândula e a junção pênis-prepúcio (NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Patologias das glândulas anexas

Dentre às afecções das glândulas anexas, nos touros, destaca-se a vesiculite seminal, que pode ser causada por diversos agentes bacterianos, sendo *Brucella abortus* a mais frequente. Outras bactérias como *Arcanobacter pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp. e *Mycobacterium tuberculosis* são importantes agentes causadores de vesiculite seminal nos touros (CAMP, 1997; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Macroscopicamente, a glândula apresenta-se com volume aumentado, hiperêmica e consistente à palpação. Ao microscópico óptico, evidenciam-se células inflamatórias com predomínio de neutrófilos em casos agudos e linfócitos e plasmócitos na fase crônica.

A inflamação da glândula bulbouretral (adenite uretral) em touros caracteriza-se por uma extensão da vesiculite seminal, tendo como causa o mesmo agente infeccioso (CAMP, 1997; NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Considerações finais

Atualmente, existem poucos estudos envolvendo as alterações no sistema reprodutor do touro. Entretanto, as poucas investigações epidemiológicas existentes na literatura brasileira indicam que as afecções são mais frequentes do que as relatadas. Considerando os prejuízos que estas podem ocasionar aos rebanhos, pode-se inferir que a detecção precoce dessas afecções em animais destinados à reprodução contribuiria significativamente com o avanço, já notório, da pecuária de corte brasileira. Deste modo, tornam-se imprescindíveis novos estudos envolvendo a patogenia desses processos e métodos diagnósticos mais acurados e compatíveis com a importância econômica que a pecuária de corte representa para o país.

Referências

- ACLAND, H. M. Sistema reprodutor do macho. In: CARLTON, W. W. e McGAVIN, M. D. **Patologia veterinária especial de Thomsom**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 671 p.
- AGUIAR, D. M.; RIBEIRO, M. G.; BRITO, A. F.; PESSOA, V. M. Soroaglutinação, sêmen plasma aglutinação e exame andrológico no diagnóstico da brucelose em machos bovinos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 68, n. 2, p. 103 - 105, 2001.
- BACHA Jr., W. J.; WOOD, L. M. **Color atlas of veterinary histology**. Philadelphia: Lea and Febiger, 1990. 269 p.
- BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. 2. ed. São Paulo: Manole, 1991. 629 p.
- BLANCHARD, T. L.; VARNER, D. D.; BRETZLAFF, K. N. ELMORE, R. G. The causes and pathologic changes of testicular degeneration in large animals, **Veterinary Medicine**, Lenexa, v. 86, n. 5, p. 531-536, 1991.
- CAMP, S. D. V. Common causes of infertility in the bull. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v.13, n. 2, p. 203 - 231, 1997.
- CHENOWETH, P. J. Examem de libido y capacidad reproductiva em toros Therios, Buenos Aires, (suplemento 1): p. 33 - 48, 2000.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. Pecuária de corte: exportações são recordes, mas produtor perde renda. Disponível em <<http://www.cna.org.br/cna/publicacao/noticia.wsp?tmp.noticia=2367>>, Acesso em: 20 abr. 2004.
- CORRÊA, E. S.; EUCLIDES FILHO, K.; ALVES, R. G. O.; VIEIRA, A. **Desempenho reprodutivo em um sistema de produção de gado de corte**. Campo Grande, CNPGC-EMBRAPA. 2001. 33 p.
- DYCE, K. M.; SACK, W. O. E WENSING, C. J. G. **Anatomia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ganabara Koogan, 1997. 663 p.
- GOIOZO, P. F. I.; Di SANTIS, G. W.; LIMA de, J. P.; LIMA, M. C.; LAUFER AMORIM, R.; BANDARRA, E. P.. Alterações testiculares em bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) criados no centro-oeste brasileiro. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, Brasília DF, v. 11, n. 34, p. 58-62, 2005a.
- GOIOZO, P. F. I.; PIRES, P. P.; PEREIRA, L. F.; PEREIRA, M. F.; AMARAL, T. B.; FERNANDES, C. E. S.; Di SANTIS, G. W BANDARRA, E. P. Perfil seminal e histopatologia testicular de touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) com orquite bacteriana. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. supl. 1, p. 106-107, 2005b.

- GOIOZO, P.F.I; LIMA, J.P; DI SANTIS, G. W; BANDARRA, E.P; LIMA, M.C; BALIEIRO, J.C.C; ROSAS FILHO, A. C. Hipoplasia testicular (discreta e moderada) e sua correlação com o perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 27, n.3, p. 559 - 560, 2003.
- HOSKEN, R. F. Anatomy and physiology of the bull EMBRAPA. 2001. 33 ps Reproductive System. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**. Philadelphia, v. 13, n 13, p. 195 - 203, 1997.
- JONES, T. C.; HUNT, R. D.; KING, N. W. **Patologia veterinária**. 6. ed. São Paulo: Manole, 2000. 1415 p.
- LADDS, P. W. The male genital system. In: JUUB, K. V. F.; KENNEDY, P. C.; PALMER, N. **Pathology of domestic animals**. 4. ed. San Diego: Academic Press, 1993, v. 3, p. 485-512.
- MAIA, P. C. **Alterações testiculares e epididimárias em bovinos**. Belo Horizonte -MG, 1979, 37 p. Tese de (Mestrado) em Patologia Veterinária - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.
- NASCIMENTO, E. F; SANTOS, R. L. **Patologia da reprodução dos animais domésticos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 137 p.
- OHASHI, O. M.; SOUSA, J. S.; RIBEIRO, H. F. L.; VALE, W. G. Distúrbios reprodutivos em touros *Bos indicus*, *B. taurus* e mestiços criados em clima amazônico. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, n. 8, v. 2, p. 31 - 35, 1988.
- OLIVEIRA FILHO, B. D.; OLIVEIRA, C. M. G.; GAMBARINI, M. L.; SILVA JÚNIOR, R. P.; RUNTZ, T. L. Considerações técnico-econômicas da avaliação andrológica em sistemas de produção de rebanhos de corte. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, Brasília, DF, n. 27, p. 51-58, 2002.
- SANTOS, J. A. **Patologia especial dos animais domésticos (mamíferos e aves)**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1979. 576 p.
- SMITH, P. B. **Tratado de medicina interna de grandes animais**. São Paulo, Manole, 1994, 1738 p.
- STEFFEN, D. Genetic causes of bull infertility. **Veterinary clinics of north america: food animal practice**. v. 13, n. 2. p. 243 - 253. 1997.
- VALE FILHO, V. R. Subfertilidade em touros: parâmetros para avaliação andrológica e conceituação geral. **Cadernos técnicos de veterinária e zootecnia**. Belo Horizonte, v. 1, n. 35, p. 81-87, 2001.

Caracterização do Comportamento Sexual de Touros Zebuínos

José Robson Bezerra Sereno

Resumo

Este capítulo aborda importantes questões relacionadas ao comportamento sexual de touros zebuínos, tais como: teste de libido, teste de capacidade de serviço, proporção touro:vaca e hierarquia social e dominância. No teste de libido clássico os touros são colocados individualmente em piquetes de 200 m² com uma a três vacas em cio natural ou induzido. Nesta ocasião, são registradas todas as manifestações de interesse sexual ocorridas em um prazo de 10 minutos, bem como o tempo de reação. A avaliação final é realizada através de notas atribuídas aos animais que variam de zero a dez. O teste de capacidade de serviço foi desenvolvido para prever a monta natural dos touros a campo, sendo definido como o número de montas efetuadas em um determinado período de tempo (20 ou 40 minutos), utilizando-se vacas contidas em anestro e fazendo-se a excitação visual prévia dos touros a serem submetidos ao teste. Ao finalizar o teste atribuem-se notas relativas ao desempenho sexual, classificando os melhores. Estudos relativos à redução da proporção touro:vaca, utilizando reprodutores zebuínos em condições tropicais ainda são escassos e neste capítulo são discutidas algumas tecnologias visando o uso racional dos reprodutores. Finalmente são abordados diferentes padrões de organização social, que definem como serão as interações entre grupos e entre animais do mesmo grupo, contribuindo para a minimizar os efeitos negativos da competição. Conclui-se que há necessidade de mais estudos na área de comportamento sexual de touros zebuínos a fim de estabelecerem-se novos ajustes nos testes comportamentais e, desta forma, proporcionar aos extensionistas e criadores mais uma ferramenta no processo de seleção genética de reprodutores.

Palavras chave: capacidade de serviço, hierarquia social, libido, machos, proporção touro:vaca

Characterization of Sexual Behaviour of Zebu Bulls

Abstract

The chapter deals with important questions related to sexual behaviour of zebu bulls, such as: libido test, service capacity test, bull:cow ratio and social hierarchy and dominance. At classic libido test, the bulls are located individually in 200 m² paddocks with one to three cows in natural or induced heat. At such occasions all the reactions of sexual interest are recorded for ten minutes, along with time of reaction. The final evaluation is carried out through scores given to the bulls varying from zero to ten. The capacity of service test has been developed to predict the natural mounting of bulls in the field, and it is defined as the number of mounting taking place on a determined amount of time (20 or 40 minutes), using restrained cows in anestro and visually exciting the bulls prior to the tests. At the end of the tests, scores are attributed to the bulls related to their sexual performance, classifying the best bulls. Studies related to the reduction of bull:cow ratio using zebu breeders in tropical conditions are still rare and in this chapter available technologies for the rational management of bulls are discussed. Finally different patterns of social organisation which define the interactions inside and among groups are discussed, aiming to minimise the negative affects of competition. It is concluded that there is a need of new studies on sexual behaviour of zebu bulls in order to adjust the behavioural tests used and hence give to the extension and breeders another tool for the genetic selection of the bulls.

Keywords: *bull:cow ratio, libido, male, service capacity, social hierarchy*

Introdução

Os primeiros estudos relativos ao comportamento sexual dos animais domésticos foram realizados na década de 1960. Essas investigações feitas por Hafez et al. (1962) continuam sendo fundamentais para a caracterização etológica das diferentes espécies e raças domésticas. Porém, atualmente, observa-se tendência em se fazer uma nova leitura e/ou atualização dos conhecimentos com vistas a proporcionar uma exploração pecuária baseada em princípios de bem-estar animal.

Com a modernização da pecuária, outras atitudes comportamentais passaram a ter maior importância no sistema de produção. Para exemplificar melhor essa questão observou-se nos trabalhos realizados por Sereno et al. (2004a) e Sereno (2004) com suínos nativos ibéricos, criados em sistema extensivo, que ao se aplicarem os procedimentos de treinamento de monta preconizados por Martín Rillo (1996) para as raças especializadas (Landrace e Large White), os resultados não se mostraram satisfatórios. Essa inadequação, preconizada para suínos de raças especializadas quando aplicada em suínos nativos, obrigou os autores a elaborarem uma série de estudos básicos sobre as raças nativas. O objetivo desses estudos foi ampliar os conhecimentos sobre essas raças para posteriormente caracterizá-las sob o ponto de vista etológico, para a execução, adaptação e criação de novos protocolos para o adequado treinamento e condicionamento de monta, em manequim, tornando possível a coleta e congelamento de sêmen desses animais.

No Brasil, Costa e Silva (2002) desenvolveu vários estudos de comportamento sexual utilizando touros nelores e observou que os testes de libido preconizados por Chenoweth (1974) não se aplicavam integralmente à raça Nelore. Por essa razão, a autora sugeriu uma pequena modificação na abordagem do teste com a finalidade de poder comparar, de forma mais adequada, apropriada e equitativa os diferentes comportamentos sexuais das diferentes raças bovinas, respeitando-se as especificidades de cada uma delas. Os resultados desses estudos mostraram que os animais da raça Nelore diferiram quanto aos processos de cortejo e abordagem das fêmeas em estro, indicando que tais diferenças deveriam ser quantificadas e avaliadas de forma específica para cada subespécie.

Essa simples mudança de abordagem, preconizada por Costa e Silva (2004) no teste de libido, proporcionou aos touros da raça Nelore a obtenção de uma pontuação mais elevada, colocando-os nas mesmas condições das outras raças, o que não ocorria no teste originalmente proposto por Chenoweth (1974). Segundo Santos (2000), o teste de libido em animais zebus não deve ser aplicado com a mesma metodologia utilizada para animais europeus, pois o tempo de duração do teste pode interferir nos resultados.

Embora Chenoweth (1993) não concorde com essa afirmativa, alegando que o teste deveria servir para ambas as subespécies, já que os estudos realizados por esse autor foram com animais da raça Brahman (zebu americano), vários trabalhos realizados por autores brasileiros evidenciam essa necessidade de adaptação dos testes comportamentais aos zebuínos (PINEDA et al., 1997b, 2000). Finalmente,

Santos et al. (2003) afirmaram que os animais zebu, principalmente os da raça Nelore, por apresentarem temperamento irrequieto e hierarquia social diferente dos animais taurinos, podem apresentar resultados díspares, justificando-se assim a validade de pesquisas para ajustar o melhor teste de libido para o zebu.

De acordo com as novas tendências do mercado, a maioria das práticas de manejo animal, independente da espécie, deve estar associada com boas práticas de manejo (BPMs). Tais práticas incluem técnicas de bem-estar animal, e assim, sob esse ponto de vista, cumpre as exigências do mercado atual e proporciona o desenvolvimento de uma produção animal sustentável, racional e humanizada, a qual enfocará, além dos aspectos econômicos, a qualidade da criação dos animais domésticos.

Por essa razão, é cada vez mais frequente a produção de trabalhos técnico-científicos sobre questões relativas ao comportamento sexual e social de bovinos, principalmente daqueles de origem européia. Esses trabalhos, na sua maioria abordam fatores envolvidos com a hierarquia social, formação de harém, formas de aproximação, cortejo e acasalamento, bem como a relação dessas características com a eficiência reprodutiva no rebanho bovino (FRASER, 1960; BLOCKEY, 1979; REINHARDT, 1983; RAADSMA et al., 1983; CRAIG, 1986; HOPKINS, 1987; HOUPPT et al., 1989; PRICE et al., 1991; GEARY; REEVES, 1992).

Os testes que avaliam o interesse sexual do touro têm sido utilizados como método complementar para a avaliação do sêmen e da biometria testicular. Diversos sistemas têm sido utilizados, como os testes de libido (OSBORNE et al., 1971; CHENOWETH, 1974) e os de capacidade de serviço (BLOCKEY, 1976; CRICHTON; LISHMAN, 1985). Entretanto, Falcon (1981) verificou correlação positiva entre esses testes e a fertilidade alcançada aos 21 dias de estação de monta, não observando, entretanto, correlação com a taxa de prenhez final.

Baseando-se nessas informações, Chenoweth (1974) e Blockey (1976) propuseram testes de comportamento sexual, que são utilizados de forma geral para taurinos (*Bos taurus taurus*) e zebuínos (*Bos taurus indicus*).

Neste capítulo serão abordadas as principais avaliações comportamentais dos touros zebuínos sob o ponto de vista do comportamento sexual, tais como: teste de libido e capacidade de serviço, além de outros fatores importantes relacionados aos aspectos comportamentais, como a proporção touro: vaca, dominância e hierarquia social. Espera-se que o conjunto dessas informações, aliado à avaliação genética e exame andrológico de reprodutores, contribua significativamente para o melhoramento genético e reprodutivo do rebanho, proporcionando maior lucratividade aos produtores.

Teste de libido

A técnica mais difundida para avaliação da libido de touros no Brasil Central é a proposta por Osborne et al. (1971), modificada por Chenoweth (1974), na qual os touros são colocados individualmente em piquetes de 200 m² com uma a três vacas em cio natural ou induzido. Nessa ocasião, são registradas todas as manifestações de interesse sexual ocorridas em um prazo de dez minutos, bem como o tempo de reação (tempo requerido entre o início do teste até a primeira monta completa). A avaliação final é realizada por notas atribuídas aos animais que variam de zero a dez, conforme descrito a seguir. É importante salientar que os observadores deverão estar longe da visão dos animais, de modo que a interferência seja a mínima possível no teste.

Atualmente, há uma tendência em diminuir o tempo de duração dos testes de libido de dez para cinco minutos, pois se acredita que, por meio de possíveis correlações entre manifestações de interesse sexual e serviço completo se possa prever se o touro efetivamente executará a monta. Se essa hipótese for verdadeira poder-se-á reduzir o tempo despendido na execução dos testes, possibilitando a realização de um maior número de testes/touro/dia. Silva-Mena et al. (2000) observaram o comportamento sexual de touros zebus durante 30 horas consecutivas e evidenciaram que a maioria das atividades de monta manifestou-se nas primeiras dez horas, decrescendo gradualmente após esse período. Esses autores observaram ainda que, após as 23 horas, as atividades sexuais foram reduzidas drasticamente e os animais utilizaram esse período para descanso. Na Tabela 1, encontra-se o teste de libido proposto por Chenoweth (1974).

Tabela 1. Escore da avaliação do teste de libido clássico.

Nota	Atividade Sexual
0	O touro não mostrou interesse sexual pela fêmea.
1	Interesse sexual mostrado somente uma vez (ex.: cheirou a vulva).
2	Interesse sexual mostrado em mais de uma ocasião.
3	Ativa perseguição da fêmea com persistente interesse sexual.
4	Uma monta ou tentativa de monta, mas nenhum serviço.
5	Duas montas ou tentativas de monta, nenhum serviço.
6	Mais de duas montas ou tentativas de monta e nenhum serviço.
7	Um serviço seguido por nenhum interesse sexual.
8	Um serviço seguido por interesse sexual, incluindo montas ou tentativas de montas.
9	Dois serviços seguidos por nenhum interesse sexual.
10	Dois serviços ou mais, seguidos por interesse sexual, incluindo montas, tentativas de montas e serviços.

Fonte: Chenoweth (1974).

Pineda et al. (1997b citados por COSTA e SILVA, 2004), propuseram uma modificação do teste preconizado por Chenoweth (1974) no qual os touros são organizados em grupos de cinco e submetidos a quatro vacas, duas em cio, uma delas contida e duas outras fora de estro. Os parâmetros foram modificados, segundo os autores, com o objetivo de adequá-los ao temperamento nervoso do zebu e as notas foram conferidas individualmente a cada touro, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Escore da avaliação do teste de libido modificado.

Nota	Atividade Sexual
0	Sem interesse sexual.
1	Identificação da fêmea em cio (cheiro).
2	Cheiro e perseguição insistente.
3	Tentativa de monta, sem salto, com mugido, deslocamento ou masturbação.
4	Tentativa de monta, sem salto, com pênis exposto.
5	Tentativa de monta, com salto, sem pênis exposto.
6	Duas ou mais tentativas de monta, com salto, sem pênis exposto.
7	Tentativa de monta, com salto e pênis exposto.
8	Duas ou mais tentativas de monta, com salto e pênis exposto.
9	Monta com serviço completo.
10	Duas ou mais montas com serviço completo

Fonte: PINEDA et al. (1997b).

As modificações sugeridas no teste de libido por Costa e Silva (2002) incluíram o tempo de interesse sexual (tempo transcorrido desde o início do teste até a primeira manifestação de interesse sexual). Utilizou, também, o tempo de reação (tempo requerido entre o início do teste até a primeira monta completa), conforme preconizado por Chenoweth (1974), além de pequenas modificações na caracterização do cortejo sexual, conforme demonstrado a seguir. Observou-se que essas pequenas adaptações e/ou modificações na abordagem do teste de libido foram decisivas para uma nova pontuação dos animais zebuínos, além de revelar atitudes sexuais pouco consideradas para os animais da raça Nelore.

A seguir encontram-se descritas as manifestações de interesse sexual consideradas por Costa e Silva (2002) para a caracterização do comportamento sexual de touros da raça Nelore no Brasil Central:

- a) O animal cheira e massageia ou lambe a vulva.
- b) O animal cheira, massageia ou lambe outras regiões corporais da fêmea.
- c) Reflexo de Flehmen.
- d) Micção da fêmea - o macho coleta ou não a urina, realizando reflexo de Flehmen;
- e) Perseguição ativa da fêmea.
- f) Demonstração de interesse sexual por todas as fêmeas, ou preferencialmente por uma.
- g) Exposição do pênis parcial ou total.
- h) Contração do prepúcio.
- i) Liberação de gotículas de líquido seminal (excitação).
- j) Masturbação.
- k) Impulso - o animal vira-se rapidamente em direção à fêmea, como se fosse montá-la, mas não chega a retirar os membros anteriores do chão.
- l) Tentativa de monta - o macho realiza o impulso, salta em direção à fêmea, mas não consegue apreendê-la com os membros anteriores.
- m) Monta abortada - o animal salta sobre a fêmea, apreende-a, comprimindo os membros anteriores sobre o flanco dela, realiza ou não a introdução do pênis na vagina, mas não completa o serviço.
- n) Tentativas de monta ou montas ectópicas - atividades descritas nos dois itens anteriores realizadas em posição inadequada (cabeça ou lateralmente).
- o) Serviço completo - caracterizado pela apreensão eficiente da fêmea, introdução do pênis e arranque final.

Tais informações foram tabuladas e observou-se que os animais da raça Nelore dedicaram mais tempo em atividades de cortejo sexual que os taurinos. Por essa razão, deverão ter suas atitudes comportamentais enfocadas e pontuadas de maneira diferente ou equivalente, a fim de compará-las sem prejuízos na pontuação final. Utilizando esses novos conceitos, Costa e Silva (2002) afirma que as diferenças entre zebuínos e taurinos são mínimas e típicas de cada subespécie.

De acordo com Santos et al. (2003), os touros da raça Nelore com alta libido suportam elevado número de vacas durante estação de monta de 90 dias sem que haja redução do potencial reprodutivo, aferido pelas taxas de gestação das fêmeas. Porém, o teste da libido não pode ser utilizado como único parâmetro na avaliação da eficiência reprodutiva de touros, com base nas taxas de gestação obtidas. Aparentemente, os parâmetros libido, qualidade do sêmen, circunferência escrotal e concentração sérica de testosterona, por serem características independentes e não correlacionadas, devem ser considerados em conjunto na avaliação dos touros.

Quirino et al. (2004), estudando parâmetros genéticos da libido de touros nelores, não observaram diferença significativa na libido entre idades, embora o teste tenha sido melhor para touros com dois anos de idade quando comparado com as demais. Os autores afirmaram que os testes de libido podem ser úteis como ferramenta de seleção da fertilidade de touros. Os resultados sugerem que a seleção direta para libido poderá ser efetiva se correlacionada positivamente com o peso corporal, características físicas e morfológicas do sêmen, porém apresentou baixa correlação com a circunferência escrotal (CE), ou seja, quanto maior a CE mais baixa a libido. Tais dados talvez justifiquem em parte os achados de baixa libido de touros zebuínos no Brasil, uma vez que a seleção é baseada na CE, que deve apresentar valor superior ou igual a 32 cm aos 24 meses de idade.

De acordo com Parkinson et al. (2004), resumindo os trabalhos da utilização da libido como preditor da *performance* reprodutiva de touros, fica claro que a observação da libido e a capacidade de serviço sob condições controladas são um bom preditor da sequência do comportamento sexual de touros quando estes são postos com fêmeas em monta natural em campo. Entretanto, a relação entre os testes de libido, capacidade de serviço e taxa de gestação, obtidas no campo, ainda não é precisa nem correlacionada de forma positiva. Indubitavelmente, os testes servem para identificar e eliminar os touros com baixa libido, baixa fertilidade, porém não serve para prever com acurácia a fertilidade dos demais. Por isso, talvez, um único teste não seja capaz de prever a fertilidade já que essa característica é multifatorial.

Teste de capacidade de serviço

O teste de capacidade de serviço tem sido utilizado para raças zebuínas como um procedimento para identificar touros com problemas físicos e estruturais de monta, bem como classificar o comportamento sexual e libido de touros. O teste foi desenvolvido para prever a monta natural dos touros em campo (BLOCKY, 1981). Esse autor observou diferenças significativas da aplicação do teste em touros com dois anos de idade quando comparados com touros virgens. Entretanto, Boyd et al. (1989, 1990) afirmaram que a baixa capacidade de serviço, observada em touros inexperientes, sob o ponto de vista sexual, poderá ser melhorada após a primeira estação de monta, ou seja, a experiência sexual é fator importante e deve ser considerada.

A capacidade de serviço é definida como o número de montas efetuadas em um determinado período de tempo (20 ou 40 minutos), utilizando vacas contidas em adestro e fazendo a excitação visual prévia dos touros a serem submetidos ao teste (BLOCKKEY, 1976). O teste apresenta as seguintes etapas:

- a) Vacas em anestro são colocadas em curral de serviço.
- b) Os touros são estimulados sexualmente antes de serem testados, por meio da observação de outros touros montando durante 10 minutos.
- c) Os touros são inseridos no curral com vacas contidas, na proporção de cinco para duas ou três vacas.
- d) A duração do teste varia de 20 a 40 minutos.
- e) O número de serviços realizados individualmente por touro, durante esse tempo, representa a sua capacidade de serviço.

De acordo com Silva-Mena et al. (2000), os testes de capacidade de serviço e libido servem para indicar o potencial de monta de touros zebus sobre um período relativamente curto de tempo (ex., 30 minutos), no qual os resultados da taxa de gestação são comparáveis aos obtidos em touros de origem européia.

Quirino (1999) observou em touros nelores que a estimulação prévia dos touros com fêmeas não contidas e em cio sincronizado teve maior importância no teste de libido. Diferente dos touros de origem européia, os touros zebuínos ficam inibidos de expressar sua libido na presença humana e, por essa razão, mostravam baixa habilidade de monta, a qual pode ter uma base genética.

De acordo com Bertram et al. (1999 citados por BERTRAM et al., 2002), existem várias razões que justificam a não adoção do teste de capacidade de serviço em genótipos derivados de *Bos taurus* e *Bos indicus*. Entre elas, os mecanismos de organização e condução dos procedimentos dos testes, tais como: inabilidade dos profissionais na condução dos testes, principalmente com touros jovens; humilde expressão de atividades sexuais dos zebuínos na presença humana e o comportamento nervoso ou temperamental dos zebuínos quando postos em curral.

Esse teste comportamental não teve muita aceitação no Brasil e talvez por isso não é muito utilizado como ferramenta complementar na seleção de reprodutores. Uma das razões é a necessidade de contenção das fêmeas para a sua realização, fato este que dificulta a sua aplicação por necessidade de investimentos em instalações. Entretanto, tais investimentos se justificam em propriedades de animais de elite, as quais deverão incluir essas ferramentas como métodos auxiliares de seleção de reprodutores. No entanto, para touros zebus foram propostas modificações utilizando fêmeas sincronizadas ou não, porém livres e soltas e não mais contidas em curral. Essa simples modificação parece estimular mais o touro zebu a demonstrar seu comportamento sexual. Entretanto, são raras as informações dessa nova abordagem do teste de capacidade de serviço no Brasil.

Proporção touro:vaca

Estudos relativos à redução da proporção touro:vaca, utilizando reprodutores zebuínos em condições tropicais ainda são escassos. Entretanto, a globalização da economia vem exigindo a redução de custos de produção de bezerras e melhoria na produtividade do rebanho para a conquista de novos mercados. A Tabela 3 mostra a taxa de prenhez obtida conforme a proporção touro:vaca utilizada, em estudos desenvolvidos em vários locais e seus respectivos autores.

