UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DOS SEIS AOS 36 MESES DE IDADE DE MACHOS DA RAÇA GUZERÁ CRIADOS A PASTO NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO

JAIR PEREZ OSORIO

Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DOS SEIS AOS 36 MESES DE IDADE DE MACHOS DA RAÇA GUZERÁ CRIADOS A PASTO NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO

JAIR PEREZ OSORIO

Tese apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal.

Curso: Ciência Animal

Área de concentração: Reprodução Animal.

Orientador: Prof. Marc Henry

Co-Orientador: Prof. Vicente Ribeiro do Vale Filho

Co-Orientador: Prof. Jose Aurélio Garcia Bergmann

Belo Horizonte
Escola de Veterinária da UFMG
2010

O83c Osorio, Jair Perez, 1977-

Características reprodutivas dos seis aos 36 meses de idade de machos da raça Guzerá criados a pasto na região do cerrado mineiro / Jair Perez Osorio. – 2010.

81 p.: il.

Orientador: Marc Henry

Co-orientadores: Vicente Ribeiro do Vale Filho, José Aurélio Garcia Bergmann

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

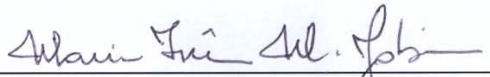
1. Guzerá (Zebu) – Reprodução – Teses. 2. Testículos – Mediação – Teses. 3. Sêmen – Análise – Teses. 4. Reprodução animal – Teses. I. Henry, Marc Roger Jean Marie. II. Vale Filho, Vicente Ribeiro do. III. Bergmann, José Aurélio Garcia. IV. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. V. Titulo.

CDD – 636.208 926

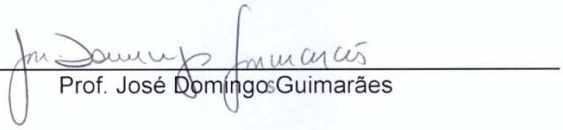
Tese defendida e aprovada em 08 de março de 2010, pela Comissão Examinadora constituída por:



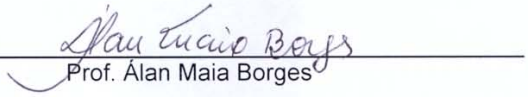
Prof. Marc Roger Jean Marie Henry
Orientador



Profª. Maria Inês Mascarenhas Jobim



Prof. José Domingo Guimarães



Prof. Álan Maia Borges



Prof. Luiz Renato de França

Dios hizo al hombre a su imagen y semejanza, le envió el espíritu santo para iluminar sus sentidos, lo guió por los senderos de la vida, lo aparto del peligro, le regalo el arma más importante en la vida del hombre, que yo diría es la herencia divina *"el conocimiento"* este ha transformado la vida del hombre para siempre, porque él a cada día va en búsqueda de la verdad haciendo ciencia.

Jair Perez Osorio.

AGRADECIMENTOS

Dedico esta vitória a Deus por abençoar mis sentidos, minha vida, e ser a fonte de inspiração em todos os momentos da minha vida.

À minha mãe Carmen Maria Osorio Ruiz, mãe você e o que mais amo na minha vida, obrigado mami linda por ter me acolhido no teu ventre e ter me trazido ao mundo, agradeço ao meu pai in memória pela imensurável amizade, amor, carinho e exemplo de como um homem deve batalhar na fé de Cristo Jesus para chegar a donde ele quer, agradeço ao meu amado irmão Francisco Javier Perez Osorio pela grande amizade, exemplo de vida e de superação, pelo amor e carinho

Agradecimento especial a mamãe do meu filho Carolina Lima Álvares da Silva por trazer ao mundo meu maior presente, meu filho Artur. Tuco, papai te ama com seu coração, com suas entranhas, com muitas forças e com a sua alma. A toda a família Gomes Lima em especial ao tio Landi e tia Sueli que o todo poderoso abençoe sempre todos vocês e traga paz, harmonia e tranquilidade aos seus lares.

Agradecimientos a toda mi familia los que están lejos y cerca de mí los que desde lejos siempre estuvieron más cerca de mí, en especial a mi tía del alma Nechi gracias por ser tan pero tan especial!!!! a mi abuelita, a mi tía ramo, a la moni quilla, a todos mis primitos, a Auri, Guillo, Mingo, y a una persona la cual me impulso y me dio muchas fuerzas para surgir mi tío migue, mi gran ejemplo de superación y de admiración.

A minha família querida que tanto amo e que nunca esquecerei, porque guardarei um lugar para eles muito grande e especial dentro do meu coração German, Lucy, e minhas quatro irmãzinhas Katy, Caritó, Guchy, e Caren, Deus os guarde, e os abençoe todos os dias da suas vidas.

Ao prof. Marc Roger Jean Marie Henry pela grandiosa amizade, exemplo de luta, sacrifício, esforço, trabalho, pelos grandes ensinamentos, por me ensinar a ser uma pessoa com muita disciplina.

À UFMG pela maravilhosa oportunidade de permitir a realização do Doutorado em Ciência Animal e ter me acolhido como um filho.

À CAPES e o convenio de pós-graduação PEC-PG pela concessão da bolsa de estudos neste pais.

Ao Prof. Jose Aurélio Garcia Bergmann pela Co-orientação, analises estatísticas, conhecimentos, e inestimável colaboração na elaboração de dados.

Ao Prof. Vicente Ribeiro de Vale Filho Co-orientação, excelente amizade, compartilhar conhecimentos, e grande auxilio.

Aos professores do setor de reprodução da EV-UFMG em especial ao Prof. Jose Monteiro da Silva Filho meu caro amigo pela a sua grandiosa sabedoria e me ensinar o Don de estudar, apreender, construir e crescer, aos prof. Alan Maia Borges, Antonio pinho Marques Jr, Monique Albuquerque Lagares, pelos grandes ensinamentos.

A todos os membros da banca examinadora, pela disponibilidade, paciência, e grande contribuição na fase final de este estudo.

A todos os professores da Escola de veterinária da UFMG, aos funcionários, aos técnicos de laboratório em especial ao grande Dario Dias "Alias" dada, que de uma ou outra forma contribuíram em grande parte com a realização deste trabalho.

Agradecimentos especiais a Fazendas Reunidas em especial ao Dr. Antonio Balbino proprietário, por permitir-nos a execução do trabalho durante vários anos, a todos os funcionários em especial ao Ivan Gerente da propriedade pelos incalculáveis ensinamentos e a todos os funcionários com os quais apreendi durante vários anos a conviver como família, agradecimentos a todos uma vez mais por ter me acolhido em família e pela excelente contribuição na execução deste trabalho.

Aos meus “três grandes irmãos" aqui no Brasil alemão, aliás Marzanga. Fernando, aliás compadre e Adriana alias Dridri, sempre serão parte da minha vida e do meu coração!!!!! Nunca esquecerei vocês, vocês moram dentro de mim.

Ao meu grande e caro amigo Geraldo Juliani obrigado irmão, você é um Big Broth, obrigado por me auxiliar nos momentos mais difíceis e mais importantes da minha vida.

Ao meu amigo Jorgito, George pela sua cooperação, disponibilidade e grande qualidade humana, um exemplo de aluno, pela grande força na analises estatística e formação de dados.

A todos os meus caros, irmãos e colegas da pós-graduação em especial a Mary, Paloma, Ivis, Amandinha, Isabela, Igor, Cyril, Alessandra, Taty, Katy, Camilinha, Valery, Estersinha, Eriquilla, o menino Carlinhos, Lucas, Tiz, Fabriz, Leo gordinho, Cabeção, Juba.

Agradecimentos especiais a Luisinha e o grande Rafa, Rafucho pela sua imensurável contribuição neste estudo, espírito de trabalho, e bela amizade.

Aos irmãos e irmãs da graduação que tiveram uma contribuição muito grande com o macro projeto Guzerá Bruninha, Paulinha, July, Thiago, e especialmente a duas pessoas muito especiais para mim pelas quais tenho carinho e afeto Danny e Pedrinho.

Quero agradecer a meu grande e caro parcero de trabalho, pela sua grande amizade e ser como um gran Hermano tanbien.... meu maior discípulo aqui no Brasil, o grande Leandro aliás cabelo por ter me acolhido na sua casa como parte da sua família, agradeço muito ao Dr Euler, e a sua esposa Corina por me receber em sua casa como outro filho.

A todos os alunos, colegas da graduação, pós-graduação, amigos, amigas neste maravilhoso pais que se chama Brasil que de alguma ou outra forma participarão desta grande batalha e contribuíram para a minha formação.

Muito Obrigado!!!!

El Señor es mi pastor nada me falta en verdes pastos el me hace reposar, a las aguas de descanso me conduce y reconforta mi alma.

Por el camino del bueno me dirige, por amor de su nombre, aunque pase por quebradas oscuras, no temo ningún mal, porque tú estás conmigo, con tu vara y tu bastón, y al verlas voy sin miedo.

La mesa haz preparado para mi frente a mis adversarios, con aceite perfumas mi cabeza y rellenas mi copa.

Irán conmigo la dicha y tu favor mientras dure mi vida, mi mansión será la casa del Señor por largos, largos días.

Salmo 23.

Te doy gracias, Señor, de todo corazón, pues oíste las palabras de mi boca.

Canto para ti en presencia de los Ángeles, y me postro ante tu templo santo.

Doy gracias a tu nombre por tu amor y tu verdad, pues tu palabra a superado tu renombré.

El día en que clame me respondiste y aumentaste la fuerza en mi alma.

Te darán gracias, Señor, todos los reyes de la tierra, cuando oigan las palabras de tu boca.

El señor lo hará todo por mí, Señor, tu amor perdura para siempre, no abandones la obra de tus manos.

Salmo 138.

SUMÁRIO

	p.
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE ANEXOS	12
ABREVIATURAS	13
INTRODUÇÃO	14
OBJETIVOS	14
Revisão de literatura	14
1. Desenvolvimento sexual e fatores metabólicos envolvidos na Gametogênese	14
1.1**Espermatogênese**	16
1.2**Controle endócrino do desenvolvimento sexual em Touros**	17
1.3 **Fatores metabólicos durante o período perí-puberal e sua associação com o desenvolvimento testicular**	19
2. **Perímetro escrotal e biometria testicular na seleção de reprodutores**	20
2.1 **Perímetro escrotal na seleção de touros**	20
2.3 **Biometria e morfologia testicular**	23
3. **Fatores envolvidos com a Puberdade**	24
3.1 **Nutrição**	24
3.2 **Idade a puberdade**	24
3.3 **Raça**	25
Referências bibliográficas	26
Experimento I	
Curva de desenvolvimento testicular dos seis aos 36 meses de idade e identificação dos parâmetros reprodutivos e da biometria testiculares em touros da raça Guzerá	36
Resumo	36
Abstract	36
1. Introdução	37
2. Material e métodos	37
3. Resultados	39
4. Discussão	41
5. Conclusões	43
6. Referencias bibliográficas	43
Experimento II	
Identificação dos parâmetros do desenvolvimento sexual relacionados ao período da peri puberdade machos da raça Guzerá	47
Resumo	47
Abstract	47
1. Introdução	48
2. Material e métodos	48
3. Resultados	49
4. Discussão	52
5. Conclusões	55
6. Referencias bibliográficas	55
Experimento III	
Relação entre o Perímetro escrotal e Parâmetros da Qualidade do Sêmen em Touros da raça Guzerá, da puberdade até os 36 meses de idade, criados no cerrado mineiro	59
Resumo	59
Abstract	59
1. Introdução	60

2. Material e métodos..... 60
3. Resultados..... 61
4. Discussão..... 69
5. Conclusões..... 71
6. Referencias bibliográficas..... 72

LISTA DE TABELAS

p.

Experimento I.

Tabela 1. Desenvolvimento testicular, peso e escore corporal em machos da raça Guzerá nas diferentes faixas etárias meses..... 39

Experimento II.

Tabela 1. Características reprodutivas e fenotípicas de 191 machos de raça Guzerá à puberdade..... 49

Experimento III.

Tabela 1. Frequências dos defeitos morfológicos (cabeça, acrossoma, peça intermediaria e peça principal) nas diferentes faixas etárias em touros jovens da raça Guzerá..... 64

LISTA DE FIGURAS

p.

Experimento I.

Figura 1. Curva de crescimento do volume testicular e do perímetro escrotal de animais da raça Guzerá de acordo com a função logística..... 40

Figura 2. Frequência das diferentes formas testiculares em machos jovens da raça Guzerá em diferentes faixas etárias..... 40

Experimento II.

Figura 1. Frequência de 191 machos da raça Guzerá não púbere ou púbere em diferentes intervalos de faixa etária..... 49

Figura 2. Perímetro escrotal em relação à idade a puberdade em 191 machos da raça Guzerá..... 50

Figura 3. Perímetro escrotal e volume testicular no período peripuberal em machos da raça Guzerá..... 50

Figura 4. Comprimento testicular no período peripuberal em machos da raça Guzerá..... 51

Figura 5. Largura testicular no período peripuberal em machos da raça Guzerá..... 51

Figura 6. Peso corporal no período peripuberal em machos da raça Guzerá..... 52

Figura 7. Valores médios do escore corporal no período pré e pós-puberdade em machos da raça Guzerá..... 52

Experimento III.

Figura 1. Motilidade espermática nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá..... 62

Figura 2. Vigor espermático nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá..... 62

Figura 3. Concentração espermática nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá..... 62

Figura 4. Células arredondadas nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá..... 63

Figura 5. Numero e frequência de animais de acordo com escore de células arredondadas de touros jovens da raça Guzerá..... 63

Figura 6. Células arredondadas (polimorfo nucleares) presentes no ejaculado de macho da raça Guzerá na fase pré-puberal..... 64

Figura 7. Defeitos morfológicos (cabeça e acrossoma) pelas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá..... 65

Figura 8. Defeitos morfológicos (peça intermediária) nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá..... 65

Figura 9. Defeitos morfológicos (peça principal) nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá..... 65
Figura 10. Espermatozóides normais nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá..... 66
Figura 11. Defeitos de peça principal em função do perímetro escrotal..... 66
Figura 12. Defeitos de cabeça em função do perímetro escrotal..... 67
Figura 13. Defeitos de peça intermediaria em função do perímetro escrotal..... 67
Figura 14. Células arredondadas em função do perímetro escrotal..... 67
Figura 15. Concentração espermática em função do perímetro escrotal..... 68
Figura 16. Vigor espermático em função do perímetro escrotal..... 68
Figura 17. Motilidade espermática em função do perímetro escrotal..... 68

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Coeficientes de correlações de Pearson e Spearman..... 76
ANEXO 2. Coeficientes de correlações de Pearson e Spearman..... 78
ANEXO 3. Coeficientes de correlações de Pearson..... 79

LISTA DE ABREVIATURAS

GnRH = Hormônio liberador de gonadotrofinas
FSH = Hormônio folículo estimulante
LH = Hormônio luteinizante
ABP = Proteina ligadora de andrógenos
LHRH = Hormônio liberador de Hormônio luteinizante
IGF I = Fator de crescimento semelhante à insulina tipo I
IT = Índice testicular
PE= Perímetro escrotal
Comp =Comprimento testicular
CTD = Comprimento do testículo direito
CTE = Comprimento do testículo esquerdo
Larg = Largura testicular
LTD = Largura do testículo direito
LTE = Largura do testículo esquerdo
VOL = Volume testicular
EC = Escore corporal
DP = Desvio padrão
N = Número de animais avaliados
Conc = Concentração espermática
Mot = Motilidade espermática
Normais = Número de espermatozóides morfologicamente normais.

INTRODUÇÃO

O rebanho bovino brasileiro é constituído por, aproximadamente, 80% de animais de origem zebuína e mestiços. Devido a estas razões e a importância das raças zebuínas dentro do rebanho nacional, a raça Guzerá na atualidade tem sido reconhecidamente de grande importância na pecuária de corte brasileira pela sua rusticidade, tendo capacidade de adaptação em zonas que possuem pouca disponibilidade de forrageiras e resistência às condições ambientais adversas (Cartwright, 1980; Rajaratne et al., 1983). Esta raça vem sendo utilizada em cruzamentos industriais, para produzir animais mestiços tendo representado importante papel na formação de novas raças, influenciando na melhora genética de muitos rebanhos no país (Melo e Penna, 2000).

Dentro do contexto da pecuária mundial o Brasil possui o maior rebanho comercial bovino do mundo, com 202 milhões de cabeças (FAO, 2006). Porém, qualitativamente o seu desempenho apresenta baixos índices reprodutivos (60% da taxa de nascimentos) e, em consequência, baixa produtividade. Devido à alta quota de responsabilidade que os touros têm nestes índices e considerando que 95% das vacas e novilhas do rebanho de corte em condições de reprodução são servidas pela monta natural torna-se premente que métodos com acurácia de avaliação do potencial reprodutivo dos reprodutores sejam desenvolvidos e aplicados com o objetivo de selecionar aqueles que sejam capazes de imprimir características econômicas desejáveis a sua prole como à fertilidade, precocidade, capacidade de ganho rápido de peso, musculosidade, etc. (Fonseca, 2009). É importante considerar que a influência dos touros não se limita ao aporte da metade de seus genes à sua descendência, uma vez que, pelo fato de se poder aplicar neles maior diferencial de seleção que nas fêmeas, torna-se responsável por 70% ou mais do melhoramento genético que se pode conseguir nas características de uma população (Geymonat e Mendez, 1987; Fonseca, 2009).

O potencial reprodutivo de um touro é a soma de vários fatores inerentes à reprodução como idade, puberdade, qualidade do sêmen, perímetro escrotal e libido que são devidamente suportados pela condição física adequada de modo a assegurar o processo da monta e fecundação (Fonseca et al., 1991). Esse potencial possui um forte componente genético, sendo que a herdabilidade de algumas dessas características reprodutivas varia de média à alta, como idade a puberdade e o perímetro escrotal (Valvasori et al., 1985; Bergmann et al., 1996; Pereira, 2004).

Os objetivos deste estudo são:

1. Caracterizar o desenvolvimento testicular e avaliar a associação existente entre o perímetro escrotal (PE) e o volume testicular (VOL).

2. Identificar os parâmetros testiculares associados ao desenvolvimento sexual de machos da raça Guzerá.

3. Identificar e descrever os parâmetros reprodutivos que caracterizam o período da pré e pós-puberdade em touros jovens da raça Guzerá.

4. Verificar a associação entre o perímetro escrotal e as características físicas dos ejaculados e morfologia espermática em touros da raça guzerá.

(Revisão de literatura)

1. Desenvolvimento sexual e fatores metabólicos envolvidos na gametogênese

a. Desenvolvimento testicular pós-natal e início da espermatogênese

Diversos eventos cruciais para o estabelecimento da espermatogênese e a formação de espermatozóides nos animais sexualmente maduros ocorrem no período que antecede a diferenciação sexual, ou seja, ainda antes do nascimento do indivíduo (França e Russel, 1998).

O crescimento testicular pós-natal segue um padrão sigmóide em machos bovinos, onde se observa um aumento da taxa de crescimento após, aproximadamente, 25 semanas de idade, decrescendo quando esses animais atingem a idade adulta com formação completa dos espermatozóides (Abdel-Raouf, 1960; Amann, 1983). O diâmetro dos túbulos seminíferos em raças taurinas aumenta gradualmente até 20-25 semanas de idade e, então, passa a ter um rápido aumento (Abdel-Raouf, 1960; Amann, 1983; Evans et al., 1996). O aumento do diâmetro e comprimento dos túbulos seminíferos é responsável, na maior parte, pelo aumento no tamanho testicular até as 32 semanas de idade, mas o comprimento do túbulo cresce ainda durante as fases posteriores de desenvolvimento (Curtis e Amann 1981). Já a formação do lúmen dos túbulos ocorre, aproximadamente, com 25 semanas de idade em raças *Bos taurus taurus* (Evans et al., 1996).

Em touros, a população de células intertubulares é composta por células mesenquimais tais como fibroblastos, células de Leydig, células peritubulares e células mononucleadas. Desde as primeiras quatro até as oito semanas de idade as células mesenquimais são em grande parte células de tecido intersticial. Estas células pluripotentes proliferam frequentemente por mitose e são as precursoras das células de Leydig, das células contrácteis peritubulares e dos fibroblastos. Aproximadamente, 20-30% das células intertubulares em todas as idades são células mononucleares. Neste grupo estão incluídos os linfócitos, as células plasmáticas, os monócitos, os macrófagos e as células intercaladas, das quais se derivam monócitos e as células de Leydig que seriam células típicas neste compartimento dos testículos (Sinowatz e Amselgruber, 1986; Wrobel et al., 1988).

A diferenciação dos dois principais componentes da túnica própria (i.e: a lâmina basal e as células peritubulares) não ocorre concomitantemente. A delgada camada da lâmina basal tem aproximadamente 3µm de espessura nas 16 semanas de idade, porém diminui continuamente a 1,2µm quando atinge 20 semanas de idade. Com 16 semanas de idade, as células mesenquimais são transformadas em células peritubulares mióides com núcleo alongado e estas, transformadas em miofibroblastos contráteis ao redor de 24 semanas de idade (Sinowatz e Amselgruber, 1986; Wrobel et al., 1988).

As células de Leydig estão presentes nos testículos desde o nascimento até a vida adulta. Nas primeiras quatro semanas de idade, a grande maioria, 70% das células intertubulares, são células mesenquimais com alta taxa mitótica. Células de Leydig típicas constituem cerca de 6% de todas as células intertubulares e, certo número destas células, é encontrado em estado degenerativo (provavelmente, remanescentes da população fetal das células de Leydig). Nas primeiras oito semanas de idade, as células de Leydig são responsáveis por, aproximadamente, 20% de todas as células intertubulares e compreendem 10% do volume testicular. Ao atingir 16 semanas de idade, as células mesenquimais cessam de se proliferarem e são transformadas em células peritubulares contráteis e de Leydig. Assim, diminuem a proporção de células mesenquimais a aproximadamente 20%. Ao atingirem 20 semanas de idade, as células mesenquimais quase desaparecem, tornando-se raras. Contudo, as populações das células de Leydig aumentam, via mitose (Wrobel et al., 1988).

As células fetais de Leydig iniciam sua degeneração aproximadamente com oito semanas após o nascimento enquanto as células de Leydig adultas têm seu número aumentado rapidamente no período compreendido entre 4 a 30 semanas de idade (Wrobel, 1990). As células de Sertoli em proliferação iniciam sua diferenciação a partir de quatro semanas ou mais até 13-20 semanas de idade, onde decrescem até se tornarem maduras, já as células de Sertoli adultas, diferenciam-se em células de Sertoli maduras e completas em algum momento entre 30 e 40 semanas de idade (Abdel-Raouf, 1960; Curtis e Amann, 1981; Sinowatz e Amselgruber, 1986; Wrobel, 2000). O número destas células é um determinante crítico na produção diária de espermatozóides em touros (Berndtson et al., 1987).

As células de Sertoli indiferenciadas estão presentes nos túbulos seminíferos ao nascimento e formam as células intratubulares predominantes desde o nascimento até 20 semanas de idade (Abdel-Raouf, 1960; Curtis e Amann, 1981). O processo

de diferenciação das células de Sertoli durante o desenvolvimento sexual inclui mudanças morfológicas na forma da célula, núcleo e organelas celulares, como também um incremento na superfície de especialização e subsequente interação com outras células de Sertoli e células germinativas. A maturação funcional das células de Sertoli inclui a formação da barreira hemato-testicular, aquisição da habilidade de secretar vários polipeptídios, incluindo a proteína ligadora de andrógenos-ABP (secreção controlada pelo FSH), fator ativador plasminogênico, transferrina, ceruloplasmina (proteínas transportadoras de cobre e ferro) e galactosil transferase (enzima envolvida na glicosilação das proteínas). As células de Sertoli também secretam lactato e piruvato que servem como combustível metabólico para as células germinativas e incremento da secreção de proteínas com o estabelecimento da espermatogênese (Waites et al., 1985; Sinowatz e Amselgruber, 1986).

Ao nascimento, os cordões seminíferos contêm as células germinativas primordiais ou gonócitos que desaparecem expressivamente com 30 semanas de idade (Curtis e Amann, 1981; Wrobel, 2000; Bagu et al., 2006a). A proliferação das pré-espermatogônias e de algumas espermatogônias ocorre a partir de quatro a cinco semanas de idade em diante (Abdel-Raouf 1960; Curtis e Amann, 1981; Wrobel, 1990; Evans et al., 1996; Bagu et al., 2006a). As células pré-espermatogoniais têm seu número aumentado após 24 semanas de idade (Curtis e Amann 1981), mas os números de espermatogônias crescem rapidamente até 44 semanas (Abdel-Raouf, 1960).