Tabela 3. Taxa de prenhez observada em sistemas de produção de gado de corte localizadas, em diferentes regiões, de acordo com vários autores e utilizando diferentes proporções touro:vaca.

Proporção	Taxa de prenhez	Local	Fonte
1:10	68*	Pantanal – MS	Sereno; Costa e Silva (1998a,b)
1:25	64*	Pantanal - MS	Sereno; Costa e Silva (1998b)
1:40	61*	Pantanal – MS	Sereno; Costa e Silva (1998a)
1:40	92	Teixeira de Freitas – BA	Costa e Silva (1994)
1:40	90	Carlos Chagas – MG	Crudeli et al. (1991)
1:40	71	Bodoquena –MS	Costa e Silva et al. (1998)
1:40	97	Santa Rita do Pardo – MS	Pineda et al. (1997a)
1:60	93	Teixeira de Freitas – BA	Costa e Silva (1994)
1:60	97	Brasilândia – MS	Fonseca et al. (1997)
1:60	66	Bodoquena –MS	Costa e Silva et al. (1998)
1:80	66	Bodoquena –MS	Costa e Silva et al. (1998)
1:92	87	Marabá –PA	Pineda et al. (1997a)
1:75 -1:100	83	Rondonópolis - MT	Santos et al. (2003)

*Utilizaram pastagens nativas, enquanto que nas demais regiões usaram pastagens cultivadas.

De acordo com Radostists et al. (1994) em uma população não seleta de touros, 20% a 40% dos animais apresentam infertilidade ou subfertilidade por inadequada qualidade seminal e/ou alterações físicas que impedem a cópula ou perda de libido. Fonseca (1989) corrobora essa afirmação e informa que o número de touros zebuínos inférteis e subférteis em serviço no Brasil é elevado, com aproximadamente 40% apresentando algum distúrbio de fertilidade ao exame andrológico. Gottschall e Mattos (1997) observaram que a porcentagem de touros considerados inaptos à reprodução é crescente conforme a idade.

Crudeli et al. (1991) e Costa e Silva (1994), utilizando touros nelores, realizaram estudos com proporções touro:vaca superiores às atualmente preconizadas para regiões produtoras de gado de corte, principalmente das regiões Sudeste e Nordeste. Esses autores obtiveram taxas de prenhez de 90% e 92%, em 120 e 90 dias da estação de monta, respectivamente. Estudos realizados por Rupp et al. (1977) e por Neville Junior et al. (1979) e com animais de origem européia, mostraram que não há repercussão negativa na taxa de fertilidade do rebanho quando utilizam proporções touro:vaca de 1:25 até 1:60. Em Mato Grosso do Sul, Costa e Silva et al. (1998) utilizaram proporções touro:vaca de 1:40, 1:60 e 1:80 e obtiveram taxas de prenhez de aproximadamente 71%, 66% e 66%, respectivamente.

Santos et al. (2003) observaram que nas proporções de 1:75 e 1:100 ocorreu acentuado aumento nas taxas de gestação a partir dos 60 dias de estação de monta. Possivelmente, fatores como redução do estresse dos touros e das vacas, ocorrido no processo de seleção dos animais (fase pré-estação de monta), adaptação ao manejo adotado e efeito favorável da suplementação protéica nos primeiros 30 dias de estação de monta podem ter contribuído para o aumento nas taxas de gestação. Os autores concluíram que a proporção touro:vaca não interferiu ($P > 0,05$) nas taxas de gestação aos 30, 60 e 90 dias da estação de monta, independentemente da libido.

No Pantanal, a pecuária de corte é explorada extensivamente em pastagens nativas com taxa de lotação baixa (1 cab./3,6 ha). A seleção dos reprodutores baseia-se, principalmente, em características fenotípicas, condição corporal e características raciais, utilizando na sua maioria animais de descarte oriundos de áreas circunvizinhas, geralmente de padrão genético questionável. A proporção touro:vaca utilizada varia de 1:10 a 1:15, enquanto que nas demais regiões brasileiras preconiza-se, de modo geral, a proporção de 1:25, tornando o investimento em reprodutores elevado, uma vez que o sistema de acasalamento predominante é a monta natural a campo. A região é deficitária na produção de touros, e, por isso, necessita adquirir animais de outras regiões ao custo médio de US\$ 600,00 ou 28,6 arrobas (@ = US\$ 21,00) por animal (SERENO et al., 2002). De acordo com estimativas realizadas por Rosa e Melo (1995), anualmente a região pantaneira necessita, em média, de 26.600 touros, dos quais apenas 25% (6.650) são produzidos no local, apresentando valor genético questionável, havendo necessidade de compra de 19.950 touros anualmente.

De acordo com Rupp et al. (1977), a intensificação dos programas de manejo que utilizam curtíssimas estações de monta (menos que 50 dias) poderá aumentar a pressão sobre os touros, excedendo seus limites de capacidade de serviço em monta natural. Pineda et al. (1997b) sugerem que o limite de confronto ou desafio para touros nelores de alto desempenho reprodutivo é de 80 vacas por estação de monta; cargas acima desta podem ser limitantes para o poder fecundante, pelo menos, nas primeiras semanas da estação de monta.

Antes de iniciar a implantação da tecnologia de redução da proporção touro:vaca na propriedade é necessário averiguar a fertilidade geral dos reprodutores por meio do exame andrológico, pois, se considerando a subfertilidade observada por Gottschall e

Mattos (1997), sem esta informação disponível poder-se-á incorrer em riscos desnecessários e conseqüentemente prejuízos para o produtor. Além do exame andrológico, mais dois fatores são fundamentais: a) duração da estação de monta e b) número de fêmeas expostas ao touro, pois, dependendo da duração, o touro poderá ter várias chances de cobrir a mesma fêmea em ciclos estrais consecutivos. Os estudos desenvolvidos por Pineda et al. (1997a) evidenciaram que um touro nelore consegue cobrir até 80 fêmeas em uma estação de monta (EM) de 60 dias. Entretanto, se aumentar a duração da EM, o touro provavelmente corresponderá. Finalmente, a decisão de uso intensivo do touro dependerá de seu valor genético e necessidade de obtenção de maior número de descendentes na propriedade.

Na prática, define-se a estratégia de acasalamento simples como sendo a utilização de apenas um touro com um grupo de fêmeas, enquanto que no acasalamento múltiplo utiliza um grupo de touros com várias fêmeas. Sereno et al. (2002), estudando as diferenças entre o acasalamento simples e múltiplo no Pantanal, observaram diferença significativa ($P=0,0228$) entre os tipos de acasalamentos, e o acasalamento múltiplo mostrou-se superior ao simples. Essas informações são particularmente importantes para as regiões de manejo extensivo, onde utilizam grandes invernadas com mais de um touro, pois, se por qualquer razão algum dos touros falhar, um outro poderá realizar o serviço sem proporcionar prejuízo para o produtor.

Molina et al. (2000), comparando o sistema de acasalamento simples e múltiplo em touros zebus na Costa Rica, observaram que o comportamento sexual dos touros foi similar em ambos os sistemas, evidenciando que os touros despendiam mais tempo em atividades de cortejo sexual do que de monta. Entretanto, os autores observaram mais atividades de interesse sexual no sistema simples do que no múltiplo (265 e 76) e atribuíram essa diferença à competição entre touros por fêmeas receptivas.

De acordo com Santos et al. (2003), a movimentação diária dos animais, também conhecida como "rodeios", nos primeiros 30 dias da estação de monta, e a cada dois dias no período restante, é muito importante para a obtenção de altas taxas de gestação. Essa movimentação proporciona uma maior probabilidade de encontros entre machos e fêmeas, que se manifestarem cio serão perseguidas e cobertas pelo touro nessa ocasião. O ato de reunir os animais em determinado local do pasto promove a aproximação dos touros e das vacas e a identificação do estro, evitando o possível isolamento dos touros ou a formação de pequenos grupos sexualmente ativos e, conseqüentemente, a má distribuição dos reprodutores nos lotes.

Sereno et al. (2002), estimando a economia adquirida com a implantação da redução da proporção touro:vaca no Pantanal, evidenciaram que o preço médio do bezerro nascido no sistema de manejo proposto com proporção touro:vaca de 1:25 seria de US\$ 28,44, podendo vir a ser de US\$ 35,55 caso fosse adotada a proporção touro:vaca de 1:40, ou seja, essa tecnologia poderá baixar significativamente os custos de produção dos bezerros nessa região. Com base nesses resultados, os autores evidenciaram que a redução da proporção touro:vaca de 1:10 para 1:25 e 1:40 resulta em uma economia no Pantanal da ordem de US\$ 9,95 e US\$ 12,45 milhões de dólares/ano, respectivamente, decorrente apenas da redução na aquisição de reprodutores (Tabela 4). Entretanto, salienta-se que as condições de manejo no Pantanal variam de propriedade para propriedade e/ou sub-região, não sendo possível fazer uma única recomendação para toda a região. Aconselha-se fazer a recomendação final para essa região com o proprietário, principalmente àqueles que já fazem uso de algumas tecnologias de manejo reprodutivo, tais como: estação de monta, exame andrológico anual de touros, utilização de calendário profilático-sanitário e outras.

Tabela 4. Estimativa da redução de custos com a aquisição de touros nelores para o Pantanal, considerando diferentes proporções touro:vaca (um reprodutor = US\$ 520,00).

Proporções touro:vaca	Demanda anual de touros	Capital necessário/ano (US\$)
1:10	31.920	16.598,400
1:25	12.768	6.639,360
1:40	7.980	4.149,600
1:50	6.384	3.196,680
1:60	5.320	2.766,400

Fonseca et al. (1991a,b), alterando a proporção touro:vaca de 1:25 para 1:40, observaram redução nos custos de produção dos bezerros de 15% ou U\$ 14,6 por bezerro nascido. Entretanto, Pineda (1996) afirma que a utilização da proporção touro:vaca de 1:50, com a conscientização da necessidade de implantação de programas de inseminação artificial com sêmen de touros provados nos rebanhos multiplicadores, reduziria em mais de 50% a necessidade de touros jovens testados por ano, permitindo ao produtor maior investimento na compra de indivíduos com patrimônio genético superior.

Hierarquia social e dominância

Os bovinos são considerados animais sociais, de comportamento gregário, no qual cada indivíduo tem seu comportamento modificado fortemente pela presença do outro. Livres, formam grupos pequenos, matriarcais, estruturados em torno das fêmeas mais velhas e composto de fêmeas adultas, sua progênie e animais jovens. Machos maduros apresentam frequentemente vida solidária, juntando-se ao rebanho somente no período de acasalamento (HAFEZ; BOUISSOU, 1975, citados por COSTA E SILVA, 2007). De acordo com Paranhos-da-Costa e Costa e Silva (2007), os bovinos apresentam uma série de padrões de organização social, que definem como serão as interações entre grupos e entre animais do mesmo grupo, contribuindo para a minimizar os efeitos negativos da competição. O conhecimento desses padrões de organização social é imprescindível para que se possa manejar o gado adequadamente.

No Brasil, são escassos os trabalhos que abordam fatores relativos à hierarquia social e/ou dominância em touros zebuínos. Sabe-se que a densidade, idade, taxa de lotação, tamanho e forma dos chifres, temperamento, experiência em lutas anteriores, sexo, raça, saúde, sistema de criação (intensivo ou extensivo) e tamanho do grupo podem proporcionar disputas e estabelecimento de territorialismo, levando os touros a um posicionamento social dentro do rebanho (FRASER, 1980; COSTA E SILVA; ENCARNAÇÃO, 1995; ENCARNAÇÃO, 1987; SOUZA et al., 2004; SERENO et al., 2004b).

Baixas proporções touro:vaca acentuam os efeitos da competição entre machos e a maior oferta de cio diminui a competição, permitindo que os touros subordinados aumentem sua atividade sexual (RUPP et al., 1977; COSTA E SILVA, 2002; FORDYCE et al., 2002). No entanto, Rodriguez et al. (1993), trabalhando com dominância em touros zebuínos, observaram que touros da raça Gir dominantes tiveram maior acesso a fêmeas, realizando até 63% das montas nas horas de pico de cio.

Costa e Silva (2002) caracterizou o comportamento social dos zebuínos como grupamentos com vários machos em um sistema de acasalamento promíscuo, com os touros compartilhando o espaço físico e também as atividades sexuais de cortejo, sendo o acasalamento garantido ao dominante, quando a oferta de cio foi baixa e, conseqüentemente, maior competição entre touros.

De acordo com Paranhos-da-Costa e Costa e Silva (2007), hoje em dia, os rebanhos bovinos raramente apresentam grupos sociais naturais, basicamente porque tais grupos são formados de acordo com os interesses do homem. A dominância se estabelece nesses grupos pela competição, ou seja, ela é produto de interações agressivas entre os animais de um mesmo grupo ao competirem por um determinado recurso, definindo quem terá prioridade no acesso à comida, água, sombra e outras. O dominante é o indivíduo ou indivíduos do grupo que ocupam as posições mais altas na hierarquia, dominando os demais, atacando-os impunemente e têm

prioridade em qualquer competição; os submissos (ou dominados) são os que se submetem aos dominantes. Os fatores que normalmente determinam a posição na hierarquia são o peso, idade e raça. O tempo de estabelecimento da hierarquia em um lote recém formado vai depender do número de animais e do sistema de criação.

Souza et al. (2004), trabalhando com comportamento sexual de touros jovens da raça Nelore, durante a primeira monta em sistema de acasalamento múltiplo no Pantanal, MS, observaram mudança de comportamento entre grupo de touros jovens criados no mesmo ambiente quando submetidos à primeira estação de monta. Os tourinhos pertenciam à mesma propriedade e foram criados juntos e nas mesmas condições de meio e, provavelmente, por essa razão, não haviam estabelecido ainda hierarquia social na presença de fêmeas, por isso trabalhavam juntos, muitas vezes tentando montar simultaneamente a mesma fêmea em cio, atitude típica de inexperiência sexual. Entretanto, quando a primeira monta foi realizada observaram-se várias disputas quando a oferta de incidência de cio era baixa, constatando-se a formação de liderança e, conseqüentemente, hierarquia social entre os eles.

Sereno et al. (2004a), estudando a hierarquia social de touros adultos da raça Nelore, durante a estação de monta em sistema de acasalamento múltiplo no Pantanal, MS, utilizaram nove touros adultos com experiência sexual comprovada por mais de duas estações de monta consecutivas, os quais foram distribuídos em dois piquetes, sendo seis touros com 71 fêmeas e três touros com 51 vacas, distribuídos em piquetes diferentes, em uma relação touro:vaca de 1:12 e 1:17, respectivamente. As observações do comportamento sexual foram realizadas durante 11 dias consecutivos, iniciando-se logo após a introdução dos tourinhos na vacada, sendo estas realizadas pela manhã (das sete às nove horas) e à tarde (das quinze às dezoito horas), totalizando 135 horas de observação. Os resultados dessas observações indicaram um comportamento sexual reservado e bem definido, no qual esses animais mantinham uma certa distância entre si por causa da existência de hierarquia social estabelecida entre eles e comprovada por observação nos dois lotes. Observou-se que o touro dominante trabalhava livremente sobre os demais animais, permanecendo no maior lote de fêmeas e efetuando o serviço quando havia fêmea em cio. Observou-se, também, preferência sexual por parte do touro dominante, o qual, mesmo quando abordado por várias fêmeas em cio, as ignorava "aparentemente", preferindo cortejar e cobrir a fêmea que ele mesmo havia detectado em cio ou uma outra fêmea que o touro submisso estivesse cortejando-a há mais tempo. Foram observadas cinco montas, realizadas por dois touros dominantes, e apenas um reprodutor montou duas vezes na mesma fêmea. Finalmente, observou-se disputa entre os touros submissos pelos postos inferiores, e nenhum touro submisso ousou desafiar o touro dominante durante o período de observação. Essa parece ser uma excelente estratégia adaptativa, na qual os touros submissos auxiliam os dominantes a serem mais eficientes durante a estação de monta.

De acordo com Encarnação (1987), uma vez definida a hierarquia social em um rebanho, a ordem é estável e as posições respeitadas; disputas e desavenças são raras e as características são mantidas com simples ameaças. Entretanto, atritos são novamente presentes se animais estranhos são introduzidos no grupo. Por essa razão, é importante manter os lotes fixos durante a fase de engorda. De acordo com Costa e Silva (2007), a formação dos lotes de touros que irão trabalhar juntos deve ser feita com antecedência, ainda que vários grupos sejam mantidos na mesma internada. Deve-se evitar misturar indivíduos de raças ou idades diferentes ou touros apados com não apados.

Considerações finais

Considerando que os zebuínos e seus mestiços representam 90% do rebanho nacional, testes comportamentais devem ser indicados como forma complementar da avaliação da capacidade reprodutiva de touros (exame andrológico), evitando-se assim avaliações insatisfatórias e/ou seleção baseada exclusivamente nesses resultados etológicos.

A redução da relação touro:vaca é viável economicamente, pois, além de proporcionar diminuição nos custos de produção, oferece condições para que o produtor possa adquirir reprodutores geneticamente superiores, selecionados por meio de avaliação genética, realizada por firmas idôneas.

Há necessidade de mais estudos na área de comportamento sexual de touros zebuínos a fim de estabelecer novos ajustes nos testes comportamentais e, desta forma, proporcionar aos extensionistas e criadores mais uma ferramenta no processo de seleção genética de reprodutores.

Referências

- BERTRAM, J. D.; FORDYCE, G.; MCGOWAM, M. R.; JAYAWARDHANA, G. A.; FTTZPATRICK, L. A.; DOOGAN, V. J.; FAVERI, J. de; HOLROYD, R. G. Bull selection and use northern Australia 3. Serving capacity tests. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 71, n. 1-2, p. 51 – 66, 2002.
- BLOCKEY, M. A. B. Sexual behaviour of bulls at pasture: a review. **Theriogenology**, New York, v. 6, n. 4, p. 387 - 392, 1976.
- BLOCKEY, M. A .B. Observation on group mating of bulls at pasture. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 15 - 34, 1979.
- BLOCKEY, M. A. B. Further studies on the servicing capacity test for beef bulls mating performance. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 7, n. 4, p. 337 - 350, 1981.

BOYD, G. W.; LUSTRA, D. D.; CORAH, L. R. Serving capacity of crossbred yearling beef bulls. I. Single-sire mating behaviour and fertility during average and heavy mating loads at pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, n. 1, p. 60 – 71, 1989.

BOYD, G. W.; HEALY, V. M.; MORTIMER, R. G.; PIOTROWSKI, J. R.; ODDE, K. G. Serving capacity tests unable to predict yearling bull fertility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, suppl. 1, p. 161 – 162, 1990. Abstracts of the 82nd Annual meeting of the American Society of animal Science Western Section.

CHENOWETH, P. J. Examination of bulls for libido and mating ability. In: BULLS. Course Held At The University Of Queensland Veterinary School, St. Lucia, 1974. p. 1-5.

CHENOWETH, P. J. Sexual behavior in the bull. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, n. 4, p. 24 - 39, 1993. Suplemento.

COSTA E SILVA, E. V. **Capacidade reprodutiva de touros Nelore: exame andrológico, teste de comportamento sexual e desafio da fertilidade.** 1994. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

COSTA E SILVA, E. V. Comportamento e eficiência reprodutiva. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 2, p. 177 - 182, 2007.

COSTA E SILVA, E. V. **Comportamento sexual de touros Nelore (Bos taurus indicus) em monta a campo e em testes de libido.** 2002. 137 f. Tese. (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

COSTA E SILVA, E. V. Comportamento sexual de touros Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. **A produção animal e a segurança alimentar: anais dos simpósios e resumos.** Campo Grande: SBZ: Embrapa Gado de Corte, 2004. p. 468-482.

COSTA E SILVA, E. V.; ENCARNAÇÃO, R. Comportamento sexual e manejo reprodutivo de gado de corte. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 13., 1995, Pirassununga. **Palestras...** Pirassununga: Sociedade Brasileira de Etologia, 1995. p. 70 - 82.

COSTA E SILVA, E. V.; SERENO, J. R. B.; NOGUEIRA JÚNIOR, N.; NOGUEIRA, S. A. F.; BATISTOTE, E. Redução da proporção touro:vaca no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 102 – 104.

CRAIG, J. V. Measuring social behavior: social dominance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 4, p. 1120 - 1129, 1986.

CRICHTON, J. S., LISHMAN, A. W. Libido evaluation of virgens beef bulls. **South African Journal of animal Science**, v. 15, n. 1, p. 22 - 24, 1985.

CRUDELI, G. A.; FONSECA, V. O.; COSTA E SILVA, E. V.; HERMANNY, A. Efeito das características seminais e circunferência escrotal sobre a fertilidade de touros da raça Nelore. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 15, n. 3 - 4, p. 125 - 131, 1991.

ENCARNAÇÃO, R. Etologia aplicada à produção animal. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 5., 1985, Jaboticabal. **Palestras...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Etologia, 1987. p.149-158.

FALCON, C. **The relationship of breeding soundness and libido evaluation to subsequent fertility in beef bulls.** 1981. 115 f. Tese (Master of Science) - University of Florida, Gainesville, 1981.

FONSECA, V. O. Puberdade, adolescência e maturidade sexual: aspectos histopatológicos e comportamentais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 8., 1989, Belo Horizonte. **Palestras...** Belo Horizonte: CBRA, 1989. p. 77 - 93.

FONSECA, V. O.; COSTA e SILVA, E. V.; CRUDELI, G. A.; HERMANNY, A. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) em monta natural: proporção touro:vaca 1:40 e fertilidade. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1 - 2, p. 103 -108, 1991b.

FONSECA, V. O.; CRUDELI, G. A.; COSTA E SILVA, E. V.; HERMANNY, A. Aptidão reprodutiva de touros da raça Nelore. Efeito das diferentes estações do ano sobre as características seminais, circunferência escrotal e fertilidade. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 44, n. 1, p. 7-15, 1991a.

FONSECA, V. O.; FRANCO, C. S.; BERGMANN, J. A. G. et al. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) acasalados com elevado número de vacas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 49, n.1, p. 53-62, 1997.

FORDYCE, G.; FITZPATRICK, L.A.; COOPER, N. J.; DOOGAN, V. J.; DE FAVERI, J.; HOLROYD, R. G. Bull selection and use in northern Australia 5. Social behaviour and management. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 71, n. 1 -2, p. 81 - 89, 2002.

FRASER, A. F. **Comportamiento de los animals de granja.** Zaragoza: Acribia, 1980. 291 p.

FRASER, A. F. The influence of psychological and other factors on reaction time in the bull. **Cornell Veterinarian**, Ithaca, v. 50, n. 1, p. 126 - 132, 1960.

- GEARY, T. W.; REEVES, J. J. Relative importance of vision and olfaction for detection of estrus by bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 9, p. 2726 - 2731, 1992.
- GOTTSCHALL, C. S.; MATTOS, R. C. Achados de exame andrológico em touros de corte *Bos taurus* e *Bos indicus*. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 21, n. 4, p. 25 - 28, 1997.
- HAFEZ, E. S. E.; SUMPTION, L. J.; JAKWAY, S. J. The behaviour of swine In: HAFEZ, E. S. E. (Ed.). **The behaviour of domestic animals**. London: Baillière Tindall, 1962. p. 334 - 369.
- HOPKINS, P. O. Behavioural dominance: some elementary probabilistic considerations and their behavioural implications. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 15, n. 2 - 3, p. 211 - 231, 1987.
- HOUP, K. A.; RIVERA, W.; GLICKSTEIN, L. The Flehmen response of bulls and cows. **Theriogenology**, New York, v. 32, n. 3, p. 342 - 350, 1989.
- MARTÍN RILLO, S. Avances en el control de la reproducción en ganado porcino. In: ROLDAN, E. R. S.; LÓPEZ-BREA, J. J.; GALLEGO MARTINEZ, L. (Coord.). **Nuevas técnicas de reproducción asistida aplicadas a la producción animal**. Cuenca: Servicio de publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 1996. p. 10 - 50. (Estudios, 32).
- MOLINA, R.; BOLAÑOS, I.; GALINA, C. S.; PÉREZ, E.; PANIAGUA, G.; ESTRADA, S. Sexual behaviour of Zebu bulls in the humid tropics of Costa Rica: single versus multiple-sire groups. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 64, n. 3 - 4, p. 139 - 148, 2000.
- NEVILLE JUNIOR, W. E.; SMITH, J. B.; McCORMICK, W. C. Reproductive performance of two-and-three-old bulls assigned twenty-five or forty cows during the breeding period. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 48, n. 5, p. 1020 - 1025, 1979.
- OSBORNE, H. G.; WILLIAMS, L. G.; GALLOWAY, D. B. A test for libido and serving ability in beef bulls. **Australian Veterinary Journal**, Victoria, v. 47, n. 10, p. 465 - 467, 1971.
- PARANHOS-DA-COSTA, M. J. R.; COSTA E SILVA, E. V. Aspectos básicos do comportamento social de bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 2, p. 172 - 176, 2007.
- PARKINSON, T. J. Evaluation of fertility and infertility in natural service bulls: review. **Veterinary Journal, London**, v. 168, n. 3, p. 215 - 229, 2004.
- PINEDA, N. R. Provas de desempenho sexual: importância econômica e genética. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 20, n. 3 - 4, p. 112 - 120, 1996.

- PINEDA, N. R.; FONSECA, V. O.; PROENÇA, R. V. Potencial reprodutivo de touros de alta libido na raça Nelore (*Bos taurus taurus*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 12., 1997, Caxambu, MG, **Anais...** Belo Horizonte: CBRA, 1997a. p. 45 - 48.
- PINEDA, N.R.; LEMOS, P. F.; FONSECA, V. O. Comparação entre dois testes de avaliação do comportamento sexual (libido) de touros Nelore (*Bos taurus indicus*). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 21, n. 4, p. 29-34, 1997b.
- PINEDA, N.R.; FONSECA, V. O.; PROENÇA, R. V. Potencial reprodutivo de touros Nelore: libido, capacidade de serviço e eficiência em acasalamentos com elevada proporção touro:vaca. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 44 -51, 2000.
- PRICE, E. O.; WALLACH, S. J. R.; BORGWARDT, R. Relationship between the sexual performance of bulls and their behavioral responses to non-sexual novel stimuli. **Behavioural processes**, Amsterdam, v. 22, n. 3, p. 227-233, Jan. 1991.
- QUIRINO, C. R. **Herdabilidade e correlações genéticas entre medições testiculares, características seminais e libido, em touros Nelore**. 1999. 104 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.
- QUIRINO, C. R.; BERGMANN, J. A. G.; VALE FILHO, V. R.; ANDRADE, V. J.; REIS, S. R.; MENDONÇA, R. M.; FONSECA, C. G. Genetic parameters of libido in Brazilian Nelore bulls. **Theriogenology**, New York, v. 62, n. 1-2, p. 1 -7, 2004.
- RAADSMA, H. W.; EDEY, T. N.; BINDON, B. M.; PIPER, L. R. Behaviour and mating performance of paddock-mated beef bulls. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 6, n. 3, p. 153 -165, Dec. 1983.
- RADOSTISTS, O. M.; LESLE, K. E.; FETROW, J. **Herd health: food animal production medicine**. 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 1994. 631 p.
- REINHARDT, V. Flehmen mouting and copulation among members of a semiwild cattle herd. **Animal Behaviour**, London, v. 31, n. 3, p. 641 - 650, 1983.
- RODRÍGUEZ, C.; GALINA, C. S.; GUTIÉRREZ, C.; NAVARRO, R.; PICCINALLI, R. Evaluación de la actividad sexual de los toros Cebú bajo condiciones de empadre multiple con hembras sincronizadas con PGF2a. **Ciencias Veterinarias**, Heredia, v. 15, n.1, p. 41 - 49, 1993.
- ROSA, A .N.; MELO, J. **Levantamento da situação atual da produção de touros para o Pantanal Mato-Grossense**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1995, 9 p. (EMBRAPA-CPAP. Comunicado técnico, 14).