Os espermatócitos primários aparecem aproximadamente com 20 semanas, os secundários entre 20-30 semanas, e em torno de 25 e 30 semanas as espermátides, já as espermátides alongadas entre 25-35 semanas e, finalmente, os espermatozóides maduros são claramente observados entre 32 e 40 semanas de idades em *Bos taurus taurus* (Abdel-Raouf, 1960; Macmillan e Hafs, 1968; Curtis e Amann 1981; Evans et al., 1996; Bagu et al., 2006a). O rápido crescimento testicular, a diferenciação e o desenvolvimento ocorrem após 20-25 semanas de idade (Bagu et al., 2006a).

b. Espermatogênese

A espermatogênese é um processo cíclico altamente organizado que ocorre nos túbulos seminíferos, onde as espermatogônias diplóides se diferenciam numa célula haplóide madura, o espermatozóide. Este processo, composto por diferentes associações celulares, é um dos mais produtivos sistemas de autorrenovação do corpo animal, durando cerca de 30 a 78 dias nos mamíferos já investigados (Russell et al., 1990; França & Russell, 1998). Baseado em considerações morfofuncionais, durante sua evolução, a espermatogênese pode ser dividida em três fases: (1) fase proliferativa ou espermatogonial, na qual as espermatogônias passam por sucessivas e rápidas divisões mitóticas; (2) fase meiótica ou espermatocitogênica, onde o material genético dos espermatócitos é duplicado, recombinado e segregado, sendo esta fase importante para a diversidade genética entre membros da mesma espécie; (3) e fase espermiogênica ou de diferenciação, na qual células haplóides, as espermátides, se transformam em células altamente especializadas e estruturalmente equipadas para alcançar e fertilizar os oócitos (Russell et al., 1990). Embora o processo espermatogênico seja essencialmente o mesmo em todos os mamíferos, existem características específicas entre as diferentes espécies. Estas particularidades estão relacionadas com o número de gerações espermatogoniais e particularidades morfológicas das células germinativas presentes nas várias fases do processo espermatogênico, principalmente nas espermátides alongadas. Nos túbulos seminíferos de animais sexualmente maduros, as células espermatogênicas não estão arranjadas ao acaso e sim em associações celulares distintas denominadas de estádios, ordenados de modo espécie-específico (Russell et al., 1990; França,1991; França et al., 2005).

Estes estádios se sucedem numa determinada área do epitélio seminífero, com o decorrer do tempo. Esta sequência, assim ordenada, constitui o processo denominado ciclo do epitélio seminífero (Leblond & Clermont, 1952; Ortavant et al.,1977; Russell et al., 1990). De maneira geral, em torno de 4,5 ciclos são necessários, desde espermatogônia do tipo A até a liberação das espermátides no lume tubular, para que o processo espermatogênico se complete (A-

mann & Schanbacher, 1983; França & Russell, 1998).

As gonadotrofinas controlam a proliferação e a diferenciação das células de Sertoli e Leydig desde a fase pós-natal, de modo que os esteróides e os fatores de crescimento secretados por estas células têm ação direta ou indireta sobre o desenvolvimento das células germinativas. Na espécie bovina, o início da puberdade esta associado à habilidade das células de Leydig em responder ao estímulo do LH (Boockfor et al., 1983), produzindo crescentes quantidades de testosterona que, por sua vez, controla a diferenciação das células de Sertoli e, consequentemente, várias funções (Griffin, 1988). Estes eventos regulam a espermatogênese de forma concatenada, de modo que alterações na função das células de Sertoli alteram o crescimento das células germinativas (Sharpe, 1994; Sharpe et al., 2003).

c. Controle endócrino do desenvolvimento sexual em touros.

O processo do desenvolvimento sexual em touros envolve um complexo mecanismo de maturação do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal. O desenvolvimento sexual pode ser dividido em três períodos de acordo com as mudanças na secreção e concentrações de hormônios como gonadotrofinas e testosterona. Estes três períodos são conhecidos como período infantil, período pré-puberal e período puberal. O período infantil é caracterizado pelas baixas concentrações de gonadotrofinas e secreção de testosterona, este período se estende desde o nascimento até aproximadamente 8 a 10 semanas de idade. Um transitório aumento na secreção de gonadotrofinas ocorre de 8-10 até 20-24 semanas de idade; e tem sido conhecido como pico precoce de gonadotrofinas “early gonadotropin rise” e caracteriza o período pré-puberal. As concentrações de testosterona elevam-se inicialmente no período pré-puberal. O período puberal corresponde ao período de aceleração do desenvolvimento reprodutivo depois de 20-24 semanas de idade até atingir a puberdade. Durante este período, as secreções de gonadotrofinas diminuem, entretanto a secreção de testosterona continua a aumentar. (Lacroix e Pelletier, 1979; McCarthy et al.,1979a; McCarthy et al., 1979b; Amann, 1983; Amann e Walker, 1983; Amann et al., 1986; Evans et al., 1996).

Embora os eventos cronológicos para o desenvolvimento sexual sejam determinados especificamente pelo hipotálamo e as secreções de gonatrofinas, o mecanismo que regula essa secreção durante o período do desenvolvimento sexual em touros são pouco entendidos (Brito, 2006).

Concentrações de gonadotrofinas durante o período infantil são baixas, devido a redução na liberação de GnRH, este fato foi evidenciado já que a hipófise foi responsiva ao tratamento com GnRH no período infantil; embora a resposta seja incrementada com a idade (Mongkonpunya et al., 1975; Miller e Amann, 1986; Rodriguez e Wise, 1991; Chandolia et al., 1997; Aravindakshan et al., 2000). Mudanças ocorrem na maturação do hipotálamo elevando assim os pulsos de secreção de GnRH, e estas mudanças levam a transição do período infantil ao período pré-puberal desenvolvendo aumentos na secreção de gonadotrofinas, especialmente LH. Aumento na secreção de GnRH são dependentes de estímulos vindos do sistema nervoso central ou fatores que levem a remoção de efeitos inibitórios. O tamanho hipotalâmico e o conteúdo de GnRH não aumentam durante o período infantil, porém as concentrações hipotalâmicas dos receptores de estradiol diminuem depois da sexta semana de idade, sugerindo que a redução da sensibilidade aos esteróides sexuais poderia estar envolvida no aumento da secreção de GnRH (Amann et al., 1986).

De forma geral, as concentrações séricas de LH são baixas nas primeiras 4-5 semanas de idade após o nascimento. Mas, em seguida, aumentam aproximadamente aos 12-16 semanas de idade, reduzindo na sequência, mas podendo variar até o período de puberdade, quando voltam a aumentar (Rodriguez e Wise 1989; Rawlings e Evans, 1995; Aravindakshan et al., 2000a; Bagu et al., 2006a). Esses picos precoces e episódicos de aumento na secreção de LH pós-natal são impulsionados pelo aumento transitório da frequência da secreção de GnRH (Rawlings e Evans, 1995).

Foi bem demonstrado que o aumento rápido da frequência de LH pós-natal é claramente controlado pelo aumento da

frequência da secreção dos pulsos de GnRH (Rodriguez e Wise, 1989) que é acompanhado pelo aumento de LH em alguns locais da glândula hipofisária (Rodriguez e Wise, 1991). Neste período, em pesquisa realizada *in vitro* (McAndrews et al., 1994), foi também demonstrado ocorrer aumento nos receptores hipofisários de GnRH (Amann et al., 1986; Rodriguez e Wise, 1991).

Isto está de acordo com o aumento das concentrações séricas de testosterona que aumentam lentamente após o nascimento, elevando-se transitoriamente com 20 semanas de idade aproximadamente. Sendo subsequente ao aumento temporário das concentrações de LH, iniciadas em aproximadamente 20-35 semanas de idade (Secchiara et al., 1976; Lacroix et al., 1977; Sundby e Velle, 1980; Miyamoto et al., 1989; Rawlings e Evans, 1995; Evans et al., 1996). Durante o período pós-natal precoce, até 20 semanas de idade, os testículos também secretam significativas quantidades de androstenediona e diidrotestosterona, embora em valores inferiores ao da testosterona (Rawlings et al., 1972; McCarthy et al., 1979; Sundby et al., 1984; Rawlings e Cook, 1986).

O lento aumento da secreção de testosterona e produção de androstenediona e diidrotestosterona, antes de 20 semanas de idade, ocorre durante a fase de rápido aumento do número de células Leydig adultas nos testículos e do crescente aumento transitório na secreção de LH pós-natal. Mais tarde, próximo à puberdade, um rápido aumento nas concentrações séricas de testosterona ocorre após o início do aumento da secreção de LH, secretadas pelas células de Leydig já adultas e com potencial secretório praticamente completo. Contudo, o importante é que ao longo de um determinado período de tempo ocorre uma baixa secreção de gonadotrofinas (Bagu et al., 2006a)

Quanto às concentrações nos testículos de receptores de LH e FSH, expressos em miligramas de proteínas, mensuradas a cada quatro semanas desde a quinta semana de vida até a semana 33 de idade e, estudadas novamente as 56 semanas, o principal achado foi um decréscimo transitório das concentrações de receptores de 13 a 25 semanas de idade (Bagu et al., 2006a). Para estes touros (Hereford X Charolês) esse decréscimo transitório nas concentrações de receptores de gonadotrofinas ocorreu juntamente com o declínio das concentrações séricas de gonadotrofinas, refletindo a parada do número de células de Leydig adultas e de Sertoli no início do rápido crescimento testicular.

Novamente, o período de rápido crescimento e desenvolvimento testicular, ocorre depois de 20-25 semanas de idade, quando as concentrações séricas de LH e FSH ainda são mais baixas do que no início do período pós-natal. No entanto, a pulsatilidade da secreção de LH continua importante sinalizador para o crescimento testicular nesse período de desenvolvimento avançado. A supressão da secreção de LH pelo estradiol na fase pré-púbere pode retardar o crescimento testicular, mas o tratamento com LHRH pode restaurar essa situação (Schanbacher, 1981; Schanbacher et al., 1982).

Dentro deste aspecto fisiológico destaca-se o papel fundamental do aumento precoce na secreção de gonadotrofinas após o nascimento. Um estudo utilizando 48 garrotes Charolês-Hereford, divididos em dois grupos, com base na idade à puberdade, tal como definido por Wolf et al. (1965), demonstrou que aqueles que obtiveram as maiores concentrações séricas de LH, durante o seu aumento na secreção pós-natal, foram os que atingiram a puberdade mais cedo (42 semanas idade) em comparação aos animais que atingiram a maturidade mais tardiamente (48 semanas de idade) (Evans et al., 1995; Aravindakshan et al., 2000b). Neste período, as concentrações séricas de FSH não diferiram entre os grupos. Os garrotes mais atrasados foram aqueles que menos responderam aos estímulos do LHRH entre as quatro primeiras e 20 semanas de idade, comparativamente aos bezerros que amadureceram mais cedo (Bagu et al., 2006b). Este foi talvez o motivo pelo qual a maturação precoce de garrotes menos experientes, juntamente com maior aumento no período pós-secreção de GnRH, pode ter causado a depleção de LH em vários sítios no início do desenvolvimento da hipófise, dando uma resposta exógena menor ao LHRH, em comparação com maturação tardia de garrotes. O tratamento de garrotes Charolês-Hereford com um agonista de GnRH demonstrou uma redução na

secreção de LH, entre 6 a 18 semanas de idade (Chandolia et al., 1997a), atrasando o início do pico após o nascimento e ao aumentar a secreção de LH durante as 20 (garrotes controle) e 25 semanas de idade.

As concentrações séricas de FSH foram reduzindo durante o tratamento dos bezerros com 14, 16, 18 e 26 semanas de idade quando comparados ao grupo controle. Já as concentrações de testosterona foram significativamente suprimidas com 14, 16 e 18 semanas de idade. O perímetro escrotal foi menor nos bezerros tratados desde o nascimento a 50 semanas de idade. Neste momento, o número de espermatócitos e espermátides, mas não o número de células de Sertoli, foi reduzido nos túbulos, mas em secções de cortes dos túbulos seminíferos foram observados o estádio IV da espermatogênese em animais tratados quando comparados ao grupo controle. Em mais um estudo similar em garrotes foram aplicados pela via intravenosa LHRH, a cada 2 horas por 24 dias, entre 4 e 6 semanas de idade (Chandolia et al., 1997b). Esse tratamento aumentou a frequência de pulsos secretórios de LH durante o período de tratamento e reduziu o perímetro escrotal. A espermatogênese foi aumentada e o número de células de Sertoli foi aumentando, baseado na histologia de secções de cortes dos túbulos seminífero onde se observou espermatogênese no estádio IV, de testículos coletados com até 54 semanas de idade. As concentrações séricas de FSH não foram afetadas pelo tratamento.

Em estudos subsequentes, em garrotes Hereford-Charolês, o tratamento foi dado com menor frequência, o GnRH foi usado pela via intra muscular duas vezes por dia a partir de 4 a 8 semanas de idade (Madgwick et al., 2007) e em conjuntos distintos de garrotes foi usado LH bovino ou FSH bovino administrado a cada 2 dias a partir de 4 a 8 semanas de idade (Bagu et al., 2004). Schuenemann et al., (2007) usaram FSH até os 27 dias de idade, quando os garrotes foram imunizados contra inibina e observou-se um aumento no número de células germinativas em animais com 17 semanas de idade. Parece que a secreção precoce de FSH pós-natal e particularmente de LH, antes de 25 semanas de idade, são críticos para iniciar a diferenciação das células germinativas e desenvolvimento testicular em garrotes.

Frente a isto, deve-se salientar a regulação da secreção de gonadotrofinas durante o desenvolvimento sexual em machos, pois a regulação relativa dos altos níveis de secreção de FSH é observada após o nascimento em garrotes no início da transição, ocorrendo aumento pós-natal na secreção de LH, sendo críticas e cruciais para o aparecimento de sinais de maturação sexual (Bagu et al., 2006a).

d. Fatores metabólicos durante o período Peri-puberal e sua associação com o desenvolvimento testicular

Em touros, as concentrações circulantes de gonadotrofinas aumentam desde os 2 até os 6 meses de idade, ativando os eventos celulares que levam ao início do crescimento testicular e estabelecimento da espermatogênese (Evans et al., 1996; Aravindakshan et al., 2000). Os touros também entram na fase de aceleração do crescimento testicular depois que as concentrações de gonadotrofinas diminuem (Coulter, 1986; Barth e Ominski, 2000). Isto indica que os mecanismos independentes de gonadotrofinas podem estar envolvidos na regulação do desenvolvimento testicular. Os eventos endócrinos associados com esta fase de crescimento testicular não têm sido bem caracterizados, porém podem envolver os hormônios metabólicos (Brito, 2006).

Os hormônios metabólicos leptina, insulina, hormônio do crescimento e fator do crescimento semelhante à insulina do tipo I (IGF1), podem ter efeitos nos testículos. Receptores para estes hormônios têm sido detectados em vários tipos celulares nos testículos (Abele et al., 1986; Bellve e Zheng, 1989; El-Hefnawy et al., 2000). Estes hormônios afetam a esteroidogênese *in vitro* e podem estar envolvidos nos mecanismos de multiplicação e diferenciação celular ao nível testicular (Lin, 1995; Caprio et al., 2003; Wang et al., 2003).

Em touros, durante o crescimento testicular, no período independente de gonadotrofinas, ocorre aumento do diâmetro e comprimento dos túbulos seminíferos, do volume do parênquima testicular ocupado pelos túbulos seminíferos e do número total de células germinais (Curtis e Amann,

1981). O aumento nas concentrações de leptina, IGF1 e insulina foram associadas com o aumento do perímetro escrotal, provavelmente, associado com o aumento do comprimento dos túbulos seminíferos e o número total de células testiculares. Além dos efeitos locais nos testísticulos, tem sido demonstrado que a leptina induz proliferação nas células hepáticas (Saxena et al., 2004) e que o IGF1 e a insulina possuem efeitos metabólicos conhecidos, como lipogênese e síntese de glicogênio e, a longo prazo, promovem efeitos como síntese de DNA, RNA e multiplicação celular (Soder et al., 1992).

Receptores para o IGF1 e insulina têm sido identificados em várias espécies (Abele et al., 1986; Lin, 1995). O IGF1 induz o aumento na proliferação dos precursores das células de Leydig nos animais jovens e incrementa a diferenciação dos precursores mesenquimais para células de Leydig quando combinado com LH (Wang et al., 2003; Wang e Hardy 2004).

As células de Leydig produzem IGF1, indicando a existência de mecanismos parácrinos/autócrinos de regulação testicular envolvendo o IGF1 (Bellve e Zheng, 1989; Spiteri-Grech e Nieschlag, 1992). Devido a estes estudos podemos assumir que o IGF1 produzido localmente pode ter um papel secundário na regulação do desenvolvimento e função testicular. O papel principal do aumento no IGF1 circulante durante o período peripuberal pode estar associado com o aumento nas concentrações de testosterona nesta fase devido à regulação, multiplicação e diferenciação das células de Leydig (Brito et al., 2007b).

Estudos recentes realizados com o intuito de caracterizar as mudanças das concentrações na circulação sanguínea de hormônios metabólicos determinaram que as concentrações de leptina aumentam desde as 16 semanas antes da puberdade à 8 semanas pós-puberdade, sendo que as concentrações de insulina e IGF1 aumentam do período da puberdade a 8 semanas pós-puberdade. Enquanto o hormônio do crescimento diminui quatro semanas depois do animal atingir a puberdade. Durante este período, o crescimento testicular foi acelerado e a secreção de testosterona aumentou substancialmente, sem qualquer mudança significativa na secreção de gonadotrofinas. As concentrações circulantes mensais de leptina, insulina e IGF1 representaram cerca de 60% da variação no perímetro escrotal e 59% da variação do par de testículos com relação a seu volume. Estes pesquisadores concluíram que a secreção de hormônios metabólicos não estava associada às mudanças nas concentrações de gonadotrofinas. Além disto, as associações entre as concentrações de leptina, insulina, IGF1 e o tamanho testicular indicam que estes hormônios podem estar envolvidos em mecanismos de regulação do desenvolvimento testicular independentes das gonadotrofinas (Brito et al., 2007b).

2. Perímetro escrotal e biometria testicular na seleção de reprodutores

a) Perímetro escrotal na seleção de touros

Métodos para predizer e identificar touros jovens precoces da raça Holandesa com relação a seu potencial de produção espermática e, particularmente, com alta produção espermática foram propostos por Hanh et al. (1969). Vários pesquisadores têm reportado que o perímetro escrotal e o peso dos testículos em animais abatidos possuem correlações positivas com o número de espermatozóides obtidos de ejaculados em coletas frequentes após o esgotamento das reservas extragonadais (Almquist e Amann, 1976).

Hanh et al., (1969) relataram a existência de correlações altas e positivas (r=0,92) entre o perímetro escrotal, idade, peso dos testículos, volume testicular e outras mensurações tais como comprimento e largura testicular, devido à alta repetibilidade. Estes autores observaram comportamento linear (r=0,85) entre a idade e o tamanho dos testículos antes de atingir seis anos de idade, permitindo afirmar que o máximo desenvolvimento testicular foi atingido dos cinco aos seis anos, ocorrendo uma estabilização posteriormente.

Segundo Freneau et al. (1992, 1996) o perímetro escrotal (PE) esta diretamente associado ao desenvolvimento testicular. Lunstra et al. (1978) considerando o PE como uma importante medida de precocidade sexual, demonstrou a ocorrên-

cia de diferenças entre essa característica e parâmetros como idade, peso e puberdade em raças taurinas.

Para a seleção e escolha de reprodutores em rebanhos de corte em regimes de monta natural, geralmente os animais são selecionados entre um e dois anos de idade e é essencial que atributos como o perímetro escrotal seja considerado como um indicador do desempenho reprodutivo dos animais jovens, permitindo assim a identificação de características que melhorem o processo de seleção (Coulter e Keller, 1982).

Coulter e Keller (1982), estudando o desenvolvimento testicular para correlacionar o peso dos testículos e o perímetro escrotal em touros da raça Hereford e Angus encontraram coeficientes de correlação de r=0,76 e r=0,65, respectivamente, e sugeriram que o perímetro escrotal em touros de raças de corte é um bom indicador do peso testicular. Além disto, os autores mostraram que o tamanho testicular em animais de um ano de idade difere entre raças, podendo o perímetro escrotal de touros de 1 ano de idade ser usado para o auxílio na seleção de touros jovens que apresentam o perímetro escrotal acima da média, isto incrementa a probabilidade de maiores taxas de fertilidade das fêmeas e significa o aumento na pressão de seleção.

O perímetro escrotal tem sido utilizado como o principal marcador de seleção de touros de alto potencial reprodutivo, uma vez que há alta correlação com produção e qualidade espermática (Lunstra e Echternkamp, 1982; Salvador, 2001; Guimarães et al., 2003).

O perímetro escrotal aumenta linearmente quando os touros crescem dos 6 aos 12 meses de idade, revelando ser um importante método no qual se pode comparar o potencial de reprodutores (Elmore et al., 1976). O desenvolvimento testicular, estimado pelo perímetro escrotal, tem correlação com idade, taxa de ganho de peso, idade da mãe, peso ao nascimento e condição corporal (Knights et al., 1984; Bourdon e Brinks, 1986).

Estimativas de herdabilidade com relação ao perímetro escrotal de 0,67 e consistência testicular de 0,34 foram relatadas para touros da raça holandesa avaliados até os 70 meses de idade (Coulter e Keller, 1982). Da mesma forma Coulter e Foote (1979) relataram para raças de corte, estimativas de herdabilidade de 0,68 com relação aos valores de perímetro escrotal.

Toelle e Robison (1985) realizaram estudos para determinar correlações genéticas entre o perímetro escrotal e as características reprodutivas das fêmeas, como idade a primeira cobertura, idade ao primeiro nascimento, taxa de gestação, além de determinar o grau de correlações entre perímetro escrotal e as mensurações testiculares em idades de 205 e 365 de seus descendentes. Foram observadas estimativas de herdabilidade moderadas a alta, para as mensurações testiculares e o perímetro escrotal, enquanto que a correlação entre perímetro escrotal e as características reprodutivas em fêmeas apresentaram-se baixas e moderadas. Esses autores sugerem que nos programas de seleção ao aumentar o tamanho testicular pode acarretar uma melhora nas características reprodutivas das fêmeas devido ao incremento nas taxas de nascimento e diminuição da idade a primeira cobertura.

Gressler et al. (2000) observaram correlações genéticas favoráveis aos 12 e 18 meses de idade entre o perímetro escrotal com idade ao primeiro parto, datas do primeiro e segundo parto e intervalo entre partos de animais da raça nelore, variando apenas em magnitude. Esse mesmo estudo demonstrou que a seleção para perímetro escrotal medido em touros da raça nelore aos 12 meses de idade seria mais efetiva que a seleção do perímetro escrotal medido aos 18 meses de idade, quando se deseja obter melhoria relacionada às características reprodutivas das fêmeas.

Apesar da seleção para aumento do perímetro escrotal não trazer benefício econômico direto, está geneticamente correlacionado com várias características reprodutivas dos machos e fêmeas (Bergmann, 1993). Assim, sua inclusão tem sido recomendada nos programas de melhoramento genético para melhorar a eficiência reprodutiva em bovinos de corte (Bourdon e Brinks, 1986; Bergmann, 1993; Notter, 1995). Estudos em países de clima temperado demonstram que uma única medição do perímetro escrotal, próximo aos 12 meses de idade, seria suficiente para caracterizar o desenvolvimento testicular de touri-

nhos de raças européias (Toelle e Robison, 1985; Notter, 1988).

O perímetro escrotal de touros com 1 ano de idade foi relatado como influenciando favoravelmente a mensuração da fertilidade e produtividade em vacas, além da idade a puberdade de novilhas e meio irmãs. Idades precoces à puberdade em novilhas foram também relacionadas favoravelmente com a subsequente fertilidade e produtividade das mesmas (Gressler et al., 2000).

O perímetro escrotal é apontado como parâmetro mais acurado para indicação do desenvolvimento sexual em bovinos e também está correlacionado com peso e idade do animal (Lunstra et al., 1978; Vale filho et al., 1989). O perímetro escrotal é um importante componente no exame dos touros de corte para a avaliação do seu sistema reprodutivo, sofrendo influência de muitos fatores tais como raça, idade, estação e peso (Coulter e Foote, 1979; Fields et al., 1979).

Correlações positivas do perímetro escrotal com o ganho de peso foram observadas por Oba et al. (1989), em que, para cada 13,3 kg acrescidos ao peso vivo dos animais, houve um aumento de uma unidade (cm) no perímetro escrotal. Vale Filho et al. (1993), Também relataram à existência de correlação positiva (r = 0,93) entre o perímetro escrotal e o peso dos touros. Chase et al. (1997) observaram correlação positiva da dieta energética com o perímetro escrotal e concentração basal de testosterona plasmática em touros, não obtendo efeito para libido e qualidade seminal.

Em estudos feitos por Santos et al. (1998), com o intuito de avaliar os efeitos de dietas com dois níveis de concentrado e lipídeos sobre o perímetro escrotal e características seminais de touros zebus, observaram maior ($p<0,05$) perímetro escrotal em animais que receberam dietas com alto nível de concentrado em relação aos animais submetidos às dietas de baixo nível de concentrado, havendo efeito do período, sem, contudo, haver efeito da interação período x tratamento. O perímetro escrotal dos touros não foi afetado pelo nível de lipídeos das dietas.

O crescimento testicular em raças européias tem ocorrido até em torno dos 30 meses alcançando um perímetro de 32 a 40cm (CBRA, 1998). Nos zebuínos o crescimento testicular persiste até os 48 meses alcançando um perímetro escrotal de 33 a mais de 38cm (Fonseca et al., 1997). Foi observado em animais em idade de reprodução que o perímetro escrotal nos animais da raça Guzerá foi maior que nos da raça Nelore (Valvasori et al., 1985; Pinto et al., 1989).

Trocóniz et al. (1991) em estudos avaliando o desenvolvimento testicular em touros das raças guzerá e nelore, por meio do perímetro escrotal, demonstraram um aumento linear dessa medida em relação à idade e peso corporal. O perímetro escrotal e idade a puberdade em touros Nelore em média foram 25,6 ±2,2cm e 18,0 ±2,0 meses e em touros Guzerá 23,6 ±0,2cm e 18,5 ±2,7 meses, respectivamente. Estes autores observaram correlações significativas entre o perímetro escrotal e as características seminais variando de 0,49 a 0,73 e concluíram que a mensuração do perímetro escrotal pode ser uma ferramenta utilizada nos programas de seleção genética para melhorar as características seminais de touros jovens das raças guzerá e nelore criados em condições tropicais.

Para a raça Nelore, o crescimento do perímetro escrotal apresentou-se de forma linear até os 12 meses de idade, com tendência a curvilinearidade após essa idade e redução do crescimento próxima aos 18 meses de idade (Bergman et al., 1996, 1998). Quirino et al. (1999) descreveram a curva de crescimento do perímetro escrotal, com ponto de inflexão máximo aos 13,1 meses de idade para a raça Nelore. Segundo estes autores, esse fato evidenciaria o maior crescimento do parênquima testicular, ocorrendo próximo a 1 ano de idade, sugerindo o início do período pré-púbere.

Para o estudo da variação do perímetro escrotal em função da idade modelos de regressão não lineares são considerados mais eficientes que os modelos de regressão linear (Bergman et al., 1996). Estes autores compararão diferentes funções não lineares para descrever a curva do desenvolvimento testicular de bovinos e concluíram que a função matemática que melhor apresentou ajustamento, para melhor interpretação biológica foi o modelo logístico, este foi utilizado para descrever a curva de desenvolvimento testicular na raça Nelore.

Em trabalho comparando quatro funções de crescimento para perímetro escrotal e, assim, estimar os parâmetros para escolher a função mais apropriada para representar o crescimento, foi analisado diferentes funções de curvas de crescimento testicular, aferidas desde os 10 até os 31 meses de idade, de 21 touros da raça Nelore, criados a pasto na Amazônia legal brasileira. Foram estimados os parâmetros para as diferentes funções e escolhida a função mais apropriada para a interpretação biológica. Os dados foram modelados utilizando-se as diferentes funções matemáticas como Brody, Logística, Gompertz, e Richards respectivamente. Deste tipo de estudo a função matemática mais adequada que se ajustou ao modelo foi a Logística para representar o crescimento do perímetro escrotal baseado nos critérios quadrado médio do resíduo e coeficiente de determinação. A função de Richards apresentou estimativas menos precisas dos parâmetros (Santoro, 2005).

b. Biometria e morfologia testicular

Apesar da tendência de animais *Bos indicus* apresentarem forma de testículos ovóides, é muito importante considerar que existe uma ampla variação individual com relação à forma dos testículos de touros (Ball, 1983). Existe uma classificação com relação aos testículos de raças zebuínas proposta por Pinto et al. (1989) na qual categorizou os testículos em semi-alongados (AS), alongados (A) e globosos (G) encontrando, respectivamente, 94,2%, 4,4%, e 1,3% dos animais em cada classe. As medidas da biometria e morfometria testiculares são parâmetros utilizados na raça nelore para estimação da massa testicular. Pinto et al. (1997) verificaram em touros da raça Nelores, com faixas etárias de 17 a 20 meses de idade, os valores de 10,7cm e 5,1cm, respectivamente, para comprimento e largura testicular. Segundo estes autores os valores de comprimento e largura testicular podem resultar no Índice Testicular (IT), e este pode ser utilizado como parâmetro para a avaliação de touros Nelore.

Em estudos realizados por Caldas et al. (1999) foi determinado o índice testicular em 330 touros da raça Nelores *(Bos taurus indicus*) com idade entre 17 e 19 meses, além deste índice foi determinado o peso, perímetro escrotal, comprimento testicular (CT) e largura testicular (LT). O índice testicular foi calculado segundo a seguinte fórmula matemática (IT= CT x LT) e a forma do testículo foi categorizada segundo (alongado/semi-alongado, intermediário, globoso/semigloboso). Nesse estudo, o peso médio dos 330 animais foi de 322,7 kg. O perímetro escrotal, o comprimento e a largura testicular, apresentaram médias de 25,1cm; 10,6cm e 5,4cm, respectivamente. O IT médio foi de 58,3cm. A porcentagem de animais com testículos alongado/semi-alongado, intermediário e globoso/semi-globoso foi respectivamente 20,0%, 70,3%, 9,7%. Houve diferença significativa ($P < 0,01$) no perímetro escrotal de animais com testículos globosos/semi-globosos e alongados/semi-alongados, porém o IT foi semelhante entre os grupos. Os testículos globosos/semi-globosos tiveram compensatoriamente maior largura e alongados/semi-alongados, maior comprimento.

A tendência atual é a utilização de medidas testiculares adicionais ao perímetro escrotal como diâmetro e comprimento testicular. Tem sido observada uma diferença na forma testicular entre touros (Unaniam et al., 2000). Observou-se por meio do desenvolvimento de uma fórmula, utilizando-se duas medidas testiculares, que o cálculo de volume e peso dos mesmos era possível com uma boa precisão. Foi observado que o volume e peso testiculares de touros com testículos de formas diferentes foram similares. No entanto, a produção espermática foi menor nos testículos mais globosos (perímetro escrotal maior) do que naqueles considerados alongados (perímetro escrotal menor) em estudos utilizando animais de origem taurina (Bailey et al., 1998). As raças zebuínas têm tendência em apresentar os testículos mais alongados, particularmente à raça nelore comparativamente a raça Guzerá, que tem os testículos mais globosos (Troconiz et al., 1991).

Em estudos realizando 3561 avaliações, que consistiram em medição do perímetro escrotal, comprimento e largura testicular, apesar da ocorrência de significância, o modelo estatístico aplicado não ajustou os dados, sendo $R^2 > 0, 022$, o que demonstrou

a não existência de uma tendência de mudança de forma testicular em função da idade. Nas avaliações realizadas, observou-se a predominância das formas longo moderado (43,7%; n = 1556) e longo oval (30,50%; n = 1088) (Henry et al., 2007).

3. Fatores envolvidos com a Puberdade

A puberdade e a maturidade sexual podem variar em função das condições nutricionais pré e pós-desmama, da raça, idade, linhagem dentro de uma mesma raça, fatores climáticos, manejo e com a própria individualidade (Garcia et al., 1987; Guimarães, 1993). A seguir os fatores considerados mais importantes serão comentados:

a- Nutrição

Em geral, parece que a baixa ingestão de alimentos nutritivos após o desmame dificulta, enquanto os efeitos da nutrição melhorada, embora menos evidentes, parecem favorecer o desenvolvimento sexual (Mann et al., 1967; Pruitt et al., 1986). Tem sido sugerido que, várias rotas metabólicas hormonais podem proporcionar um reflexo do desempenho nutricional, além de influenciar os padrões de secreção de hormônios reprodutivos durante o desenvolvimento (I'Anson et al., 1991). Em garrotes, as concentrações séricas de insulina, IGF-1 e leptina aumentam com a idade, mas com o crescimento e desenvolvimento sexual do animal estas concentrações hormonais diminuem (Breier et al., 1988; Ronge e Blum, 1989; McAndrews et al., 1993; Renaville et al., 1996; Brito et al., 2007a, b). O tratamento de novilhos com somatotropina bovina recombinante a partir de 4 a 32 semanas de idade, não afetou o desenvolvimento sexual (MacDonald e Deaver 1993). Em bezerros desmamados precocemente submetidos à restrição nutricional durante o período pós-natal, observou-se diminuição na secreção de LH. A secreção deste hormônio também foi reduzida no período pré-puberal e a puberdade retardada; além de ter sido observado a redução no peso testicular (Brito et al., 2007a). Ao se reforçar a nutrição durante o mesmo período de tempo, observou-se efeito positivo sobre o aumento pós-natal precoce na secreção de LH, além do aumento do crescimento testicular (Brito et al., 2007b). Durante o período de tratamento com restrição nutricional foi causada a diminuição das concentrações séricas de IGF-1, observando-se aumento das concentrações séricas de IGF-1 e insulina com o retorno de uma melhor nutrição (Brito et al., 2007a, b). O efeito nutricional no início no período infantil pode influenciar o aumento da secreção de LH que afeta o crescimento testicular e idade à puberdade. Os bezerros nascidos no outono chegaram à puberdade mais tarde (Tatman et al., 2004) ou o momento da puberdade foi mais variável (Aravindakshan et al., 2000a), em comparação com os nascidos na primavera.

Em garrotes nascidos no outono e estimulados exogenamente com LH, foi observado um prolongado aumento na secreção de LH pós-natal, mostrando maior amplitude nos pulsos de LH, em comparação com os bezerros nascidos na primavera (Aravindakshan et al., 2000a). Embora o fotoperíodo seja a base para estas diferenças sazonais, o tratamento desde o nascimento de machos nascidos na primavera com implantes liberadores de melatonina não demonstraram, com 6 e 11 semanas de idade, alterações no desenvolvimento sexual dos animais (Aravindakshan et al., 2000a).

b. Idade a puberdade

Mudanças na estrutura e funções testiculares ocorrem durante o período da peri-puberdade. O estabelecimento da produção de gametas ou células espermáticas é um processo progressivo que ocorre ao longo de várias semanas (Feliciano et al., 1997). Em touros da raça Holandesa, as espermatogônias são os tipos celulares mais maduros com 16 semanas de idade, sendo que espermatozóides maduros estão presentes com 32 semanas (Curtis e Amann, 1981). Em touros de raça Nelore aos 15 meses de idade a presença de espermatozóides no epitélio seminífero foi constatada (Cardoso, 1977).

Do ponto de vista genético, animais que apresentam maior velocidade de crescimento, avaliados pelos pesos, tendem a atingir a puberdade mais precocemente (Bergmann, et al., 1998).

A puberdade é o momento que marca o início da capacidade reprodutiva de

um animal (Makarechiam et al., 1985). A identificação dos eventos cronológicos que darão início a puberdade do animal é fundamental para estabelecer o período mais apropriado para o começo das atividades de um reprodutor (Godinho, 1970).

A puberdade pode ser definida como o período do início da atividade sexual, caracterizada pelo início da espermatogênese, o surgimento do interesse sexual e a capacidade de realizar a monta completa (Coulter e Kozub, 1989; Freneau, 1996). No entanto, a grande maioria de estudos tem adotado a definição de puberdade como a idade em que o ejaculado (maioria coletado por meio de eletroejaculador) apresenta pelo menos $50x10^6$ de espermatozóides com pelo menos 10% de motilidade (Wolf et al., 1965; Lunstra et al., 1978; Aravindakshan et al., 2000; Jimenez- Severiano, 2002).

Baseando-se nestes parâmetros, a primeira grande diferença na idade a puberdade foi notada entre reprodutores bovinos *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus*, sendo os últimos mais tardios (Igboele e Rakha, 1971; Cardoso, 1977). Nos primeiros, a idade à puberdade varia entre 9 a 12 meses (Lunstra et al., 1978; Lunstra e Echternkamp, 1982; Evans et al., 1995; Aravindakkshan et al., 2000; Jimenez, 2002), enquanto nos zebuínos a idade a puberdade varia entre 15 a 20 meses (Fields et al., 1979; Fonseca, 1989; Trocóniz, 1991; Guimarães, 1993; Vale Filho, 2001; Torres, 2004). Alguns estudos demonstraram existir diferenças entre raças (Lunstra et al. 1978; Valvasori, 1985), enquanto outros concluíram que o fator raça não foi fator determinante da idade da puberdade (Jimenez-Severiano, 2002).

Em estudos realizados no Brasil em regiões subtropicais avaliando animais da raça Nelore, foram relatadas idades à puberdade entre 12 a 14 meses (Cardoso, 1977). Em outros estudos em animais da mesma raça a puberdade foi atingida somente após os 12 meses de idade. Porém, os conceitos utilizados para se definir a puberdade foram distintos aos utilizados por Cardoso devido este pesquisador ter utilizado a definição de puberdade como à presença dos primeiros espermatozóides no lúmem do túbulo seminífero e no ejaculado.

Os trabalhos na raça guzerá adotando a definição de puberdade como o surgimento dos primeiros espermatozóides no ejaculado indica que o início da eliminação de espermatozóides pode ocorrer entre 16 e 27 meses, com média de 19,5 meses de idade (Garcia et al., 1987; Torres, 2004; Carmo, 2008), com a puberdade ocorrendo em torno de 18,0±2,0 meses, similar à registrada em nelore (Trocóniz et al., 1991). Valvasori et al. (1985) e Trocóniz et al. (1991) observaram uma tendência, sobretudo após os 15 meses de idade, de tourinhos da raça Guzerá apresentarem maiores medidas de perímetro escrotal do que os das raças Gir e Nelore, sugerindo ser entre 12 e 14 meses, a época em que atingem a puberdade. Além disso, Cartaxo et al. (2001) avaliaram touros Guzerá jovens sob condições do Nordeste brasileiro e sugeriram a utilização dos mesmos na reprodução somente após os 24 meses de idade.

c. Raça

A comparação entre diferentes grupamentos genéticos de várias raças indianas indicou haver diferença no crescimento testicular entre os mesmos, dependendo da fase de crescimento dos animais. Em uma fase mais adiantada de crescimento a diferença em tamanho testicular foi apenas discreta (Schmidth-Hebbel et al., 2000). Além da variável raça foi observado que o peso a puberdade pode ser diferente entre raças. (Lunstra, 1978). Observou-se também que a variável peso foi mais importante do que a variável idade para a ocorrência da puberdade (Makarechian et al., 1984). Em Nelore foi sugerido que o fator idade pode ter maior importância do que o peso (Vale Filho et al., 1997). Nas raças de origem européia observa-se que o perímetro escrotal a puberdade é similar entre raças (Lunstra, 1978), indicativo de que esta variável é mais útil na determinação da ocorrência da puberdade do que o peso, apesar da associação entre estas duas variáveis ser bastante estreita (Makarechian et al., 1984).

Foi observado que o período que vai do aparecimento do primeiro espermatozóide até a puberdade está em torno de 5 semanas (Lunstra et al. 1978; Jimenez-Siveriano, 2002). A diferença entre raças com relação a perímetro escrotal na época do aparecimento dos primeiros espermatozóides não foi tão acentuada como foram às

diferenças entre idade e peso ao aparecimento dos primeiros espermatozóides (Lunstra, 1978).

O período pós-puberal é caracterizado pela continuidade de crescimento testicular, aumento da produção e motilidade espermática com queda no número total de anormalidades espermáticas (Garcia et al., 1987; Jimenez-Siveriano, 2002). Os estudos que acompanharam o período pós-puberal indicam que modificações nestes parâmetros são observadas por pelo menos 18-20 semanas depois de alcançada a puberdade (Lunstra, e Echternkamp, 1982). Foi demonstrado em estudo comparativo entre raças zebuínas e uma raça de origem européia que durante o desenvolvimento testicular podem existir diferenças nas características seminais entre raças e entre linhagens dentro de uma mesma raça. Próximo à maturidade sexual as diferenças são menos acentuadas (Schmidth-Hebbel et al., 2000)

Referências Bibliográficas

ABELE, V.; PELLETIER, G.; TREMBLAY, R.R. Radioautographic localization and regulation of the insulin receptors in rat testis. *J. Recept. Res.*, v.6, p.461-473, 1986.

ABDEL-RAOUF, M. The postnatal development of the reproductive organs in bulls with special reference to puberty (including growth of the hypophysis and the adrenals). *Acta Endocrinol.*, v.34, suppl.49, p.1-109, 1960.

ALMQUIST, J. O.; AMANN, R. P. Reproductive capacity of dairy bulls. XI. Puberal chacteristics and postpuberal changes in production of semen and sexual activity of Holstein bulls ejaculated frequently, J. *Dairy. Sci.*, v.59, p.986-991, 1976.

AMANN, R.P. Endocrine changes associated with onset of spermatogenesis in Holstein bulls. *J. Dairy Sci*., v.66, p.2606-2622, 1983.

AMANN, R.P.; WALKER, O.A.,Changes in the pituitary-gonadal axis associated with puberty in Holstein bulls. *J. Anim. Sci.*, v.57, p.433-442, 1983.

AMANN, R.P.; WISE, M.E.; GLASS, J.D. et al. Prepubertal changes in the hypothalamic-pituitary axis of Holstein bulls. *Biol. Reprod.*, v.34, p.71-80, 1986.

ANWAY, M.D.; LI, Y.; RAVINDRANATH, N. Expression of testicular germ cell genes identified differential display analysis. *J. Androl.*, v.24, , p.173-184, 2003.

ARAVINDAKSHAN, J.P.; HONARAMOOZ, A.; BARTLEWSKI, P.M. et al. Pattern of gonadotropin secretion and ultrasonographic evaluation of developmental changes in the testis of early and late maturing bull calves. *Theriogenology*, v.54, p.339-354, 2000.

ARAVINDAKSHAN, J.P.; HONARAMOOZ, A.; BARTLEWSKI, P.M. et al. Gonadotrophin secretion in prepubertal bull calves born in spring and autumn. *J. Reprod. Fertil.*, v.120, p.159-167, 2000a.

BAILEY, T.L.; HUDSON, R.S.; POWE, T.A. et al. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. *Theriogenology*, v.49, p.581-594, 1998,

BAGU, E.T.; MADGWICK, S., DUGGAVATHI, R. et al. Effects of treatment with LH or FSH from 4 to 8 weeks of age on the attainment of puberty in bull calves. *Theriogenology*, v.62, p.861-873, 2004.

BAGU, E.T.; COOK, S.J.; GRATTON, C. et al. Postnatal changes in testicular

gonadotropin receptors, serum gonadotropin, and testosterone concentrations and functional development of the testes in bulls. *Reproduction,* v.132, p.403-411, 2006a.

BAGU, E.T.; COOK, S.J.; HONARAMOOZ, A. et al. Changes in serum luteinizing hormone (LH) concentrations in response to luteinizing hormone releasing hormone (LHRH) in bull calves that attained puberty early or late. *Theriogenology,* v.66, p.937-944, 2006b.

BALL, L.; OTT, R.S.; SIMONS, J.C. Manual for Breeding Soundness Evaluation of Bulls. *J. Soc. Theriogenology*, v.12, p. 1983.

BERGMANN, J.A.G., GRESSLER, S. L., PEREIRA, C. S. Avaliação de fatores genéticos e de ambiente sobre deferentes características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore em regime de estação de monta restrita. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.50, p.633-645, 1998.

BARTH, OMINSKI, K.H. The relationship between scrotal circumference at weaning
and at one year of age in beef bulls. *Can. Vet. J.*, v.41, p.541-546, 2000.

BELLVE, A.R.; ZHENG, W. Growth factors as autocrine and paracrine modulators of male gonadal functions. *J Reprod Fertil.*, v.85, p.771-793, 1989.

BERGMANN, J.A.G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.1, p.70-86, 1993.

BERGMANN, J.A.G.; ZAMBORLINI, L.C.; PROCÓPIO, C.S.O. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*., v.48, p.69-78. 1996.

BREIER, B.H.; GLUCKMAN, P.D.; BASS, J.J. Influence of nutritional status and oestradiol-17 beta on plasma growth hormone, insulin-like growth factors-I and -II and the response to exogenous growth hormone in young steers. *J. Endocrinol.*, v.118, p.243–250, 1988.

BRITO, L.F.; BARTH, A.D.; RAWLINGS, N.C. et al. Effect of feed restriction during calfhood on serum concentrations of metabolic hormones, gonadotropins, testosterone, and on sexual development in bulls. *Reproduction,* v.134, p.171–181, 2007a.

BRITO, L.F.; BARTH, A.D.; RAWLINGS, N.C. et al. Effect of improved nutrition during calfhood on serum metabolic hormones, gonadotropins, and testosterone concentrations, and on testicular development in bulls. *Domest. Anim. Endocrinol*., v.33, p.460–469, 2007b.

BRITO, L. F. C. *Nutrition, metabolic hormones, and sexual development in bulls*. 179f. 2006. Doutorado - University of Saskatchewan, Saskatoon.

BOOCKFOR, F.R.; BARNES, M.A.; DICKEY, J.F. Effects of unilateral castration and unilateral cryptorchidism of the Holstein bull on *in vitro* Leydig cell response. *J. Anim. Sci.*, v.56, p.1386-1392, 1983.

BOURDON, R.M.; BRINKS, J.S. Scrotal circumference in yearling Hereford bulls: adjustment factors, heritabilities and genetic, environmental and phenotypic relationships with growth traits. *J. Anim. Sci.*, v.62, p.958-967, 1986.

CALDAS, M.E.; PINHO, T.G.; PINTO, P.A. et al. Avaliação da biometria testicular de touros jovens da raça Nelore

(Bos taurus indicus). *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.23, p. 210-212, 1999.

CAPRIO, M.; FABBRINI, E.; RICCI, G. et al. Ontogenesis of leptin rReceptor in rat leydig cells. *Biol. Reprod.*, v.68, p.1199-1207, 2003.

CARDOSO, F. M. *Desenvolvimento dos órgãos genitais masculinos de zebus* (Bos taurus indicus) *da raça Nelore do período fetal aos 36 meses de idade*. 1977. 140f. Mestrado - Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, Belo Horizonte.

CARTAXO, W.O.; PENA-ALFARO, C.E.; BACALHAU, A. Parâmetros seminais e perímetro escrotalde touros jovens da raça Guzerá criados no pasto da Paraíba. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.25, p.214-215, 2001.

CARTWRIGHT, T.C. Prognosis of Zebu cattle: research and application. *J. Anim. Sci*., v.50, p.1221–1226, 1980.

CHANDOLIA, R.K.; EVANS, A.C.; RAWLINGS, N.C., Effect of inhibition of increased gonadotrophin secretion before 20 weeks of age in bull calves on testicular development. *J. Reprod. Fertil.*, v.109, p.65-71, 1997a

CHANDOLIA, R.K.; HONARAMOOZ, A.; BARTLEWSKI, P.M. et al. Effects of treatment with LH releasing hormone before the early increase in LH secretion on endocrine and reproductive development in bull calves. *J. Reprod. Fertil.*, v.111, p.41-50, 1997b.

CHANDOLIA, R.K.; HONARAMOOZ, A.; OMEKE, B.C. et al. Assessment of development of the testes and accessory glands by ultrasonography in bull calves and associated endocrine changes. *Theriogenology*, v.48, p.119-132, 1997c.

CHASE JR, C.C.; CHENOWETH, P.J.; LARSEN, R.E. Growth and reproductive development from weaning through 20 months of age among breeds of bulls in subtropical Florida. *Theriogenology*, v.47, p.723-745, 1997.