RUPP, G. P; BALL, L.; SHOOP, M. C.; CHENOWETH, P. J. Reproductive efficiency of bulls in natural service: effects of male to female ratio and single vs. multiple-sire breeding groups. **Journal of American Veterinary Medical Association**, Chicago, v. 171, n. 7, p. 639 - 642, 1977.

SANTOS, M. D. **Comportamento sexual, qualidade seminal e eficiência reprodutiva de touros da raça Nelore em regime de monta natural**. 2000. 88 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

SANTOS, M. D.; TORRES, C. A. A.; GUIMARAES, J. D.; RUAS, J. R. M.; CARVALHO, G. R. Libido de touros Nelore: efeito da proporção touro: vaca sobre a taxa de gestação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 3, p. 293 - 300, 2003.

SERENO, J. R. B. Comportamento e bem-estar de suínos em reprodução. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 22., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2004. 1 CD-ROM.

SERENO, J. R. B. Manejo reprodutivo de bovinos de corte no Pantanal. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 7., 2005, Campo Grande, MS. **Produção Animal e Responsabilidade**: anais. Campo Grande, MS: UEMS: UFMS: ABZ: Embrapa Pantanal, 2005. 1 CD-ROM.

SERENO, J. R. B.; COSTA E SILVA, E.V. Avaliação da redução da proporção touro:vaca no Pantanal, em acasalamento individual. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu, p.137-139, 1998a.

SERENO, J. R. B.; COSTA E SILVA, E.V. Avaliação da redução da proporção touro:vaca no Pantanal, em acasalamento múltiplo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu, SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu, p. 146-148, 1998b.

SERENO, J. R. B.; COSTA E SILVA, E. V.; MORES, C. M. Reduction of the bull: cow ratio in the Brazilian Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 12, p. 1811-1817, 2002.

SERENO, J. R. B; DELGADO, J. V; SERENO, F. T. P. S.; BARBA, C.; CABELLO, A. Treinamento de varrões a monta em manequim para uso em inseminação artificial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. **A produção animal e a segurança alimentar**: anais dos simpósios e resumos. Campo Grande, MS: SBZ: Embrapa Gado de Corte, 2004a. p. 468-482.

SERENO, J. R. B.; SOUZA, J. C.; SANTOS, I. W.; FREITAS, J. A.; COSTA E SILVA, E. V.; FERRAZ FILHO, P. B. Hierarquia social em touros adultos durante a estação de monta no Pantanal: dados preliminares. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 22., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2004b. 1 CD-ROM.

SILVA-MENA, C.; AKÉ-LOPEZ, R.; DELGADO-LEÓN, R. Sexual behavior and pregnancy rate of *Bos indicus* bulls. **Theriogenology**, New York, v. 53, n. 4, p. 991 – 1002, 2000.

SOUZA, J. C.; SERENO, J. R. B.; SANTOS, I. W.; FREITAS, J. A.; COSTA E SILVA, E. V.; FERRAZ FILHO, P. B. Comportamento sexual de touros jovens no início da primeira estação de monta no Pantanal: observações preliminares. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 22., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2004. 1 CD-ROM.

Influências Nutricionais na Reprodução de Touros

Ériklis Nogueira

Resumo

Os touros representam cerca de 1 a 4% da quantidade de animais em uma propriedade de gado de corte, com sistema de monta natural (com relação touro:vaca de 1:25 até 1:80) e por esse motivo devem receber uma atenção especial no que diz respeito à sua avaliação reprodutiva. Nesse sentido, a nutrição desses animais deve ser otimizada, sobretudo nos períodos de menor disponibilidade de forragem (estação seca) e durante a estação de monta, quando serão efetivamente utilizados, pois geralmente esses animais sofrem alterações temporárias na capacidade reprodutiva, normalmente restaurada quando voltam a receber nutrição adequada. Dependendo da severidade da subnutrição, os efeitos variam de pequenas alterações nas características do sêmen e/ou libido até infertilidade. Por outro lado, excessos de energia, proteína ou deficiências minerais também podem ter efeitos deletérios aos processos de espermatogênese de touros, levando a baixas taxas de fertilidade no rebanho. Este capítulo tem por objetivo discorrer sobre os efeitos dos principais nutrientes sobre a saúde reprodutiva e puberdade de touros em reprodução.

Palavras chave: bovino, touros, nutrição x reprodução

Nutricional Influences on Reproduction of Bulls

Abstract

The bulls represent about 1 to 4% of the amount of animals in a beef cattle farm with natural breeding systems (with bull:cow ratio of 1:25 up to 1:80) and for that reason they should receive a special attention regarding to the reproductive evaluation. In that sense, the nutrition of those animals should be optimized, above all in the periods of less forage availability (dry season) and during breeding season when they will be used indeed, therefore usually those animals suffer temporary alterations in the reproductive capacity, usually restored when they receive appropriate nutrition . Depending on the severity of the malnutrition, the effects vary of small alterations in the characteristics of the semen and/or libido to infertility. On the other hand, excesses of energy, protein or mineral deficiencies can also have harmful effects to the bulls spermatogenesis process, taking to low fertility rates in the herd. This chapter aims to discourse on the effects of the main nutrients on the reproductive health and puberty of bulls in reproduction.

Key-words: *bovine, bulls, nutrition x reproduction*

Introdução

Nos modernos sistemas de produção de gado de corte, a elevada eficiência reprodutiva é o objetivo principal a ser alcançado pelo empresário rural. Dentre os fatores que influenciam e determinam o número de animais que estarão aptos a conceber e levar a gestação a termo, a nutrição apresenta grande importância. Também são numerosos os efeitos do plano nutricional, tanto em quantidade como em qualidade sobre os processos reprodutivos. Entre os nutrientes, sem dúvida, a energia e a proteína, bem como suas inter-relações, são as mais importantes e melhores estudadas. No entanto, também é observada relação entre a função reprodutiva dos bovinos e os minerais e vitaminas. Praticamente, todas as vitaminas e minerais essenciais (macro e microelementos) são requeridos nos processos reprodutivos por seu papel intracelular nos processos metabólicos básicos, bem como tendo requerimentos e níveis específicos nos órgãos e tecidos relacionados com a reprodução.

Os touros representam cerca de 1% a 4% da quantidade de animais em uma propriedade de gado de corte, com sistema de monta natural (com relação touro:vaca de 1:25 até 1:80) e por esse motivo devem receber uma atenção especial no que diz respeito a sua avaliação reprodutiva. Nesse sentido, a nutrição desses animais deve ser otimizada, sobretudo nos períodos de menor disponibilidade de forragem (estação seca) e durante a estação de monta, quando serão efetivamente utilizados, pois geralmente esses animais sofrem alterações temporárias na capacidade reprodutiva, normalmente restaurada quando voltam a receber nutrição adequada. Dependendo da severidade da subnutrição, os efeitos variam de pequenas alterações nas características do sêmen e/ou libido até infertilidade.

Os requisitos nutricionais dos touros não são discutidos separadamente das vacas, porém Silva et al. (1993) indicam que os requisitos nutricionais de touros para boa produção espermática encontram-se entre 5% a 10% acima dos requisitos de manutenção.

Um dos parâmetros mais prejudicados pela nutrição desequilibrada é o crescimento testicular, que implica o desenvolvimento dos túbulos seminíferos e diferenciação das células primordiais, retardando a funcionalidade testicular e a produção espermática. No adulto, a subnutrição pode ocasionar a queda em até 15% na produção espermática, aos 18 meses. Na pastagem tropical sujeita as variações estacionais, principalmente, de disponibilidade de energia e proteína, no período seco, a suplementação com suplementos protéico-energéticos para essa categoria animal poderia ser uma alternativa recomendável.

Aspectos nutricionais de touros em produção

A subnutrição afeta o mecanismo endócrino, diminuindo a secreção do hormônio luteotrófico (LH) e a resposta da testosterona ao hormônio gonadotrófico (GnRH), alterando a funcionalidade testicular (ENTWISTLE; HOLROYD, 1993). Não parece haver efeito da nutrição sobre a libido, porém no período seco quando a subnutrição é grave, esse estado afeta fisicamente o animal. Em casos de superalimentação de touros, como muitas vezes vem a ser praticado para a preparação de animais para a venda ou exposições, a capacidade reprodutiva pode ser afetada; o excesso alimentar, bem como a alimentação intensiva, resulta em baixa performance reprodutiva, tendo associação com a diminuição da circunferência escrotal, reserva espermática no epidídimo, e qualidade seminal; portanto, parecem ser preferíveis os efeitos de uma subalimentação moderada aos da superalimentação, particularmente em touros jovens de raças de grande porte físico (PRUITT; CORAH, 1985).

A obesidade, tanto no touro jovem como no adulto, afeta a termorregulação corporal e, conseqüentemente, a testicular, o balanço hormonal e a reserva epididimária (COULTER; KOZUB, 1984). A gordura subcutânea do cordão testicular afeta a termorregulação no plexo pampiniforme, induzindo hipertermia, reduz a concentração intratesticular de testosterona, a produção de sêmen, a reserva epididimária e aumenta as anormalidades espermáticas. Quando se oferece ao touro uma alimentação constituída de 100% de forragem, a produção espermática/dia é de 12% maior do que uma alimentação altamente energética (80% de grãos). A ingestão inadequada de nutrientes é associada à redução do peso testicular, secreção das glândulas anexas e concentração espermática (COULTER; KOZUB, 1984). De acordo com esses autores, o fato de realimentar touros por um ano com uma dieta com 100% de nutrientes digestíveis totais (NDT), sendo esses animais anteriormente alimentados com uma dieta de baixo nível (60% NDT) desde oito semanas até 46 meses de idade, não provocou nenhum efeito no crescimento testicular, volume seminal e produção espermática, mesmo que esses animais voltassem a alcançar 90% do peso corporal do grupo-controle alimentado adequadamente. Portanto, o restabelecimento de uma dieta adequada não induz uma elevação na concentração de espermatozóides em animais que passaram por longos períodos subalimentados. A falha em restabelecer a função reprodutiva normal em animais jovens, anteriormente subnutridos, pode refletir alguns níveis de danos aos centros neurais controladores da reprodução, devido às deficiências nos componentes da dieta na fase inicial da vida ou na diminuição da habilidade dos animais em sintetizar proteína adequadamente, as quais parecem necessárias para facilitar a ação de liberação dos fatores hipotalâmicos.

Os órgãos reprodutivos de um macho adulto são mais resistentes às mudanças nutricionais que os animais imaturos. Em reprodutores da espécie bovina mantidos em pastagem em sistema de monta natural, o manejo nutricional é crucial ao sucesso da monta e subsequente fertilização, pois, pode-se observar que nem sempre os animais estão em condições de manter uma alta taxa de fertilidade por diminuição da oferta de nutrientes pelas pastagens, acompanhando mudanças

climáticas durante o ano, pois os animais são expostos às deficiências nutricionais quantitativas e principalmente qualitativas com efeitos marcantes na reprodução. Apesar de pequenas mudanças de peso não afetarem a produção espermática ou fertilidade de touros, a alimentação nas diferentes estações parece ter influenciado significativamente o volume do ejaculado e as anormalidades espermáticas, causando diminuição desses parâmetros no inverno quando comparadas ao verão em estações chuvosas (BHOSREKAR et al., 1986).

Segundo Entwistle e Holroyd (1993), a queda de peso em 10 kg corresponde a 21,3g de tecido testicular, o que equivale à perda de 268×10^9 de espermatozoides. A queda de peso vivo e testicular, no período seco, pode refletir na taxa de fertilidade da próxima estação de monta, porque se exige do touro cerca de, no mínimo, quatro meses para se recuperar, em pastagem de boa qualidade.

Efeitos hormonais e nutricionais relacionados com a puberdade

A puberdade é a idade em que o animal adquire condições de se reproduzir, e pode ser definida como a idade na qual o touro produz um ejaculado com, no mínimo, 50×10^6 espermatozoides/mL e 10% de motilidade progressiva (WOLF et al., 1965). Os bovinos da raça Nelore, que representam cerca de 72% do rebanho nacional (UNANIAN, 1997), em função do sistema de criação, são considerados tardios, conceito este que prejudica o aproveitamento de seu real potencial.

O conceito da característica precocidade sexual é importante de ponto de vista econômico, pois permite o aproveitamento dos animais mais cedo, encurtando com isso o intervalo entre gerações. Nas condições brasileiras de criação a pasto, muitos fatores contribuem para a manifestação da puberdade, fatores estes inter-relacionados ao crescimento corpóreo e ao desenvolvimento sexual, os quais são componentes economicamente importantes.

Uns dos mecanismos que contribuem para o desenvolvimento corpóreo e sexual são os níveis hormonais, como da testosterona e do IGF-1 (fator de crescimento semelhante à insulina), entre outros, que atuam diretamente sobre o início da puberdade. Em estudos com animais da raça Nelore, de 10 a 18 meses de idade, foram observados os níveis hormonais de testosterona e IGF no período da puberdade em função do peso e da motilidade progressiva (Tabela 1).

Tabela 1. Relação entre peso, parâmetros seminais e níveis de testosterona e IGF-1 em touros nelores

Motilidade progressiva (%)	Peso (kg)	Testosterona (ng/mL)	IGF-1 (ng/mL)
> 40	283	2,81	364
< 39	248	1,30	256

Fonte: Silva et al. (1999).

A raça influencia a idade à puberdade, sendo consideradas mais precoces as raças européias que sofreram muitos anos de seleção e, dentre estas, as leiteiras são mais precoces do que as de corte. Entretanto, a raça Nelore, pelo aumento da seleção ocorrida ultimamente, mostrou que tem o potencial de atingir a idade à puberdade semelhante ao das raças européias, em condições adequadas de criação, ou seja, manejadas em pastagem de alta qualidade e suplementadas (Tabela 2).

Tabela 2. Média da idade à puberdade e circunferência escrotal (CE) em machos *Bos taurus* e *Bos indicus*

Raça	Idade puberdade/dia	CE (cm)
Angus	273	25,9-30,1
Charolês	231-371	32
Holstein	252-343	27,9
Nelore	365	22

Adaptado de Barth (2000) e Silva et al. (1999)

Os touros de corte europeus alcançam a puberdade, em média, aos dez meses de idade, e os touros da raça Brahman requerem mais idade para isso (FIELDS et al., 1979). Em estudo com machos da raça Nelore (SILVA et al., 1999) foi observado que, no período de pré-puberdade, houve um aumento da circunferência escrotal (de 19,6 cm para a 21,6 cm). Isto, normalmente, ocorre quando há um aumento no número de células de Leydig, que leva ao aumento do nível de testosterona e, conseqüentemente, ao crescimento dos testículos. Esse estudo demonstrou claramente, em função do nível de testosterona aos dez meses de idade, em média acima de 1 ng/mL, a atividade esteroideogênica das células de Leydig. Isto indica que, também, na raça Nelore pode ocorrer a produção desse hormônio, dependendo do indivíduo, antes dos dez meses, semelhante aos machos europeus aos seis meses de idade (GE et al., 1996).

Animais suplementados no período pós-desmame podem antecipar a puberdade, isto é, expressar a genética mais precocemente para o desenvolvimento ponderal e sexual. O início da puberdade ocorre mais cedo em animais que ganham mais peso, como os da raça Angus, e em leiteiros, como os da raça Simental, e menos peso como nos das raças Limousin e Hereford (BARTH, 2000).

A suplementação em pastagem influencia o desenvolvimento e a funcionalidade dos túbulos seminíferos, bem como o peso ponderal. Em estudos realizados com a raça Nelore, quando se associa a genética à alimentação, no período pré-púbere, o início da puberdade pode ser antecipado. Animais criados e recriados em sistema extensivo em pastagem, sujeitos à sazonalidade alimentar, podem não manifestar o seu real potencial de precocidade (SILVA et al., 1993) (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Idade à puberdade e maturidade de machos da raça Nelore, puro de origem (PO), suplementados com silagem e ração.

Variáveis	Idade (meses)	CE (cm)	Peso (kg)	Defeitos totais (%)
Puberdade	13,7	25,6	345,9	52
Maturidade	15,6	28,2	345,7	18,5

Fonte: Silva et al. (2002) CE = Circunferência escrotal

Tabela 4. Idade à puberdade e maturidade de machos da raça Nelore (comercial) manejados em pastagem de *Brachiaria*.

Variáveis	Idade (meses)	CE (cm)	Peso (kg)	Defeitos totais (%)
Puberdade	19	23,3	294,5	76,7
Maturidade	26	28,4	353,7	21,4

Fonte: Silva et al. (2002).

CE = Circunferência escrotal

Para alcançar a puberdade precocemente, o meio ambiente e especialmente o manejo nutricional adequado do animal são fundamentais. O animal deve receber alimentos equilibrados entre energia, proteína, vitaminas e minerais, para iniciar a atividade sexual. Barth (2000) observou o efeito da nutrição na puberdade em vários níveis de NDT, desde a primeira semana de nascimento até dez meses de idade em animais da raça Holandesa (Tabela 5).

Tabela 5. Idade à puberdade de acordo com o nível de suplementação em animais *Bos taurus taurus*.

(suplementação)	Nível de dieta ou NDT		
	Baixa (pastagem)	Média	Alto
Idade à puberdade (meses)	9	7	6
Peso adulto (kg)	562	634	727
Concentração ejaculado ($\times 10^9$)	2,3	3,8	3,7
Taxa de não retorno (60-90dias)	74	72	74

Fonte: Barth (2000).

Água

A água é um nutriente essencial para todos os animais. Embora esse aspecto da nutrição seja frequentemente ignorado, ele tem efeitos profundos na produção animal. A restrição na quantidade da água reduz o consumo dos alimentos, e por sua vez a produção animal (NOLLER et al., 1997). No entanto, a restrição de água tende a aumentar a digestibilidade aparente e a retenção de nitrogênio, principalmente devido ao aumento no tempo de retenção da digesta, da diminuição na secreção de saliva e da motilidade ruminal. Os animais consomem água de duas fontes: presente nos alimentos e bebida livremente. À medida que a água presente no alimento decresce, a quantidade requerida como água bebida livremente aumenta para manter o balanço hídrico no animal (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

A água constitui cerca de 98% de todas as moléculas do corpo, e é necessária para regulação da temperatura corporal, assim como para crescimento, reprodução, lactação, digestão, metabolismo, excreção de metabólitos, hidrólise de proteínas, gorduras e carboidratos; regulação da homeostase mineral, lubrificação das articulações, funcionamento do sistema nervoso, e visão. A água é um excelente solvente para a glicose, aminoácidos, íons minerais, vitaminas hidrossolúveis e produtos de excreção do metabolismo corporal. A quantidade de água requerida pelo animal depende de uma série de fatores, como tipo e nível de produção, consumo de matéria seca (MS), composição da dieta, temperatura ambiental e outros.

O meio mais rápido de reduzir o consumo de alimentos pelo gado é restringir o consumo de água. O requerimento mínimo de água é um reflexo da quantidade necessária para crescimento corporal e da perda pela excreção na urina, fezes e suor ou pela evaporação dos pulmões ou pele. Qualquer influência exercida pelas necessidades ou perdas pode alterar os requerimentos mínimos (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1980; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

Como os alimentos oferecidos aos bovinos possuem certa quantidade de água e a oxidação de certos nutrientes dos alimentos produz água, nem toda a água requerida pelos animais necessita ser fornecida pela bebida. Alimentos como silagem, forragens verdes picadas ou pastagens em crescimento possuem geralmente altos teores de umidade, enquanto grãos, feno e pastagens maduras possuem baixos teores de umidade. Alimentos ricos em energia produzem grande quantidade de água metabólica, enquanto alimentos com baixos teores de energia produzem menores quantidades de água. Animais em jejum ou aqueles recebendo dietas com baixos teores de proteína podem obter água por meio da degradação da gordura ou proteína corporal, mas isto tem menos importância do que os fatores apresentados (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996). Os requerimentos de água para machos em diferentes idades e sob influência de diferentes temperaturas ambientais podem ser verificados na Tabela 6.

Tabela 6. Consumo diário aproximado de água por bovinos de corte.

Peso corporal (kg)	Temperatura °C				
	10	14,4	21,1	26,6	32,2
Bezerros em crescimento					
182	16,3	18,9	22	25,4	36
273	22	25	29,5	33,7	48,1
364	25,7	29,9	34,8	40,1	56,8
Touros adultos					
636	32,6	37,5	44,3	50,7	71,9
727	35,6	40,9	47,7	54,9	78

Fonte: National Research Council (1996).

Segundo Noller et al. (1997):

- a) Gado de corte adulto em pastejo consome cerca de 3 a 5 kg de água por kg de matéria seca ingerida (MSI), enquanto um bezerro consome cerca de 5 a 7 kg/ kg de MSI.
- b) Os ruminantes podem obter cerca de 70% a 80% da água requerida de forragens suculentas.
- c) Gado zebu tem uma exigência de água levemente mais baixa do que o gado europeu.
- d) Os animais em pastejo se encaminharão à água cerca de três a cinco vezes ao dia se o bebedouro estiver próximo.

O consumo de água pelos bovinos varia principalmente de acordo com a condição fisiológica, ou seja, manutenção e crescimento, ou atividade, e nessa última estando incluída a reprodução (MARQUES, 2003). Considerando-se bovinos de dois anos, a necessidade mínima é de 45 litros/cabeça/dia ou cerca de 8 a 9 litros/100 kg de peso vivo, em condições de manejo adequado, distância correta de bebedouros.

Segundo o National Research Council (1996), a qualidade da água é um fator importante a ser observado para que se obtenha adequada ingestão pelos animais. Em termos de qualidade, a água a ser fornecida aos animais deve ser pura quanto aos aspectos microbiológicos, químicos e físicos. Contaminações por bactérias, principalmente coliformes e estreptococos fecais, salmonelas, ou por agentes químicos, como os sulfitos, amônia, nitrato, nitrito, sulfatos, ferro, cloreto de sódio ou acidez, tornam a água imprópria para o consumo, afetando o desempenho e a saúde do animal, muitas vezes levando até à morte dos animais que a consumem (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1980).

A salinidade refere-se à quantidade de sais dissolvidos presentes na água. A primeira consideração é quanto ao NaCl, mas outros constituintes inorgânicos dissolvidos, tais como carbonatos, sulfatos, nitratos, potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), estão nessa mesma categoria. Esses constituintes podem afetar o balanço osmótico dos animais e, geralmente, são mensurados como sólidos totais dissolvidos conforme relatado por Wang e Beede (1992), que consideram seguro oferecer água contendo 5.000 Mg de sólidos totais/l a vacas de leite. Altas ingestões de ânions na água são responsáveis por efeitos prejudiciais à saúde e à produtividade animal.

Dureza da água é frequentemente confundida com a salinidade ou com os sólidos totais dissolvidos, mas os dois não estão necessariamente relacionados. Por exemplo, águas salinas podem conter uma abundância de sais de sódio e serem leves se possuírem baixas concentrações de Ca e Mg. A concentração desses dois cátions é a principal responsável pelo grau de dureza da água. Segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1974), a classificação da dureza (Ca + Mg) inclui: leve (0 a 60 ppm); moderada (61 a 120 ppm); dura (121 a 180 ppm) e muito dura (acima de 181 ppm). E segundo o ARC (1980), os bovinos podem tolerar 1% de sal na água

por 90 dias, mas não toleram níveis de 1,2%, e quando os níveis de sal são de 1%, o consumo é elevado em 53%.

Proteína

As proteínas são elementos estruturais e, por isso, essenciais na formação e na manutenção das atividades do organismo. A proteína é utilizada no organismo na construção de estruturas orgânicas e produtos de secreção, formada por unidades chamadas de aminoácidos. Na digestão, os aminoácidos são liberados no intestino delgado e então absorvidos. Quando a proteína ingressa no rúmen, ela pode seguir dois caminhos:

- a) Atravessar o órgão sem sofrer modificações e atingir o estômago e intestinos, onde será em parte digerida pela ação de enzimas e, em parte, excretada pelas fezes.
- b) Ser digerida dentro do rúmen-retículo e transformada em peptídeos, aminoácidos e, na maior parte, em amônia (NH₄), que vem a ser a principal fonte de nitrogênio para o crescimento (proliferação) bacteriano. A amônia, na presença de energia, serve para a síntese de proteína microbiana que, ao chegar ao intestino delgado, libera aminoácidos que serão absorvidos pelo organismo.

Deve haver uma sincronização entre a liberação de nitrogênio da proteína degradável e a disponibilidade de energia. Quando o bovino se encontra subalimentado em energia, menores acréscimos de proteína na ração conduzem a aumentos consideráveis na amônia ruminal e níveis de uréia sanguínea. Excesso de proteína resulta em maiores concentrações de amônia no rúmen e uréia no sangue. Contudo, não importa tanto o teor protéico, mas sim valores de duas frações: proteína degradável no rúmen (PDR) e não-degradável (PNDR) (ORSKOV et al., 1999).

A maior parte da amônia absorvida no trato digestivo é convertida em uréia no fígado. Dietas que conduzem a uma elevada taxa de amônia no pró-ventrículo levam facilmente a taxas elevadas de amônia e uréia no sangue, nos tecidos reprodutivos e fluidos do corpo, podendo alterar as funções endócrinas do organismo. A fertilidade pode ser suprimida devido aos efeitos tóxicos da amônia, uréia e outros componentes nitrogenados sobre oócitos, espermatozóides e embriões imaturos. A uréia é tóxica para os espermatozóides de touros e a alimentação com grandes quantidades de proteínas degradáveis no rúmen pode elevar a amônia, uréia e outros componentes nitrogenados nos tecidos do corpo. Nesse caso, adicionar nutrientes ricos em energia poderia proteger o animal contra o excesso da amônia no rúmen, não só por maximizar a construção de proteína microbiana, como também para auxiliar os mecanismos hepáticos de desintoxicação (CASTRO, 2002).