COULTER, G. Puberty and postpubertal development of beef bulls, In: Morrow, A. (Ed.) *Current Therapy in Theriogenology*. Saunders, Philadelphia, p. 142-148. 1986.

COULTER, G.H.; FOOTE, R.H. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive performance and their relationship to reproductive traits in cattle: a review. *Theriogenology.*, v. 11, p.297-311, 1979.

COULTER, G.H.; KELLER, D.G. Scrotal circumference of young beef bulls: relationship to paired testes weight, effect of breed, and predictability. *Can. J. Animal. Sci.*, v.62, p.133-139, 1982.

COULTER, G.H.; KOZUB, G.C. Efficacy of methods used to test fertility of beef bulls used for multiple sire breeding under range conditions. *J. Anim. Sci*., v.67, p.1757-1766, 1989.

COULTER, G.H.; KOZUB, G.C. Testicular development, epididymal sperm reserves and seminal quality in two-year-old Hereford and Angus bulls: effects of two levels of dietary energy. *J. Anim. Sci.*, v.59, p.432-440, 1984

CURTIS, S.K.; AMANN, R.P. Testicular development and establishment of spermatogenesis in Holstein bulls. *J. Anim. Sci.*, v.53, p.1645-1657, 1981.

EL-HEFNAWY, T.; IOFFE, S.; DYM, M. Expression of the leptin receptor during germ cell development in the mouse testis. *Endocrinology*, v.141, p.2624-2630, 2000.

ELMORE R.G.; BIERSCHWAL, C.J.; YOUNGQUIST, R.S. Scrotal circumference measurements in 764 beef bulls. *Theriogenology*, v.6, p.485-494, 1976.

EVANS, A.; DAVIES, F.; NASSER, L. Differences in early patterns of gonadotrophin secretion between early and late maturing bulls, and changes in semen characteristics at puberty. *Theriogenology*, v.43, p.569-578, 1995.

EVANS, A.; PIERSON, R.; GARCIA, A. et al. Changes in circulating hormone concentrations, testes histology and testes ultrasonography during sexual maturation in beef bulls. *Theriogenology*, v.46, p.345- 357, 1996.

FELICIANO SILVA; A.E.D.; KASTELIC, J.P. et al. Ultrasonografia de machos Nelore na fase peri-puberal. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.21, p.34-36, 1997.

FIELDS, M.J.; BURNS, W.C.; WARNICK, A.C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. *J. Anim. Sci.*, v.48, p.1299- 1303, 1979.

FRANÇA, L.R. *Análise morfofuncional da espermatogênese de suínos adultos da raça Piau.* Tese (Doutorado*),* Belo Horizonte, UFMG Instituto de Ciências Biológicas, 1991. 185p.

FRANCA, L.R.; AVELAR, G.F.; ALMEIDA, F.F. Spermatogenesis and sperm transit through the epididymis in mammals with emphasis on pigs. *Theriogenology*, v.63, p.300-318, 2005.

FRANÇA, L.R.; RUSSELL, L.D. The testis of domestic mammals. In: MARTÍNEZ-GARCIA, F.; REGADERA, J. (Ed.). Male reproduction: a multidisciplinary overview. España: Churchill Communications Europe España, 1998. p.197-219.

FRENEAU, G.E.; GUIMARÃES, J.D.; VALE FILHO, V.R. Pubertal and postpubertal development in Gyr zebu bulls in Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ANIMAL REPRODUCTION, 12., 1992. The Hague. *Proccedings*… The Hague, 1992. p.1981-1984.

FRENEAU, G.E. Desenvolvimento reprodutivo em tourinhos holandeses e mestiços holandês gir, desde os seis até os 21 meses de idade (Puberdade e pós-puberdade). 1991. 254f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

FONSECA, V.O.; FRANCO, C.S.; BERGMANN, J.A.G.. Potencial reprodutivo de touros da raça Nelore (*Bos-taurus indicus*) acasalados com elevado número de vacas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.49, p.53-62, 1997.

FONSECA, V.O. Puberdade, adolescência e maturidade sexual: aspectos histopatológicos e comportamentais. *In*: Anais do VIII Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, Belo Horizonte. Belo Horizonte: CBRA. pp.77-93. 1989.

FONSECA V.O. O touro no contexto da eficiência reprodutiva do rebanho. Informe Agropecuario, Belo Horizonte, v.21, p.48 -63, 2000.

GARCIA, J.M.; PINHEIRO, L.E.L.; OKUDA, H.T. Body development and semen phisical and morphological characteristics of young Guzera bulls. *Arch. Vet.*, v.3, p.47-53, 1987.

GEYMONAT, D.H.; MENDEZ, J.E. Circunferencia escrotal de toros y su relación con caracteres de producción y reproducción. In OSTROWSKY, J.E.B.

(Comp). Theriogenologia IV; temas sobre la fisiolopatologia de la reproducción de bovinos, ovinos e porcinos. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1987, Pag. 47-66.

GODINHO, H.P. Puberdade em bovinos Gir estimada pela análise do sêmen. *Arq. Esc. Vet. UFMG*, 22, p.165-169, 1970.

GUIMARÃES, J.D. Puberdade e maturidade sexual em touros da raça Gir criados em condições semi-extensivas. 1993. 85f. Dissertação (Mestrado Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

GRIFFIN, J.E. Male reproductive funtion. In: Griffin, J.E.; Ojeda, S.R (Eds.). Textbook of endocrine physiology. New York: Oxford University Press, 1988. p.165-185.

GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C.S. et al. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas nas fêmeas Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.427-437, 2000.

HENRY, M.; CARMO, A.S.; OSÓRIO, J.P. Avaliação da Biometria e morfologia testicular em machos Guzerá criados em região de cerrado a pasto com suplementação volumosa na seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODIÇÃO ANIMAL 17, 2007, Curitiba, PR, *Anais...* Curitiba: 2007, p.49.

HAHN, J.; FOOTE, R.H.; SEIDEL, G.E. Quality and freezability of semen from growing and aged dairy bulls. *J. Dairy Sci.*, v.52, p.1843, 1969.

I'ANSON, H.; FOSTER, D.L.; FOXCROFT, G.R. et al. Nutrition and reproduction, In: Milligan, S.R. (Ed.) Oxford Reviews of Reproduction. Oxford University Press, Oxford, 1991. pp. 239-311.

IGBOELI, G.; RAKHA, A.M. Seasonal changes in the ejaculate characteristics of Angoni (short horn zebu) bulls. *J. Anim. Sci.*, v.33, p.651-654, 1971.

JIMÉNEZ, S.H. Sexual development in dairy bulls in mexican tropics. *Theriogenology*, v.58, p.921-932, 2002.

KNIGHTS, S.A.; BAKER, R.L.; GIANOLA, D. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotipic correlations among grouwth and reproductive traits in yearling Angus bulls. *J. Anim. Sci.*, v.58, p.887-893, 1984.

LACROIX, A.; PELLETIER, J. Short-term variations in plasma LH and testosterone in bull calves from birth to 1 year of age. *J. Reprod. Fertil.*, v.55, p.81-85, 1979.

LACROIX A.; GARNIER D.H.; PELLETIER J. Temporal fluctuations of plasma LH and testosterone in Charolais bull calves during the first year of life. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, v.17, p.1013-1019. 1977.

LIN, T., Regulation of Leydig cell function by insulin-like growth factor-I and binding proteins. *J. Androl.*, v.16, p.193-196. 1995.

LEBLOND, C.P.; CLERMONT, Y. Definitions of the stages of the cycle of the seminiferous epithelium in the rat. Annals of the New York Academy of Sciences, v.55, p.548-573, 1952.

LUNSTRA, D.D.; ECHTERNKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: acrosome morphology and semen quality in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.*, v.55, p.638-648, 1982.

LUNSTRA, D.D.; FORD, J.J.; ECHTERNKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.,* v.46, p.1054-1062, 1978.

MADGWICK, S.; BAGU, E.T.; DUGGAVATHI, R. et al. Effects of treatment with GnRH from 4 to 8 weeks of age on the attainment of sexual maturity in bull calves. *Anim. Reprod. Sci.*, in press. 2007.

MACMILLAN, K.; HAFS, H. Gonadal and extra gonadal sperm numbers during reproductive development of Holstein bulls. *J. Anim. Sci.,* v.27, p.1614–1620, 1968.

MACMILLAN, K.; HAFS, H. Reproductive tract of Holstein bulls from birth through puberty. *J. Anim. Sci.,* v.28, p.233–239. 1969.

MAKARECHIAN, M.; FARID, A.; BERG, R. T. Relationships between growth parameters and scrotal circumference in young beef bull. *Theriogenology*, v.22, p.667-674, 1984.

Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 2.Ed. Belo Horizonte: CBRA. 1998. 49p.

MANN, T.; ROWSON, L.E.; SHORT, R.V. et al. The relationship between nutrition and androgenic activity in pubescent twin calves, and the effect of orchitis. *J. Endocrinol.,* v.38, p.455-468, 1967.

MELO, V. J. M.; PENNA, V. M. Programas de melhoramento da raça Guzera. In: III Simposio Nacional da Sociedade Brasilera de Melhoramento Animal, Belo Horizonte, 2000, Anais...Belo Horizonte: FEP-MVZ, 2000, p.219-221.

MCANDREWS, J.M.; STROUD, C.M.; MACDONALD, R.D. et al. Age-related changes in the secretion of growth hormone in vivo and in vitro in infantile and prepubertal Holstein bull calves. *J. Endocrinol.,* v.139, p.307-315, 1993.

MCANDREWS, J.M.; PETERS, J.L.; DEAVER, D.R. Age-related changes in the secretion of LH in vivo and in vitro in infantile and prepubertal Holstein bull calves. *J. Reprod. Fertil.,* v.101, p.453–458, 1994.

MCCARTHY, M.S.; CONVEY, E.M.; HAFS, H.D. Serum hormonal changes and testicular response to LH during puberty in bulls. *Biol. Reprod.,* v.20, p.1221-1227, 1979a.

MCCARTHY, M.S.; HAFS, H.D.; CONVEY, E.M. Serum hormone patterns associated with growth and sexual development in bulls. *J. Anim. Sci.,* v.49, p.1012-1020. 1979b.

MILLER, C.J.; AMANN, R.P. Effects of pulsatile injection of GnRH into 6- to 14-wkold Holstein bulls. *J. Anim. Sci.,* v.62, p.1332-1339, 1986.

MIYAMOTO, A.; UMEZU, M.; ISHII, S. et al. Serum inhibin, FSH, LH and testosterone levels and testicular inhibin content in beef bulls from birth to puberty. *Anim. Reprod. Sci.,* v.20, p.165-178, 1989.

MONGKONPUNYA, K.; HAFS, H.D.; CONVEY, E.M. et al. Serum luteinizing hormone, testosterone and androstenedione in pubertal and prepubertal bulls after gonadotropin releasing hormone. *J. Anim. Sci.,* v40, p.682-686. 1975.

NOTTER, D.R. Evaluating and reporting reprodutive traits. In: BEEF IMPROVEMENT FEDERATION, 20, 1988, Albuquerque, New Mexico, *Pro-*

ceedings... Albuquerque, New Mexico,. p.21-42. 1988.

NOTTER, D.R. Maximizing fertility in animal breeding programs. Blacksburg , Virginia Polytechnic Institute e State University, Department of Animal and Poultry Sciences. p. inreg. (XI Congresso Brasileiro de Reprodução Animal . Belo Horizonte - pré-congresso). 1995.

OBA, E.; BICUDO, S.D.; RAMOS, A.A. Biometria testicular e desempenho das características reprodutivas e produtivas de animais da raça Nelore. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA DE ZEBU, 1989, Uberaba, MG. Anais...Uberaba: EPAMIG, 1989. p.421-34.

ORTAVANT, R.; COUROT, M.; HOCHEREAU-DE REVIERS, M.T. Spermatogenesis in domestic mammals. In: COLE, H.H.; CUPPS, P.T. (Ed.). Reproduction in domestic animals. New York, CL: Academic Press, 1977. p.203-227.

PINTO, P.A.; SILVA, P.R.; ALBUQUERQUE, M.G. Avaliação da biometria testicular e capacidade de monta em bovinos da raça Guzerá e Nelore. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.25, p.187-189, 1989.

PINTO, P.A.; LOBO, R.B.; DUARTE, L.A.M. Utilização do Índice Testicular (I.T.) como alternativa para se avaliar a biometria testicular das gônadas de reprodutores zebuínos da raça Nelores. In: XXV. CONGRESSO .BRASS. MED. VET., Gramado, R.G.S. 1997. Anais. Gramado, 1997.

PRUITT, R.J.; CORAH, L.R.; STEVENSON, J.S. et al. Effect of energy intake after weaning on the sexual development of beef bulls. II. Age at first mating, age at puberty, testosterone and scrotal circumference. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.579-585. 1986.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; VALE FILHO, V.R. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. *Theriogenology*, v.52, p.25-34, 1999.

RAJARATNE, A.A.J.; RANAWANA, S.S.E.; THILAKARATNE, N. et al. Comparative tolerance of hot-humid climatic conditions by three species (*Bos taurus*, *Bos indicus* and *Bubalus bubalis*) of Bovidae. *Sri Lanka Vet. J.*, v.31, p.21-26, 1983.

RAWLINGS, N.C.; EVANS, A.C. Androgen negative feedback during the early rise in LH secretion in bull calves. *J. Endocrinol.*, v.145, p.243-249. 1995.

RAWLINGS, N.C.; FLETCHER, P.W.; HENRICKS, D.M. et al. Plasma luteinizing hormone (LH) and testosterone levels during sexual maturation in beef bull calves. *Biol. Reprod.*, v.19, p.1108-1112, 1978.

RAWLINGS, N.C., HAFS, H.D., SWANSON, L.V. Testicular and blood plasma androgens in Holstein bulls from birth through puberty. *J. Anim. Sci.*, v.34, p.435-440, 1972.

RENAVILLE, R.; MASSART, S.; SNEYERS, M. et al. Dissociation of increases in plasma insulin-like growth factor I and testosterone during the onset of puberty in bulls. *J. Reprod. Fertil.*, v.106, p.79-86, 1996.

RODRIGUEZ, R.E., WISE, M.E., Ontogeny of pulsatile secretion of gonadotropinreleasing hormone in the bull calf during infantile and pubertal development. *Endocrinology*, v.124, p.248-256, 1989.

RODRIGUEZ, R.E., WISE, M.E., Advancement of postnatal pulsatile luteinizing hormone secretion in the bull calf by pulsatile administration of gonadotropinreleasing hormone during infantile development. *Biol. Reprod.*, v.44, p.432-439, 1991.

RUSSEL, L.D.; FRANÇA, L.R. The testis of domestic animals.In Male Reproduction: a multidisciplinary overview. Martinez-Garcia F., Regadera J. (Eds.). Churchill Communications, cap 16 p. 198-219, 1998.

RUSSELL, L.D.; ETTLIN, R.A.; SINHA HIKIM, A.P. et al. Histological and histopathological evaluation of the testis. 1. Clearwater, Fla.: Cache River Press, 1990.286p.

SANTORO, K.R.; BARBOSA, S.B.P.; BRASIL, L.H.A. et al. Estimativas de parâmetros de curvas de crescimento de bovinos zebu, criados no estado de Pernambuco. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p.2262-2279, 2005

SANTOS, M.D.; TORRES, C.A.A.; GUIMARÃES, J.D. et al. Sêmen e perímetro escrotalde touros zebu alimentados com dois níveis de concentrado e lipídeos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.27, p.627-632, 1998.

SALVADOR, D.F. Perfis andrológicos, de comportamento sexual e desempenho reprodutivo de touros Nelore desafiados com fêmeas em estro sincronizado. 2001. 53f. Mestrado – Escola de veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SAXENA, N.K., TITUS, M.A., DING, X. et al. Leptin as a novel profibrogenic cytokine in hepatic stellate cells: mitogenesis and inhibition of apoptosis mediated by extracellular regulated kinase (Erk) and Akt phosphorylation. *Faseb. J.*, v.18, p.1612-1614, 2004.

SECCHIARA, P., MARTORANA, F., PELLEGRINI, S. et al. Variation of plasma testosterone in developing Friesian bulls. *J. Anim. Sci.*, v.42, p.405–409, 1976.

SCHANBACHER, B.D. Importance of the episodic nature of luteinizing hormone secretion for normal development of the bovine testis during puberty: interference with oestradiol- 17 beta. *J. Endocrinol.*, v.88, p.393–400, 1981.

SCHANBACHER, B.D.; D'OCCHIO, M.J.; KINDER, J.E. Initiation of spermatogenesis and testicular growth in oestradiol-17 beta-implanted bull calves with pulsatile infusion of luteinizing hormone releasing hormone. *J. Endocrinol.*, v.93, p.183–192, 1982.

SCHUENEMANN, G.M.; MENDIS-HANDAGAMA, S.M.; HOPKINS, F.M. et al. Changes in the testis seminiferous tubules and interstitium in prepubertal bull calves immunised against inhibin at the time of gonadotropin administration. *Reprod. Fertil. Dev.*, v.19, p.840–849, 2007.

SINOWATZ, F.; AMSELGRUBER, W. Postnatal development of bovine Sertoli cells. *Anat. Embryol.*, v.174, p.413-423, 1986.

SHARPE, R.M.; MCKINNELL, C.; KIVLIN, C. Proliferation and functinal maturation of Sertoli cells and their relevance to disorders of testis function in adulthood. *Reproduction*, v.125, p.769-784, 2003.

SCHMIDT-HEBBEL, J.; TONIOLLO, G.H.; LEITE, F.G. Desenvolvimento reprodutivo e alterações do peso corporal em touros jovens das raças Gir, Guzerá, Nelore (*Bos taurus indicus*) e Caracu (*Bos taurus taurus*) I. Biometria

testicular. *Ars Vet.*, v.16, p.178-187, 2000.

SPITERI-GRECH, J.; NIESCHLAG, E. The role of growth hormone and insulin-like growth factor I in the regulation of male reproductive function. *Horm. Res.*, v.38 (Suppl 1), p.22-27. 1992.

SODER, O.; BANG, P.; WAHAB, A. et al. Insulin-like growth factors selectively stimulate spermatogonial, but not meiotic, deoxyribonucleic acid synthesis during rat spermatogenesis. *Endocrinology*, v.131, p.2344-2350. 1992.

SUNDBY, A.; VELLE, W. Plasma concentration of testosterone in young bulls in relation to age, rate of weight gain and stimulation with human chorionic gonadotrophin. *J. Endocrinol.*, v.86, p.465–469, 1980.

SUNDBY, A.; ANDERSEN, D.; PURVIS, K. et al. Testicular gonadotropin receptors, testicular testosterone, dihydrotestosterone and androstenedione in the developing bull. *Archiv. Androl.*, v.12, p.59–64, 1984.

TATMAN, S.R.; NEUENDORFF, D.A.; WILSON, T.W. et al. Influence of season of birth on growth and reproductive development of Brahman bulls. *Theriogenology*, v.62, p.93–102, 2004.

TOELLE, V.D.; ROBISON, O.W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. *J. Anim. Sci.*, v.60, p.89-100, 1985.

TROCÓNIZ, J.; BELTRAN, F.; BASTIDAS, J. et al. Testicular development, body weight changes, puberty and semen traits of growing Guzerat and Nellore bulls. *Theriogenology*, v.35, p.815-824, 1991.

VALE FILHO, V.R.; FONSECA, V.O.; FRENEAU, G.E. Desenvolvimento testicular e maturidade sexual em bovinos. In: *Cad. Tec. Esc. Vet.*, 8, UFMG, p.63-75, 1993.

UNANIAN, M.M.; SILVA, A.E.D.F.; MC MANUS, C. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 29, p.136-144, 2000.

VALE FILHO, V.R. Padrões de sêmen bovino, para o Brasil. Análise e sugestões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 8, 1989, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: CBRA, 1989. p.94-118.

VALE FILHO, V.R. Subfertilidade em touros: parâmetros para avaliação andrológica e conceituação geral. *Cad. Tec. Vet. Zootec.*, n.35, p. 81-87, 2001.

VALE FILHO, V.R. BERGMANN, J.AG. ANDRADE, J.V. QUIRINO, C.R. REIS, S.R. MENDOÇA, R.M.A. Caracterização andrológica de touros Nelore, selecionados para a primeira estação de monta. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.21, 1997.

VALVASORI, E.; TROVO, J.B.F.; PROCKNOR, M. Biometris testicular em tourinhos Gir, Guzerá, Nelore e Caracu. *Bol. Ind. Anim.*, v.42, p.155-166, 1985

WAITES, G.M.; SPEIGHT, A.C.; JENKINS, N. The functional maturation of the Sertoli cell and Leydig cell in the mammalian testis. *J. Reprod. Fertil.*, v.75, p.317-326. 1985.

WANG, G.; HARDY, M.P. Development of leydig cells in the insulin-like growth factor-I (igf-I) knockout mouse: effects of igf-I replacement and gonadotropic stimulation. *Biol Reprod.*, v.70, p.632-639, 2004.

WANG, G.M.; O'SHAUGHNESSY, P.J.; CHUBB, C. et al. Effects of insulin-like growth factor I on steroidogenic enzyme expression levels in mouse leydig cells. *Endocrinology*, v.144, p.5058-5064, 2003.

WOLF, F.R.; ALMQUIST, J.O.; HALE, E.B. Prepuberal behavior and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. *J. Anim. Sci.*, v.24, p.761-765, 1965.

WROBEL, K.H. The postnatal development of the bovine Leydig cell population. *Reprod. Domest. Anim.*, v.25, p.51-60, 1990.

WROBEL, K.H. Prespermatogenesis and spermatogoniogenesis in the bovine testis. *Anat. Embryol.*, v.202, p.209-222, 2000.

WROBEL, K.H.; DOSTAL, S.; SCHIMMEL, M. Postnatal development of the tubular lamina propria and the intertubular tissue in the bovine testis. *Cell Tissue Res.*, v.252, p.639-653, 1988.

Experimento I

Curva de desenvolvimento testicular dos seis aos 36 meses de idade e identificação dos parâmetros reprodutivos e da biometria testiculares em touros da raça Guzerá.

Resumo

O objetivo deste estudo foi caracterizar o desenvolvimento testicular, avaliar a associação existente entre o perímetro escrotal (PE) e o volume testicular (VOL), e identificar os parâmetros testiculares associados ao desenvolvimento sexual de machos da raça Guzerá. Foram realizadas 1757 avaliações em 330 machos que consistiram em mensuração do perímetro escrotal, comprimento e largura testicular. O volume foi calculado seguindo método descrito por Fields et al., 1979. O desenvolvimento testicular foi descrito pela função logística, sendo o ponto de inflexão máximo do perímetro escrotal e do volume testicular aos 13,21 meses de idade (18,1 cm) e 23,3 meses de idade (389,4 cm^3), respectivamente. A taxa de crescimento média do perímetro escrotal e volume testicular antes de depois do ponto de inflexão foram respectivamente 0.58 cm/mês, 16,3 cm^3/mês, 0.29 cm/mês, 7,7 cm^3/meses de idade. Foi verificada alta correlação positiva entre o perímetro escrotal e volume (r = 0,91). Com relação à morfologia testicular as formas testiculares longo-moderada (n=479) que correspondem a 53,7%, e as formas longa/oval (n=348) 39.1% foram as formas testiculares de maior frequência neste estudo. Os resultados indicam que na raça Guzerá o perímetro escrotal estima de forma eficiente o volume testicular, por ter alta correlação à utilização do perímetro escrotal é recomendada em programas para a seleção de reprodutores, este método seria mais fácil, eficiente e rápido de fazer uso para escolha de animais com maior precocidade.

Palavras chave: Touro, Perímetro Escrotal, Testículo, Guzerá.

Testicular curve development from weaning to 36 months of age and identification of reproductive parameters and testicular biometry in bulls of Guzerat breed.