A deficiência da proteína na dieta decresce a atividade sexual e a qualidade seminal. Entretanto, como comentado, um excesso de proteína não melhora esse perfil, podendo até afetá-lo negativamente. Um regime de ingestão intensa de proteína pode provocar acidose metabólica afetando decisivamente as células espermáticas e, portanto, a produção de sêmen segundo dados de Castro (2002). Ainda, segundo esse autor, 13% de proteína no concentrado garante saúde, bom metabolismo, produtividade e qualidade de sêmen adequada, porém, o uso desse sistema de alimentação em touros zebuínos tem causado redução de metabolismo com excesso de gordura, problemas locomotores e diminuição da qualidade do sêmen.

Moraes (1997) constatou que alimentando touros com uma dieta com baixos níveis de proteína, durante um ano, resultou em testículos e epidídimos menores que o grupo-controle, e em reservas de espermatozóides (gonadais e extragonadais) reduzidas em 70 a 75%. Embora o volume dos ejaculados e a porcentagem de espermatozóides vivos também tenham declinado depois de oito meses dessa dieta, não houve mudanças morfológicas aparentes nos espermatozóides.

Rocha et al. (1996) estudaram a influência do fornecimento de uma dieta com diferentes níveis de proteína não-degradável no rúmen durante o período peripuberal em touros da raça Brahman (com idade e pesos médios de 301 dias e 202 kg, respectivamente). Foram utilizados dois suplementos, durante 84 dias com consumo de 1,25% do peso vivo e animais sob pastejo. O suplemento de farelo de soja consistia de milho (81,7%), farelo de soja (16,3% com 47% de proteína não-degradável no rúmen) e fosfato bicálcico (2%); o outro suplemento consistia de farinha de peixe (12,5% com 72% de proteína não-degradável no rúmen) e milho (87,5%), ambos os suplementos com energia adequada. Nessas condições, evidenciou que o aumento da quantidade da proteína não-degradável no rúmen não teve efeito na produção espermática ou nas reservas espermáticas epididimárias no desenvolvimento peripuberais de touros da raça Brahman, quando a energia se encontrou adequada na dieta.

Rekwot et al. (1988) avaliaram o efeito do consumo de dois níveis de proteína na dieta e correlacionaram os dados com a circunferência escrotal e a produção de sêmen em touros da raça Bunaji e cruzados Friesian. As rações isocalóricas se apresentavam com um nível baixo de proteína (8,51%) e outro adequado (14,45%). Os touros desmamados aos seis meses foram monitorados até os 21 meses, período no qual foram suplementados. Os touros alimentados com a ração com níveis adequados de proteína apresentaram uma maior circunferência escrotal, volume de sêmen, motilidade e concentração espermática do que os animais que receberam o suplemento com níveis baixos de proteína.

Entretanto, Castro (2002), utilizando formulação concentrada com nível alto de proteína (18% PB e 63% NDT) para touros nelore durante cinco meses, comprovou que os animais apresentavam um quadro de degeneração testicular após término do período experimental, com diminuição dos parâmetros como motilidade, vigor e turbilhonamento espermáticos, aumento de defeitos maiores e menores dos espermatozóides e perda do arranjo da estrutura do parênquima testicular; os níveis

de testosterona no estudo em questão não foi afetado pela dieta. O autor relata que touros alimentados com formulações que excedem níveis de proteína digestível acima de 14% podem ter seus testículos afetados e desenvolverem quadro de degeneração testicular e, ainda, se essa condição perdurar por longo período, a degeneração pode culminar com a calcificação dos testículos e a instalação de um quadro de degeneração testicular.

Também, Barth (2000) apresenta um exemplo do efeito negativo da suplementação protéica, com níveis elevados de proteína (18% na MS) sobre as características do aparelho reprodutor bovino (Tabela 7).

Tabela 7. Características testiculares em touros da raça Brahma (*Bos indicus*) suplementados (nível alto de proteína) e não-suplementados, mantidos em pastagem nativa.

Características	Suplementados	Controle
Peso testicular (g)	373,3	458,7
Peso epididimário (g)	37,4	43,5
Produção sêmen/dia (x10 ⁹)	4,3	6
Reserva epididimária (x10 ⁹)	17,2	27
Diâmetro do túbulo seminífero (mm)	235	242

Fonte: Barth (2000).

Energia

A energia resulta da interação de todos os nutrientes do alimento (proteína, carboidratos e gordura), quer na matéria seca total do alimento, quer nas trocas metabólicas. Todos os constituintes orgânicos de um alimento representam uma energia química de constituição potencial a ser utilizada pelo organismo animal, enquanto que as vitaminas, os microelementos e alguns macroelementos minerais, como o fósforo, representam o meio de viabilização de utilização dessa energia.

Trabalhos demonstraram que a alta ingestão de energia não era prejudicial para a qualidade seminal de touros da raça Angus jovens e nenhum efeito foi constatado na qualidade seminal de animais tratados com dietas com altos níveis de energia no período entre a desmama e um ano de idade (PRUITT; CORAH, 1985). De forma similar, o nível de energia na dieta não afeta significativamente as características do sêmen de touros maduros, enquanto não promover acúmulo excessivo de gordura ao redor do plexo pampiniforme, que interfere na termorregulação.

Coulter e Bailey (1988) avaliaram touros jovens de 12 meses de idade (raças Angus e Hereford) e alimentados com uma dieta de nível médio de energia (100% forragens; 9,110 MJ/kg) em comparação com uma dieta altamente energética (80% de concentrado e 20% de forragem, com 13.064 MJ/kg) durante 168 dias de avaliação, e os resultados demonstraram que dietas de nível médio possibilitaram 41% de aumento de reserva espermática na cabeça e no corpo do epidídimo, 58% de aumento de reservas na cauda e 52% de aumento no total espermático (reservas) no epidídimo, em relação aos altos níveis de energia.

A suplementação rica em energia (80% de grãos e 20% de forragem), em taurinos do desmame até 15 meses, pode diminuir a taxa de produção espermática, motilidade progressiva e reserva epididimária, e elevar a taxa de anormalidades (COULTER; KOZUB, 1984), apesar dos animais ganharem peso. Ainda, pode haver prejuízos na funcionalidade testicular, com a diminuição do tamanho, ocorrendo até degeneração, pois existe a possibilidade de que lipídeos escrotais adicionais ou deposição de gordura ocorra em torno do plexo pampiniforme, resultante de uma dieta rica em energia, podendo impossibilitar a termorregulação escrotal, reduzindo as reservas espermáticas epididimárias e presumidamente a produção espermática.

Castro (2002), utilizando formulação concentrada composta de cana-de-açúcar, levedura de cana (*Saccharomyces cerevisiae*) e polpa cítrica peletizada com nível alto de energia (72% NDT) para touros nelore durante um período de cinco meses, comprovou que as *performances* dos touros quanto aos parâmetros físicos dos ejaculados, bem como seus espermogramas, mostraram que dietas ricas em energia são fundamentais para obtenção de ejaculados de alta qualidade.

Com o intuito de avaliar o efeito da dieta energética nas características reprodutivas de touros das raças Angus (503 dias de idade) e Senepol (457 dias de idade), dois tratamentos foram utilizados: uma dieta de 75% abaixo e outra com 150% acima dos requerimentos de manutenção para energia metabolizável. A dieta acima dos requerimentos influenciou na média da circunferência escrotal (aumentando-a significativamente), mas não influenciou o escore de libido ou qualidade do sêmen (CHASE et al., 1993).

Os lipídeos ou gorduras são substâncias pouco solúveis em água e solúveis em solventes orgânicos. São compostos de átomos de carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio. Presentes nas células vegetais, os lipídeos têm funções de reserva e estrutural. Os lipídeos de reserva podem ser metabolizados e transformados em outras substâncias ou catabolizados para produção de energia. Os lipídeos fornecem 2,25 vezes mais energia que os carboidratos e que as proteínas.

O transporte de lipídeos na corrente sanguínea é feito por macromoléculas complexas, constituídas de proteínas (apoproteínas), fosfolipídeos, colesterol, ésteres de colesterol e triglicerídeos, denominadas lipoproteínas. O triglicerídeo é o lipídeo predominante nos quilomicrons e nas lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), enquanto os ésteres de colesterol e os fosfolipídeos são os lipídeos denominados lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e lipoproteínas de alta densidade (HDL). O

colesterol, esteróide de 27 carbonos, é o precursor da biossíntese de hormônios esteróides (andrógenos, estrógenos e progesterona), sendo sintetizado a partir da acetil-CoA no fígado e intestino e transportado até as células esteroideogênicas pelas lipoproteínas. A LDL colesterol é responsável pela maioria do transporte de colesterol sanguíneo em suínos e no homem, enquanto HDL colesterol predomina em bovinos, de acordo com Santos et al. (1998a).

O hormônio andrógênio testosterona é um esteróide produzido nas células de Leydig (testículos), com limitada quantidade produzida pelo córtex da adrenal. A manutenção das características sexuais secundárias, da produção espermática, do comportamento sexual ou da libido do macho é mediada por andrógenos (HAFEZ, 2003). Nesse contexto, Santos et al. (1998b) avaliaram o efeito dos níveis de concentrado e lipídeo (alto e baixo) nas dietas de 16 touros nelore (24 meses e 415 kg) durante 90 dias, sobre as concentrações séricas de testosterona e metabólitos lipídicos de touros da raça Zebu. Os autores observaram, entretanto, que os valores de HDL, bem como a concentração sérica de testosterona, não foram influenciados significativamente pelos diferentes níveis de concentrado e lipídeo das dietas.

Santos et al. (1998b) avaliaram os efeitos dos níveis de concentrado e lipídeos no sêmen e circunferência escrotal de 16 touros nelores (24 meses e 415 kg) durante 90 dias, onde os tratamentos consistiam em: alto concentrado e alto lipídeo (T1 – 4,4% extrato etéreo (EE) e consumo de 1,87% PV); alto concentrado e baixo lipídeo (T2 – 2,2% de EE e consumo de 2,05% PV); baixo concentrado e alto lipídeo (T3 – 4,1% de EE e consumo de 1,55% PV); e baixo concentrado e baixo lipídeo (T4 – 1,4% de EE e consumo de 1,54% PV), e as quatro dietas foram isoprotéicas. A relação concentrado: volumoso foi 45:55% (T1 e T2) e 20:80% (T3 e T4). O aumento médio da circunferência escrotal (34,4 cm) foi maior nos animais que receberam dietas com alto nível de concentrado e menor (32,5 cm) para os que receberam dietas com baixo nível de concentrado. Os aspectos físicos do sêmen dos touros (turbilhonamento, motilidade, vigor e concentração espermática) não foram influenciados pelos tratamentos. Os animais apresentaram médias gerais de 2,8 para turbilhonamento, 71,9% para motilidade, 3,2 para vigor e $375,4 \times 10^6$ / mL de sêmen para concentração espermática.

Minerais e vitaminas

Cada um dos elementos minerais essenciais atua no organismo animal de uma ou mais das quatro seguintes formas: na construção das estruturas ósseas; na manutenção do estado coloidal da matéria orgânica ao regular alguma das propriedades físicas dos sistemas coloidais (viscosidade, difusão, pressão osmótica); no equilíbrio ácido-básico; na composição ou na ativação de enzimas e de outras unidades ou sistemas biológicos. Os elementos minerais são divididos em dois grupos, e os requerimentos dos principais minerais e vitaminas que interferem na reprodução de bovinos podem ser observados na Tabela 8:

a) **Macrominerais ou minerais essenciais (macroelementos):** requeridos em grandes quantidades (g/dia) e presentes no tecido animal em altas concentrações. Incluem cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), cloro (Cl), potássio (K), magnésio (Mg) e enxofre (S).

b) **Elementos traços (microelementos):** requeridos em pequenas quantidades (mg/dia), geralmente, presentes no tecido animal em concentrações menores. Incluem cobalto (Co), cobre (Cu), iodo (I), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), selênio (Se) e zinco (Zn) (MARQUES, 2003).

Em machos jovens destinados à reprodução, é necessário assegurar quantidade adequada de cálcio e fósforo e correta proporção Ca/P, para garantir o desenvolvimento do seu esqueleto, principalmente dos membros, pois uma alteração na locomoção pode eliminar o animal da reprodução. Em animais adultos, o cálcio tem um papel fundamental na motilidade progressiva dos espermatozoides, que é controlada pelo cálcio intracelular (Ca⁺⁺) que, por sua vez, é regulado pelo cálcio extracelular, equilíbrio este mantido pela próstata.

Tabela 8. Requerimentos de minerais e vitaminas que interferem na reprodução em bovinos de corte.

Nutriente	Vacas	Novilhas	Níveis máximos
Ca ^a (%)	0,32	0,32	2
P ^a (%)	0,20	0,20	1
Na (%)	0,1	0,1	1
Cu (ppm)	10	10	100
Mn (ppm)	40	20-40	1.000
I (ppm)	0,5	0,5	50
Se (ppm)	0,1-0,3	0,1-0,3	2
Zn (ppm)	30	30	500
Vitamina A (UIx10 ³ /d)	30-40	20-30	1.000
Vitamina E ^b (UI/d)	300-500	200-300	30.000

Fonte: National Research Council (1996)

^a Os requerimentos de Ca e P em animais de corte são variáveis de acordo com as taxas de ganho de peso e o estágio de lactação.

^b D- α -Tocoferol. Os valores sugeridos são provenientes de trabalhos experimentais.

A deficiência alimentar de sódio, bem como de potássio, diminui a fertilidade. Essa situação, no entanto, é pouco frequente, podendo ocorrer quando os animais não recebem sal comum nem forragens verdes. À semelhança do cálcio, esses elementos são responsáveis pela motilidade dos espermatozóides.

O potássio é correlacionado, também, com a concentração do esperma e a porcentagem de espermatozóides vivos, e com o sódio que é essencial para manter a pressão osmótica. Ainda, o potássio e o sódio, juntos, regulam o pH do sêmen. Como este não se encontra apenas sob a influência desses elementos, a reação é reversível.

Várias pesquisas mostraram que uma suplementação com vários microelementos (Fe, Cu, Mn, Co, Zn) melhora a qualidade do sêmen. No entanto, somente alguns dos microelementos, quando deficientes ou em excesso, provocam alterações da fertilidade de machos. Assim, uma dieta insuficiente em manganês, pode levar à diminuição do volume do ejaculado e da motilidade dos espermatozóides, além de provocar alta porcentagem de patologias espermáticas em animais jovens, não afetando, no entanto, a libido.

A deficiência orgânica de manganês nem sempre é acompanhada de deficiência no sêmen. A deficiência alimentar do iodo pode, desde que afetada a tireóide, influenciar a fertilidade. A adição de iodo nas dietas minerais leva à melhora da libido, da concentração e da motilidade dos espermatozóides. O acréscimo desse elemento na alimentação pode provocar um aumento da atividade tireodeana que, por sua vez, melhora a capacidade reprodutiva devido ao estímulo sobre a hipófise anterior responsável pela secreção de gonadotrofinas. Na realidade, o elemento iodo é mais importante na reprodução de fêmeas do que na dos machos (MCDOWELL, 1992).

Da mesma forma que o iodo, a deficiência alimentar do cobre pode, ocasionalmente, influenciar negativamente a qualidade do sêmen, no que diz respeito à motilidade e porcentagem de espermatozóides vivos. Já se constatou, no entanto, que em casos de grave deficiência de cobre, o desempenho reprodutivo do rebanho não foi afetado.

O Zn é o segundo microelemento mais abundante nos tecidos de ruminantes. Ele funciona como um ativador e constituinte de mais de 30 metaloenzimas que estão envolvidas no metabolismo dos ácidos nucléicos e carboidratos, e na síntese de proteínas. Além do seu papel importante na constituição enzimática, o Zn tem sido associado à síntese de DNA, RNA e proteínas e, portanto, com a expressão do potencial genético, divisão celular, crescimento e reparação tecidual (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996). Desse modo, todos os sistemas do organismo são afetados pela deficiência do mineral, particularmente quando as células estão em acelerado processo de divisão, crescimento ou síntese. Por essas razões, o crescimento e a reprodução dos animais são as funções mais afetadas pela deficiência dietética de zinco (MCDOWELL, 1992). Dentre todos os microelementos, o Zn é o que mais influência exerce na reprodução de machos desde a fase jovem

até a adulta. O zinco está relacionado às funções reprodutivas, sendo envolvido na fase final da maturação durante a espermatogênese, formação e desenvolvimento dos órgãos genitais e anexos. Uma deficiência alimentar desse microelemento pode levar à diminuição deste nos testículos e epidídimos, produzindo atrofia dos túbulos seminíferos, hipogonadismo e, até mesmo, azoospermia.

Os efeitos de deficiência alimentar de zinco são mais acentuados em animais jovens, durante a fase puberal. O comprimento da estrutura testicular, muito comum nessa fase, é irreversível. Redução da síntese e secreção de gonadotrofinas pituitárias, com consequente diminuição da produção andrógena (testosterona), parece ocorrer, também, em casos de deficiência alimentar de zinco (SILVA et al., 1993).

Alguns autores citam que as deficiências de zinco, em ruminantes e em outras espécies, causam um prejuízo maior na fertilidade de machos do que em fêmeas. Os efeitos são severos e, aparentemente, específicos aos estágios finais de maturação do espermatozóide.

O zinco apresenta também algumas interações com hormônios, cujos efeitos mais notáveis estão relacionados com testosterona, insulina e corticóides adrenais. A espermatogênese e o desenvolvimento dos órgãos sexuais primários e secundários do macho e todas as fases do processo reprodutivo das fêmeas estão relacionados com o zinco. A maior anormalidade no macho é a hipofunção testicular, que afeta tanto a espermatogênese, como a produção de testosterona, pelas células de Leydig. Uma redução no tamanho dos testículos pode ser observada em bezerros machos, quando eles são alimentados com dietas deficientes em Zn (CORAH; IVES, 1991).

Underwood e Somers (1969) sugeriram que as concentrações de zinco nos órgãos sexuais do macho são normalmente elevadas e sensíveis às deficiências da dieta. Os autores mencionam níveis de $105 \pm 4,4$ ppm e 74 ± 5 ppm de Zn nos testículos de carneiros suplementados ou não-suplementados, respectivamente.

Segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1996), as recomendações de zinco para vacas em reprodução são de 30 ppm, mas não são bem definidos. Algumas pesquisas já têm sido conduzidas com a administração de níveis de 60 ppm para vacas em reprodução, e para touros, alguns autores citam valores de 90 ppm. A importância da suplementação de Zn também reside no fato de a maioria das pastagens do Centro-Oeste apresentar-se deficiente desse elemento, com níveis médios inferiores a 30 ppm (MORAES, 2001).

Kendall et al. (2000) suplementaram carneiros com Zn e Se por meio de *bolus* intraruminal em pastagens que não eram consideradas deficientes desses elementos, e encontraram um aumento na motilidade espermática, proporção de espermatozoides vivos e da integridade da membrana, bem como um aumento no *status* sanguíneo desses minerais, indicando que a suplementação desses elementos em dietas de reprodutores pode melhorar a fertilidade, mesmo quando as dietas são consideradas adequadas.

Em relação aos touros, segundo Hurley e Doane (1989), a deficiência de vitamina E pode causar degeneração testicular no rato e inibição da espermatogênese, e a concentração de Se em vários tecidos e no sêmen aumenta após a suplementação com Se em touros, mas não tem influência na viabilidade da célula espermática. Segundo os autores grandes doses de vitaminas A, D, E e C afetam positivamente algumas características do sêmen e do espermatozóide, e a deficiência de vitamina A provoca degeneração do epitélio germinativo testicular, com redução da espermatogênese, atraso na puberdade e redução da libido

A vitamina A é a mais importante em um programa nutricional na atividade de cria de gado de corte. É uma vitamina que pode ser encontrada no corpo animal tanto na forma livre, como na forma de ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, em três formas químicas: 1-como álcool (retinol); 2-como aldeído (transretinol); 3-como ácido (retinóico). As funções da vitamina A na molécula incluem a produção de retinaldeído no grupo cromofóbico dos pigmentos visuais. Na maioria dos outros tecidos, a forma fisiologicamente ativa de vitamina A é o ácido retinóico, que se comporta como um hormônio esteróide, que se transloca aos núcleos celulares, regulando a expressão de uma série de genes. Outro papel importante dessa vitamina é o de manter a integridade dos epitélios intestinal, urogenital e da espinha vertebral (CORBELLINI, 1999).

Nos vegetais, a vitamina A está presente na forma de seus precursores, os carotenóides, que são pigmentos amarelos, associados à clorofila, sendo mais abundantes, portanto, nas folhas. Existem diferentes tipos de carotenóides que possuem a função de provitamina A, sendo o mais importante o betacaroteno, e também os mais abundantes, o alfa e o gama, o betazeacaroteno, a criptoxantina e os óxidos de caroteno, como a citroxantina, o monoepoxi-alfacaroteno e o monoepoxi-betacaroteno. A atividade de vitamina A do β -caroteno para bovinos é definida como 1 mg de β -caroteno = 400 UI de vitamina A (equivalente a 120 microgramas de retinol). Durante o processo de digestão no intestino delgado, o β -caroteno é dividido em duas moléculas de retinol, que são esterificadas na mucosa intestinal, e transportadas associadas aos quilomicrons até o fígado, onde são armazenadas. Os estoques de vitamina A no fígado podem prevenir a deficiência dessa vitamina, porém esses estoques são variáveis e o modo mais eficiente de avaliá-los é por biópsia, o que não é prático de ser realizado em condições extensivas. Os fatores que influenciam a deposição e a remoção no fígado não são bem entendidos, mas bovinos durante a seca, que são alimentados com forragens de baixa qualidade, ou sofrendo estresses, como altas temperaturas ou elevada ingestão de nitratos, são particularmente suscetíveis (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996).

Segundo o National Research Council (1996), de uma forma prática, não mais do que dois a quatro meses de proteção da vitamina A estocada no fígado podem ser esperados, e os animais devem ser observados para os sinais de deficiência quando a dieta está deficiente. Os requerimentos de vitamina A são de 2.200 UI/kg MS para animais confinados; 2.800 UI/kg MS para vacas e novilhas em gestação, e de 3.900 UI/kg MS para vacas em lactação e touros em reprodução.

A vitamina A pode ser fornecida ao animal de diversas formas. Forragens verdes frescas (pastagens) e grãos de milho amarelo apresentam altos níveis de carotenóides, que são rapidamente destruídos pela luz do sol. Silagem e feno contêm níveis inadequados de dessa vitamina para vacas de leite e de corte. O fornecimento de forragens conservadas para vacas de leite e de corte irá requerer a suplementação com vitamina A.

Segundo o National Research Council (1996), por causa da relativa ineficiência de conversão do caroteno, a vitamina A, a administração pré-formada dela é preferida quando a deficiência está presente. A vitamina A injetável é mais eficientemente utilizada que a fornecida na dieta, possivelmente por causa da destruição excessiva no rúmen e abomaso.

Existem poucos estudos a respeito da biodisponibilidade da vitamina A para bovinos, mas em estudo conduzido por Warner et al. (1970), aproximadamente 60% dessa vitamina suplementar foi destruída no rúmen de novilhos alimentados com feno e milho em grão. Alguns estudos, utilizando sistemas de rúmen *in vitro*, demonstram que a destruição da vitamina A é de 20% quando os animais são alimentados com dietas contendo grandes quantidades de forragem, mas aumentam para 70% quando os animais são alimentados com dietas contendo 50% a 70% de concentrado.

Conforme o National Research Council (2001), as situações nas quais deveriam ser tomados alguns cuidados e que poderiam ser necessárias de suplementação de vitamina A seriam:

- a) Dietas com baixa quantidade de forragem (maior destruição ruminal e menor consumo de β -caroteno).
- b) Dietas contendo forragens com baixa qualidade (menores concentrações basais de β -caroteno).
- c) Exposição a agentes infecciosos.
- d) Períodos cuja imunocompetência pode estar reduzida.

As formas de suplementação de vitamina A, utilizadas comumente nos EUA, incluem o *all-trans-retinil-acetato*, e o *all-trans-retinil-palmitato* (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2001). Quando essas formas de vitamina A são estocadas adequadamente, a atividade esta é relativamente estável, com perdas de cerca de 1%/mês. Quando esses ésteres são estocados com minerais e outros alimentos, ou são peletizados, as perdas aumentam para 5% a 9%/mês.

Considerando os requerimentos de uma vaca de corte consumindo 10 kg de MS, seu requerimento diário de vitamina A seria de:

$3.900 \times 10 = 39.000$ UI de vitamina A; ou

a) $39.000 \times 0,55$ (palmitato) = $21.450\mu\text{g}$ de *all-trans-retinil-palmitato*;
ou

b) $39.000 \times 0,334$ (acetato) = $13.026 \mu\text{g}$ de *all-trans-retinil-acetato*.

Existe também um efeito da deficiência de zinco sobre o metabolismo da vitamina A. Dietas com valores normais de vitamina A apresentam baixos valores dessa vitamina no plasma quando a dieta é deficiente em zinco, em várias espécies animais, e todos os casos apresentam resposta quando da suplementação de Zn. Acredita-se que a deficiência de Zn reduz a síntese da proteína que se liga ao retinol, que é carreadora da vitamina A no sangue (UNDERWOOD, 1981).

Algumas considerações sobre a utilização de vitamina A injetável devem ser feitas, pois a recomendação de alguns produtos comerciais é da aplicação de 1.000.000 UI, o que forneceria um suprimento dessa vitamina de cerca de 25 dias apenas. Segundo Weiss (1998), quando são seguidas as recomendações do National Research Council (1989), o custo da suplementação de vitamina A por vaca/ano gira em torno de US\$ 1,30. O mesmo autor indica a suplementação de vitamina A cerca de duas vezes maiores para bovinos de leite, especialmente durante o período pré-parto e de lactação. O custo da suplementação nesse caso seria de US\$ 3,00 vaca/ano. Embora os requerimentos para bovinos de corte não sofreram alterações, no caso de bovinos de leite, a última edição do NRC já indica um aumento dos requerimentos de vitamina A, bem como tem dado importância de sua suplementação para animais que recebem dietas de baixa qualidade.

Nogueira et al. (2004) avaliaram os efeitos da utilização de suplementos minerais e/ou protéico-energéticos, adicionados com altos níveis de zinco e/ou vitamina A para touros adultos, sobre os parâmetros seminais e peso dos animais, durante o período da seca, e observaram que a suplementação protéica auxiliou para a diminuição da perda de peso dos animais, independentemente dos níveis de Zn e vitamina A. A qualidade seminal e a morfologia espermática apresentaram discretas melhoras, quando da adição de Zn (90 ppm) e vitamina A (3.900 UI/kg MS), mesmo em touros que já apresentavam um bom padrão seminal no início da estação seca.

Os efeitos da deficiência de iodo relacionam-se à síntese de hormônios da tireóide. Essa deficiência em touros está associada à redução da libido e deterioração da qualidade do sêmen. O manganês está ligado à síntese de esteróides, e é possível que seu efeito na reprodução esteja ligado à inibição do colesterol e de seus precursores. Em machos, como resultado da deficiência de Mn observa-se degeneração testicular, redução da motilidade e número de espermatozóides, além do aumento do número de espermatozóides anormais (MCDOWELL, 1992).