Abstract

The aims of this study were to characterize some reproductive traits of young males in order to subsidize evaluation and selection of sires of the Guzerat breed and to evaluate the correlation between scrotal circumference (SC) and volume (VL). A total of 1,757 observations on 330 Guzerat males, aging from 6 to 36 month, were performed. SC, length and width of both testis were measured and VL was estimated according to Fields et al., 1979. Growth curves for SC and VL reached inflection points, respectively, at 13,21 (18.1 cm) and 23.3 months of age (389.4 cm^3). The growth rates of SC and VL, before and after the inflection point, were 0.58 cm/mo, 16.3 cm3/mo, 0.29 cm/mo, 7.7 cm3/month of age, respectively. Direction and strength of correlation between SC and VL (0.91; P<0.001). Related to testicular morphology the testicular forms long / moderate (n = 479) which represent 53.7%, and the long/oval forms (n = 348) 39.1% had been the testicular forms of higher frequency of cases in this study. The results indicated that in Guzerat breed the scrotal circumference estimate efficiently the scrotal volume, because of its high correlation to the use of scrotal circumference and recommended for selection of breeding programs, this method would be easier, efficient and quick to use for choosing of animals with greater precocity.

Keywords: Bulls, Scrotal Circumference, Testis, Guzerat.

Introdução

Um dos maiores objetivos do processo de seleção de touros de raças de corte para a reprodução é a busca de características que possam precocemente estimar o desenvolvimento ponderal e o potencial reprodutivo desses animais (Coulter e Foote, 1979; Makarechian et al., 1984; Bourdon e Brinks, 1986). Desta forma, o perímetro escrotal tem sido um dos parâmetros mais utilizados, por se tratar de uma característica de fácil mensuração e alta repetibilidade (Hahn et al., 1969).

Apesar de o perímetro escrotal ser um dos pontos básicos para o direcionamento da seleção de reprodutores, alguns autores tem introduzido outros atributos a esse processo, tal como, a idade a puberdade. Animais que atingem a puberdade mais cedo, iniciam a vida reprodutiva e produtiva mais jovem, sendo considerados animais precoces. A precocidade sexual é uma característica de grande impacto no ciclo de produção, já que aumenta a vida produtiva do animal, tornando-o mais eficiente e rentável (Brito, 2006).

Apesar de diversos estudos terem sido realizados na tentativa de caracterizar os parâmetros reprodutivos da raça Guzerá (Garcia et al., 1987; Trocóniz et al., 1991; Torres Júnior e Henry, 2005; Carmo et al. 2007; Dias, 2008), a base de dados que originaram os resultados publicados é consideravelmente pequena. Além disso, esses trabalhos utilizaram diferentes modelos de análise de interpretação biológica tornando difícil a unificação dos resultados obtidos e o estabelecimento de um padrão para a raça.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o desenvolvimento testicular dos seis aos 36 meses de idade e determinar os parâmetros reprodutivos associados ao desenvolvimento sexual, utilizando ampla base de dados empregando a função logística como modelo estatístico em animais da raça Guzerá criados no cerrado brasileiro.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado no município de Brasilândia de Minas, região pertencente ao cerrado mineiro, localizado na microrregião de Paracatu ao noroeste do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 550 metros em relação ao nível do mar. A coordenada geodésica da sede da propriedade é 17º032'54'' de latitude sul e 46º13'227'' de longitude Oeste. O clima na área do empreendimento é o clima megatérmico chuvoso do tipo AW. Trata-se de um clima quente e úmido com chuvas de verão. É o clima tropical chuvoso típico, com chuvas concentradas no período outubro a abril alcançando mais de 90% do total anual. O inverno (junho a agosto) é muito seco, com precipitações totais mensais inferiores a 20 mm. A temperatura média do mês mais frio (julho) é superior a l8ºC e as maiores temperaturas ocorrem geralmente em setembro, antecedendo o período chuvoso (Agroambiental RIMA, 2004).

As Fazendas Reunidas Antônio Balbino localizam-se no médio curso do rio Paracatu, nos municípios de João Pinheiro e Brasilândia de Minas, junto às divisas dos municípios de Paracatu e Unaí. A propriedade tem uma área total de 27.664,30 ha, sendo que mais de 50% desta área encontra-se com a vegetação natural, a parte explorada está com o uso basicamente feito por pastagens plantadas de sorgo granífero e forrageiro, como forma de recuperação de pastagens (Agroambiental RIMA, 2004).

A estação de monta ocorre de 15 janeiro a 30 de março. As matrizes solteiras e novilhas são inseminadas ou manejadas por monta natural. A seleção das reprodutrizes é realizada de acordo aos resultados de exame ginecológico. As fêmeas acíclicas e com problemas de higidez uterina são destinadas ao programa de monta natural, as fêmeas cíclicas são inseminadas e 15 dias após a IA são submetidas ao repasse com touros. São usadas em proporção de 40 matrizes para um touro em monta natural, devidamente comunicado a Associação Brasileira de Criadores de Zebuínos (ABCZ). Para um grupo de fêmeas específico, vacas primíparas e multíparas, são realizadas a inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Depois de 15 dias da IATF as matrizes são submetidas à repasse por manejo de monta natural.

Nos meses de março, junho, setembro e dezembro os animais abaixo de 21 meses de idade são pesados para se determinar o desenvolvimento ponderal tanto para os machos quanto para as fêmeas (a recria é definida como o período a partir

dos 12 meses até os 24 meses de idade). Nos períodos de chuva, as recrias permanecem nas pastagens de *Brachiarias brizantha e Andropogun gallanus* suplementados com sal mineral sem uréia e para os machos, especificamente no período de maio e junho, a suplementação mineral é do tipo proteinado. Nos meses de julho, agosto, setembro e outubro estes são confinados e são submetidos a uma dieta balanceada de silagem de sorgo mais ração. As fêmeas nos períodos de seca continuam nas pastagens *Brachiaria brizantha* sendo estas suplementadas com sal proteinado. A partir dos 24 meses as fêmeas que atingirem 300 kg são selecionadas para serem desafiadas em monta natural.

Nos meses de maio todos os animais são vacinados contra a febre aftosa e raiva e no mês de novembro, os animais abaixo de 24 meses recebem reforço contra febre aftosa (Fonte de dados Fazendas Reunidas Antônio Balbino, 2007).

Foi avaliado um total de 330 machos jovens da raça Guzerá do desmame (seis meses) aos 36 meses de idade, animais registrados como livro aberto (LA) pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ), sem seleção prévia para características reprodutivas, separados por grupamento contemporâneo.

Após a desmama, os animais sob avaliação foram mantidos em pastagens, formando um lote único contendo somente machos jovens, sem nenhum tipo de contato com fêmeas ou outras categorias de animais. Durante o período experimental, os machos foram submetidos a quatro avaliações anuais do peso, escore corporal e exame andrológico. As avaliações foram realizadas nos meses de janeiro (logo após o inicio das águas), no mês de abril (final das águas), no mês de julho (no meio da seca) e no mês de outubro (final da seca).

Após o nascimento os bezerros foram mantidos com suas mães e recebiam suplementação mineral em sistema de *creep feeding* até a desmama, que ocorreu entre seis e sete meses de idade. Neste período os animais foram mantidos em pastagens formadas por capim *Andropogun gayanus*. Os animais receberam suplementação volumosa (silagem de milho e sorgo) no período da seca, sendo avaliados a partir da desmama até a permanência dos mesmos na propriedade. Cada macho foi submetido de uma até 10 avaliações consecutivas. 80% dos animais foram avaliados pelo menos quatro vezes consecutivas e 54% dos mesmos foram avaliados seis ou mais vezes consecutivas.

As avaliações consistiram na mensuração dos testículos (comprimento e largura) e perímetro escrotal, segundo a técnica preconizada pelo Manual para Exame Andrológico e Avaliação de Sêmen Animal do CBRA (1998). O cálculo do volume testicular (cm^3) foi efetuado pela fórmula do cilindro: $VOL = 2[(r^2) \times \pi \times h]$ onde r = raio (largura/2), h = comprimento ou altura, e $\pi = 3{,}14$ (Fields et al., 1979).

A forma testicular foi determinada pela equação preconizada por Bailey et al. (1998), baseando-se na razão entre a largura e o comprimento do testículo. Os testículos foram classificados nas seguintes categorias: longo (razão: $\leq 0{,}5$); longo/moderado (razão: 0,51 a 0,625); longo/ oval (razão: 0,626 a 0,750); oval/esférico (razão: 0,751 a 0,875) e esférico (razão: > 0,875).

No momento das avaliações andrológicas, foram realizadas as pesagens com a utilização de uma balança eletrônica (Balanças Eletrônicas componíveis com o Indicador Coimma KT 40©) e determinado o escore de condição corporal por meio de observação visual da cobertura muscular e gordura sobre a região lombar, costelas e paleta, numa escala de um a cinco, segundo o critério adotado por Jorge Jr et al. (2001).

Os dados foram ajustados segundo a função logística pelo procedimento de regressão não linear (NLIN) do Statistical Analysis System (SAS). Esta função demonstrou ser o melhor modelo para a raça Nelore comparado às funções de Brody, Gompertz e Richards (Quirino et al., 1999). Para a formação de arquivos, consistência e análise descritiva dos dados, foram utilizados procedimentos contidos no pacote estatístico SAS (SAS, 1996), segundo o modelo $PE = \frac{A}{[1 + B \times Exp(-K \times t)]}$, onde a resultante e o perímetro escrotal ou volume testicular a t meses de idade:

A = idade a maturidade sexual na idade adulta.

B = o perímetro escrotal ao nascimento.

K = a taxa de crescimento ou a velocidade de crescimento com que o animal atinge o perímetro escrotal a maturidade sexual.

O ponto de inflexão do modelo logístico é calculado A/2; já para o cálculo da idade ao ponto de inflexão é utilizada a fórmula de logaritmo natural de B/K (valor de K).

Foi utilizada estatística descritiva para caracterização das respostas avaliadas, como a identificação da cronologia do início do crescimento testicular, produção espermática e ocorrência da puberdade. Foram calculadas as médias simples das características avaliadas e seus respectivos desvios-padrão.

Foram feitas correlações de Pearson e Spearman entre perímetro escrotal e volume testicular antes e depois do ponto de inflexão.

Resultados

Na Tabela 1 pode-se observar que o desenvolvimento testicular acompanha o desenvolvimento ponderal dos animais. O crescimento dos testículos e o ganho de peso ocorrem de maneira progressiva ao longo do desenvolvimento sexual do animal, desde os seis aos 36 meses de idade. A tabela 1 apresenta a evolução do desenvolvimento testicular por intervalos de idade. Verifica-se que as medidas testiculares, de uma forma geral apresentaram aumento progressivo associado ao aumento da idade dos animais. O perímetro escrotal aumentou ($P<0,05$) em todas as faixas etárias estudadas. O comprimento e a largura testicular apresentaram crescimento ($P<0,05$) em todas as faixas etárias estudadas. Já o escore da condição corporal não apresentou diferenças em todas as faixas etárias estudadas ($P>0,05$).

Tabela 1. Desenvolvimento testicular, peso e escore corporal em machos da raça Guzerá nas diferentes faixas etárias (meses).

	Faixas etárias (meses)						
	6-12	**12-16**	**16-20**	**20-24**	**24-28**	**28-32**	**32-36**
Variáveis	X ± DP	X ± DP	X ± DP	X ± DP	X ± DP	X ± DP	X ± DP
N	104	185	192	178	194	146	82
PE (cm)	16,1±1,5	18,0±2,5	21,2±2,9	25,7±4,1	28,4±3,3	30,2±3,4	31,4±3,1
CTD (cm)	5,4±1,5	5,5±1,0	6,5±1,3	8,2±1,5	9,4±1,2	9,9±1,2	10,3±1,0
LTD (cm)	3,4±0,7	3,5±0,7	4,0±0,8	5,0±0,9	5,6±0,7	6,0±0,7	6,1±0,6
CTE (cm)	5,5±1,5	5,4±1,0	6,4±1,3	8,1±1,5	9,2±1,3	9,8±1,2	10,2±1,1
LTE (cm)	3,2±0,6	3,5±0,5	4,0±0,7	4,8±0,9	5,4±0,8	5,9±0,8	6,1±0,7
VOLT (cm^3)	105,6±77,2	114,5±56,4	177,4±92,3	326,4±171,4	462,2±164,7	565,9±195,8	612,1±163,4
PESO VIVO (kg)	143,7±33,0	189,1±31,4	230,2±33,0	274,5±49,3	319,7±48,0	351,2±50,4	396,2±45,7
EC (1-5)	2,4±0,6	3,0±0,5	3,3±0,6	3,5±0,7	3,4±0,6	2,9±0,8	3,4±0,6

N: número de observações; PE: perímetro escrotal; CTD: comprimento testicular direito; LTD: largura testicular direita; CTE: comprimento testicular esquerdo; LTE: largura testicular esquerda; VOLT: volume testicular; EC: escore corporal (1-5) 1 = muito magro e 5 = obeso.

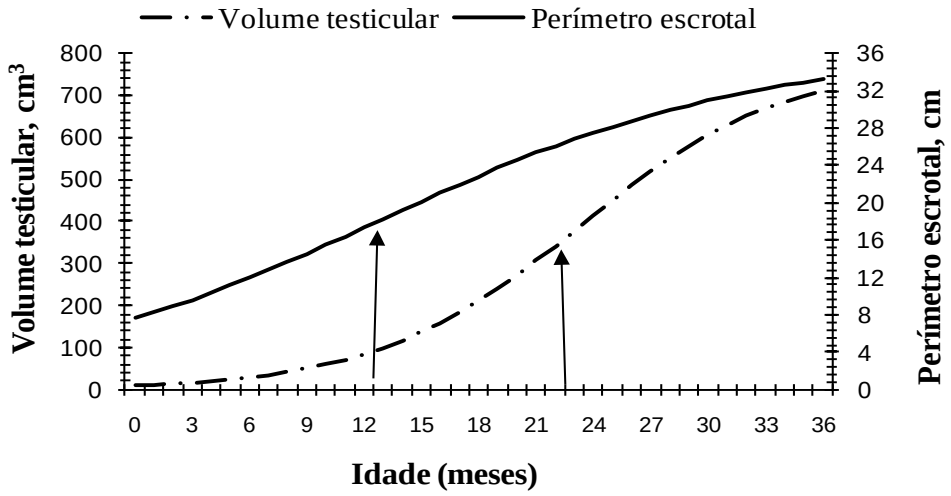


Figura 1. Curva de crescimento do volume testicular e do perímetro escrotal de animais da raça Guzerá de acordo com a função logística.

O desenvolvimento testicular foi descrito pela função logística, seguindo as seguintes equações PE = 36,20 / (1+3,75*Exp [-0,10X]); Vol T = 778,82 / (1+76,56*Exp [-0,19X]). Sendo o ponto de inflexão máximo do perímetro escrotal aos 13,21 meses de idade (18,1cm) e do volume testicular aos 22,8 meses de idade (389,4 cm^3). As setas acima indicam o ponto de inflexão, este período de crescimento máximo para o perímetro escrotal e o volume testicular. A taxa de crescimento média do perímetro escrotal e volume testicular antes e depois do ponto de inflexão foram 0,58 cm/meses de idade, 16,3 cm^3/meses de idade, e 0,29 cm/meses de idade e 7,7 cm^3/meses de idade, respectivamente.

No presente trabalho foi observado que o perímetro escrotal e o volume testicular estão fortemente associados nos diferentes momentos do desenvolvimento testicular em touros da raça Guzerá e foi verificada correlação de r=0,64 (P<0,0001) antes do ponto de inflexão da curva de crescimento testicular e de r=0,91 (P<0,0001) após o ponto de inflexão da curva. Se todas as avaliações forem consideradas, a correlação é de r = 0,91 (P<0,0001) entre as duas características.

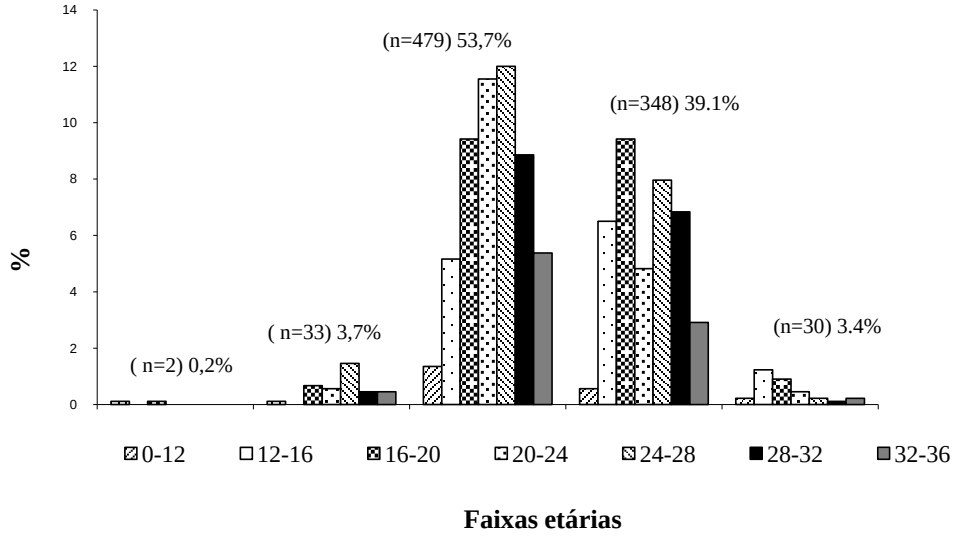


Figura 2. Frequência das diferentes formas testiculares em machos jovens da raça Guzerá em diferentes faixas etárias.

Quanto à morfologia testicular, podemos observar na Figura 2, considerando 892 observações, que as formas testiculares longa/moderada (n=479) que correspondem a 53,7% foram as formas de maior frequência, já as formas longa/oval (n=348) 39,1% foram as segundas formas testiculares que mais predominaram neste estudo. Já as formas oval/esférica e longa apresentaram-se em frequência reduzida (n= 30 - 3,4%) e (n=33 - 3,7%), respectivamente. A forma testicular esférica foi obtida somente em duas observações (0,2%).

Discussão

Nos programas de seleção, para melhorar a fertilidade dos touros é importante fazer uso de características reprodutivas que apresentem herdabilidades médias a altas (Bergmann et al., 1996). Dentre estas características dos animais *Bos taurus* tem se preconizado o uso do perímetro escrotal como característica associada ao desenvolvimento testicular e a idade a puberdade. Estas características estão favoravelmente associadas com características de desenvolvimento ponderal, como o ganho de peso (Lunstra et al., 1978; Frenau, 1991, 1996; Bergmann et al., 1996). Modelos de regressão não lineares são considerados mais adequados para o estudo da variação do perímetro escrotal em função da idade. Terawaki et al. (1994) e Quirino e Bergmann (1996), ajustaram diferentes funções não lineares para o estudo do crescimento testicular de bovinos. Estes autores concluíram que a melhor função de ajustamento para touros das raças Holandesas e Nelores foi a logística.

Foi observado no presente trabalho que o desenvolvimento testicular acompanha o desenvolvimento ponderal dos animais. O crescimento dos testículos e o ganho de peso ocorreram de maneira progressiva ao longo do desenvolvimento do animal, desde os seis até aos 36 meses idade. Esta mesma tendência foi encontrada dos sete aos 30,7 meses de idade em machos da raça Guzerá criados em condições do cerrado avaliados por Torres e Henry (2005). Estes mesmos autores relataram que até os 31 meses de idade os testículos ainda não tinham apresentado a estabilização do seu crescimento; assim pelos resultados acima descritos, não ficou caracterizada a estabilização do crescimento testicular até os 36 meses de idade.

O desenvolvimento testicular, descrito pela função logística do presente estudo, apresentou o ponto de inflexão máximo do perímetro escrotal e do volume testicular aos 13,21 meses de idade (18,1 cm) e 23,3 meses de idade (389,4 cm^3), respectivamente. Estes achados evidenciaram uma idade ao ponto de inflexão máximo para perímetro escrotal na raça Guzerá mais tardio do que o encontrado em animais mestiços da raça Canchim relatado por Martin Neto et al. (2003). Estes relataram o ponto de inflexão da curva de crescimento do perímetro escrotal, ajustada pelo modelo logístico aos 8,4 meses de idade com perímetro escrotal de 17,25 cm. É possível observar uma similitude com relação ao valor do perímetro escrotal entre os dois grupamentos de animais, porém, houve uma diferença substancial quanto à idade ao ponto de inflexão máximo, provavelmente esta diferença deve estar ligada à raça. O grupo genético utilizado pelos pesquisadores foi de animais mestiços, que apresenta maior precocidade e maior velocidade de crescimento e, consequentemente, maiores taxas de crescimento do perímetro escrotal.

O crescimento dos testículos é descrito por uma curva sigmóide, com fase inicial mais rápida, seguida de um pico que coincide com a puberdade, havendo, posteriormente, crescimento lento indicativo da maturidade sexual (Bergmann et al.,1998). O crescimento dos testículos é maior entre 12 e 18 meses de idade em animais de raça Nelore (Silva et al., 1993). Bergmann et al. (1996) descreveram a curva de crescimento do perímetro escrotal de animais Nelore, por meio de um modelo logístico, e encontraram o ponto de inflexão aos 18 meses de idade, para um perímetro escrotal de 19 cm. O grupo de animais estudados tinha sido criado no cerrado mineiro submetidos a manejo extensivo sem suplementação ali-

mentar. Em outras pesquisas que também empregaram modelos não lineares para descrever a curva de crescimento do perímetro escrotal de animais da raça Nelore, também submetidos a manejo extensivo sem suplementação, foram descritos pontos de inflexão aos 10,8 meses de idade com perímetro escrotal igual a 19 cm (Bergmann et al., 1998) e aos 13,09 meses de idade com 18,97 cm de perímetro escrotal (Quirino et al., 1999). Estes autores descreveram o desenvolvimento do perímetro escrotal usando o modelo logístico. Ao compararmos os resultados relatados por Bergmann et al., 1998 e Quirino et al., 1999 com os dados acima descritos para o Guzerá, observou-se que o perímetro escrotal no período de maior crescimento testicular (período de inflexão) é similar entre as duas raças. No entanto, a idade correspondente ao período de crescimento testicular mais rápido foi menor no Nelore. A diferença pode estar caracterizando maior precocidade no crescimento testicular na raça Nelore.

Os machos da raça Guzerá avaliados no presente estudo foram todos criados em regime de pastejo e recebendo suplementação volumosa (silagem de sorgo e milho) no período seco do ano enquanto os machos da raça Nelore de Quirino et al. (1999) foram criados a pasto no cerrado mineiro, sem suplementação na época experimental o que, teoricamente poderia reduzir o crescimento testicular durante a seca. No entanto, apesar disto, os machos da raça Nelore foram mais precoces, provavelmente devido aos programas de seleção genética para perímetro escrotal que é realizado há vários anos. Considerando o estado nutricional que pode alterar a idade e a taxa de crescimento testicular (Brito, 2006), a diferença entre estas duas raças parece ser genética seleção para precocidade maior no grupo de machos da raça Nelore do que no outro grupo de animais da raça Guzerá aqui neste estudo avaliados.

Apesar de o perímetro escrotal ser um dos pontos básicos para o direcionamento da seleção de reprodutores, alguns autores tem introduzido outros atributos a esse processo, tais como a forma e o volume testiculares (Bailey et al., 1996; Bailey et al., 1998; Unanian et al., 2000). A predominância da forma testicular longa em touros zebuínos, em função do perímetro escrotal normalmente pequeno, tem preocupado os criadores que selecionam seus reprodutores. Este fato deve-se, em boa parte, aos critérios adotados na seleção para o tamanho do perímetro escrotal. Logo, machos com testículos longos podem ser eliminados por apresentarem perímetros escrotais menores que seus contemporâneos de testículos ovais (Silva et al., 1991).

Segundo Bailey et al. (1996), o perímetro escrotal não constitui uma medida representativa da produção espermática em animais *Bos taurus*.

A morfologia dos testículos parece diferir entre as diversas raças bovinas. O predomínio das formas testiculares alongadas (longo moderado e longo oval), encontradas no grupamento de Guzerá estudado também foi descrito por Torres Júnior e Henry (2005) e Carmo (2008) na raça Guzerá, e Unanian et al. (2000) na raça Nelore.

Unanian et al. (2000), realizando estudo com animais da raça Nelore, verificaram que 87,0% do rebanho avaliado aos 18,0 meses possuía testículos longos e longos moderados. Henry et al. (2007) em um estudo semelhante com animais da raça Guzerá dos 13,0 aos 36,0 meses, demonstraram que 43,7% dos animais avaliados apresentaram testículos longos moderados e 30,5% longos ovais.