Brandis e Ganach (1990) testaram três tipos de suplementação em touros de centrais de inseminação: a) ração controle contendo feno + mistura mineral + concentrado e leite em pó; b) ração 1 adicionada de vitamina C, D e E, cobre, zinco, cobalto, iodo, manganês e caroteno; c) ração 1 + caroteno sintetizado

microbiologicamente + proteína animal (leite em pó). Além de pequenos aumentos no número de espermatozoides com acrossoma intacto, concentração espermática pelos três tratamentos, o número de doses por touro aumentou de 846, 643 e 776 antes do experimento para 1.200, 1.379 e 1.486 para os tratamentos 1, 2 e 3, respectivamente. O número de doses descartadas por touro diminuiu de 243, 488 e 208 antes do início do experimento para 136, 132 e 104, respectivamente, durante o experimento, mostrando a melhora do padrão espermático dos animais.

Considerações finais

Para que os touros expressem seu máximo potencial de fertilidade e para que revelem, desde cedo, a sua plena capacidade reprodutiva, que pode ser avaliado por um exame andrológico completo, é imprescindível que esses animais recebam uma alimentação balanceada nos nutrientes citados.

O efeito de uma deficiência ou mesmo de um excesso alimentar é observado com o tempo. É necessário que essa situação exista por um longo período, por exemplo, durante toda a fase de crescimento. Desta forma, podem surgir alterações da estrutura do aparelho reprodutor e, conseqüentemente, do sêmen. No entanto, uma simples modificação na qualidade do sêmen não significa que ocorreu qualquer modificação no genital do animal; pode, porém, indicar, dentre outros, um desequilíbrio alimentar que, se resolvido, pode reverter o processo.

A alimentação equilibrada pode levar à antecipação da puberdade, mesmo em animais zebuínos, que são considerados tardios, ou seja, o animal inicia a produção de sêmen de qualidade satisfatória antes da idade-padrão, o que é de grande interesse para melhoria da taxa de desfrute dos rebanhos brasileiros.

Portanto, machos bovinos destinados à reprodução devem receber suplementação mineral completa, sobretudo com níveis adequados de Ca, P, Zn, Se, I, Cu e Mn, durante todo o ano e, durante a estação seca, a utilização de suplementos que garantam a ingestão mínima de 7% de PB e promovam um aumento da ingestão de MS é altamente recomendável. A suplementação de vitaminas A, D e E pode ser interessante em situações de deficiência desses elementos, como no período da seca. A suplementação lipídica parece não trazer benefícios adicionais no padrão seminal de touros em campo, que estejam recebendo dietas balanceadas.

Referências

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrients requirements of ruminant livestock**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351 p.
- BARTH, A. D. **Bull breeding soundness evaluation**. 2nd ed. Alberta: Western Canadian Association of Bovine Practitioners, 2000. 75 p.
- BHOSREKAR, M. R.; NISAL, P. R.; PUROHIT, J. R. Study on the effect of different levels of energy on semen characteristics of 50% cross-bred bulls. **Indian Journal of Animal Science**, Bombain, v. 56, n. 2, p. 214, 1986.
- BRANDIS, B. M.; GANACH, V. G. The effect of a premix and animal protein on sêmen quality bulls. **Zootekhiya**, Moscou, v. 34, n. 6, p. 61-63, 1990.
- CASTRO, E. L. C. **Efeito da suplementação protéica e energética sobre as características seminais de touros zebuínos (*Bos taurus indicus*)**. 2002. 55 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, 2002.
- CHASE, C. C.; LARSEN, R. E.; HAMMOND, A. C.; RAE, C. Effect of dietary energy growth and reproduce characteristics of Angus and Senepol bulls during summer in Florida. **Theriogenology**, New York, v. 40, n. 1, p. 43-61, 1993.
- CORAH, L. R.; IVES, E. S. The effects of essential trace minerals on reproduction of beef cattle. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice - Beef Cattle Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 41-57, 1991.
- CORBELLINI, C. Influencia de los micronutrients en la fertilidad en bovinos lecheros. **Revista de Medicina Veterinaria**, Buenos Aires, v. 79, n. 2, p. 154-164, 1999.
- COULTER, G. H.; BAILEY, D. R. C. Epididimal sperm reserves in 12-month-old Angus and Hereford bulls: effects of bull strain plus dietary energy. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 26, n. 2, p. 169-175, 1988.
- COULTER, G. H.; KOZUB, G. C. Testicular development, epididimal sperm reserves and seminal quality in two-years-old Hereford and Angus bulls: effects of two levels of dietary energy. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 59, n. 3, p. 432-440, 1984.
- ENTWISTLE, K. E.; HOLROYD, R. Nutritional effects on bull fertility. In: HOLROYD, R. G. (Ed.). **Bull fertility**: proceedings of a workshop. Queensland: Department of Primary Industries, 1993. p. 38-43.
- FIELDS, M. J.; BURNS, W. C.; WARNICK, A. C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 48, n. 6, p. 1299-1304, 1979.
- GE, R. S.; SHAN, L. X.; HARDY, M. P. Pubertal development of Leydig cell. In: PAYNE, A. H.; HARDY, M. P.; RUSSEL, L. D. (Ed.). **The Leydig cell**. Vienne: Cashe River, 1996. p. 160-170.

HAFEZ, E. S. E. **Reprodução animal**. 7. ed. São Paulo: Manole, 2003. 513 p.

HURLEY, W. L.; DOANE, R. M. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 4, p. 784-804, 1989.

KENDALL, N. R.; MCMULLEN, S.; GREEN, A.; RODWAY, R. G. The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace element status and semen quality of ram lambs. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 62, n. 4, p. 277-283, 2000.

MARQUES, D. C. **Criação de bovinos**. 7. ed. Belo Horizonte: Consultoria Veterinária e Publicações, 2003. 586 p.

MCDOWELL, L. R. **Minerals in animal and human nutrition**. New York: Academic Press, 1992. 524 p.

MORAES, J. C. F. A avaliação reprodutiva dos bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 21, n. 1, p. 10-19, 1997.

MORAES, S. S. Importância da suplementação mineral para bovinos de corte. In: CURSO DE SUPLEMENTAÇÃO MINERAL EM BOVINOS, 4., 2001, CAMPO GRANDE, MS. **Palestras apresentadas**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001. p. 1-10.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients and toxic substances in water for livestock and poultry**. Washington: National Academy Press, 1974. 93 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. rev. Washington: National Academy Press, 1996. 252 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6th ed. rev. Washington: National Academy Press, 1989. 157p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. rev. Washington: National Academy Press, 2001. 408 p.

NOGUEIRA, E.; MEYER, L. R. R.; DUARTE, A. A.; BIEHL, M. V. Seminal parameters of bulls receiving protein/energy supplementation plus zinc and A vitamin during the dry period and the beginning of the breeding season. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL REPRODUCTION, 15., 2004, Porto Seguro. **Abstracts...** Belo Horizonte: CBRA, 2004. p. 211.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; QUEIROZ, D. S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., Piracicaba, 1996. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.151-184.

ORSKOV, E. R.; MEEHAN, D. E.; MACLEOD, N. A.; KYLE, D. J. Effect of glucose supply on fasting nitrogen excretion and effect of level and type of volatile fatty acid infusion on response to protein infusion in cattle. **British Journal of Nutrition**, London, v. 81, n. 5, p. 389-393, 1999.

- PRUITT, R. J.; CORAH, L. R. Effect of energy intake after weaning on the sexual development of bulls. Semen characteristics and saving capacity. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 61, n. 5, p. 1186-1193, 1985.
- REKWOT, P. I.; OYEDIPE, E. O.; AKEREJOLA, O. O. The effect of protein intake on body weight, scrotal circumference and semen production of Bunaji bulls and their Friesian crosses in Nigeria. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 16, n. 1, p.1-9, 1988.
- ROCHA, A.; CARPENA, M.; ROUSSEL, J. D. ; HANSEL, W. Testicular and epididymal function during the peripuberal period in Brahman bulls receiving various amounts of protein degradable in the rumen. **Theriogenology**, New York, v. 45, n. 2, p. 477-488, 1996.
- SANTOS, M. C.; TORRES, C. A. A.; GUIMARÃES, J. D.; CECON, P. R.; FONSECA, F. A. Perfil de testosterona e metabólicos lipídicos de touros Zebu alimentados com dois níveis de concentrado e lipídeos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 620-626, 1998a.
- SANTOS, M. C.; TORRES, C. A. A.; GUIMARÃES, J. D.; PEREIRA, J. C.; MACHADO, G. V. Sêmen e circunferência escrotal de touros Zebu alimentados com dois níveis de concentrado e lipídeos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 627-632, 1998b.
- SILVA, A. E. D. F.; DODE, M. A. N.; UNANIAN, M. M. **Capacidade reprodutiva do touro de corte: funções, anormalidades e outros fatores que a influenciam**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1993. 128 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 51).
- SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; CORDEIRO, C. M. T.; FREITAS, A. R. Relação da circunferência escrotal e parâmetros da qualidade do sêmen em touros da raça Nelore, PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1168-1176, 2002.
- SILVA, A. E. D. F.; UNANIAN, M. M.; SILVA, A. A. R. Aspectos relacionados à precocidade sexual em bovinos machos da raça Nelore, PO. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 495-500, 1999.
- UNANIAN, M. M. Precocidade sexual em machos da raça Nelore. **Nelore**, São Paulo, v. 6, n. 42, p. 66-68, 1997.
- UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. 2nd ed. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 180 p.
- UNDERWOOD, E. J.; SOMERS, M. Ribonuclease activity and nucleic acid and protein metabolism in the testes of zinc-deficient rams. **Australian Journal of Biological Science**, Victoria, v. 22, n. 5, p. 1277-1282, 1969.
- WANG, C.; BEEDE, D. K. Effects of amonium chloride and sulfate on acid-base status and calcium metabolism of dry Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 3, p. 820-829, 1992.

WARNER, R. L.; MITCHELL, G. E.; LITTLE, C. O.; ALDERSON, N. E. Pre-intestinal disappearance of vitamin A in steers fed different levels of corn. **International Journal of Vitamin Research**, Berne, v. 40, n. 3, p. 585-588, 1970.

WEISS, W. P. Requirements of fat-soluble vitamins for dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n.6, p. 2493-2501, 1998.

WOLF, F. R.; ALMQUIST, J. O.; HALE, E. B. Prepuberal behavior and puberal characteristics of beff bulls on high nutrient allowance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 24, n. 3, p. 761-765, 1965.

Avaliação Genética, Zootécnica e Funcional de Touros

Antonio do Nascimento Rosa

Luiz Otávio Campos da Silva

Paulo Roberto Costa Nobre

Roberto Augusto de A. Torres Júnior

Thaís Basso Amaral

Resumo

A introdução de touros no rebanho de cria deve ser feita cuidadosamente pois envolve, além de recursos financeiros diretamente investidos, o desempenho produtivo, reprodutivo e todo o progresso genético futuro do rebanho. Tendo em vista a natureza da herança das características, qualitativa ou quantitativa, vários aspectos e fontes de informação devem ser considerados para avaliação da fertilidade, libido, funcionalidade, conformação frigorífica, características raciais e valor genético dos animais. Quanto à fertilidade, salienta-se a importância do exame andrológico para avaliação da capacidade fecundante do touro e o exame clínico do aparelho reprodutor, de um modo geral. Não sendo disponíveis resultados de exames de libido, como frequentemente ocorre, este item pode ser avaliado, indiretamente, pelas características sexuais secundárias do macho. A funcionalidade, por sua vez, além da adaptabilidade ao sistema de produção, deve envolver a capacidade do touro caminhar em busca das fêmeas em cio e realizar a monta completa, para a fertilização das mesmas. Para o pleno exercício destas funções, portanto, os touros devem apresentar aprumos corretos e compleição corpórea harmoniosa. Finalmente, é necessário que os touros não apenas apresentem boa conformação frigorífica mas que tenham habilidade para transmitir estas características para os seus descendentes. Neste caso, devem ser consultados os dados de avaliação genética que envolvem, de uma forma resumida, a Diferença Esperada na Progenie (DEP), a posição deste valor de DEP na população, o Percentil, e a Acurácia, ou seja, a precisão da estimativa da DEP. A decisão de seleção ou descarte pode ser tomada em dois estágios. Inicialmente, eliminam-se todos os touros que apresentem defeitos desclassificatórios para o padrão da raça e problemas que comprometam a fertilidade. Em seguida, dentre os remanescentes, devem ser selecionados aqueles com os melhores valores de DEPs e conformação frigorífica. Naturalmente, quanto mais informações estiverem disponíveis, mais consciente e precisa será a decisão final. É fundamental, portanto, que o criador e o comprador de touros se dediquem a conhecer cada vez mais a raça com a qual trabalham, estejam cientes da importância da sanidade e da fertilidade dos animais a serem utilizados na reprodução e passem a considerar a inclusão de dados de avaliação genética como ferramenta auxiliar de

rotina tanto no trabalho de seleção, dentro de rebanho, como na escolha de touros a adquirir, de terceiros, uma vez que essa tecnologia, a cada dia, vem sendo mais aplicada.

Palavras-chave: gado de corte, melhoramento genético, touros

Functional and Genetic Evaluation of Beef Bulls

Abstract

The introduction of bulls in a beef herd must be done with care because, besides the amount of money invested, it involves the productive and reproductive performances and all future genetic progress. Considering the nature of the inheritance of the traits, qualitative or quantitative, several aspects and sources of information should be considered for evaluating fertility, libido, functionality, carcass conformation and breed type traits and the breeding value of the animals. As for the fertility, it is pointed out the importance of the breeding soundness exam and clinical observations of reproductive organs. If the results of a libido tests are not available, what frequently happens, this trait can be evaluated, indirectly, based on the secondary sexual characteristics of the males. The functionality, otherwise, must include both the adaptability to the production system and the bull's ability to look for the cows on heat and to complete mounting, in order to fertilize them. For the full exercise of these functions, therefore, the bulls should present corrected feet and legs and an adequate body constitution. Finally, it is necessary that the bulls not only present good external beef conformation but also have the ability to pass it on to their progenies. For this purpose, one must consider the results of a genetic evaluation, which involve, in a summarized way, the Expected Progeny Difference (EPD), the positioning of this value of EPD in the population, the Percentile, and the Accuracy, that is, the precision of the EPD estimate. The selection decisions, therefore, can be made in two stages. First, all bulls that present defects with respect to the breed type traits and fertility problems are discarded. Then, among the remaining bulls, selection should be based on EPD values and carcass conformation. Of course, the more information available the more conscious and precise will be the final decision. It is very important though, that both farmers and breeders devote time to be better acquainted with the breed they work with, be aware of the importance of the health and fertility of the animals they will put into breeding and start to consider the inclusion of genetic evaluation results as auxiliary tools in the routine of selection within a seedstock herd as well as for choosing bulls to buy for a commercial herd since the application of this technology is becoming more usual everyday.

Key-words: animal breeding, beef cattle, bulls

Avaliação genética

De um modo geral, e a partir de um enfoque bastante simples, as características de interesse na avaliação de um animal (touro, matriz ou produto) podem ser consideradas como resultado do genótipo, do meio ambiente e da interação do genótipo com o ambiente.

O genótipo é formado pelo pareamento dos cromossomos (30 pares na espécie bovina), um membro vindo aleatoriamente do pai e outro da mãe, quando espermatozóide e óvulo se unem, no momento da fertilização. Os cromossomos são estruturas formadas pelo ácido desoxirribonucléico (DNA) que se encontram no núcleo das células dos indivíduos, ao longo das quais se encontram os genes, os chamados códigos da herança.

O ambiente é representado por todos os fatores externos (temperatura, umidade, radiação solar, precipitação, tipo de solo, pastagem, saúde, manejo e outros) que interferem na expressão do genótipo, positiva ou negativamente, compondo o resultado final, chamado fenótipo, que é o que se observa ou o que se pode medir no animal como, por exemplo, cor da pelagem, pigmentação da pele, estrutura corporal, peso e ganho de peso e conformação frigorífica.

A interação genótipo–ambiente consiste de expressões diferentes do genótipo, em função de mudanças das condições ambientais às quais ele está sujeito, que podem afetar o desempenho final do animal, podendo ser compreendida como a contribuição não aditiva do genótipo e do ambiente para o fenótipo (MARTIN NIETO; ROSA, 2003). As interações genótipo–ambientes podem ser classificadas em função das magnitudes das diferenças relativas entre genótipos e entre ambientes (REIS; LÔBO, 1991). Essas interações são especialmente importantes quando, para grandes variações de ambiente, fáceis de serem detectadas, se verificam diferenças genéticas que podem afetar, economicamente, o resultado final dos sistemas de produção. Nessas circunstâncias os valores genéticos dos indivíduos podem variar de acordo com o ambiente no qual suas progênes serão criadas, como seria o caso de touros cujas progênes se desenvolvem bem em uma região ou em um determinado tipo de manejo e que não mantêm essa superioridade em outra região ou em outros sistemas de produção, a exemplo das observações referentes a touros avaliados no Planalto e no Pantanal Sul-Mato-Grossense (ROSA et al., 2006).

Por causa da complexidade do processo de composição do fenótipo a partir do genótipo, dos efeitos do meio ambiente e da interação entre genótipo e ambiente, apenas uma parte das diferenças entre fenótipos é repassada pelos pais a sua progênie. Essa parte do fenótipo é o que se denomina valor genético do animal e é o fator responsável pelo melhoramento de produtividade dos rebanhos, em função da identificação, seleção e uso dos animais mais produtivos na reprodução.

A avaliação genética, por sua vez, é um processo que, partindo dos fenótipos, busca reduzir, ao máximo possível, a interferência dos efeitos de ambiente - que são efeitos transitórios, para a obtenção da estimativa do valor genético dos indivíduos. Quanto mais rigoroso esse procedimento, mais próxima do real valor genético será a estimativa conseguida. A identificação precisa dos indivíduos geneticamente superiores consiste, portanto, no primeiro passo para que o ganho de produtividade que pode ser proporcionado pela seleção seja maximizado.

Características qualitativas

Para características qualitativas, controladas por um ou por poucos pares de genes, tais como cor da pelagem, musculatura dupla, hipoplasia testicular, monorquidismo, criptorquidismo, agnatismo e prognatismo, presença e ausência de chifres, dentre outras, a prática da seleção é mais simples, uma vez que o próprio fenótipo é uma indicação segura do genótipo do indivíduo e o meio ambiente pouco interfere em sua expressão final. Identificado o animal com a característica desejável, ele é selecionado e, em caso contrário, descartado da reprodução.

A seleção para a diminuição da frequência destes que são chamados genes recessivos indesejáveis, por outro lado, é muito complicada, pois eles só se manifestam quando em homozigose, ficando o gene recessivo encoberto pelo gene dominante, quando em heterozigose. Nessas condições, recomenda-se eliminar touros (e sempre que possível também as vacas) que produzem bezerros defeituosos. Caso as matrizes sejam viáveis para reprodução, é conveniente mantê-las para teste de touros. Esses testes geralmente podem ser feitos pelo acasalamento de touros supostamente portadores com vacas heterozigotas, com vacas homozigotas recessivas e com suas próprias filhas, conforme descreve Pereira (2001), que também apresenta uma lista bastante ampla dos defeitos mais frequentes em gado bovino, cuja herança é comandada por genes recessivos.

Normalmente, os testes de touros para genes recessivos indesejáveis são demorados e de elevado custo, razão pela qual, infelizmente, são pouco utilizados. Com a evolução dos conhecimentos da genética molecular e do mapa genômico dos bovinos, novos horizontes se abrem para a seleção para características qualitativas. Atualmente, já se encontram disponíveis, por exemplo, técnicas de marcadores moleculares que permitem o comércio de sêmen de touros com garantia de cor de pelagem, característica mocha e outras, crescendo as aplicações também para os chamados genes de efeito maior ligados a características quantitativas de difícil medição ou avaliação em grande escala, como maciez e marmoreio da carne (PACKER; PAZ, 2001; SAINZ et al., 2005).

Características quantitativas

Para características quantitativas, como é classificada a maioria das características de interesse econômico, tais como: peso corporal, taxa de ganho de peso, rendimento de carcaça, conversão alimentar, entre outras, são muitos os genes e as combinações gênicas envolvidas no processo da herança. Não se sabe quantos genes são, exatamente, nem onde eles se encontram nos cromossomos. Além de tudo, as características quantitativas sofrem muito mais os efeitos do meio ambiente do que as qualitativas. Alguns desses efeitos ambientais são de causas conhecidas e, assim, passíveis de serem controlados. Outros não. Em função disso, a predição do valor genético nunca será completamente isenta de erro.

Uma observação importante nos procedimentos de avaliação genética é que, no caso do ambiente com causas conhecidas, os efeitos envolvem níveis identificáveis. Além do mais, eles atuam conjuntamente, ou seja, naquela determinada circunstância, naquele determinado indivíduo e, por isso, são denominados de efeitos fixos.

Efeitos como os de rebanho, sexo do animal, ano e época de nascimento são exemplos de efeitos fixos. A partir destes são formados os chamados grupos de animais contemporâneos, ou simplesmente, grupos contemporâneos, um artifício para, agrupando animais submetidos a causas comuns de variação, poder isolar o efeito conjunto dessas causas e simplificar o sistema de equações a ser resolvido.

O outro tipo de efeito é justamente aquele referente ao genótipo do animal. Nesse caso, os níveis desse fator são considerados uma amostra tomada ao acaso de uma população infinita de animais que poderiam nascer daquela população, considerando inclusive os diferentes níveis de semelhança entre parentes. Isto significa dizer que os efeitos de touro, vaca e produtos são efeitos aleatórios, ou seja, são considerados em um contexto de rebanho ou de população.

A metodologia para trabalhar, simultaneamente, os efeitos fixos e aleatórios, embora desenvolvida desde a década de 1950 (HENDERSON, 1953), só foi incorporada ao processo de avaliação genética mais recentemente, com os progressos alcançados em termos de computadores e *softwares*. A solução de equações usando a álgebra linear ilustra bem o princípio básico desse procedimento. No entanto, em avaliações genéticas, o número de equações e de incógnitas é muito grande e, nesse caso, é imprescindível o uso de uma parte da álgebra linear denominada álgebra matricial (MARTINS et al., 1997).

Pequeno histórico das avaliações genéticas na Embrapa Gado de Corte

A participação da Embrapa Gado de Corte em trabalhos relacionados a avaliações genéticas de populações teve início em 1977 com a implantação do Projeto de Pesquisa “Parâmetros genéticos em gado de corte”, contando-se, a partir de 1978, com a participação do Escritório da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ) no Estado de Mato Grosso do Sul, cuja parceria foi formalizada entre as partes em março de 1979 (ROSA et al., 1979).

A expansão desse convênio para âmbito nacional, envolvendo o Escritório Central da ABCZ, sediado em Uberaba, MG, ocorrida em dezembro de 1982, proporcionou o lançamento da primeira avaliação de touros da raça Nelore no Brasil que veio a constituir um trabalho precursor da avaliação nacional de touros das raças zebuínas (MARIANTE et al., 1984). Tendo-se em vista as limitações, especialmente em termos de recursos computacionais, foi utilizado nesta época um modelo de análise bastante simples, classificado como modelo fixo. Nessa ocasião, e na edição lançada em 1985, foi aplicado o conceito de “mérito genético” – aproximação do que hoje se denomina diferença esperada na progênie (DEP), que consistia simplesmente do desvio médio da progênie em relação à média da raça, para cada medida ajustada à idade-padrão do controle de desenvolvimento ponderal (nascimento, 205, 365 e 550 dias de idade), considerando-se apenas o efeito de sexo dos animais.

A metodologia de modelos mistos, que proporciona a modelagem simultânea de efeitos fixos, como rebanho, estação de nascimento e sexo dos animais, e aleatórios, como o efeito de reprodutor, com grande impacto sobre a precisão das estimativas dos valores genéticos, foi incorporada à rotina das avaliações a partir de 1987 (ROSA et al., 1987), quando também a Embrapa Gado de Corte foi delegada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento como Gerente do Arquivo Zootécnico Nacional – Raças Zebuínas (Portaria MAPA n. 45, de 10/10/1987). Nessa ocasião, e na edição seguinte, lançada em 1988, foi utilizado o programa desenvolvido pelo Prof. Luiz A. Fries, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (FRIES, 1987). De 1989 até 1996, optou-se pela técnica desenvolvida pelo Prof. Harvey, da Universidade Estadual de Ohio, Estados Unidos (HARVEY, 1987; SUMÁRIO..., 1989). O primeiro tipo de modelo misto utilizado foi o denominado modelo touro, uma vez que os dados das progênies são incluídos, no sistema de equações, de uma forma agregada, para cada um dos seus respectivos pais. É por isso que o modelo touro apresenta soluções apenas para touros e, portanto, só são produzidas DEPs para touros.

O modelo touro permaneceu em uso, pela Embrapa Gado de Corte, até 1996. A partir desse ano, passou a ser utilizado o modelo animal (SUMÁRIO..., 1996) tendo-se sido aplicado o software MTDFREML, proposto por Boldman et al. (1993), para a realização das estimativas dos componentes de variância. Na busca por permanente aprimoramento metodológico, estes componentes passaram a ser estimados, a partir de 2004, pelo programa REMLF90, proposto por Misztal (2008), com significativos ganhos em precisão.

O Modelo Animal é também um modelo misto, pois envolve efeitos fixos e aleatórios. No entanto, em vez de se usarem informações apenas das progênie, nas equações de touros, utilizam-se as informações individuais de todos os animais (touros, matrizes e produtos), além das relações de parentesco entre eles. Em função disso, os resultados são muito mais precisos. Naturalmente, a demanda de recursos computacionais para a solução do modelo animal é muito maior do que para o modelo touro, pois o número de equações aumenta muito, principal motivo pelo qual o modelo animal só recentemente pôde ser utilizado. Exemplificando, na avaliação disponível para a raça Nelore, lançada em 2007 (SUMÁRIO..., 2007), foram avaliados 30.823 touros tendo sido envolvidos, na matriz de parentesco, cerca de 2,4 milhões de animais.

No modelo animal, o resultado da avaliação genética reflete o chamado valor genético de cada indivíduo para cada uma das características analisadas o qual, para produzir a DEP, tem de ser dividido por dois, uma vez que cada animal passa, para sua progênie, apenas a metade de sua amostra total de genes. Além da maior precisão advinda de uma modelagem mais adequada dos efeitos genéticos e da inclusão da matriz de parentesco, o modelo animal proporciona duas grandes vantagens. A primeira é a produção de DEPs para todos os indivíduos, mesmo para aqueles que não têm dados próprios, a partir de informações de seus parentes colaterais, ascendentes ou descendentes. A segunda vantagem é considerar adequadamente o processo seletivo documentado nos dados, permitindo uma comparação de animais nascidos em épocas distintas, e os acasalamentos preferenciais, em função da inclusão do valor genético das vacas no modelo.

Além das melhorias verificadas na aplicação de novas metodologias de avaliações genéticas, grandes progressos foram alcançados, a partir de 1999, com o lançamento dos sumários em meio eletrônico (Internet e CD-ROM) com ferramentas de busca e de tratamento de dados, facilitando a utilização das informações pelos usuários (ROSA et al., 2003).