Unanian et al. (2000), verificaram mudanças nas formas testiculares de touros Nelore, avaliados aos 12,0 e aos 18,0 meses. No estudo acima é descrito que da desmama aos 36 meses, em machos da raça Guzerá, não se observou mudança na forma dos testículos. Os mesmos resultados foram encontrados em trabalhos realizados em animais taurinos por Bailey et al. (1998) e zebuínos por Henry et al. (2007). Entretanto, Bailey et al. (1998) sugerem que os aumentos nas medidas de largura e comprimento testiculares possivelmente acarretam mudanças nas formas testiculares durante a fase de desenvolvimento sexual.

Estudos têm demonstrado que ejaculados provenientes de testículos longos apresentam maior concentração de espermatozóides por mililitro de ejaculado. Foi sugerido que esse fato pode ser justificado pela melhora na termorregulação testicular, já que a forma alongada aumenta a superfície de contato dos testículos com o meio ambiente, além de conferir maior uniformi-

dade na distribuição dos vasos sanguíneos, do tecido espermático e túbulos seminíferos, importantes na produção espermática (Bailey et al., 1998; Unanian et al., 2000).

A preocupação é que ao se utilizar o critério de seleção adotando o perímetro escrotal podem-se eliminar machos com testículos longos que apresentam perímetros escrotais menores que os seus contemporâneos de testículos ovais (Silva et al., 1991; Unanian et al., 2000). Isto levaria a erro na seleção de animais com maior potencial de produção espermática.

No grupamento de machos Guzerá estudados foi encontrada forte associação entre o perímetro escrotal e o volume testicular nos diferentes momentos do desenvolvimento testicular, tanto antes e após o ponto de inflexão. Observou-se correlação de r=0,91 (P<0,0001), considerando-se todas as observações entre as duas características. Unanian et al. (2000) observaram altas correlações entre perímetro escrotal e volume testicular em touros da raça Nelore aos 12,0 e 18,0 meses de idade.

Estes achados demonstram que o perímetro escrotal pode ser utilizado como parâmetro de seleção direta do potencial de produção espermática em machos jovens da raça Guzerá. O uso do perímetro escrotal elimina a necessidade de se usar fórmulas e cálculos matemáticos do volume testicular e da dependência de duas mensurações, a largura e o comprimento testicular, potencializando a possibilidade de erro no momento das medições, considerando que o comprimento testicular deve ser tomado excluindo a cabeça e a cauda do epidídimo. Pois, particularmente em relação à cabeça do epidídimo, nem sempre a delimitação entre testículo e epidídimo é bem evidente.

Considerando a alta correlação encontrada entre perímetro escrotal e volume testicular e a pouca variação na forma testicular da desmama até os 36 meses de idade é indicativo que a medida de perímetro escrotal seja um parâmetro confiável para uso em seleção reprodutiva.

Conclusões

- O crescimento testicular na raça Guzerá segue um padrão similar a outras raças zebuínas mostrando, no entanto, uma cronologia de desenvolvimento próprio do grupamento de animais da raça Guzerá estudados;

- A maior taxa de crescimento da circunferência escrotal na população de machos guzerá avaliada ocorreu aos 12,8 meses de idade;

- As formas testiculares mais predominantes nos touros da raça guzerá são alongadas;

- Devido à forte associação encontrada entre o perímetro escrotal e os volumes testiculares nos diferentes momentos do desenvolvimento testicular e as ausências de mudanças na forma do testículo da desmama aos 36 meses de idade indica que o uso exclusivo do perímetro escrotal como parâmetro de seleção de reprodutores em programas de melhoramento genético em animais jovens da raça Guzerá é adequado.

Referencias bibliográficas

CARMO, A.S. *Avaliação do desenvolvimento testicular de machos da Raça guzerá do nascimento aos 30,0 meses de idade, através da ultra-sonografia, biometria e avaliação espermática*. 2008. 89f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

AMAN, R.P. Reproductive capacity of dairy bulls. IV. Spermatogenesis and testicular germ cell degeneration. *Am. J. Anatomy*, v.110, p.69-78, 1962.

BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A. et al. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining volume and weight in vivo. *Theriogenology*, v. 49, p.581-598, 1998.

BAILEY, T.L., MONKE, D., HUDSON, R.S. et al. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. *Theriogenology*, v.46, 881-887, 1996..

BERGMANN, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; VALE FILHO, V.R. et al. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumferencematuration in Nelore bulls. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6, 1998, Armidale. Proc... Armidale: 1998. v. 27, p.67-70.

BERGMANN, J.AG.; ZAMBORLINI, L.C.; PROCOPIO, C.S.O. et al. Estimativas de parametros geneticos do perimetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.48, p.69-78, 1996.

BRITO, L.F.C. Nutrition, metabolic hormones, and sexual development in bulls. 2006.
179f. Doutorado - University of Saskatchewan, Saskatoon.

CARTAXO, W.O.; PENA-ALFARO, C.E.; BACALHAU, A. Parâmetros seminais e perímetro escrotalde touros jovens da raça Guzerá criados no pasto da Paraíba. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v. 25, p. 214-215, 2001.

COULTER, G.H.; FOOTE, R.H. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive performance and their relationship to reproductive traits in cattle: a review.
Theriogenology, v. 11, p. 297-311, 1979.

COULTER, G.H.; BAILEY, D.R. Testicular development of Salers bulls to one year of age. *Can. J. Anim. Scie.*, v.68, p.961-964, 1988.

CYRILLO, J.N.S.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A. et al. Estimativa de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.56-65, 2001.

DELGADO, C.; VALERA, M.; MOLINA, A.; JIMENÉZ, J.M.; RODERO, A. Perímetro escrotal como preditor de la capacidad reproductiva em razas de vacuno de carne autóctono: Curvas de crecimiento en el vacuno Retinto. *Arch. Zootec.*, Cordoba, v.49, p.229-240, 2000.

DIAS, J.C.. *Comportamento sexual, concentrações periféricas de testosterona e perfil cromatográfico de proteínas do sêmen com afinidade a heparina, em touros jovens da raça Guzerá*. 2008. 110f. Doutorado – Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.; SILVA, P.R. Estimação simultânea de parâmetros genéticos para características de importância econômica na raça Nelore, com a utilização de modelos animais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. Anais... Viçosa.

FIELDS, M. J.; BURNS, W. C.; WARNICK, A. C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. *J. Anim. Sci.*, v. 48, p.1299- 1303, 1979.

FITZHUGH, H.A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.*, v.,42, p.1036-1051, 1976.

FRENEAU, G. E.; GUIMARÃES, J. D.; FONSECA, V. O. et al. Puberdade e aspectos físicos do sêmen de reprodutores Holandeses e mestiços F1 Holandes-Gir dos 7 aos 18 meses de idade criados em Ibiá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 9, 1991, Belo Horizonte, Anais...

FRENEAU, G.E. Biópsia testicular em touros Nelore na puberdade e pós-puberdade e sua conseqüência na espermatogênese e no sêmen. 1996. 187f. Doutorado - Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte.

FRENEAU, G. E.; VALE FILHO, V. R.; MARQUES Jr. A. P. et al. Puberdade em touros Nelore criados a pasto no Brasil: características corporais, testiculares, seminais e índice de capacidade andrológica por pontos (ICAP). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*., v. 58, p. 2006. 1107-1115.

GARCIA, J.M.; PINHEIRO, L.E.L.; OKUDA, H.T. Body development and semen phisical and morphological characteristics of young Guzera bulls. *Arch. Vet*., v.3, p.47-53, 1987.

GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C.S. et al. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas nas fêmeas Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.427-437, 2000.

HENRY, M.; CARMO, A. S.; OSÓRIO, J. P. et al. Avaliação da Biometria e morfologia testicular em machos Guzerá criados em região de cerrado a pasto com suplementação volumosa na seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODIÇÃO ANIMAL 17, 2007, Curitiba, PR, *Anais...* p. 49.

DIAS, J.C. *Comportamento sexual, concentrações periféricas de Testosterona e perfil cromatográfico de proteínas do Sêmen com afinidade a heparina, em touros jovens da raça Guzerá.* 2008. 111f. Doutorado – Escola de veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

JORGE JR J, PITA FVC, FRIES LA, ALBUQUERQUE LG. Influência de alguns fatores de ambiente sobre os escores de conformação, precocidade e musculatura à desmama em um rebanho da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1697-1703, 2001.

LUNSTRA, D.D.; FORD, J.J.; ECHTERNKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.*, v.46, p.1054-1062, 1978.

MARTÍN NIETO, L.; SILVA, L.O. C; ROSA, A.N.; GONDO, A. Análise da curva de crescimento da perímetro escrotalde touros da raça canchim e do grupo genético ma. *Arch. Vet. Science*, v. 8, p. 75-79, 2003.

ORTIZ PEÑA, C.D.; QUEIROZ, S.A.; FRIES, L.A. Estimação de fatores de correção do perímetro escrotal para idade e peso corporal em touros jovens da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.93-100, 2001.

PINTO, P.A.; SILVA, P.R.; ALBUQUERQUE, M.G. Avaliação da biometria testicular e capacidade de monta em bovinos da raça Guzerá e Nelore. *Rev. Bras. Reprod. Anim*., v.25, p.187-189, 1989.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G. Estudo comparativo de funções de crescimento do perímetro escrotal na raça Nelore. In: 1. Simpósio de Melhoramento Genético Animal, 1996. Anais...Riberão Preto, SP. 1996. p. 227-297.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A. Herdabilidade do perímetro escrotal ajustado e não ajustado para peso corporal usando modelo animal uni e bivariado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. Anais... Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.127-129.

QUIRINO, C. R.; BERGMANN, J. A. G.; VALE FILHO, V.R. et al. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. *Theriogenology*, v. 52, p. 25-34, 1999.

RIMA (RELATORIO MEIO AMBIENTAL) Fazendas reunidas 2004.

SAS, 1996. SAS/STAT User's Guide. Version 6.12. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC, USA.

SILVA, A.E.D.F.; DODE, M.A.; PORTO, J.A. et al. Estacionalidade na atividade sexual de machos Nelore e mestiços Fleckvieh e Chianina x Nelore: características biométricas testiculares. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 26, p. 1745-1750, 1991.

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: EMBRAPA-CNPGC, 1993. 128p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 51).

TERAWAKI, Y.; SUEDA, E.; MATUZAKI, S. et al. Relationship s between testicular growth and body measurements in holsteis bulls. *Anim. Scie. Technol.*, v.65, p.1044-1050, 1994.

TOELLE, V.D.; ROBINSON, O.W. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in cattle. *J. Anim. Sci.*, v.60, p.89-100, 1985.

TORRES JÚNIOR, J.R. *Desenvolvimento ponderal e sexual de machos da raça Guzerá* (Bos taurus indicus). 2004. 44f. Dissertação (Mestrado) – escola de veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

TORRES JÚNIOR, J.R.; HENRY, M. Sexual development of Guzerat (Bos Taurus indicus) bulls raised in a tropical region. *Anim.Reprod*., v.2, p. 114-121, 2005.

TROCÓNIZ, J.; BELTRAN, F.; BASTIDAS, J.; LARREAL, H.; BASTIDAS, P. Testicular development, body weight changes, puberty and semen traits of growing Guzerat and Nellore bulls. *Theriogenology*, New York, v.35, p.815-824, 1991.

UNANIAN, M.M.; SILVA, A.E.D.F.; MC MANUS, C. et al. Características biométricas testiculares para avaliação de touros zebuínos da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.136-144, 2000.

VALVASORI, E.; TROVO, J. B. F.; PROCKNOR, M. et al. Biometris testicular em tourinhos Gir, Guzerá, Nelore e Caracu. Boletim de Indústria. Animal. v. 42, p. 155-166, 1985.

WILDEUS, S.;. ENTWISTLE, K.W. Testicular development and related sperm output in dairy bulls. *Theriogenology*, New York, v.17, p. 655- 667, 1982.

Experimento II

Identificação dos parâmetros do desenvolvimento sexual relacionados ao período da peri puberdade em machos da raça Guzerá.

Resumo

Foram utilizados 191 machos da raça Guzerá para caracterizar o desenvolvimento puberal. Os animais foram criados em condições extensivas com alimentação a pasto e suplementação volumosa e mineral. O objetivo deste estudo foi de identificar e descrever os parâmetros reprodutivos que caracterizam o período da pré e pós-puberdade em touros jovens da raça Guzerá. Os animais que apresentaram PE≥ 19 cm foram submetidos à coleta de sêmen utilizando -se estímulo eletro-ejaculatório. Foram considerados animais púberes aqueles que apresentaram ejaculação de pelo menos um espermatozóide móvel no ejaculado. As frequências de touros púberes por faixa etária foram de 7,4% para a faixa etária de 12-16 meses; 41,23% dos 16-20 meses; 68% dos 20-24 meses de idade. Neste estudo foi observado que touros jovens da raça Guzerá criados a pasto atingem a puberdade aos 19,6 meses de idade, com 250, 6 Kg de peso corporal; 22,8 cm de perímetro escrotal e 284,7 cm^3 de volume testicular.

Palavras chave: Puberdade, Testículo, Espermatozóides, Perímetro Escrotal, Guzerá.

Identification of the sexual development parameters related to the period of peripubertal of males in Guzerat breed.

Abstract

It has been used 191 Guzerat male to study puberty. The animals were reared under extensive conditions and grazing on food and bulky and mineral supplementation. The aim of this study was to identify and describe the reproductive parameters that characterize the period of pre and post puberty in young bulls of Guzerat breed. The animals which showed SC≥ 19 cm were subjected to semen collection using electro-stimulation ejaculation. Animals on puberty were considered those who had ejaculated at least one motile sperm. The frequencies of pubertal bulls by age group were 7.4% for the age group of 12-16 months, 41.23% of 16-20 months, 68% of 20-24 months of age. The present study demonstrated that young Guzerat bulls created on pasture could reach puberty at an average age of 19.6 months of age, 250, 6Kg, 22.8 cm scrotal circumference and average volume of 284.7 cm^3 of testicular volume.

Keywords: Puberty, Testis, Spermatozoa, Scrotal Circumference**,** Guzerat.

Introdução

A puberdade do macho é o marco inicial da fase reprodutiva e o início da espermatogênese. Assim, deve ser bem conhecida, tendo-se em vista as características inerentes à raça com seu potencial genético e o ambiente onde esse potencial deverá ser expresso. A puberdade representa também o início da fertilidade e o período em que se verifica rápido desenvolvimento reprodutivo. A aplicação desses conhecimentos permite a seleção de reprodutores precoces (Freneau et al., 2006).

Existem pesquisas sobre o desenvolvimento reprodutivo no período peripuberal de bovinos de raças taurinas em ambiente de clima temperado e poucas abordaram o tema em raças zebuínas no Brasil (Godinho, 1970; Garcia et al., 1987; Dode et al., 1989; Freneau et al., 1992; Freneau et al., 2006). Essa fase na reprodução caracteriza-se como a idade em que ocorre rápido crescimento testicular, mudanças na secreção do hormônio luteinizante, que acarreta gradual incremento da testosterona sanguínea e, como consequência, a iniciação da espermatogênese (Amann e Schambacher, 1983).

Segundo alguns autores o macho jovem é considerado púbere quando seu sêmen tem pelo menos $50x10^6$ de Sptz/ml e 10% de motilidade progressiva (Wolf et al., 1965; Lunstra et al. 1978). Depois de atingida a puberdade, ainda há gradual aumento do tamanho dos testículos, volume do ejaculado e produção total dos espermatozóides (Foote et al., 1976). Sabe-se que existe alta correlação entre o peso e a puberdade dos animais. Porém, segundo Valle Filho et al. (1997) a correlação entre idade e desenvolvimento sexual pode ser tão importante quanto à do peso corporal, dependendo do parâmetro considerado.

A puberdade é um processo lábil, que se sujeita a numerosos fatores ambientais externos tais como sazonalidade, fotoperíodo, nutrição, idade, peso e fatores internos como padrões de secreção de hormônios gonadotrópicos, que interagem e influenciam o sistema nervoso central a modular o sistema endócrino e, por conseguinte, altera a idade cronológica na qual o animal a manifesta (Amann e Schambacher, 1983).

Considerando que a ocorrência da puberdade é um marco importante na seleção de futuros reprodutores, este trabalho teve como objetivo descrever e identificar a expressão dos eventos da puberdade em bovinos machos da raça Guzerá, acompanhando o desenvolvimento ponderal e testicular em animais criados em regime extensivo, suplementados com volumoso na época seca em região de cerrado.

Material e métodos

No presente estudo foram avaliados 191 machos da raça Guzerá submetidos ao manejo descrito no capítulo II. Os animais foram avaliados a cada três meses a partir dos seis meses de idade. Para aumentar a acuidade da estimativa da idade à puberdade procurou-se incluir somente machos que foram submetidos às coletas de sêmen consecutivas pelo menos uma vez no período pré-púbere e outra no período pós-púbere. Os parâmetros de biometria testicular avaliados seguem a metodologia descrita no capítulo II. A forma testicular foi determinada pela equação preconizada por Bailey et al. (1998) como descrita no capítulo II.

Parâmetros - definição de puberdade

As tentativas de coletas de sêmen foram realizadas a partir de 19 cm de perímetro escrotal. A ocorrência da puberdade foi considerada a partir do momento em que o animal apresentou pelo menos um *primer* de espermatozóide móvel no ejaculado e com motilidade progressiva, após coleta por eletro-ejaculação. A metodologia utilizada para se definir a ocorrência da puberdade seguiu aquela proposta por Garcia et al. (1987).

Caracterização do período da Peri puberdade

Uma vez avaliados os 191 animais para descrição das características reprodutivas e fenotípicas, selecionou-se 23 animais segundo os intervalos de avaliações realizados neste estudo e à obrigatoriedade de termos para o estudo detalhado do período da peripuberdade nas tentativas de coletas

de sêmen nos momentos da pré e pós-puberdade. Para a identificação do período da peripuberdade foram estabelecidos 3 diferentes períodos de avaliação: período pré-puberal (90 dias antes da ocorrência da puberdade), período puberdade (ponto 0) e período pós-puberdade (120 dias logo após os animais atingiram a puberdade). Foi utilizada estatística descritiva, empregando-se o programa Sigma Plot versão 10.0 (Copright © - Systat Software, INC. 2006), para caracterização das respostas avaliadas.

Foram calculadas as médias simples das características avaliadas e seus respectivos desvios-padrão. Para a formação de arquivos, consistência e análise descritiva dos dados, foram utilizados procedimentos contidos no pacote estatístico SAS (1996). Para a análise das variáveis com respostas de distribuição normal: perímetro escrotal, peso vivo e biometria testicular (comprimento e largura) os períodos foram comparados por meio de análise de variância empregando-se o teste t de Student. Já para as respostas que não apresentaram distribuição normal, foi realizada a transformação logarítmica [log(X+1)], para obter a distribuição normal e assim poder comparar os diferentes períodos mediante o análise de variância empregando-se o teste de SNK. Já para o escore corporal foi utilizado o teste não paramétrico de Friedman. Foram feitas correlações de Pearson entre o perímetro escrotal, comprimento, largura testicular e volume testicular no período estudado.

Resultados

Na tabela 1, podemos observar a descrição das características reprodutivas e fenotípicas dos machos Guzerá. A idade média a puberdade foi de 19,6±3,9 meses com perímetro escrotal de 22,8±2,9cm e volume testicular de 284,7±107,6 cm^3. Já as outras características apresentaram valores médios de 250,6±47,04 para o peso corporal e 3,5±0,7 para o escore de condição corporal.

Tabela 1. Características reprodutivas e fenotípicas de 191 machos da raça Guzerá à puberdade.

Variáveis	n	Média	Desvio Padrão	CV	Mínimo	Máximo
Idade em meses	191	19,6	3,9	19,9%	12,7	28,0
Perímetro escrotal (cm)	181	22,8	2,9	12,7%	19,2	32,5
Volume Testicular (cm^3)	115	284,7	107,6	37,8%	119,8	841,8
Peso corporal (Kg)	180	250,6	47,04	18,8%	153,0	446,0
Escore de Condição Corporal (escala 1-5)	190	3,5	0,7	20,0%	2,0	5,0

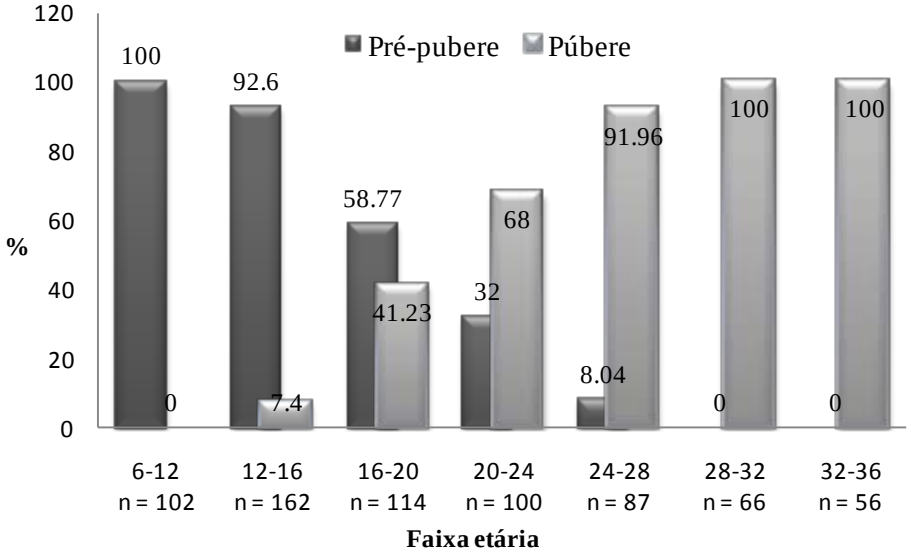


Figura 1. Frequência de 191 machos da raça Guzerá não púbere ou púbere em diferentes intervalos de faixa etária.

Na figura 1 são descritos a frequência de animais no período peripuberal sendo que 92% dos animais encontravam-se púberes no intervalo de idade compreendido entre os 24 e 28 meses de idade.

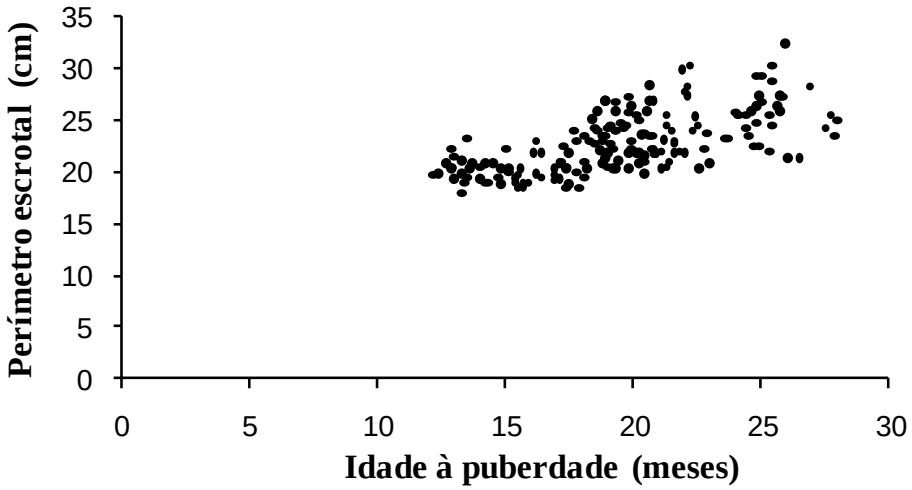


Figura 2. Perímetro escrotal em relação à idade a puberdade em 191 machos da raça Guzerá.

Ao observar os dados do presente estudo (Figura 2) com relação aos valores de perímetro escrotal em função da idade à puberdade de 191 machos da raça Guzerá, notou-se que a faixa de idade à puberdade é bastante ampla e que o perímetro escrotal à puberdade tem uma ampla variabilidade.

Na figura 3 estão apresentados os dados de perímetro escrotal e volume testicular em machos da raça Guzerá no período peri-puberal. Nessa figura, podem-se observar as alterações ocorridas no volume testicular e no perímetro escrotal dos animais jovens, onde apresentaram um incremento ($p<0,0001$) em todo o período experimental, porém foram maiores no período pós-puberal.

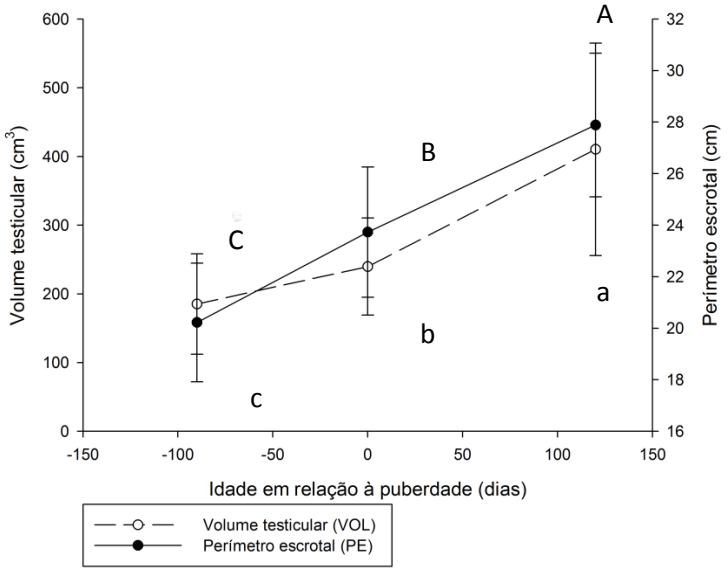


Figura 3. Perímetro escrotal e volume testicular no período peripuberal em machos da raça Guzerá. Médias de volume testicular seguido de letras minúsculas distintas diferem pelo teste de SNK ($p<0,0001$). Médias de perímetro escrotal seguidas de letras maiúsculas distintas diferem pelo teste t-Student ($p<0,0001$).

Na figura 4 e 5 estão apresentados os dados de biometria testicular em machos da raça Guzerá no período que caracteriza a época de ocorrência da puberdade. Nessa figuras, podemos observar com maior detalhamento as alterações ocorridas no comprimento e largura testiculares. Com relação ao comprimento testicular se observa um incremento a partir do animal atingir a puberdade, porém a largura testicular ocorre uma variação em todos os períodos estudados (pré-puberal, puberal e pós-puberal). Esta mensuração variou em todos os períodos de avaliação.

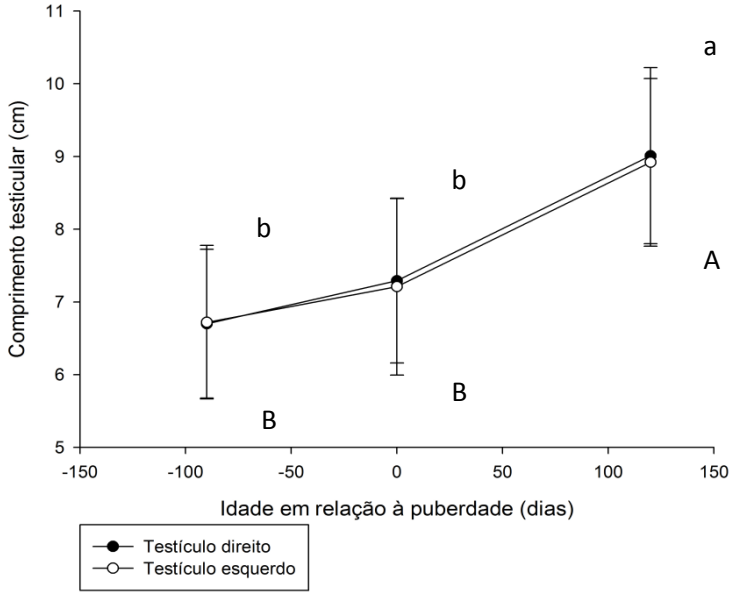


Figura 4. Comprimento testicular no período peripuberal em machos da raça Guzerá. Médias de comprimento testiculares direito seguidas de letras minúsculas distintas diferem pelo teste t-Student (p<0,0001). Médias de comprimento testiculares esquerdos seguidas de letras maiúsculas distintas diferem pelo teste t-Student (p<0,0001).

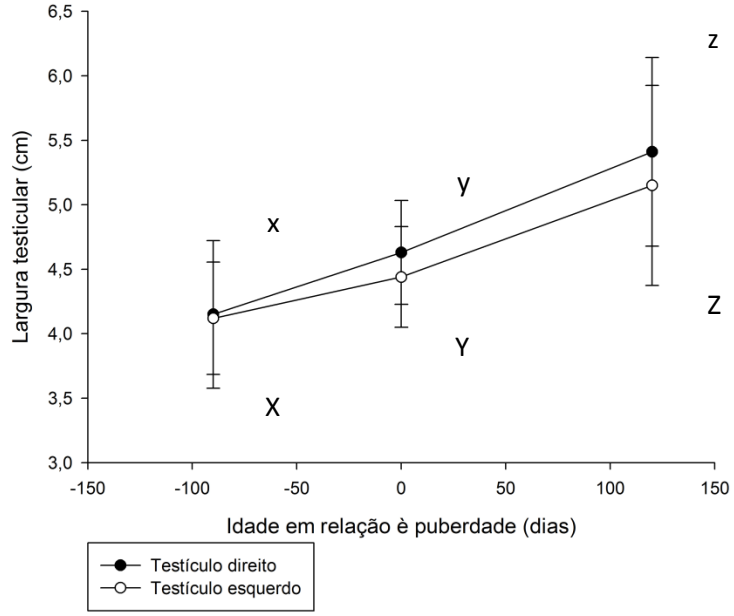


Figura 5. Largura testicular no período peripuberal em machos da raça Guzerá. Médias de largura testiculares direito seguidas de letras minúsculas distintas diferem pelo teste t-Student (p<0,0001). Médias de largura testiculares esquerdas seguidas de letras maiúsculas distintas diferem pelo teste t-Student (p<0,0001).

Na figura 6 estão apresentados os dados de peso corporal em machos da raça Guzerá no período que caracteriza a época de ocorrência da puberdade. Nessa figura, podemos observar com maior detalhamento as alterações ocorridas no peso corporal observando-se que esta variável apresentou diferenças (p<0,0001) durante os períodos estudados (pré-puberal, puberal e pós-puberal).

.

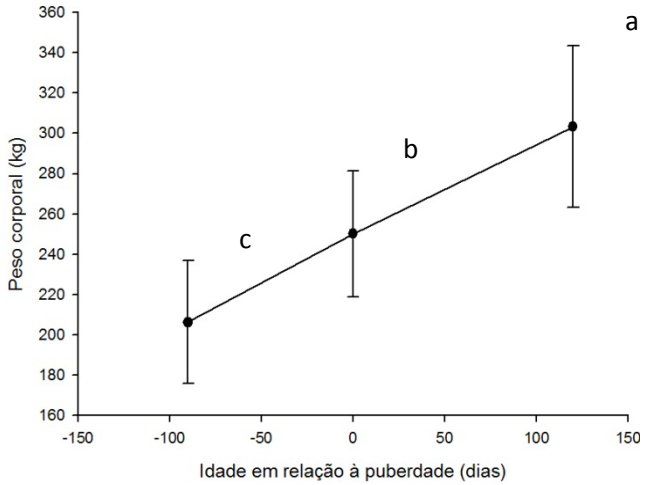


Figura 6. Peso corporal no período peripuberal em machos da raça Guzerá. Médias de peso corporal seguidas de letras maiúsculas distintas diferem pelo teste t-Student (p<0,0001)

Na figura 7 estão apresentados os dados de escore da condição corporal nos machos da raça Guzerá avaliados no período que caracteriza a época de ocorrência da puberdade, onde pode-se observar com maior detalhamento que não houve incremento neste parâmetro durante o período avaliado (P>0,05).

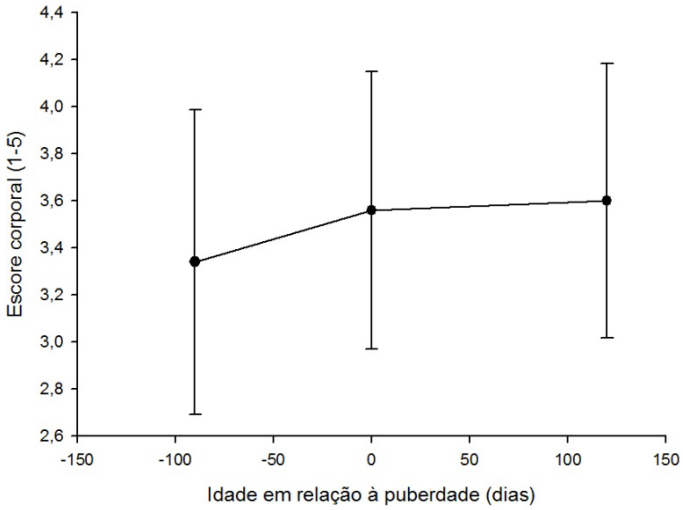


Figura 7. Valores médios do escore corporal no período pré e pós-puberdade em machos da raça Guzerá.

Discussão

A ocorrência da puberdade é o primeiro sinal indicativo da capacidade de um animal em reproduzir, e o seu potencial reprodutivo máximo é alcançado com a maturidade sexual (Makarechiam et al., 1985**).**

No presente experimento, o aparecimento dos primeiros espermatozóides móveis após estímulo eletro-ejaculatório ocorreu a partir da faixa etária dos 12 a 16 meses de idade, sendo mais marcante a partir

dos 12,7 meses de idade com 19,2 cm de perímetro escrotal, onde ocorre a eliminação dos primeiros espermatozóides mais cedo ao ser comparados com outros estudos da mesma raça Guzerá avaliado e relatado por Torres Júnior (2004) e Torres e Henry (2005), onde a puberdade ocorreu a partir dos 13,9 meses de idade com 20 cm de perímetro escrotal. Já Carmo, (2008), estudando machos da raça Guzerá mantidos em regime de pastejo e com suplementação na seca (Março a Agosto), com volumoso (silagem de capim) e sal proteinado, demonstrou que a puberdade ocorreu a partir dos 15,2 meses de idade e 21,5 cm de perímetro escrotal. Vale-Filho et al. (2003) observou, em machos da raça Nelore, a ocorrência dos primeiros espermatozóides móveis no ejaculado dos 10,0 aos 12,0 meses de idade e perímetro escrotal de 23,0 cm, sendo similares ao serem comparados com os achados encontrados aqui no presente estudo. Já Freneau et al. (2006) ao avaliar as características testiculares de 23 touros Nelores criados extensivamente no Brasil-Central, observaram que o aparecimento dos primeiros espermatozóides no ejaculado ocorreu aos 13,1 ± 2,2 meses de idade e 19,6 cm de perímetro escrotal. Esta variabilidade de resultados entre rebanhos de animais avaliados e submetidos a diferentes tipos de regime de manejo mostra claramente a individualidade dos touros, a diferença entre grupamentos de animais com base genética diferente, a variação das condições climáticas especificamente temperatura, umidade, fotoperiodo, e adicionalmente, a provável influência de manejo que cada grupo animal está sendo submetido. Sabe-se que a nutrição pode afetar o crescimento testicular (Brito, 2006). Apesar dos grupos de animais estudados nos diferentes experimentos terem sido criados a pasto com similares suplementações volumosas na seca, diferenças discretas no valor nutritivo dos alimentos podem ter contribuído para a expressão de diferenças entre os grupos.

Chama a atenção os resultados de variação de perímetro escrotal à puberdade e idade à puberdade (Figura 1 e 2). Observa-se existir indivíduos altamente precoces na população estudada (12,7 meses), bem como indivíduos altamente tardios (28 meses), indicando existir variabilidade genética expressiva, considerando-se que a nutrição foi semelhante para todos os animais estudados.

Touros da raça Guzerá atingem a puberdade mais tardiamente ao que foi relatado em várias raças *Bos taurus Indicus* (Rocha et al., 1995; Silva-Mena, 1997). Neste estudo foi observado que animais da raça Guzerá atingem a puberdade em média aos 19,6 meses de idade com 22,8 cm, provavelmente, as diferenças sejam devido à composição racial, genótipo e gestão-manejo.

No presente trabalho, a idade na puberdade foi maior que a apresentada em raças *Bos taurus* (Wolf et al., 1965; Lunstra et al., 1978; Pruitt et al., 1986; Chase et al., 1997; Jimenez-Severiano, 2002). Além do genótipo, o ambiente tem também grande efeito sobre a puberdade. Touros Angus e Hereford criados na Flórida (Chase et al., 1997) e touros das raças Holandesa e Pardo-Suíço criados no México tropical (Jimenez-Severiano, 2002), eram mais velhos na puberdade do que touros da mesma raça criados em regiões temperadas (Wolf et al., 1965; Lunstra et al., 1978; Pruitt et al., 1986). Portanto, o clima, o manejo e o fotoperíodo podem também contribuir para o atraso da puberdade observada em touros nos trópicos (Wolf et al., 1965; Lunstra et al., 1978; Pruitt et al., 1986; Brito et al., 2004; Brito, 2006).

Tem-se observado variabilidade na determinação da idade à puberdade, dentro e entre os rebanhos, nas diferentes raças de zebuínos criados no Brasil. Para a raça Guzerá, segundo Garcia et al. (1987), a idade à puberdade foi 19,49 meses, em pastagem. Também sob condições de pastejo, porém com baixa suplementação de concentrado comercial (2 Kg/cabeça/dia), durante o período da seca, Trocóniz et al. (1991) observaram 18,5 meses para idade à puberdade.

Para a raça Nelore, Freneau et al. (2006) relataram em touros criados extensivamente no Brasil-Central idade a puberdade aos 14,8 meses de idade. Já Vale Filho et al. (1993) demonstraram que em touros da mesma raça, submetidos ao manejo extensivo, apresentaram a idade à puberdade aos 17 meses de idade. Na raça Brahman a idade à puberdade foi de 15,9 meses (Chase Jr et al., 1997) e 17 meses (Bastidas, 1999).

Os zebuínos por atingirem a puberdade mais tardiamente não significa que apresentam menor potencial reprodutivo na idade adulta. Estudos conduzidos com touros maduros em centrais de inseminação artificial no Brasil demonstraram que a produção de espermatozóides é similar ou ainda maior em *Bos taurus indicus* do que em touros *Bos taurus taurus* (Brito et al ., 2002a; Brito et al ., 2002b). Portanto, a puberdade atrasada parece ser o principal fator que diferencia a eficiência reprodutiva de *Bos taurus indicus* e touros mestiços, quando comparados com touros *Bos taurus taurus*.

Adicionalmente nota-se (figura 2) que a maioria dos indivíduos Guzerá avaliados atingiu a puberdade com perímetro escrotal próximo aos 23 cm, mas, certo número de machos só apresentou espermatozóides no ejaculado com perímetros escrotal bem acima da média (figura 2). Não se pode excluir por completo que estes animais não responderam ao estímulo ao eletro-ejaculador.

No entanto, a cada tentativa esta possibilidade foi minimizada submetendo os machos não responsivos à outra tentativa de coleta imediatamente após a primeira, e tentando-se prolongar a duração e aumentar a intensidade dos estímulos. Nestes animais, pelo tamanho testicular esperar-se-ia que espermatozóides fossem coletados. O resultado negativo permite levantar a hipótese que alguns animais poderiam, apesar do aumento do parênquima testicular, ainda não terem iniciado o processo completo de espermatogênese com liberação de espermatozóides nos túbulos seminíferos.

Os animais avaliados no presente estudo apresentaram um maior crescimento com relação ao perímetro escrotal maior no período pós-puberal que no período pré-puberal. Talvez este fato pudesse ser evidenciado já que em touros, as concentrações circulantes de gonadotrofinas aumentam desde os 2-3 até os 5-6 meses de idade em *Bos taurus taurus* , ativando os eventos celulares que levam ao início do crescimento testicular e estabelecimento da espermatogênese período peripuberal (Evans et al.,1996; Aravindakshan et al., 2000). Os touros também entram na fase de aceleração do crescimento testicular depois que as concentrações de gonadotrofinas diminuem (Coulter, 1986; Barth e Ominski, 2000). Porém os eventos endócrinos associados com esta fase de crescimento testicular não tem sido bem caracterizado, e podem envolver os hormônios metabólicos (Brito, L.C. 2006).

O crescimento testicular, no período independente de gonadotrofinas, em touros, é caracterizado pelo aumento do diâmetro e comprimento dos túbulos seminíferos, do volume do parênquima testicular ocupado pelos túbulos seminíferos e o número total de células germinais (Curtis e Amann, 1981). O aumento nas concentrações de leptina, IGF1 e insulina foram associadas com o aumento do perímetro escrotal, provavelmente, associada com o aumento do comprimento dos túbulos seminíferos e o número total de células testiculares. O fator de crescimento semelhante à insulina IGF1 induz o aumento na proliferação dos precursores das células de Leydig nos animais jovens e incrementa a diferenciação dos precursores mesenquimais dentro das células de Leydig quando combinado com LH (Wang et al., 2003; Wang e Hardy 2004).

Por outro lado o maior crescimento do comprimento testicular, largura testicular e o volume testicular observados neste estudo foram significativamente maiores no período pós-puberal fato que pode ser evidenciado pelo desenvolvimento do eixo hipotálamo-hipófise-gônadal responsável pelo aumento na secreção de gonadotrofina associada ao aumento de testosterona no momento em que o animal atinge a puberdade. Com a ativação do eixo hipotálamo-hipóse-testicular a um aumento no tamanho das células de Sertoli, aumenta o diâmetro dos túbulos seminíferos associado à luminação dos mesmos. (Brito, 2006; Bagu et al., 2008), Estas mudanças devem provocar um aumento na taxa de crescimento testicular no período da pós-puberdade que se refletiu na maior taxa de crescimento da largura e comprimento testiculares e por consequência no volume testicular encontrada no grupo de machos Guzerá avaliados.

Interessante notar que nos Guzerás avaliados o crescimento do comprimento testicular foi proporcionalmente maior do que a largura testicular nos 120 dias pós-puberdade. Isto deve estar ligado a uma característica anatômica da espécie zebuína

que leva a predominância das formas longa e longa moderada (capítulo 2).

É importante ressaltar que os machos que apresentaram motilidade espermática superior a 40% na primeira coleta de sêmen foram retirados dos cálculos de idade a puberdade, já que poderiam ter atingido a puberdade antes do início do experimento, alterando dessa forma os resultados encontrados. Além disso, alguns poucos animais, podem não ter reagido ao estímulo eletro ejaculatório nas primeiras tentativas, contribuindo para a elevação da idade a puberdade. É relevante ressaltar que o estímulo eletro ejaculatório foi prolongado e/ou repetido naqueles animais que apresentaram perímetro escrotal superior a 19 cm, mas não responderam ao estímulo eletro ejaculatório.

Com relação aos parâmetros da biometria testicular comprimento testicular, largura testicular e o volume testicular apresentam maiores velocidades de crescimento no período pós-puberal este incremento significativo poderia estar associado ao desenvolvimento ponderal do animal já que este acompanha o desenvolvimento sexual dos animais.

O perímetro escrotal na puberdade em touros da raça Guzerá foi menor do que o descrito em touros de raças de corte *Bos taurus taurus* (Wolf et al., 1965; Lunstra et al., 1978; Pruitt et al., 1986; Chase et al., 1997). Pode-se observar que a medida do perímetro escrotal à puberdade foi menos variável do que a medida de volume testicular considerando o desvio padrão da média encontrado para cada medida. Este achado é um indicativo que a perímetro escrotal é uma medida mais adequada para inferir a ocorrência de puberdade. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Torres Júnior e Henry (2005) e Carmo (2008) também na raça Guzerá.

Já com relação aos parâmetros do desenvolvimento ponderal como o peso e escore corporal não foram observados incrementos significativos entre os períodos estudados período pré-puberal e pós-puberal, observando-se pouca variação de acordo a estes parâmetros, evidenciando uma linearidade com relação ao peso, a idade e a puberdade já que o desenvolvimento ponderal é acompanhado pelo crescimento do testículo e os animais dentro do período de tempo observado não mostrarem variação significativa devido a que estes mantiveram a condição de escore corporal.

Conclusões

- As taxas de crescimento da biometria testicular (comprimento, largura e volume testicular) observadas neste estudo foram significativamente maiores no período pós-puberal;

- Durante o período de avaliação de estes animais o peso corporal aumento significativamente, porem o escore de condição corporal se manteve uniforme, por tanto os animais criados no cerrado mineiro durante o período de avaliação não sofreram uma forte influência nutricional;

- O volume testicular foi menos eficiente em indicar a ocorrência da puberdade que o perímetro escrotal;

- Existe uma grande variabilidade na idade a puberdade nos machos guzerá;

- O perímetro escrotal indicou de forma eficiente a ocorrência de puberdade.

Referencias bibliográficas

CARMO, A.S. *Avaliação do desenvolvimento testicular de machos da Raça guzerá do nascimento aos 30,0 meses de idade, através da ultra-sonografia, biometria e avaliação espermática.* 2008. 89f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

AIRE, T.A.; AKPOKODJE, J.U. Development of puberty in the White Fulani (Bos indicus) bull calf. *Br. Vet. J.,* v.131, p.146–151, 1975.

AMANN, R.P. Endocrine changes associated with onset of spermatogenesis in Holstein bulls. *J. Dairy Sci.,* v.66, p.2606–2622, 1983.

AMANN, R.P.; SCHAMBACHER, B.D. Physiology of male reproduction. *J. Anim. Sci*., v.57, suppl., p.380-403, 1983.

ARAVINDAKSHAN, J.P.; HONARAMOOZ. A.; BARTLEWSLIKI, P.M. et al. Patterns of gonadotrophin secretion and ultrasonographic evaluation of developmental changes in the testes of early and late maturing bull calves. *Theriogenology*, v.54, p.339–354, 2000.

BAILEY, T.L.; HUDSON, R.S.; POWE, T.A. et al. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. *Theriogenology.*, v.49, p.581-598, 1998.

BASTIDAS-MENDOZA, P.S. Puberdad en novillas y toros Brahman. *Rev. Fac.Agron. Univ. Zulia*. v.16, p.690-707,1999.

BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; RODRIGUES, L.H. et al. Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testes and testicular vascular cones, and on sperm production and semen quality in AI bulls in Brazil. *Theriogenology*, v.58, p.1175–86, 2002a.

BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; RODRIGUES, L.H. et al. Effects of environmental factors, age, and genotype on sperm production and semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* AI bulls in Brazil. *Anim. Reprod. Sci.*, v.70, p.181–90, 2002b.

CBRA 1998. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal, 2ed. Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p.:il.

CHANDOLIA, R.K.; EVANS, A.C.O., RAWLINGS, N.C. Effect of inhibition of increased gonadotrophin secretion before 20 weeks of age in bull calves on testicular development. *J. Reprod. Fertil.*, v.109, p.65–71, 1997a.

CHANDOLIA, R.K.; HONARAMOOZ, A.; BARTLEWSLIKI, P.M. et al. Effects of treatment with LH releasing hormone before the early increase in LH secretion on endocrine and reproductive development in bull calves. *J. Reprod. Fertil.*, v.111, p.41–50, 1997b.

CHASE JR., C.C.; CHENOWETH, P.J.; LARSEN, R.E. et al. Growth and reproductive performance from weaning through 20 months of age among breeds of bulls in subtropical Florida. *Theriogenology,* v.47, p.723–45, 1997.

CHENOWETH, P.J.; CHASE JR., C.C.; THATCHER, M.J.D. et al. Breed and other effects on reproductive traits and breeding soundness categorization in young beef bulls in Florida. *Theriogenology,* v.46, p.1159–70, 1996.

CORRÊA, A. B. *Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã* (Bos taurus indicus) *em diferentes manejos alimentares*. 2005. 48f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte.

CURTIS, S.K.; AMANN, R.P. Testicular development and establishment of spermatogenesis in Holstein bulls. *J. Anim. Sci.*, v.53, p.1645–1657, 1981.

DODE, M.A.N.; SCHENK, J.A.P.; SILVA, A.E.D.F. Determinação da puberdade em machos Nelore e Mestiços. *Rev. Bras. Reprod. Anim*., v. 1, supl., p.185, 1989.

EVANS ACO, DAVIES FJ, NASSER LF, BOWMAN P, RAWLINGS NC. Differences in early patterns of gonadotrophin secretion between early and late maturing bulls, and changes in semen characteristics at puberty. *Theriogenology*, v.43, p.569–578, 1995.

FIELDS, M.J.; BURNS, W.C.; WARNICK, A.C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. *J. Anim. Sci.*, v. 48, p. 1299-1303, 1979.

FIELDS, M.J., HENTGES JR, J.F., CORNELISSE, K. Aspects of sexual development of Brahman versus Angus bulls in Florida. *Theriogenology*, v.18, p.17–31, 1982.

FRENEAU, G.E.; GUIMARÃES, J.D.; VALE FILHO, V.R. et al. Pubertal and post-pubertal development in Gyr zebu bulls in Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ANIMAL REPRODUCTION, 12., 1992. The Hague. *Proccedings*… The Hague, 1992. p.1981-1984.