Até o ano de 2007, a Embrapa Gado de Corte já havia publicado, em parceria com a Associação Brasileira dos Criadores de Zebu e a participação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 92 edições de sumários de touros (Tabela 1) além de incluir em seu programa de avaliações as raças Canchim, Caracu, Hereford e Braford, Limousin e Senepol.

Conteúdo de um sumário de touros

As principais informações incluídas em um sumário de touros são os valores de DEPs, acurácias e o percentil, que indica a posição do valor da DEP na população avaliada.

A DEP pode ser definida como a diferença esperada na média do desempenho das progênes de determinado animal em relação à média do desempenho das progênes de um grupo de animais que participou da mesma avaliação, quando acasalados com outros que tenham, em média, o mesmo potencial genético. A DEP é expressa na unidade de medida original da característica em questão: kg, dias, g/dia, cm e outras, tratando-se, por exemplo, de peso corporal, idade ao primeiro parto, ganho médio diário de peso e perímetro escrotal, respectivamente, permitindo uma interpretação direta das diferenças entre animais.

A acurácia refere-se ao grau de confiança depositada na estimativa da DEP. Em outras palavras, a acurácia estima a correlação entre o valor estimado e o valor real da DEP do animal. A acurácia pode variar entre zero e um. Em geral, valores de acurácia entre 0,7 e um indicam que a DEP não deve variar drasticamente, por causa da alteração no número de informações relativas a determinado animal, indicando baixo risco. Valores entre zero e 0,3 indicam que consideráveis mudanças podem ocorrer em novas estimativas das DEPs de animais, em função da variação no número de observações relacionadas a esses indivíduos, concorrendo para alto risco. Valores intermediários, entre 0,3 e 0,7, são considerados médios, indicando risco moderado. Em geral, medidas tomadas, exclusivamente, no próprio indivíduo proporcionam de baixos a médios valores de acurácia. À medida que se aumenta o número de informações de parentes e, especialmente, de filhos, aumentam-se os valores de acurácia.

Touros e matrizes com valores de acurácia acima de 90% são considerados provados, uma vez que a partir deste ponto os valores de DEPs são muito menos sujeitos a variações. Cabe ressaltar que o valor da estimativa da DEP já é penalizado, em função da acurácia da informação disponível. Isto quer dizer que, na prática, a DEP é que deve ser o elemento de decisão sobre o uso ou não de determinado touro, sendo a acurácia indicadora da intensidade recomendada do seu uso.

O percentil, com valores variando de 0,1% a 99%, indica qual a posição daquele valor específico de DEP dentro da população total avaliada.

Na Tabela 2, observa-se que o touro Palmo apresenta DEP para efeito direto para peso à desmama de 25,4 kg, cujo valor o posiciona no topo da lista para essa característica (Percentil 0,1%). Da mesma forma, os touros Ítalo TE, Quark, Loando e Pandiah TE, com valores de DEPs variando de 19,6 a 13,4 kg, se encontram na mesma categoria de percentil: 0,1%. A principal diferença na avaliação dos touros incluídos no mesmo percentil é por causa dos valores de acurácia, ou seja, da precisão das estimativas das DEPs. Assim, embora o touro Loando apresente um valor de DEP compatível com os demais, 15,1 kg, que o posiciona na mesma categoria, a acurácia de sua estimativa é baixa, cerca de 24%. Pandiah, por outro

lado, com DEP de 13,4 kg, apresenta acurácia média (62%), enquanto Palmo, Ítalo e Quark apresentam acurácias crescentes, 73%, 78% e 99%, respectivamente.

Tabela 1. Número de touros avaliados por raça e ano-base de edição do sumário.

Ano-base*	Raça						Total
	Brahman	Gir	Guzerá	Indubrasil	Nelore	Tabapuã	
1984	-	-	-	-	395	-	395
1985	-	72	75	33	408	23	635
1987	-	144	211	86	324	147	912
1988	-	22	14	3	155	5	3.144
1989	-	404	467	245	2.025	55	3.196
1989	-	420	491	239	2.325	238	3.713
1993	-	876	892	444	5.413	425	8.050
1994	-	1.000	960	490	5.870	479	8.799
1996	-	1.471	1.248	724	7.423	685	11.551
1997	-	1.476	1.237	686	8.609	793	12.751
1998	-	1.320	1.227	663	8.827	793	12.830
1999	-	1.533	1.486	735	10.636	909	15.299
2001	124	1.952	1.994	938	17.804	1.275	24.087
2002	186	2.041	2.137	959	19.185	1.353	25.861
2003	171	1.859	2.149	858	20.456	1.496	26.989
2004	384	2.812	2.831	1.218	26.627	1.779	35.651
2005	495	2.885	2.994	1.232	28.183	1.882	37.671
2006	548	3.067	3.267	1.313	30.820	2.025	41.040

*1984: Mérito genético, Modelo Fixo;

1987: Modelo misto - Modelo Touro; Metodologia de Rotações de Givens (FRIES, 1987);

1989: Modelo misto - Modelo Touro; Metodologia proposta por Harvey (1987);

1996: Modelo misto - Modelo Animal (Programa MTDFREML, BOLDMAN et al., 1993);

1999: Edições informatizadas (CD-ROM e internet);

2004: Programa REMLF90 (MISZTAL, 2008).

Nesse último caso, para o touro Quark, a interpretação do resultado da avaliação genética indica, com 99% de segurança, que se espera, em média, 15,3 kg de superioridade da progênie desse touro em relação à média das progênies dos animais do grupo de referência. Tendo sido avaliados, nesta edição do Sumário Nacional Raça Nelore, cerca de 2,4 milhões de animais, a posição das estimativas dos touros no percentil de 0,1% indica que esses touros se encontram entre os 2.400 melhores indivíduos para essa característica dentro dessa população ($2.400.000 \text{ indivíduos} \times 0,0001 = 2.400$).

Os touros Império WA e Marisco, com DEPs de 12,3 e 10,5 kg, são classificados, respectivamente, nos percentis de 0,5% e 1%, ambos os animais com 99% de acurácia, enquanto o touro Amareto, com DEP de 0,05 kg, encontra-se praticamente na média da população, razão pela qual é incluído no percentil de 49%.

Observa-se que o touro Loando apresenta elevado valor de DEP (15,1 kg) que o posiciona entre os melhores indivíduos para essa característica. No entanto, a acurácia desse touro é bastante baixa (24%), indicando se tratar, provavelmente, de um touro jovem, com menor número de filhos avaliados que os demais. A DEP de um animal, sendo uma estimativa, não é um valor estático, isto é, pode mudar em função da variação do número de informações tomadas em qualquer de seus parentes. A intensidade de utilização desse tipo de touro deve ser feita com cautela até que se tenha uma acurácia mais elevada.

Finalmente, observa-se que o touro Origmo apresenta DEP de -7,7 kg, o que o posiciona no percentil 97%, no extremo inferior da população. Espera-se, portanto, que, em média, filhos desse touro sejam 7,7 kg mais leves na desmama que as progênies dos animais do grupo de referência e 23,0 kg [$15,3 - (-7,7)$] mais leves que a progênie do touro Quark. A acurácia de 98% para o touro Origmo indica elevada segurança em se afirmar que, de fato, trata-se de um touro inferior para essa característica, cuja utilização deve ser evitada, especialmente em plantéis de seleção.

Tabela 2. Valores de DEPs, acurácia e percentis para peso à desmama (PD) e para o Índice de Qualificação Genética (IQG), de acordo com o touro*.

Touro	DEP (kg)	Acurácia (%)	Percentil PD	Percentil IQG**
<i>Palmo – IZSN3900</i>	25,4	73	0,1	0,1
<i>Ítalo TE – JGAL0904</i>	19,6	78	0,1	0,1
Quark COL – I4810	15,3	99	0,1	0,1
Loando – I1230	15,1	24	0,1	0,5
Pandiah TE – PETB0597	13,4	62	0,1	0,1
Império WA – J8454	12,3	99	0,5	0,1
Marisco – I3448	10,5	99	1	0,1
Amareto – GIRA0032	0,05	96	49	50
Origmo – H0363	-7,7	98	97	96

* Sumário Nelore - ABCZ/Embrapa (SUMÁRIO..., 2007)

** $IQG = 10\%PM + 15\%PD + 20\%TMD + 30\%PS + 10\%IPP + 10\%IEP + 5\%PES$, onde: PM= Peso à fase maternal; PD= peso à desmama; TMD= total maternal à desmama; PS= peso ao sobreano; IPP= idade ao primeiro parto; IEP= intervalo entre 1º. e 2º. parto; PES= perímetro escrotal ao sobreano.

DEP para efeito materno

O efeito materno expressa um componente genético ligado à produção de leite e cuidados com a cria, com o qual as vacas contribuem para o fenótipo de seus filhos. Nesse sentido, a DEP para o efeito materno é a diferença, por causa apenas dos efeitos maternos, esperada na média das *performances* das progênes das filhas de determinado animal, em relação às progênes das filhas dos animais do grupo de referência, quando acasaladas com touros de mérito genético semelhante. Cabe ser ressaltado que em relação à cria (progênie) o efeito materno é estritamente um efeito de meio ambiente.

O fenótipo do bezerro, no entanto, é influenciado tanto pelos efeitos maternos quanto pelo seu potencial de crescimento (efeito direto), o qual é parcialmente determinado também por sua mãe. Desta forma, podem ser encontrados touros cujas filhas tenham efeito materno negativo e desmamem boas crias. Isto pode acontecer quando o efeito direto transmitido do touro aos netos (via filha) compensar o efeito materno negativo, resultando em uma contribuição total positiva. Essa contribuição total de um animal à progênie de suas filhas é o que se denomina de Total Materno (TM) que é o resultado da soma da $\frac{1}{2}$ DEP direta + toda a DEP materna da característica. Observa-se que, por ser o resultado de uma soma, o total materno não é uma informação completa sobre os seus dois componentes, porque podem ocorrer situações nas quais o efeito materno é negativo e a vaca produz um bom bezerro ou o inverso, como no exemplo citado.

Índice de qualificação genética

Os Sumários de Touros editados pela Embrapa Gado de Corte são apresentados e divulgados por meio de livros eletrônicos. Estes incluem ferramentas que facilitam a consulta às informações, seja por ordem alfabética, pela identidade (nome ou número de registro) do animal ou por característica avaliada, apresentando, para cada animal, a sua posição (percentil), em função da dispersão dos valores de DEPs em relação à média da distribuição.

Os valores de DEPs podem, ainda, ser combinados em um índice, construindo-se, para cada rebanho ou situação de demanda por material genético (escolha de sêmen, por exemplo), um critério de seleção específico. O estabelecimento de um índice, nesses casos, tem por objetivo agregar a contribuição genética de um animal para as várias características de interesse, considerando seus respectivos graus de importância, em um único valor classificatório, ciente da realidade de que o objetivo de seleção deve ser coerente com o objetivo do sistema de produção. Além disso, para eliminar efeitos de escala das medidas, antes de se compor o índice, as DEPs das características incluídas são divididas pelos seus respectivos desvios-padrão, razão pela qual o valor final do índice é adimensional.

Esses tipos de índice são os chamados índices empíricos, estabelecidos com base na percepção da importância relativa de cada característica, a partir da experiência de técnicos e criadores. No caso do Sumário da ABCZ/Embrapa Gado de Corte, o índice-padrão prevê a aplicação de 45% de ênfase em características da fase de cria (10% para peso maternal, 15% para efeito direto à desmama e 20% para o total maternal à desmama), 30% para recria (30% para peso ao sobreano) e 25% para fertilidade (10% para idade ao primeiro parto, 10% para intervalo entre o primeiro e segundo parto e 5% para perímetro escrotal ao sobreano).

Desta forma, o percentil no qual se encontra um touro para uma determinada característica pode não coincidir, exatamente, com o percentil relativo ao Índice de Qualificação Genética, como se verifica, especificamente, no caso dos touros Loando, Império, Marisco, Amareto e Origmo, ao se compararem o peso à desmama e o índice geral de qualificação genética (Tabela 2).

Sumários de Touros para raças bovinas de corte e o caso especial da raça Nelore no Brasil

Atualmente, no Brasil, além da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS, em parceria com a Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ) e com as associações brasileiras de criadores de Canchim, Caracu, Limousin, Senepol e de Hereford e Braford, além de criadores particulares, por intermédio do Programa Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte (GENEPLUS) e do Programa de Avaliação de Touros Jovens (ATJ), várias outras instituições de pesquisa e universidades vêm desenvolvendo trabalhos de avaliação genética, dentre as quais se destacam: Associação Nacional de Criadores (ANC) Herd-Book Collares, sediada em Pelotas, RS, pelo Programa de Melhoramento de Bovinos, conhecido por PROMEBO; Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP), organização

formada junto ao Departamento de Genética da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), em Ribeirão Preto, SP; GenSys, Porto Alegre, RS; USP, Campus de Pirassununga, SP; Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, SP; Núcleo de Zootecnia (Ribeirão Preto, SP) e Instituto de Zootecnia (IZ) de Sertãozinho, SP (Tabela 3).

Essas instituições vêm proporcionando avaliações genéticas anuais que contemplam 26 das principais raças criadas no país: as zebuínas - Brahman, Gir, Guzerá, Indubrasil, Nelore e Tabapuã; as taurinas - Angus, Blonde, Charolês, Devon, Hereford, Limousin, Marchigiana, Pardo-Suíço e Simental; e as compostas - Bonsmara, Braford, Brangus, Canchim, Caracu, Hotlander, Montana, Santa Gertrudis, Senepol, Simbrasil e Tuli.

Algumas poucas raças e, especialmente, a Nelore, em função de sua expressão econômica na pecuária de corte brasileira, contam com mais de um programa de melhoramento e, por conseguinte, com mais de um sumário.

Em tese, quanto mais informações disponíveis para a tomada de decisões, melhor. No entanto, para que esse volume de informações não seja motivo de confusão é preciso cautela. Os sumários apresentam algumas características distintas entre si quanto a população envolvida e, por conseguinte, com respeito à amostragem, em termos de número de animais e de rebanhos; às características analisadas, não apenas em termos de definição mas, também, às idades-padrão de ajuste das características e às unidades adotadas nas mensurações; à metodologia utilizada na avaliação genética, especialmente, no que se refere à modelagem dos efeitos fixos e aleatórios, à técnica de estimação dos componentes de variância e covariância e à consideração ou não da matriz de parentesco dos animais; e, finalmente, com relação à base genética, referencial a partir do qual são expressas as DEPs (Tabela 4).

Em função dessas diferenças, os resultados das DEPs, em valor absoluto, não podem ser comparados diretamente entre os diferentes sumários. Naturalmente, o melhor sumário para um determinado rebanho ou programa de melhoramento é aquele proporcionado pelos dados coletados em seus próprios animais e nas suas condições de criação. Bom senso, discernimento e profissionalismo são os fatores essenciais a serem considerados pelos técnicos em cada situação em que seja demandada a sua consultoria.

Tabela 3. Ano da primeira edição do sumário de touros, número de rebanhos envolvidos por programa de melhoramento e instituições realizadoras das avaliações genéticas.

Instituições	Programas / Associações* / Raças	Nº. de rebanhos	1ª. Edição
Embrapa Gado de Corte	<i>ABCZ/Embrapa</i> : Brahman, Gir, Guzerá, Indubrasil, Nelore, Tabapuã	1.000	1984
	<i>ATJ</i> : Nelore	84	1992
	<i>Embrapa-Genepplus</i> : Blonde, Bonsmara, Braford, Hotlander, Limousin, Nelore, Senepol, Simbrasil, Simental, Tuli	186	1996
	<i>ABCC/Embrapa-Genepplus</i> : Caracu	20	1999
	<i>ABCCAN/Embrapa-Genepplus</i> : Canchim	170	2000
	<i>PEC2/Embrapa-Genepplus</i> : Brangus	24	2004
	Total	1.484	
	GenSys	<i>Natura</i> : Angus, Brangus	136
<i>ANC/Promebo</i> : Angus, Charolês, Devon, Hereford		459	1991
<i>Paint-Lagoa e Aliança</i> : Nelore		136	1995
<i>Delta G</i> : Hereford e Braford		38	1998
Total		769	
USP-Pirassununga	<i>CFM e Mundo Novo</i> : Nelore	7	1990
	<i>ABCM</i> : Marchigiana	74	1998
	<i>ABC SG</i> : Santa Gertrudis	30	1999
	<i>ABC GPS</i> : Pardo-Suíço	7	2000
	<i>Composto Tropical</i> : Montana	15	2001
Total	133		
ANCP	<i>Nelore Brasil</i> : Nelore	352	1992
	<i>PMGRG</i> : Guzerá	38	2001
	<i>PMGRB</i> : Brahman	44	2003
	<i>Progenel</i> : Nelore	45	2004
	Total	479	
UNESP-Botucatu	<i>PMGRBB</i> : Brangus, Braford	8	1997
	<i>ABC RS</i> : Simental	260	1998
	Total	268	
Univ. do Colorado	<i>ABL</i> : Limousin	149	1999
Núcleo de Zootecnia	<i>Qualitas</i> : Nelore	19	2002
Inst. De Zootecnia, SP	<i>IZ</i> : Nelore	1	2004
Total	26 Raças	3.302	

*ABCZ, ABCC, ABCCAN, ABCM, ABCSG, ABCGPS, ABCRS, ABL, ANC: Associações Brasileiras de Criadores de Zebu, Caracu, Canchim, Marchigiana, Santa Gertrudis, Pardo-Suíço, Simental, Limousin e Associação Nacional de Criadores Herd-Book Collares, respectivamente; Fontes: Fortes (2005); GENEPLUS (2005); SUMÁRIO... (2004).

Tabela 4. Principais sumários da raça Nelore no Brasil.

Programa	Touros avaliados	Nº. de rebanhos	Animais com observação	Base
ABCZ/Embrapa-MAPA	26.627	671	1.508.656	Móvel, Média da População
ANCP	14.929	352	278.359	Fixa, Rebanho-base 1988
Aliança (Gensys) ^a	993	226	539.426	Móvel, Média da População
CFM	529	3	357.035	Fixa, Rebanho-base 1992
PAINT (Lagoa da Serra)	204	110	?	Fixa, Progênie Gim de Garça
IZ	155	1	6.705	Fixa, Rebanho-base 1976/80
PAINT Consolidado	21.431	136	1.189.378	Fixa, Progênie Gim de Garça
Embrapa-Genepplus	8.495	71	431.393	Móvel, Média da População
MN Lemgruber	450	4	24.500	Fixa, Rebanho-base
Qualitas	204	21	53.987	Fixa, Rebanho-base 2000
Progenel	32	45	35.000	Fixa, Rebanho-base

^a Inclui 102 rebanhos do Paraguai.

Fontes: Fortes (2005); GENEPLUS... (2005); Lôbo et al. (2005); SUMÁRIO...(2004); SUMÁRIO...(2005a); SUMÁRIO...(2005b); SUMÁRIO...(2005c); SUMÁRIO...(2005d); SUMÁRIO...(2005e).

Avaliação zootécnica e funcional

Frequentemente, é necessário e urgente tomar decisões sobre seleção ou descarte de touros, na fazenda, com base em características de exterior, sem que se tenham outras informações importantes sobre os animais, como aquelas relativas à avaliação genética, em termos de DEPs, acurácia, dados de progênie, genealogia e outras. Na verdade, muitas das características a serem avaliadas nem mesmo são passíveis de análise pelos meios convencionais, com o uso de computadores ou com o suporte de exames laboratoriais, constituindo, portanto, importantes complementos para as avaliações genéticas.

Em primeiro lugar, é preciso ter em mente que a função principal do reprodutor é reproduzir, ou seja: fertilidade é a primeira característica a ser avaliada. Em seguida, é preciso que o touro tenha libido e características de funcionalidade que o capacitem a identificar, cobrir e fecundar as matrizes. Finalmente, espera-se que

suas filhas sejam adaptadas ao sistema de produção, férteis, e que os seus filhos tenham boa conformação frigorífica, que é o que mais interessa, na fase final de engorda e abate.

Alguns indicadores da anatomia dos animais, relacionados à fertilidade, conformação frigorífica e características raciais, podem auxiliar na tomada de decisões de quais touros selecionar ou descartar.

Fertilidade e funcionalidade

O aparelho reprodutivo externo do macho é constituído pelos testículos e epidídimos, envoltos pela bolsa escrotal, além da bainha e prepúcio, que envolvem e protegem o pênis (SILVA et al., 1993).

Quanto à bolsa escrotal, é preciso verificar se os testículos estão presentes. Os problemas mais frequentes, nesse aspecto, são o monorquidismo, quando o animal apresenta apenas um testículo na bolsa escrotal, conhecido por roncolho, ou criptorquidismo uni ou bilateral, quando um ou até os dois testículos ficam retidos na cavidade abdominal. Esses defeitos, além de serem herdáveis, são causas graves de subfertilidade e, até, de infertilidade total no macho, sendo, portanto, motivos inapeláveis de refugo.

Presentes os dois testículos, é importante verificar se o formato e tamanho deles são normais. Pode haver casos em que um e mesmo os dois apresentem crescimento reduzido para a idade, condição conhecida por hipoplasia testicular uni ou bilateral, também motivo de descarte. Sendo normais, uma medida interessante, relacionada à fertilidade do macho, é o perímetro escrotal, como indicadora da quantidade de tecido testicular produtor de espermatozóides. Na aferição dessa medida, os testículos devem ser comprimidos suavemente até a base da bolsa escrotal, posicionando-se uma fita métrica maleável na altura mediana do escroto, correspondente ao seu maior diâmetro. Na raça Nelore, essa medida varia desde 26 cm, para touros jovens (ao redor de 18-24 meses), até 38 cm, ou às vezes mais, para touros adultos. Normalmente, touros de raças européias e compostas (zebu x europeu) apresentam maior perímetro escrotal que os zebuínos, para uma mesma idade. Além disto, os zebuínos apresentam, em geral, testículos mais compridos enquanto os europeus, testículos mais arredondados. Na verdade, o volume testicular seria a medida mais adequada de ser trabalhada, mas sendo de difícil aferição, na prática, é substituído pelo perímetro. Portanto, como para a maioria das situações na criação animal, o bom senso deve prevalecer.

Mesmo não se dispondo do valor exato do perímetro escrotal, uma avaliação visual pode ser suficiente para se ter idéia de sua normalidade. Outra característica importante de se avaliar, embora muitas vezes difícil na prática, pela necessidade de contenção do animal, é o tônus dos testículos. Os testículos, quando pressionados dentro da bolsa escrotal, devem apresentar consistência firme, como o muque do braço, quando o músculo é contraído. Testículo flácido (flacidez testicular) não é um bom sinal. Associada a outras observações, a flacidez testicular pode constituir, também, um motivo de descarte.

Quanto ao pênis, uma avaliação adequada só pode ser feita com a contenção do animal e uso de mecanismos para que o órgão seja exposto completamente, como no caso do exame andrológico, com uso de eletroejaculador. Eventualmente, ao ser observado algum salto para cobertura, pode-se ter uma avaliação pelo menos aproximada quanto à normalidade desse órgão. Os defeitos mais frequentes, neste caso, são relacionados à aderência da glândula ao prepúcio, que, normalmente, deve ser rompida após a puberdade, e aos desvios do pênis e/ou da glândula, que podem inviabilizar a penetração e a ejaculação no trato reprodutivo da fêmea.

Outra característica anatômica que precisa ser avaliada é o conjunto bainha-prepúcio, cuja distância ao solo é determinada pelo tamanho do umbigo. Essa característica apresenta herdabilidade moderada (em torno de 0,20) e, portanto, pode ser modificada pela prática de seleção. Assim, se o objetivo final é produzir ou utilizar touros que vão servir em campo, deve-se evitar, em qualquer situação, seja monta natural ou inseminação artificial, o uso de touros que apresentem umbigo muito caído, próximo ao solo, dito penduloso. Esse defeito pode ser agravado na presença de outro denominado de prolapso do prepúcio. Nessa situação, é frequente a ocorrência de processos inflamatórios, decorrentes de atritos dessa estrutura anatômica com pontas de capim ou de arbustos, que podem contribuir para diminuir a eficiência reprodutiva do touro e até comprometer totalmente o seu desempenho. Podem ocorrer, no entanto, casos de inflamação da glândula e do prepúcio (umbigueira ou balanopostite), mesmo o umbigo tendo dimensões adequadas de comprimento. Nesse caso, apenas exames laboratoriais específicos para viroses, que inclusive não são passíveis de identificação pelo exame andrológico, podem proporcionar um diagnóstico preciso.

Não basta, no entanto, que toda a anatomia do sistema reprodutivo esteja adequada. É preciso que o touro tenha libido, ou seja, aquele desejo instintivo pela fêmea em cio, também chamado ardor genésico, e que o seu ejaculado tenha elevado poder fecundante.

No caso da libido, o que pode ser feito em uma avaliação em campo é verificar as características de masculinidade, expressas pelas características sexuais secundárias, influenciadas pelo hormônio testosterona. Na raça Nelore, cabeça com chanfro não muito comprido, presença de goteira, na frente, e dobras de pele na região acima do olho, pescoço musculoso, cupim bem formado e musculatura bem desenvolvida na paleta, entre outros, são indicativos de masculinidade. As próprias atitudes comportamentais dos animais, em termos de postura, movimentação, expressão e índole, podem dizer muito, quanto à sua masculinidade, a um avaliador experiente e atento.

Boa libido, no entanto, pode não ser suficiente, caso o touro venha a apresentar alguma deficiência do ponto de vista funcional. Nesse aspecto, é fundamental uma avaliação detalhada dos aprumos. Defeitos de aprumos podem comprometer não apenas as caminhadas em busca de alimento e de água, como também a procura pelas vacas em cio e o ato da cobertura, propriamente dita, para a realização da fecundação.

Os aprumos se dividem em dianteiros e traseiros, podendo ser apreciados em vistoria de perfil, de frente ou por detrás do animal (PEIXOTO et al., 1989). Os defeitos, assim consideradas as situações que fogem ao posicionamento normal, tendo em vista as linhas de aprumos, podem ser classificados em totais ou parciais, caso envolvam todo o membro ou parte dele. São exemplos de defeitos totais, visto de frente e por detrás: animal fechado ou aberto; de perfil: estacado ou sobre si de diante, acampado ou sobre si detrás. Em termos de defeitos parciais citam-se: joelhos arqueados, joelhos cambaios, baixo de quartela, fincados e outros.

Se, por um lado, é possível, a olho nu, se ter uma idéia pelo menos razoável de características, tais como funcionalidade e libido, o mesmo não acontece com a capacidade fecundante. Nesse caso, é imprescindível o auxílio de um médico-veterinário, habilitado a fazer o exame andrológico. Esse exame, fora os aspectos clínicos gerais, aponta para características físicas (volume, motilidade, vigor e turbilhonamento) e morfológicas do sêmen (presença de espermatozoides mortos ou defeituosos), essenciais para se aprovar ou não um touro como reprodutor (SILVA et al., 1993). Muitas vezes o reprodutor pode passar em todas as avaliações clínicas gerais. No entanto, ao ser examinada em laboratório, a morfologia espermática, esta pode indicar problemas comprometedores de fertilidade, salientando-se os defeitos de cabeça e de cauda dos espermatozoides. O exame andrológico, portanto, deve ser feito rotineiramente na fazenda, como parte do planejamento anual da estação de monta, e deve ser exigido, especialmente no caso de compra de reprodutores, na fazenda, ou em leilões, juntamente com outros, tais como os exames de brucelose e tuberculose.

Conformação frigorífica

Conferidas todas as características relacionadas à fertilidade e à capacidade fecundante do reprodutor, é preciso verificar sua conformação frigorífica. Interessa a maior produção de bezerras possível, durante o ano. No entanto, é preciso que esses produtos apresentem boas qualidades para recria e engorda, conforme demanda o mercado para o qual serão oferecidos.

A conformação frigorífica é constituída, basicamente, por três componentes principais: estrutura, musculatura e precocidade de acabamento, medida pelo grau de deposição de gordura na carcaça (LONG, 1973).

A estrutura é a indicação da “caixa” do animal cujas dimensões a serem observadas são: comprimento, profundidade e arqueamento de costelas. Naturalmente, interessa a harmonia desse conjunto, mas, normalmente, animais compridos, profundos e bem arqueados são os biótipos mais desejáveis. Uma observação importante e que não pode passar despercebida é aquela referente à altura de membros. Muitas vezes, animais altos ou chamados longilíneos impressionam o observador desavisado, caso do “moderno novilho de corte” que outrora fez moda. Com um pouco de atenção percebe-se que a profundidade do costado é menor do que a distância da linha de ventre ao solo. Nesse caso, os animais apresentam um excessivo “vazio” external; “passa muita luz por debaixo”, diz-se, comumente. Animais desse tipo apresentam baixo rendimento de carcaça e são tardios. Poderão apresentar elevado peso ao abate, mas levarão mais tempo para acumular gordura e deixar a carcaça pronta. Devem ser preteridos na seleção.

A musculabilidade refere-se à quantidade e forma da massa muscular que cobre a estrutura do animal, e está diretamente relacionada ao rendimento e à qualidade da carcaça. Os melhores pontos da anatomia a serem analisados são aqueles onde, abaixo do couro do animal, predomina o tecido muscular, tais como: antebraço, espádua ou paleta, soldra, coxa e entrepernas. Visto por detrás, o ideal é que o coxão seja tão convexo que oculte o costado do animal. Geralmente, existe uma forte correlação entre a musculatura observada em algum ou alguns desses pontos anatômicos com a musculatura de toda a carcaça.

Considerando toda a fase de crescimento, do nascer à idade adulta, observa-se uma sequência de prioridades: em primeiro lugar, o esqueleto, em seguida a musculatura e, finalmente, a gordura. Desta forma, a precocidade de acabamento pode ser avaliada pela cobertura de gordura sobre a carcaça, como um todo. Na fase adulta, o crescimento esquelético e muscular, praticamente fica estacionado quando se inicia a fase de acabamento, ou seja, de deposição de gordura na carcaça. Os pontos ideais para observação da precocidade de acabamento são exatamente aqueles onde, sob o couro do animal, não se observam outras estruturas a não ser esqueleto e gordura, ou, simplesmente, gordura. Desta forma, o fio do lombo, da cernelha até a inserção da cauda, cupim, barbela, passando pela maçã do peito e parte ventral do animal, e intervalo entre as costelas, são os principais pontos anatômicos a serem observados. A inserção da cauda, especialmente pela facilidade de avaliação, é um

excelente indicador. Quando o animal engrossa a inserção da cauda, apresentando dobras de gordura, é sinal de que está pronto. E quanto mais cedo isto ocorrer, mais precoce é o animal. Dobras em excesso e maneios localizados é indicação de gordura excessiva, considerada prejudicial a funcionalidade e a fertilidade.

A avaliação comparativa de animais dentro de grupos contemporâneos, ou seja, de idade semelhante e sob mesmo manejo alimentar e sanitário, é simples e segura. Estrutura, musculosidade e precocidade podem ser avaliadas, individualmente ou em conjunto, como conformação frigorífica. Para facilidade operacional, se o número de touros a ser avaliado é grande, os animais podem ser classificados em fundo, meio e cabeceira sendo que cada uma dessas categorias apresenta seus limites inferior e superior, formando-se, portanto, uma escala total de seis pontos (ROSA et. al., 2000).

Características raciais

Finalmente, outros aspectos são aqueles relacionados às características raciais. Estas são importantes na medida em que são indicadoras de pureza racial, de homozigose, que, além de indicar ser o touro livre de portar algum defeito, lhe confere prepotência, ou seja, a capacidade de transmitir suas características à descendência.

A menos que se tenha decidido, deliberadamente, pelo uso de touros compostos ou mestiços, em função de alguma estratégia de acasalamento, e desde que eles sejam oriundos de plantéis submetidos a rigoroso programa de seleção, é importante que se dê atenção aos padrões raciais.

Quanto à documentação, o registro genealógico definitivo é imprescindível para os criadores que irão usar o reprodutor em vacas também registradas, com objetivo de seleção, para o controle e registro dos produtos. Para o produtor comercial, a exigência desse documento, por si só, não é necessária, embora seja uma garantia de que o animal se enquadra nos critérios de pureza da raça em questão.

Muitas características raciais foram incorporadas ao genoma das diferentes raças após milhares de anos de seleção natural, especialmente aquelas ligadas aos processos adaptativos ao meio ambiente. A pigmentação da pele, a extensão e as pregas da pele, por exemplo, no caso do zebu, são características importantes para a adaptação aos climas quentes uma vez que estão relacionadas ao aumento da superfície corporal, facilitando a troca de calor com o meio ambiente, enquanto o contrário, couro mais grosso e agarrado ao corpo e pelos mais compridos, é verificado no gado europeu, para retenção de calor e consequente adaptação ao clima mais frio.

O atendimento ao padrão da raça é, portanto, importante no sentido de proporcionar a criação de animais equilibrados, harmoniosos e funcionais, aumentando-se a frequência dessas características no rebanho, com o discernimento de que o preciosismo quanto a detalhes de pouca importância não deve prevalecer sobre o principal objetivo do empreendimento pecuário: a produtividade.

Considerações finais

A decisão de seleção ou descarte pode ser tomada em dois estágios: inicialmente, eliminam-se todos os touros que apresentem defeitos desclassificatórios para o padrão da raça e problemas que comprometam a fertilidade; depois, dentre os remanescentes, devem ser selecionados aqueles com as melhores características de conformação frigorífica. Estimativas de valor genético expressas em Diferença Esperada na Progênie, dentre outras, proporcionadas por programas de seleção, constituem valiosos recursos para o processo desta tomada de decisão.

Um dos fatores determinantes da fertilidade e da eficiência econômica do sistema de produção, como um todo, é a adaptabilidade dos animais ao meio ambiente. Desta forma, devem ser tomados cuidados especiais em primeiro lugar na escolha da raça e, em seguida, na seleção dos indivíduos, dentro da raça. O ideal é que sejam eleitos reprodutores selecionados em ambiente semelhante àquele onde os filhos deles serão criados.

Naturalmente, quanto mais informações estiverem disponíveis, mais consciente e precisa será a decisão de seleção ou descarte dos animais. É fundamental, portanto, que o criador e o comprador de touros, de um modo geral, se dediquem a conhecer cada vez melhor a raça com a qual trabalham, estejam cientes da importância da sanidade e da fertilidade dos animais a serem utilizados na reprodução e passem a considerar a inclusão de dados de avaliação genética como ferramenta auxiliar de rotina tanto no trabalho de seleção, dentro de rebanho, como na escolha de touros a adquirir, de terceiros (nas fazendas ou em leilões), uma vez que essa tecnologia, a cada dia, vem sendo mais aplicada.

Referências

- BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D.; KACHMAN, S. D. **A manual for use of MTDFREML: a set of programs to obtain estimates of variances and covariances** [DRAFT]. Clay Center: USDA-Agriculture Research Service, 1993. 120 p.
- FORTES, G. Sumários avançam em consistência. **DBO Genética**. p. 24-25, set. 2005. Edição especial.
- FRIES, L. A. Metodologia dos modelos mistos para a seleção de bovinos de corte a nível de rebanho usando um micro-computador, através das rotações de Givens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24. Brasília, 1987, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 1987. p. 300.
- GENEPLUS. **Programa Embrapa de Melhoramento de Gado de Corte**. Disponível em <<http://www.geneplus.com.br>>. Acesso em 10 dez. 2005.
- HARVEY, W. R. User's guide for LSMLMW mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio: Ohio State University, 1987. 59 p.
- HENDERSON, C. R. Estimation of variance and covariance components. *Biometrics*, Washington, v. 9, p. 226-252, 1953.
- LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N.; MAGNABOSCO, C. U.; ZAMBIANCHI, A. R.; ALGUQUERQUE, L. G.; BERGMANN J. A. G.; SAINZ, R. D. **Avaliação genética de touros e matrizes da raça Nelore: sumário 2005**. Ribeirão Preto: ACNP, 2005. 128 p.
- LONG, R. A. **El sistema de evaluación Ankony y su aplicación en la mejora del ganado**. Colorado: Ankony Corporation, 1973. 22 p.
- MARIANTE, A. S.; NOBRE, P. R. C.; SILVA, L. O. C.; ROSA, A. N.; FIGUEIREDO, G. R. **Resultados do controle de desenvolvimento ponderal. I. Nelore**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1984. 76 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 18).
- MARTIN NIETO, L. M.; ROSA, A. N. **Interação genótipo-ambiente em gado de corte**. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/?noticialID=4774&actA=7&arealD=60&secaolD=170>>. Acesso em 3 mar. 2003.
- MARTINS, E. N.; LOPES, P. S.; SILVA, M. A.; TORRES JÚNIOR, R. A. A. **Uso de modelos mistos na avaliação genética animal**. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 1997. 121 p.

MISZTAL, I. BLUPF90: a flexible mixed model program in Fortran 90. Disponível em <<http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/numpub/blupf90/docs/>>. Acesso em 30 Jan. 2008.

PACKER, I. U.; PAZ, C. P. Impactos da biotecnologia no melhoramento animal. In: MATTOS, W. R. S. (Ed.). **A Produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 717-727.

PEIXOTO, A. M.; LIMA, F. P.; TOSI, H.; SAMPAIO, N. S. **Exterior e julgamento de bovinos**. Piracicaba: FEALQ, 1989. 169 p. il.

PEREIRA, J. C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 3. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2001. 555 p.

REIS, J. C.; LÔBO, R. B. **Interações genótipo-ambiente nos animais domésticos**. Ribeirão Preto: JCR/RBL, 1991. 183 p.

ROSA, A. N.; ABREU, U. G. P.; SERENO, J. R. B.; ALMEIDA, I. L.; SCHENK, J. A. P.; COMASTRI FILHO, J. A. **Núcleos de seleção e estratégias para a introdução e produção de touros nelore no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2006. 44p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 69).

ROSA, A. N.; EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R.; MARIANTE, A. S. **Parâmetros genéticos em bovinos de corte**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1979. 2 p. (EMBRAPA-CNPGC. Pesquisa em Andamento, 4).

ROSA, A. N.; NOBRE, P. R. C.; EUCLIDES FILHO, K. **Avaliação nacional de touros das raças zebuínas: gir, gir variedade mocha, guzerá, indubrasil, nelore, nelore variedade mocha, tabapuã**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC: ABCZ, 1987. 86 p. il. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 35).

ROSA, A. N.; NOBRE, P. R. C.; SILVA, L. O. C. Modelo touro, modelo animal... e um pouco da história das avaliações genéticas na Embrapa Gado de Corte. **Informe Agropecuário**, Campo Grande, MS, v.19, n 209, p.12, set. 2003.

ROSA, A. do N.; SILVA, L. O. C. da; THIAGO, L. R. L. de S. **Avaliação do escore da condição corporal em zebuínos**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. 1 Folder.

SAINZ, R. D.; MAGNABOSCO, C. U.; MANICARDI, F.; ARAUJO, F.; LEME, P. R.; LUCHIARI, A.; MARGARIDO, R.; PEREIRA, A. S. C.; GUEDES, C. F. **Projeto OB-Choice: Genética para melhorar a qualidade da carne brasileira**. In: SEMINÁRIO DA MARCA OB, 3., 2005, Cuiabá. Anais... Cuiabá: Grupo OB, 2005. p.1-17.

SILVA, A. E. D. F.; DODE, M. A.; UNANIAN, M. M. **Capacidade reprodutiva do touro de corte: funções, anormalidades e fatores que a influenciam**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1993. 128 p. (EMBRAPA -CNPGC. Documentos, 51).

SUMÁRIO de touros. Arquivo Zootécnico Nacional. Gado de Corte, raças zebuínas, 1989. Brasília, DF : Ministério da Agricultura, 1989.

SUMÁRIO de touros. Arquivo Zootécnico Nacional. Gado de Corte, raças zebuínas, 1996. Brasília, DF : Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1996.

SUMÁRIO Paint Consolidado 2004. Sertãozinho, SP: Lagoa da Serra, 2004. 48 p.

SUMÁRIO de touros Nelore CFM 2005. São José do Rio Preto: Agropecuária CFM, 2005a. 50 p.

SUMÁRIO de touros nelore do Instituto de Zootecnia 2005. Sertãozinho, SP: Instituto de Zootecnia, 2005b, 6p.

SUMÁRIO nacional de touros raça nelore. Edição 2004. Campo Grande, MS: ABCZ: Embrapa Gado de Corte, 2005c. 1 CD-ROM.

SUMÁRIO nelore Qualitas 2005. Ribeirão Preto: Nelorequalitas, 2005d.176 p.

SUMÁRIO PROGENEL 2005. Bragança Paulista: Sersia Brasil, 2005e. 27 p.

SUMÁRIO nacional de touros raça nelore. Edição 2006. Campo Grande, MS: ABCZ: Embrapa Gado de Corte, 2007. 1 CD-ROM.

Avaliação Econômica de Diferentes Tecnologias Adotadas na Reprodução de Bovinos de Corte

Thaís Basso Amaral

Eduardo Simões Corrêa

Fernando Paim Costa

Resumo

A pecuária de corte, à primeira vista fácil de administrar, é de fato uma atividade extremamente complexa, principalmente nas decisões relacionadas à área de reprodução. Decidir pelo uso de monta natural ou inseminação artificial é um exemplo das dificuldades que o produtor tem que enfrentar. Em se tratando de monta natural, é preciso definir qualidade, valor genético e preço a ser pago pelos touros. No caso da inseminação, há alternativas quanto ao preço do sêmen e a possibilidade de realizar a sincronização do cio das fêmeas. Neste capítulo são discutidos os aspectos econômicos da decisão relacionada com o uso da monta natural ou da inseminação artificial, bem como analisado o impacto no sistema de produção das variáveis preço do touro, preço do sêmen e taxa de prenhez. Os dados mostram que, dados os pressupostos estabelecidos na análise, sistemas de produção com taxa de prenhez abaixo de 70% apresentam prejuízo ou então lucro quase nulo, independentemente da tecnologia reprodutiva adotada.

Palavras-chave: custo, inseminação artificial, monta natural, taxa de prenhez

Economic Evaluation of Different Technologies Adopted in Beef Cattle Reproduction

Abstract

The beef cattle production, at a first sight an activity easy to manage, is indeed extremely complex, mainly in the decisions related to reproduction. The decision between using natural breeding or artificial insemination is an example of the difficulties that the farmer has to face. Related to natural breeding, it is necessary to define quality, genetic value and price to be paid for the bulls. In the case of insemination, there are alternative semen prices and the possibility of using the estrous synchronization of the females. In this chapter the economical aspects of the decision related to use natural breeding or artificial insemination are discussed, as well as the impact on the production system of variables like the prices of bulls and semen, and the pregnancy rate. The data show that, for the assumptions established in the analysis, production systems with pregnancy rates below to 70% present loss or profit close to zero, independently of the reproductive technology adopted.

Key-words: *artificial insemination, cost, natural breeding, pregnancy rate*

Introdução

A pecuária de corte, tida como uma atividade de fácil gestão, é na realidade extremamente complexa. Ela parece simples quando conduzida de forma desorganizada e, conseqüentemente, com baixa produtividade. Entretanto, com a intensificação do processo produtivo surge um grande número de variáveis que requerem administração dedicada e eficiente.

Dentre as diversas decisões relacionadas ao processo produtivo, destacam-se aquelas ligadas à área de reprodução, que levam o produtor a formular, dentre outras, as seguintes perguntas: É melhor utilizar monta natural (MN), inseminação artificial (IA) ou a combinação dos dois processos? Quanto à monta natural, qual o preço a pagar pelos touros? Qual a relação touro:vacas a ser utilizada? Se a opção for pelo uso de inseminação artificial, qual a diferença esperada na progênie e preço do sêmen a ser adquirido? Deve ou não ser realizada a sincronização de cio? No caso de associar a inseminação com a monta natural, o melhor é inseminar uma, duas ou três vezes, antes de fazer o repasse com touro?

É importante enfatizar que, apesar de normalmente haver a participação de um médico-veterinário em todo o processo, a decisão final e os riscos dela decorrentes são, em última instância, uma responsabilidade do pecuarista.

A monta natural

Permanecendo por longo tempo na fazenda - ao redor de seis estações de monta - o touro tem oportunidade de deixar de 100 a 300 filhos, dependendo da relação touro: vacas e das taxas de prenhez obtidas. Isso o torna responsável por mais de 90% do ganho genético do rebanho, apesar de uma presença física de apenas 5% (SILVA et al., 1993). Portanto, a escolha do reprodutor é fundamental, devendo ser embasada na avaliação genética.

A oferta de touros melhoradores, porém, ainda não atende as necessidades do rebanho brasileiro, embora venha crescendo com a adesão de criadores a programas de melhoramento genético. A aquisição desses touros para uso em rebanhos comerciais é geralmente compensadora, desde que suas características e preços sejam adequados. Para saber o quanto se pode pagar por um touro, vários são os aspectos a levar em conta: tipo de rebanho em que será utilizado, número de vacas com as quais será acasalado, tempo de permanência na fazenda e taxa de prenhez média da propriedade, além, obviamente, de sua qualidade genética.

A inseminação artificial

Outra opção de acesso a material genético superior é a inseminação artificial (IA). Entretanto, essa técnica ainda é pouco utilizada nos sistemas de produção predominantes no Brasil, pelo custo elevado e pela complexidade do processo e, principalmente, pelas menores taxas de prenhez, quando comparada à monta natural. Em consequência, seu uso fica quase que restrito a produtores que trabalham com rebanhos elite.

Segundo dados da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (2006), 3,8 milhões de doses de sêmen de gado de corte foram comercializadas em 2006. Supondo-se a utilização de todo esse sêmen com uma eficiência de 1,7 dose por prenhez, resulta um total de 2,2 milhões de fêmeas inseminadas naquele ano, ou cerca de 4% das fêmeas de gado de corte em reprodução no Brasil.

As vantagens da IA são inúmeras. De forma direta, há a utilização de material de alto valor genético e a viabilização do cruzamento industrial sem os problemas da monta natural com touros de raças européias mantidos em regiões tropicais. De forma indireta (como decorrência do uso da IA), e, portanto, difícil de medir, há a estruturação e organização da propriedade, a formação de mão-de-obra especializada e a melhoria da alimentação e da sanidade do rebanho.

Ressalta-se que a inseminação artificial não se restringe a um processo único. Além do procedimento padrão, existem alternativas tecnológicas que visam a simplificar o processo e aumentar sua eficiência, como a inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Em função disso, no presente estudo analisou-se o uso da inseminação artificial tradicional e da IATF, cada uma com suas peculiaridades.

Além do lado zootécnico abordado até aqui, merecem atenção os aspectos econômicos relacionados ao uso da IA. Segundo Ferraz (1996), um aumento de 5% para 15% no total de vacas de corte inseminadas representaria um incremento na produção nacional de 370 mil toneladas de carne, avaliadas em cerca de US\$ 278 milhões. Para esse autor a monta natural é mais cara que a IA por causa dos custos de manutenção e depreciação dos touros. Já Arruda (1990), ao comparar a economicidade da monta natural e da IA, encontrou um custo 10,54% menor para a monta natural.

Diante da complexidade do problema e das controvérsias exemplificadas, este capítulo objetivou comparar os aspectos econômicos relacionados à utilização da monta natural, da IA e da IATF, bem como de algumas combinações comumente utilizadas, levando em consideração as inúmeras variáveis que compõem os sistemas de produção de gado de corte. Com esse esforço, espera-se fornecer subsídios para as tomadas de decisão relativas à área de reprodução.

Sistema de produção adotado nas análises

O trabalho teve como base um sistema de produção descrito por Corrêa et al. (2006), no qual os índices zootécnicos são aqueles frequentemente encontrados em fazendas organizadas, e foram alcançados nos modelos físicos de produção conduzidos pela Embrapa Gado de Corte (CORRÊA; ARRUDA, 1988; CORRÊA et al., 2000).

No cálculo de receitas e custos, utilizaram-se os preços praticados em Campo Grande, MS, em maio de 2006. Para os itens de maior impacto econômico, como os preços do gado, do adubo e do milho, adotou-se o valor médio dos últimos dez anos, corrigido pelo (IGP-M). No caso do gado, utilizaram-se preços médios de safra, do mesmo período.

O sistema foi baseado em uma fazenda hipotética de 1.200 ha de pastagens, com capacidade de suporte média anual de 1,1 unidade-animal/hectare. A fazenda realiza as fases de cria, recria e engorda e possui um rebanho estabilizado em 2.500 cabeças ou 1.400 UA (Tabela 1). Todas as categorias animais recebem sal mineral o ano todo, sendo os machos suplementados com sal protéico no período seco e, no final das águas, com ração para o acabamento (30 a 36 meses de idade). Os índices zootécnicos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Composição do rebanho da fazenda hipotética simulada.

Categorias	Número de cabeças	Unidades-animal (UA)
Vacas boiadeiras	158	105
Vacas de cria	790	632
Novilhas 2-3 anos	170	115
Novilhas 1-2 anos	172	70
Bezerras	316	54
Bezerros	316	55
Machos 1-2 anos	307	136
Machos 2-3 anos	303	230
Touros ou rufiões	26	35
Total	2.559	1.431

Tabela 2. Índices zootécnicos aplicados aos sistemas simulados.

Parâmetros	Valor
Taxa natalidade em monta natural	80%
Taxa mortalidade até 1 ano	3%
Taxa mortalidade demais categorias	1%
Taxa descarte vacas	20%
Taxa descarte touros	20%
Idade à 1ª cria	3 anos
Idade de abate	2,5 anos
Rendimento carcaça vaca gorda	50%
Rendimento carcaça boi gordo	53%
Peso vivo ao abate (boi)	480 kg
Relação touro:vacas	1:35

As simulações foram realizadas com uma planilha eletrônica de análise de custos de produção desenvolvida pela Embrapa Gado de Corte.

Para a análise comparativa entre as tecnologias foram consideradas duas situações: em uma, monta natural, IA e IATF foram tratadas isoladamente do sistema de produção, determinando-se o custo por prenhez em função de variações nos preços do touro e do sêmen, na relação touro:vacas e nas taxas de prenhez do rebanho. Em outra, avaliou-se o impacto da monta natural, da IA e da IATF sobre os resultados econômicos do sistema de produção como um todo.

Custo da prenhez de cada tecnologia adotada

Monta natural

A formação do custo da prenhez utilizando a monta natural levou em consideração os parâmetros expostos na Tabela 3, os quais se mantiveram fixos para todas as avaliações.

Tabela 3. Parâmetros utilizados na avaliação da monta natural.

Número de vacas no rebanho (cab.)	790
Vida útil dos touros (anos)	6
Valor do touruno descartado (R\$/cab.)	1.062,00
Taxa de juros real por ano (%)	6,00
UA/touro	1,33
Preço do boi gordo (R\$/arroba) ¹	65,00
Custos variáveis (R\$/touro/ano) ²	239,01
Custos fixos (R\$/cab./ano) ³	132,46

¹ Preço médio de safra de 1995-2006, corrigido para dezembro de 2006.

² Gastos com manutenção de pastagens, instalações e máquinas, sal mineral, vacinas, medicamentos, combustíveis, serviços e mão-de-obra, impostos e taxas, ajustados ao número de unidades-animais correspondentes ao touro.

³ Depreciações + juros dos itens depreciáveis (exceto touros) + pró-labore do produtor.

A Tabela 4 inclui o custo por prenhez da monta natural, variando-se o preço do touro e a relação touro:vacas. Como esperado, o custo decresce com o aumento do número de vacas acasaladas por touro. O custo por prenhez de um touro de R\$ 1.950,00 servindo 20 fêmeas é maior que o de um touro de R\$ 4.450,00 que serve a 40 fêmeas, mostrando a importância da relação touro:vacas, quando se utiliza touros de alto valor. Em outras palavras, a aquisição de touros melhoradores deve ser associada à otimização de seu uso, pois os custos por prenhez aumentam muito quando a relação touro:vacas é desfavorável.

Tabela 4. Custo por prenhez (R\$) da monta natural em função do preço de aquisição dos touros e da relação touro:vacas, para uma taxa de prenhez de 80%.

Preço do touro		Relação touro:vacas			
@	R\$	1:20	1:30	1:40	1:50
30	1.950,00	38	25	19	15
50	3.250,00	55	35	27	22
70	4.550,00	71	46	35	28

Segundo Fonseca et al. (1991), a relação touro:vacas na proporção de 1:50 implicaria um descarte deles da ordem de 50%, diminuindo o custo do bezerro em 15%. Com a diminuição dos custos de aquisição e manutenção de touros, o produtor poderia redirecionar os investimentos para a compra de indivíduos geneticamente superiores e andrologicamente testados. A real capacidade reprodutiva de touros da raça Nelore é desconhecida, mas sabe-se que esses indivíduos em monta natural são em geral subutilizados (PINEDA; LEMOS, 1994; FONSECA, 1995).

Outro fator que tem grande influência no custo da prenhez é a fertilidade do rebanho. Na Tabela 5 apresenta-se o custo para a monta natural, variando-se o preço do touro e a taxa de prenhez, para uma relação touro:vacas fixa de 1:30. Conforme esperado, quanto maior a eficiência reprodutiva, menor o custo da prenhez. Quando se comparam touros de R\$ 4.550,00 e R\$ 3.250,00 é preciso um aumento de cerca de 20 pontos percentuais na taxa de prenhez para atingir um custo por prenhez semelhante. Esses resultados mostram que, de forma análoga à relação touro:vacas, é fundamental elevar a taxa de prenhez do rebanho quando se utilizam touros de alto valor.

Tabela 5. Custo por prenhez da monta natural (R\$), em função do preço de aquisição do touro e da taxa de prenhez, para uma relação touro:vacas de 1:30

Preço do touro		Taxa de prenhez (%)			
@	R\$	60	70	80	90
30	1.950,00	33	29	25	22
50	3.250,00	47	41	35	32
70	4.550,00	61	53	46	41

Para um melhor entendimento de como se chegou aos números expostos nas Tabelas 4 e 5, apresenta-se a seguir a memória de cálculo do custo por prenhez, utilizando touro de R\$ 4.550,00, com uma relação touro:vacas de 1:30 e taxa de prenhez de 80%.

Custos por touro (R\$):

Depreciação + juros do touro	749,69
Demais custos fixos	132,46
Custos variáveis	239,01
Total	1.121,16

Custo por prenhez:

Nº total de vacas	790
Nº total de touros (550/30)	26
Nº de vacas prenhes (790 x 80%)	632
Custo por prenhez (1.121,16 x 26)/632	R\$ 46,12

Custo da prenhez por inseminação artificial

Outra forma de acelerar o melhoramento genético dos animais é o uso da IA, quando se tem acesso a sêmen de animais de alto valor genético, animais estes normalmente não disponíveis para uso em monta natural.

Para a análise do custo da prenhez com utilização de IA, simularam-se variações no preço da dose de sêmen e na eficiência reprodutiva, mantendo-se fixos os demais parâmetros (Tabela 6). Os resultados das simulações encontram-se na Tabela 7.

Tabela 6. Parâmetros utilizados na determinação do custo por prenhez com uso de inseminação artificial.

Parâmetros	Valor
Vacas/rufião	50
Dias de trabalho de inseminação	90
Custo da cirurgia do rufião (R\$)	120,00
Inseminador (R\$/mês)	570,00
Auxiliar inseminador (R\$/mês)	380,00
Diária médico-veterinário (R\$)	400,00

Tabela 7. Custo por prenhez (R\$) da inseminação artificial, em função do preço da dose de sêmen e da taxa de prenhez.

Preço Dose Sêmen	Taxa de prenhez (%)			
	60	70	80	90
R\$ 10,00	49	41	35	30
R\$ 15,00	61	51	43	37
R\$ 20,00	73	60	50	43
R\$ 30,00	97	79	66	56

Para um melhor entendimento de como se chegou aos números expostos na Tabela 7, apresenta-se a seguir a memória de cálculo do custo por prenhez utilizando sêmen de R\$ 15,00/dose, com taxa de prenhez de 80%.

Custos da Inseminação (R\$):

Depreciações + juros ¹	1.181,74
Insumos e serviços ²	15.759,23
Mão-de-obra e assistência técnica ³	4.850,00
Depreciação + juros dos rufiões ⁴	2.289,28
Manutenção dos rufiões ⁵	2.872,00
Custo total	26.952,25

¹ Botijões, termômetro, cortador de paleta, pinça, buçal marcador.

² Nitrogênio, bainhas, luvas, tinta para buçal, sêmen, preparo do rufião.

³ Inseminador e auxiliar (90 dias), médico-veterinário (5 dias).

⁴ Apenas sobre o valor do preparo dos rufiões (R\$ 120,00).

⁵ Pastagem e gastos operacionais (16 rufiões).

Custo por Prenhez

Nº total de vacas	790
Nº de vacas prenhes (790 x 80%)	632
Custo por prenhez (26.952,25 / 632)	R\$ 42,65

Conforme os dados da Tabela 7, o custo por prenhez com uso de IA é geralmente mais elevado do que aquele obtido com monta natural (Tabela 5). Esse custo, porém, tende a diminuir conforme se eleva a eficiência reprodutiva do rebanho, mostrando que, de forma análoga à monta natural, é fundamental elevar a taxa de prenhez. Salienta-se que os materiais genéticos utilizados na IA são normalmente superiores aos touros usados em monta natural, de modo que a expectativa de melhoria geral do rebanho ao longo das gerações é maior quando se utiliza essa prática.

Custo da prenhez por inseminação artificial com repasse de touro

A baixa taxa de prenhez é um dos principais fatores limitantes ao uso da IA nos rebanhos comerciais de gado de corte. Essa baixa eficiência reprodutiva pode ser explicada pelas dificuldades do manejo diário de animais por um período de 90-100 dias na época das chuvas, para observação de cio e realização da inseminação propriamente dita. Em função disso, o que mais comumente ocorre nos sistemas de produção é a realização da inseminação artificial seguida de repasse com touros.

Desta forma, foi feita a análise dos custos da inseminação com repasse com touro. Para tanto, foi considerada a utilização de, no máximo, duas inseminações por vaca em reprodução, por um período de 60 dias e logo em seguida mais 30 dias de repasse com touro. Os resultados encontram-se na Tabela 8. Para efeito de simulação, foi considerado o custo do touro de R\$ 4.550,00 (70@), por se tratar de um touro de alto valor genético, compatível com o sêmen utilizado nas vacas. Para obter uma taxa final de prenhez de 80%, foi considerada uma taxa de 60% na inseminação artificial, com os 20 pontos percentuais restantes oriundos do repasse com touro.

Tabela 8. Custo por prenhez (R\$) da inseminação artificial com repasse com touro¹, em função do preço da dose de sêmen e da taxa de prenhez do rebanho.

Preço dose sêmen	Taxa de prenhez (%)			
	80	85	90	95
R\$ 10,00	48	42	36	32
R\$ 15,00	57	50	43	38
R\$ 20,00	66	58	50	44
R\$ 30,00	83	74	64	57

¹ Touro com valor de R\$ 4.450,00 ou 70@.

Com esses resultados, pode-se concluir que o custo desse processo, para uma mesma taxa de prenhez, é superior à utilização da inseminação artificial sem repasse, por causa do investimento em touros e dos gastos para mantê-los na fazenda o ano todo. Porém, esta é a situação mais comumente encontrada nas fazendas, pois são poucas as propriedades que, trabalhando apenas com inseminação artificial, obtêm altas taxas de prenhez.

Custo da prenhez por inseminação artificial em tempo fixo

Outra forma de se obterem as vantagens da inseminação artificial, porém em tempo restrito, e sem necessidade de observação de cio, é a IATF. Essa técnica é baseada em protocolos hormonais intra-auriculares ou intravaginais de longa ação associados a aplicações intramusculares de efeito rápido. Desta forma, pode-se programar a inseminação das fêmeas em um período curto pré-determinado. A principal vantagem dessa técnica é a eliminação da observação de cio, facilitando desta forma o manejo, além da concentração de nascimentos em um período específico.

Apesar da queda dos custos dos fármacos utilizados na IATF, estes ainda se apresentam bastante elevados, ao que se associa uma baixa eficiência reprodutiva (em torno de 50% de prenhez com apenas uma sincronização, segundo BARUSELLI et al., 2003).

Por essas razões, e do pouco conhecimento das relações custo-benefício da IATF, utilizou-se, no presente estudo, um protocolo que vem sendo amplamente empregado pelos profissionais que trabalham na área (ALMEIDA, 2007^{*}). Esse protocolo tem o seguinte cronograma:

- a) dia 0: implante de progestágeno (pode ser reutilizado mais duas vezes) + 2 ml de benzoato de estradiol;
- b) dia 8: retirada do implante + aplicação de 1 ml de benzoato de estradiol + 1,5 ml de prostaglandina + 1,5 ml de gonadotrofina coriônica equina (eCG);
- c) dia 10: inseminação 56 horas após a retirada do implante.

A Tabela 9 expõe o custo da sincronização de cio por vaca submetida à IATF.

Em função da baixa eficiência desse método, em torno de 50% de prenhez, é comum realizar-se uma segunda IA, que é feita com observação de cio, entre o 17º e o 23º dias após a primeira IA, aproveitando a concentração do retorno do cio que normalmente ocorre naquelas vacas que ficaram vazias. Outra alternativa possível é o repasse com touro, após a IATF, ou logo após a segunda IA. Desta forma, todas as possibilidades foram analisadas e os resultados encontram-se na Tabela 10.

^{*} Informação pessoal – (entrevista in loco)

Tabela 9. Custo da sincronização de cio de vaca submetida à inseminação artificial em tempo fixo (IATF).

Protocolo	Tipo	Unidade	Preço (R\$)*	Quantidade/vaca	R\$/vaca
Progestágeno	Implante	1	29,00	0,33	9,57
Benzoato de estradiol	frasco de 100 ml	ml	29,80	3,00	0,89
Prostaglandina sintética	frasco de 20 ml	ml	31,50	1,5	2,36
eCG	frasco de 25 ml	ml	92,90	1,5	5,57
Custo/vaca (R\$)	-	-	-	-	18,40

* Preços praticados em Campo Grande, MS, em maio de 2007.

Tabela 10. Custo da prenhez (R\$1,00) com uso da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) com ou sem segunda inseminação (IA) e repasse com touro (RT) em função do preço do sêmen e da taxa de prenhez.

Tecnologia adotada	Taxa de prenhez	Preço do sêmen (R\$1,00)			
	(%)	10	15	20	30
IATF	50	70	81	91	112
	60	75	86	97	119
	70	66	76	86	106
IATF + IA	80	59	68	78	97
	90	53	61	70	87
	80	58	65	71	84
IATF + RT¹	85	55	61	67	79
	90	52	58	63	75
	95	49	54	60	71
IATF + IA + RT¹	80	67	75	84	100
	85	63	71	79	96
	90	57	66	74	90
	95	53	61	69	86

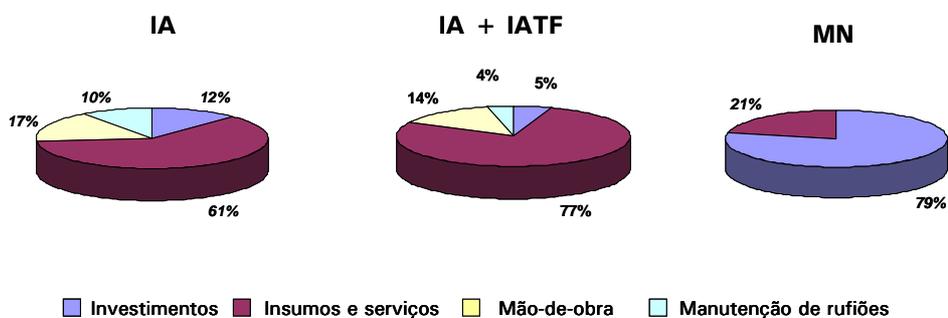
¹ Touro com valor de R\$ 4.450,00 ou 70@

Como a IATF, tanto nos trabalhos de pesquisa como na prática, ainda apresenta baixa eficiência, utilizou apenas a taxa de prenhez de 50% para a alternativa de uso exclusivo dessa tecnologia. Nas demais, foi usada uma ampla variação nos índices de prenhez. É importante salientar que, nas fazendas, taxas elevadas como 90% a 95% de prenhez dificilmente são conseguidas mesmo com o uso de repasse com touro.

Os dados da Tabela 10 mostram, mais uma vez, o impacto da melhoria da eficiência reprodutiva nos custos, independentemente da tecnologia de reprodução adotada. Utilizar IATF + IA com eficiência de 60% representa, dependendo do preço do sêmen, acréscimos no custo da prenhez que variam de 27% a 23%, em relação à taxa de 80%. Nos casos em que se utiliza repasse com touro (IATF + RT e IATF + IA + RT), como a variação nos índices reprodutivos é menor, os aumentos nos custos são mais reduzidos. Chama a atenção a elevação no custo da prenhez quando se usa IATF + IA com eficiência de 60%, em relação a IATF exclusiva e, conseqüentemente, com 50% de eficiência. Tal fato indica que, nesse caso, o aumento da eficiência reprodutiva não foi suficiente para compensar a elevação dos custos (mão de obra para observação de cio, uso de rufiões e outros) para se fazer a segunda inseminação.

Comparando custo da prenhez via monta natural com alternativas de IA

Para comparar a participação dos diversos itens que compõem os custos da monta natural (MN), inseminação artificial (IA) e da inseminação artificial em tempo fixo mais inseminação artificial (IATF + IA), elaborou-se a Figura 1.



IA = Inseminação artificial; IATF = Inseminação artificial em tempo fixo; MN = Monta natural.

Figura 1. Composição dos custos da IA, IATF + IA e da MN.

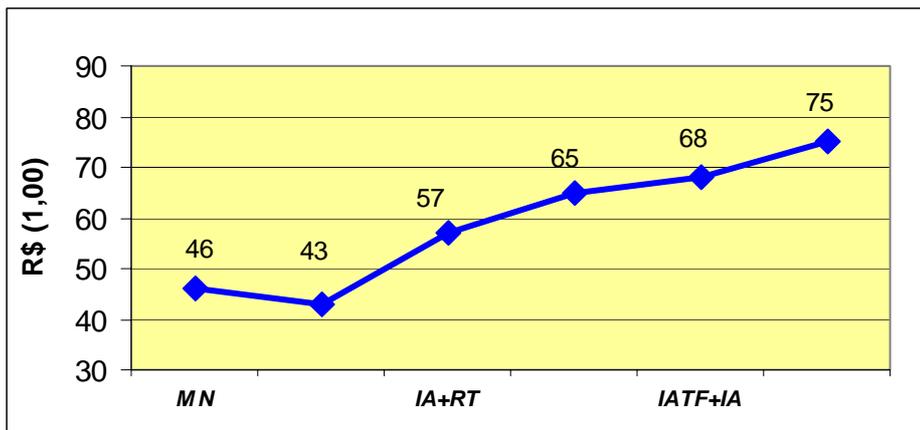
Percebe-se que o peso dos itens de custo se altera consideravelmente com o método utilizado.

No caso da inseminação artificial e da IATF + IA, o item investimento teve a menor participação na formação do custo. Isso dá à IA uma maior flexibilidade de utilização, facilitando tanto sua adoção quanto sua exclusão do sistema. De forma inversa, insumos e serviços respondem pela maior parcela dos custos desses métodos. Para a IA, o sêmen é o item de maior destaque entre os insumos (50% dos gastos).

Quando é adotada a IATF, os hormônios para a sincronização de cio passam a ter a maior participação (41%). Entretanto, a sincronização de cio diminui a participação da mão-de-obra no custo, por causa da redução do tempo de inseminação e observação de cio.

No caso da monta natural, os investimentos são responsáveis pela maior parcela na formação do custo (79%). Isto ocorre em função do alto valor dos touros (70@) e, conseqüentemente, dos custos com depreciações e juros sobre o capital investido. Como touros de descarte são normalmente valorados como tourunos pelo mercado, uma mudança abrupta na tecnologia adotada (MN para IA) é desaconselhável, pois pode gerar significativas perdas econômicas.

Para resumir essa etapa, foi feita uma comparação dos custos por prenhez de todas as tecnologias estudadas, considerando taxa de prenhez de 80%, relação touro:vacas de 1:30, preço do touro de R\$ 4.550,00 e preço do sêmen de R\$ 15,00/dose. Os resultados encontram-se na Figura 2.



MN = Monta natural; IA = Inseminação artificial; RT = Repasse com touro; IATF = Inseminação artificial em tempo fixo

Figura 2. Custo por prenhez em função da tecnologia adotada, para uma taxa de prenhez de 80%, preço do sêmen de R\$ 15,00/dose e touro de R\$ 4.550,00.

Conforme a Figura 2, para uma mesma taxa de prenhez (80%), a inseminação artificial é o processo que apresenta o menor custo por prenhez. Porém, essa taxa dificilmente ocorre nos sistemas de produção com uso exclusivo de IA, sendo normalmente necessário fazer o repasse com touro para que esse índice seja atingido, o que encarece sobremaneira o custo por prenhez. As três alternativas em que se utiliza a IATF são as que apresentam os maiores custos, em função da utilização de hormônios.

Desempenho econômico dos sistemas de produção conforme a tecnologia de reprodução adotada

Quando se analisa o sistema de produção como um todo, levando em conta as interações entre as diversas variáveis envolvidas no processo produtivo, são mais nítidos os impactos econômicos do uso das diferentes alternativas de reprodução aqui analisadas.

Reprodução por monta natural

Fixando-se a relação touro:vacas em 1:30, e uma taxa de prenhez de 80%, comparou-se um sistema que utiliza touros comuns (Sistema 1, touro a R\$ 1.950,00) com dois sistemas que utilizam touros oriundos de rebanhos com avaliação genética. Esses touros, com diferença esperada na progênie (DEPs) positiva para diferentes características, têm valor mais elevado (Sistema 2, touro a R\$ 3.250,00, e Sistema 3, touro a R\$ 4.550,00).

Para a análise, supôs-se que os touros do Sistema 2 teriam uma DEP, expressa no peso ao abate de seus filhos - 5% superior, ou seja, seus produtos seriam desmamados 10 kg mais pesados que os produtos do Sistema 1. Já os touros do Sistema 3 proporcionariam um incremento de 20 kg no peso à desmama de seus filhos que, conseqüentemente, continuariam ganhando mais peso durante toda sua vida. Em função disso, a idade ao abate seria reduzida em dois meses no Sistema 2 e em quatro meses no Sistema 3. Desta forma, houve redução no tempo de suplementação dos animais, além de uma receita adicional pela antecipação do abate dos machos em relação ao Sistema 1.

Os resultados econômicos para os três sistemas que utilizam monta natural encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11. Resultados econômicos (R\$) de três sistemas¹ alternativos de produção em função das DEPs e preços dos touros utilizados.

	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
(1) Receita total	495.880,09	499.200,20	502.553,60
(2) Desembolsos	282.418,91	264.760,42	251.047,57
(3) Total depreciações	72.536,65	77.329,31	83.717,94
(4) Total juros	76.946,42	78.458,77	79.790,74
(5) Pró-labore	12.600,00	12.600,00	12.600,00
(6) Custo operacional (2 + 3 + 5)	367.555,56	354.689,73	347.365,51
(7) Custo total (2 + 3 + 4 + 5)	444.501,98	433.148,49	427.156,24
Margem bruta (1-2)	213.461,18	234.439,78	251.506,03
Margem operacional (1-6)	128.324,53	144.510,47	155.188,09
Lucro (1-7)	51.378,11	66.051,70	75.397,35
Custo/@ carcaça boi gordo ²	R\$/@ 58,30	56,80	56,00

¹ Sistema 1: touro de 30@; Sistema 2: touro de 50@ com DEP 5% superior ao sistema 1; Sistema 3: touro de 70@ com DEP 10% superior ao sistema 1, verificada na idade de abate de seus produtos, sendo adotada a relação touro:vacas de 1:30 e taxa de prenhez de 80% para os três sistemas; @ = R\$ 65,00.

² Custo/@ carcaça boi gordo: calculado abatendo-se do custo total as receitas oriundas das outras categorias que não o boi gordo.

Quando o sistema é analisado sob o pressuposto de ganhos genéticos traduzidos em antecipação da idade ao abate, o investimento em touros melhoradores é compensador. Como mostra a Tabela 11, o lucro nos sistemas 2 e 3 foi, respectivamente, 28% e 46% superior em relação ao Sistema 1. Ainda, os sistemas 2 e 3 apresentaram menor custo de produção, mesmo utilizando touros mais caros, dada a antecipação da idade ao abate e conseqüente menor despesa com ração. Considerando que a única variável é o touro, pode-se afirmar que o impacto econômico é bastante significativo. Por outro lado, a utilização de touros melhoradores depende unicamente da tomada de decisão do produtor quando da compra deste "bem de capital".

Reprodução por IA e IATF

O impacto econômico da IA, com ou sem sincronização de cio, também foi avaliado no âmbito do sistema de produção. Nessas simulações, utilizou a mesma fazenda hipotética já descrita, e a mesma idade de abate utilizada para o Sistema 3, com uma taxa de prenhez de 80%. Para um preço de R\$ 15,00 por dose de sêmen, obtiveram-se os resultados expressos na Tabela 12.

Tabela 12. Indicadores econômicos do sistema de produção, com taxa de prenhez de 80% e dose de sêmen de R\$ 15,00, em função da tecnologia utilizada na reprodução.

Tecnologia	Custo da tecnologia (R\$/ano)	Participação da tecnologia no custo total (%)	Custo de produção (R\$/@carcaça)	Lucro (R\$)
IA ¹	22.915,00	5,4	55,50	80.588,00
IA + RT ²	31.865,00	7,3	56,60	71.638,00
IATF ³ + IA	41.788,00	9,3	57,90	61.716,00
IATF + RT	41.616,00	9,3	57,90	61.888,00
IATF + IA + RT	46.225,00	10,2	58,50	57.279,00

¹Inseminação artificial; ²Repassse com touro; ³Inseminação artificial em tempo fixo

De acordo com os dados da Tabela 12, o uso exclusivo de IA no sistema de produção analisado é a alternativa que apresenta os melhores resultados econômicos, considerando-se os pressupostos estabelecidos (prenhez de 80%, sêmen a R\$15,00/dose e touro de repasse a R\$ 4.550,00/cabeça). O custo da tecnologia representa 5,4% do custo total e o produtor obtém um lucro de R\$ 80.588,00.

Se houver necessidade de fazer repasse com touros para atingir os 80% de prenhez, haverá um aumento no custo de produção e, conseqüentemente, uma redução de 11% no lucro do produtor.

Já quando se avalia a utilização da IATF, o custo de produção se eleva consideravelmente, chegando, no caso de utilizar IATF + IA + RT, a apresentar um aumento de 102% nos gastos com a tecnologia e redução de cerca de 30% no lucro do pecuarista. Diante desses resultados conclui-se que a utilização da IATF em rebanhos comerciais deve ser avaliada com cautela. Além do custo elevado, a eficiência dos protocolos é muito baixa, havendo necessidade de um repasse de IA ou repasse com MN para conseguir boas taxas de prenhez.

Comparando todas as alternativas no âmbito do sistema de produção

Complementando o estudo, calculou-se o possível lucro que o produtor teria ao utilizar qualquer uma das tecnologias reprodutivas, considerando o sistema básico de produção com diferentes desempenhos reprodutivos (Tabela 13).

Tabela 13. Lucro do produtor (R\$ 1,00), de acordo com a tecnologia reprodutiva adotada e a taxa de prenhez obtida, utilizando o sistema de produção básico¹

Tecnologia	Taxa de prenhez do rebanho				
	50	60	70	80	90
MN ²	- 33.300	5.800	41.900	75.400	106.600
IA ³	- 29.100	8.000	45.800	80.600	113.300
IA + RT ⁴	- 44.300	- 4.200	34.600	71.600	108.900
IATF ⁵	- 40.900	- 0,600	36,600	70.900	-
IATF + IA	-	- 7.700	28.300	61.700	93.500
IATF + RT	-	-10.600	27.600	61.900	94.100
IATF+IA+ RT	-	-19.500	20.600	57.300	90.800

¹ Touro de 70@); relação touro:vacas 1:30; sêmen de R\$ 15,00/dose; @ = R\$ 65,00; ²Monta natural; ³Inseminação artificial; ⁴Repasse com touro; ⁵Inseminação artificial em tempo fixo

Os dados apresentados na Tabela 13 mostram que, considerando os pressupostos estabelecidos na análise, sistemas de produção com taxa de prenhez abaixo de 70% apresentam prejuízo ou lucro muito próximo de zero, independentemente da tecnologia reprodutiva adotada. Os dados da Tabela 13 permitem também verificar o grande potencial do uso exclusivo da IATF no futuro. Na medida em que os processos forem aperfeiçoados e as taxas de prenhez aumentarem, essa alternativa poderá se tornar mais atrativa, para o que também poderá contribuir o aumento na escala de produção e conseqüente redução de custos.

Considerações finais

O trabalho foi realizado com simulações baseadas em vários pressupostos; portanto, os seus resultados não devem ser generalizados. O importante não são os valores absolutos encontrados, mas sim a relação entre eles.

Altos investimentos na aquisição de touros exigem maximizar sua utilização, acasalando-os com o maior número de fêmeas possível. Para tanto, deve-se utilizar uma relação touro:vacas de pelo menos 1:30, com o que se acelera o retorno ao investimento e se otimiza o potencial genético dos touros.

Embora o preço do touro, o preço do sêmen e a relação touro:vacas sejam relevantes, é a taxa de prenhez que apresenta o maior impacto no sistema. Um bom desempenho reprodutivo, no entanto, exige condições mínimas de trabalho e bom nível gerencial.

Investimentos em touros geneticamente superiores, tanto em monta natural como em inseminação artificial, são compensadores quando se trabalha com altas taxas de prenhez.

A viabilidade econômica da IATF depende da realização de um repasse com IA ou com MN. A escolha entre esta e a IA tradicional depende das taxas de prenhez obtidas em ambos os processos.

A comparação do custo por prenhez em monta natural ou inseminação artificial, com suas variantes, dá uma idéia sobre a eficiência relativa desses processos, mas qualquer tomada de decisão exige uma análise prévia de todo o sistema de produção.

Modelos de sistemas de produção desenvolvidos em planilhas eletrônicas constituem importantes ferramentas gerenciais. Adaptados às condições específicas de cada fazenda, podem subsidiar decisões de várias naturezas, como é o caso da área de reprodução abordada no presente trabalho.

Referências

ARRUDA, Z. J. de. **Análise econômica dos sistemas de monta natural e de inseminação artificial na produção de bezerros de corte**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1990. 28 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 40).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL. **Relatório estatístico de produção, importação e comercialização de sêmen**, 2006. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/download/mercado/relatorio2006.pdf>> Acesso em: 7 ago. 2007.

BARUSELLI, P. S.; MADUREIRA, E. H.; MARQUES, M. de O. **Eficiência a campo de programas de I.A. em tempo fixo em *Bos indicus*. 2003.** Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/?noticialID=5053&actA=7&arealD=60&secaoID=181>>. Acesso em 4 jul. 2007.

CORRÊA, E. S.; ARRUDA, Z. J. de. **Avaliação preliminar do sistema de produção de gado de corte implantado no CNPGC período: 1983/84 a 1986/87.** Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1988. 130 p. (EMBRAPA - CNPGC. Documentos, 38).

CORRÊA, E. S.; COSTA, F. P.; MELO FILHO, G. A. de; PEREIRA, M. de A. **Sistemas de produção melhorados para gado de corte em Mato Grosso do Sul.** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. 10 p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado técnico, 102).

CORRÊA, E. S.; VIEIRA, A.; COSTA, F. P.; CEZAR, I. M. **Sistema semi-intensivo de produção de carne de bovinos Nelore no Centro-Oeste do Brasil.** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. 51 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 95).

FERRAZ, J. B. S. Impacto econômico na pecuária de leite e de corte do Brasil, com o aumento da utilização da inseminação artificial. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 20, n. 3/4, p. 95-98, 1996.

FONSECA, V.O. **Avaliação da capacidade reprodutiva de touros Nelore: aspectos andrológicos e comportamentais.** Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 1995. 37 p.

FONSECA, V.O. CRUDELI, G.A.; COSTA E SILVA, E.V. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos indicus*) em monta natural: proporção touro:vaca 1: 40 e fertilidade. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 15, n. 1-2, p. 103-108, 1991.

PINEDA, N. R.; LEMOS, P. F. Contribuição ao estudo da influência da libido e da capacidade de serviço sobre a taxa de concepção em Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.51, n. 1, p. 61-68, 1994.

SILVA, A. E. D. F. ; DODE, M. A. N.; UNANIAN, M. M. **Capacidade reprodutiva do touro de corte: funções, anormalidades e outros fatores que a influenciam.** Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1993. 28 p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 51).



**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