FRENEAU, G.E.; VALE FILHO, V.R.; MARQUES JR., A.P.; MARIA, W.S. Puberdade em touros Nelore criados em pasto no Brasil características corporais, testiculares e seminais e de índice de capacidade andrológica por pontos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p.1107-1115, 2006.

FOOTE, R.H.; SEIDEL, J.R.; HANH, J. et al. Seminal quality, spermatozoal outpost, and testicular changes in growing Holstein bulls. *J. Dairy Sci.*, v.60, p.85-88, 1976.

GODINHO, H.P. Puberdade em bovinos Gir estimada pela análise de sêmen. *Arq. Esc. Vet. UFMG*, v.22, p.165-169, 1970.

GARCIA, J.M.; PINHEIRO, L.E.L.; OKUDA,H.T. Body development and semen physical and morphological caracteristics of young Guzera bulls. *Ars. Vet.*, v.3, p.47-53, 1987.

GUIMARÃES, J.D. 1993. *Puberdade e maturidade sexual em touros da raça Gir criados em condições semiextensivas.* Dissertação (Mestrado em Medicina veterinária) Belo Horizonte, Brasil: Escola de veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais..

IGBOELI, G.; RAKHA, A.M. Puberty and related phenomena in Angoni (short horn zebu) bulls. *J. Anim. Sci.*, 33:647–650, 1971.

JIMÉNEZ, S.H. Sexual development in dairy bulls in Mexican tropics. *Theriogenology*, v.58, p.921-932, 2002.

JORGE JR, J., PITA, F.V.C.; FRIES, L.A. et al. Influência de alguns fatores de ambiente sobre os escores de conformação, precocidade e musculatura à desmama em um rebanho da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1697-1703, 2001.

LUNSTRA, D.D.; ECHTERNKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: acrosome morphology and semen quality in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.*, v.55, p.638–48, 1982.

LUNSTRA, D.D.; FORD, J.J.; ECHTERKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: Hormone cocentration, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci*., v.46, p.1054-1062, 1978.

MAKARECHIAN, M.; FARID, A.; BERG, R.T. Scrotal circumference, semen characteristics, growth parameters and their relationships in young beef bulls. *Can. J. Anim. Sci.*, v.65, p.789-798, 1985.

MANUAL para exame andrológico e avaliação de semen animal. Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p.

OYEDIPE, E.O.; KUMI DIAKA, J.; OSORI, D.I.K. Determination of onset of puberty in zebu bulls under tropical conditions of Northern Nigeria. *Theriogenology*, v.16, p.419-430, 1981.

PRUITT, R.J.; CORAH, L.R.; STEVENSON, J.S. et al. Effect of energy intake after weaning on the sexual development of beef bulls. II. Age at first mating, age at puberty, testosterone and scrotal circumference. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.579–85, 1986.

RAWLINGS, N.C.; FLETCHER, P.W.; HENRICKS, D.M. et al. Plasma luteinizing hormone (LH) and testosterone levels during sexual maturation in beef bull calves. *Biol. Reprod.*, v.19, p.1108–1112, 1978.

ROCHA, A.; CAPERNA, M.; TRIPLETT, B. et al. Effect of ruminally undegradable protein from fish meal on growth and reproduction of peripuberal Brahman bulls. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.947–53, 1995.

SILVA-MENA, C. Peripubertal traits of Brahman bulls in Yucatan. *Theriogenology*, v.48, p.675-685, 1997.

SCHMIDT-HEBBEL, J.; TONIOLLO, G. H.; LEITE, F.G. et al. Características físicas e morfológicas de sêmen de touros jovens das raças Gir, Guzerá, Nelore (*Bos taurus indicus*) e Caracu (*Bos taurus taurus*). *Arq.*

Bras. Med. Vet. Zootec.,v.52, p. 461-467, 2000.

TORRES JÚNIOR, J.R. Desenvolvimento ponderal e sexual de machos da raça Guzerá (Bos taurus indicus). 2004. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

TORRES JÚNIOR, J.R.; HENRY, M. Sexual development of Guzerat (Bos Taurus indicus) bulls raised in a tropical region. *Anim. Reprod.*, v.2, p.114-121, 2005.

TROCÓNIZ, J. F.; BELTRÁN, J.; BASTIDAS, H. et al. Testicular development, body weigh changes, puberty and semen traits of growing Guzera e Nelore bulls. *Theriogenology,* v. 35, p. 815-826, 1991.

VALE-FILHO, V.R.; ANDRADE, V.J.; SALVADOR, D.F. et al. Prevalência de tourinhos da raça Tabapuã precoces e superprecoces (um e dois anos de idade), com base no perfil andrológico, submetidos a dois manejos nutricionais, na região de Nanuque, MG. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.27, p.178-179, 2003.

VALE FILHO, V. R.; FONSECA, V. O.; FRENEAU, G. E. Desenvolvimento testicular e maturidade sexual em bovinos. In: Cad. Tec. Esc. Vet., 8, UFMG, p.63-75, 1993.

WOLF, F.R.; ALMQUIST, J.O.; HALE, E.B. Prepuberal behavior and pubertal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. *J. Anim. Sci.*, v.24, p.761-764, 1965.

Experimento III

Relação entre o Perímetro escrotal e Parâmetros da Qualidade do Sêmen em Touros da raça Guzerá, da puberdade até os 36 meses de idade, criados no cerrado mineiro.

Resumo

O objetivo deste estudo foi verificar a associação entre o tamanho do perímetro escrotal e as características físicas e morfológicas dos ejaculados em 191 touros da raça guzerá. Os touros foram divididos por faixas etárias dos 12 aos 36 meses de idade. As mensurações de perímetro escrotal e medidas testiculares seguem a metodologia descrita no capítulo 2. Os animais que apresentaram perímetro escrotal≥ 19 cm foram submetidos à coleta de sêmen utilizando -se estímulo eletro-ejaculatório. Foram avaliadas as características espermáticas dos ejaculados como motilidade, vigor e também realizadas avaliações de concentração espermática e a presença de células arredondadas. A correlação do perímetro escrotal com a motilidade espermática por faixa etária foi positiva r=0.94; (P<0, 005). Neste estudo foi observado que a presenças de espermatozóides com gota citoplasmática proximal, células arredondadas no ejaculado e defeitos de cabeça dos espermatozóides são as características de avaliação objetiva que mais poderiam ser utilizados para seleção de precocidade da produção espermática em machos bovinos. Pode ser concluído que a normalidade da produção espermática na raça Guzerá considerando conjuntamente todos os parâmetros representativos de maturidade do processo da produção espermática foi atingida com idade acima de 28 meses e perímetro escrotal acima de 30 cm.

Palavras chave: Perímetro Escrotal, Características Seminais, Testículo, Touros, Guzerá.

Relationship between scrotal circumference and parameters of semen quality in Guzerat bulls from puberty to 36 months of age raised pasture in the savanah.

Abstract

The aim of this study was to investigate the association between the size of the scrotal circumference and physical characteristics of semen and sperm morphology in 191 bulls of Guzerat breed. The bulls were divided by age groups from 12 to 36 months of age. Measurements of scrotal circumference and testicular measures followed the methodology described in Chapter 2. The animals with scrotal circumference ≥ 19cm were subjected to semen collection using electro-stimulation ejaculation. It had been evaluated the characteristics of semen as sperm motility, vigor and also assessments of sperm concentration and the presence of rounded cells. The correlation between scrotal circumference with sperm motility by age group, was positive (r = 0.94, P <0.005). The present study demonstrated that the presence of sperm with proximal cytoplasmic droplet, round cells in the ejaculate and defective sperm-head are the characteristics of objective assessment which could be used for precocity selection of sperm production in male. It can be concluded that the normality of sperm production in Guzerat breed considering also all representative parameters of the maturity process of sperm production was reached over the age of 28 months and the scrotal circumference above 30 cm.

Key words: Scrotal Circumference, Seminal Traits, Testis, Bulls, Guzerat.

Introdução

Na seleção de reprodutores, além das características zootécnicas tais como peso corporal (numa determinada idade), qualidade de carcaça e tipo racial, deve-se dar ênfase à saúde reprodutiva dos animais, com avaliações clínicas que mostrem a normalidade dos órgãos reprodutivos e se há habilidade sexual, pela capacidade quantitativa e qualitativa da produção de espermatozóides aptos à fecundação (Corrêa, 2006).

Para avaliar a capacidade reprodutiva dos touros, têm sido propostos vários parâmetros envolvendo as medidas testiculares e a qualidade do sêmen (Silva et al., 1993). A utilização do perímetro escrotal nos diferentes sistemas de avaliação e seleção de reprodutores deve-se em grande parte a herdabilidade alta e moderada desta característica (Lunstra, 1978; Brinks, 1994; Bergmann et al., 1997Oliveira et al., 2007; Gressler, 2000). O perímetro escrotal tem sido o parâmetro mais utilizado, principalmente em função da facilidade de medição, cujo tamanho foi relacionado à quantidade em volume da área ocupada pelo tecido testicular responsável pela produção de andrógenos (Lunstra et al., 1978) e espermatozóides (Aman, 1962).

Hahn et al. (1969) verificaram correlação positiva entre a mensuração testicular e a concentração espermática (r = 0,81) em touros da raça Holandesa, sendo esta correlação mais alta nos animais jovens (1a 2 anos), tendendo a diminuir (r = 0,22) com a idade (6 a 12 anos).

Estudos relacionando as medidas de perímetro escrotal com as características da qualidade do sêmen foram realizados por diversos autores (Carter et al., 1980; Smith et al., 1981; Smith et al., 1989; Knights et al., 1984) em *Bos taurus* e em *Bos indicus* (Silva, 1998; Unaniam, 2000; Silva et al., 2002). Especificamente, Quirino (1999) e Sarreiro et al. (2002) demonstraram a utilização da medida do perímetro escrotal como ferramenta de seleção indireta de reprodutores bovinos, observando ser uma medida de correlação favorável com qualidade seminal.

Adicionalmente, foi relatado por Bergmann et al. (1997) que o perímetro escrotal está positivamente associado às características do sêmen como volume, vigor, concentração e motilidade dos espermatozóides.

Bertschinger et al., 1992 observaram, em trabalho realizado com animais aos 18 meses de idade, uma relação curvilínea ($P<0,001$) entre o perímetro escrotal e a morfologia espermática, em que testículos com perímetros escrotais de 38 ± 1cm produziram sêmen com altas taxas (80%) de espermatozóides normais.

Palasz et al. (1994) verificaram em touros *Bos taurus*, correlação do perímetro escrotal dos animais com a produção diária de espermatozóides, os animais de perímetro escrotal maior que 31cm apresentaram maior produção espermática que os animais com perímetro menor que 30cm.

O presente estudo tem como objetivo a caracterização da expressão de alguns parâmetros reprodutivos, dentre eles, o perímetro escrotal na raça Guzerá e avaliar sua relação com a produção e a qualidade espermática do período da puberdade até os 36 meses. O intuito é identificar a cronologia da expressão de parâmetros espermáticos da puberdade até aos 36 meses utilizando como modelo os animais criados no cerrado brasileiro a pasto, com suplementação não volumosa na seca.

Material e Métodos

O local da realização do experimento, as características gerais, a avaliação andrológica, a avaliação da biometria testicular e o perímetro escrotal, estão descritos nos capítulos II e III.

Avaliação da produção e qualidade espermática

A primeira tentativa de coleta de sêmen foi realizada quando os animais atingiram perímetro escrotal próximo aos 19 cm. Valores de perímetro escrotal abaixo desta medida não foram associados à presença de espermatozóides no ejaculado (dados próprios na raça Guzerá – Henry et al., 2007; Carmo et al., 2007). A tentativa de coleta foi realizada a cada três meses em todos os animais. O método de coleta foi por eletroejaculação, procurando-se, quando ocorreu turvação da amostra, manter a estimulação elétrica até o clareamento da mesma. Os

animais que não respondiam ao primeiro estímulo eram imediatamente submetidos à outra tentativa.

A avaliação da motilidade e vigor foram realizadas de imediato pela deposição de uma alíquota de sêmen entre lâmina e lamínula previamente aquecida a 37°C e levadas à microscopia de luz com aumento de 100 a 400x. A motilidade foi expressa como o percentual de espermatozóides móveis e o vigor, representado pela força do movimento e a velocidade dos espermatozóides, foi classificado numa escala de zero a cinco onde zero caracteriza a ausência de movimento e cinco um movimento vigoroso e veloz dos espermatozóides segundo o CBRA (1998).

Foram também realizadas avaliações de aspecto e a presença de células arredondadas. O aspecto foi determinado subjetivamente pelo grau de turgidez da amostra categorizando-se 0 em amostras de sêmen transparente ou aquoso (ausência de espermatozóides) e 6 quando as amostram tinham o aspecto leitoso e cremoso, representando amostra com elevado número de espermatozóides. A presença de células arredondadas no ejaculado foi avaliada no momento da avaliação da motilidade. A quantidade foi registrada seguindo uma escala de escore variando de 0 a 6. O valor zero foi usado na ausência deste tipo de células e 6 quando a proporção células arredondadas / espermatozóide foi superior a 0,5 (50%) considerando a avaliação em pelo menos cinco campos visuais em microscopia de luz com aumento de 100 a 400x.

Para a avaliação da morfologia espermática foram utilizadas alíquotas de sêmen preservadas em solução formol-salina tamponada (Hancock, 1957), mantida resfriada a 5°C até a avaliação. Para a avaliação, foi empregada a técnica de preparação úmida e análise de espermatozóides em microscopia de contraste de fase com aumento de 1000x. As anormalidades espermáticas foram registradas seguindo a localização das mesmas em anormalidades de cabeça, peça intermediária e peça principal.

Parâmetros – definição de puberdade

A ocorrência da puberdade foi considerada a partir do momento em que o animal apresentou pelo menos um espermatozóide com motilidade progressiva, após coleta por eletro-ejaculação, segundo descrito por Garcia et al. (1987).

Análise estatística

Para a formação de arquivos, consistência e análise descritiva dos dados foram utilizados procedimentos contidos no pacote estatístico SAS (1996). Para análise estatística dos dados foram calculadas as médias simples das características avaliadas e seus respectivos desvios-padrão. Foi utilizada estatística descritiva para caracterização das respostas avaliadas, como a identificação da cronologia do início da produção espermática. Foram realizadas regressões em função do perímetro escrotal com todos os parâmetros espermáticos, empregando-se o programa Sigma Plot versão 10.0 (Copright © - Systat Software, INC. 2006), para caracterização das respostas avaliadas. Foram também determinados os coeficientes de correlação de Pearson para respostas paramétricas como idade, perímetro escrotal e Spearman para respostas não paramétricas (motilidade, vigor, concentração, células arredondadas, e defeitos de cabeça), já para os defeitos de peça intermediaria e defeitos de peça principal, foram realizados a transformação angular para ajuste da normalidade empregando-se a função de Arco-seno da raiz, obtendo resposta paramétrica. Os coeficientes de correlação entre as variáveis de acordo com a normalidade de cada resposta foram avaliados segundo o método descrito por Sampaio (2002).

Resultados

Após a detecção dos primeiros espermatozóides móveis foi estudada a evolução das diferentes características físicas dos ejaculados dos machos avaliados durante a fase pós-puberal, em diferentes intervalos de idade, conforme apresentado nas Figuras 1 a 5. Observou-se um aumento gradativo da motilidade, vigor e concentração espermática com a idade.

Com o avançar da idade dos animais pode-se verificar o aumento do perímetro escrotal segundo o descrito e observado no capítulo II.

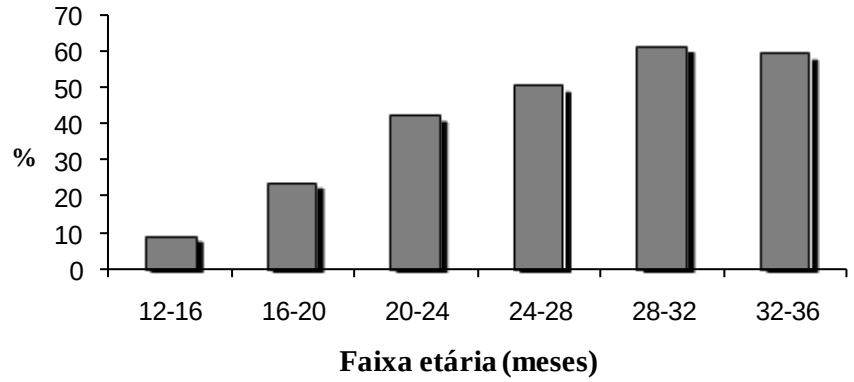


Figura 1. Motilidade espermática nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá.

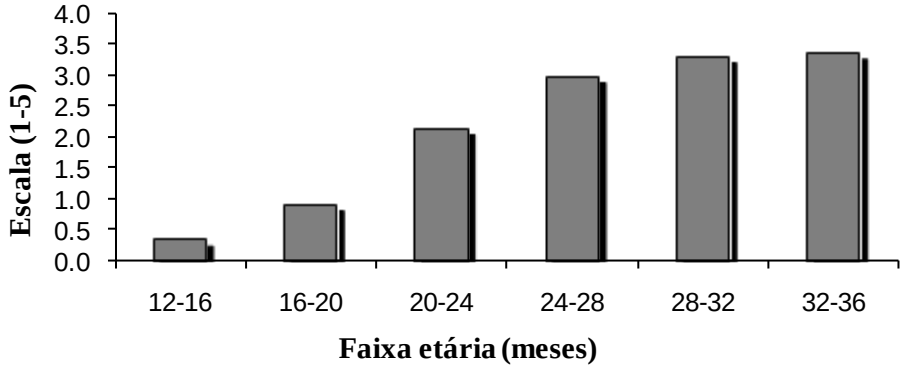


Figura 2. Vigor espermático nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá.

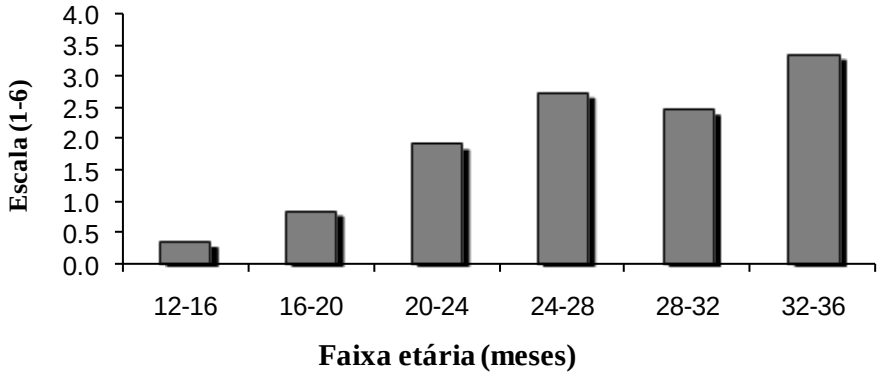


Figura 3. Concentração espermática nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá.

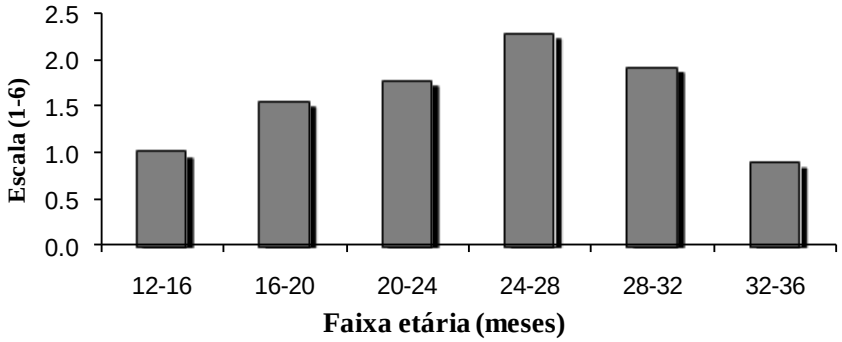


Figura 4. Células arredondadas nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá.

Pôde-se observar a presença de células arredondadas em 129 animais o que corresponde a 67,53% dos 191 machos avaliados. A presença destas células no ejaculado foi observada a partir da detecção das primeiras células espermáticas e em múltiplas ocasiões até em tentativas de coletas precedentes à identificação de células espermáticas. Com o incremento da produção espermática observou-se uma queda gradativa das células arredondadas estando ausente na maioria dos ejaculados de machos mais próximos à maturidade sexual. Na figura 5 esta apresentada o escore da concentração de células espermáticas observadas por faixa etária.

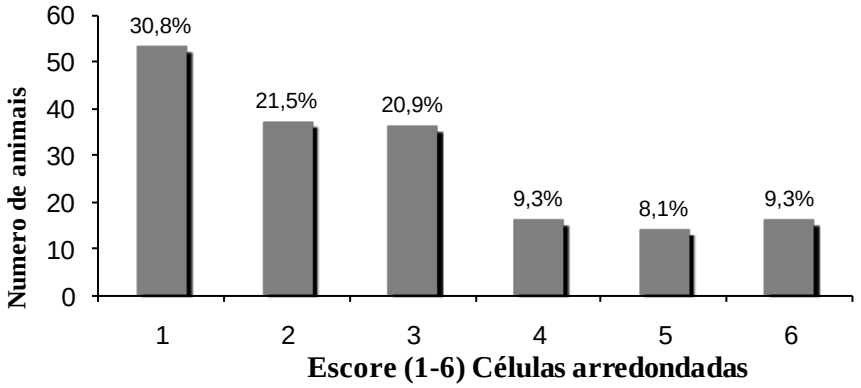


Figura 5. Numero e frequência de animais de acordo com escore de células arredondadas de touros jovens da raça Guzerá

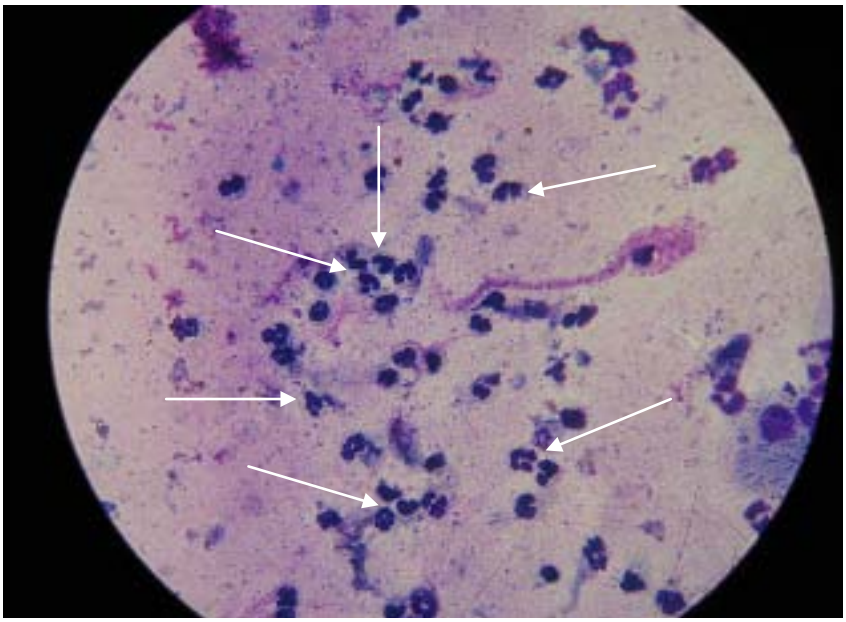


Figura 6. Células arredondadas (polimorfo nucleares) presentes no ejaculado de macho da raça Guzerá na fase pré-puberal. Setas indicam a presença destes tipos celulares corados com a técnica de H&E.

As frequências de defeitos espermáticos e de espermatozóides normais por faixa etária estão apresentadas na Tabela 1. Esta tabela apresenta com maior detalhamento as frequências dos defeitos morfológicos (cabeça, acrossoma, peça intermediária e peça principal) nas diferentes faixas etárias em touros jovens da raça Guzerá.

Tabela 1. Frequências dos defeitos morfológicos (cabeça, acrossoma, peça intermediária e peça principal) nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá.

Variáveis	**Categoria (meses)**					
%	**12-16**	**16-20**	**20-24**	**24-28**	**28-32**	**32-36**
Delg	0,86	0,69	1,98	1,61	2,53	2,49
Piriforme	9,29	3,31	0,69	0,80	0,51	0,27
Pequeno	0,14	0,00	0,38	0,18	0,02	0,00
Gigante	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04
Cabeça Sub	0,29	0,92	0,26	0,09	0,15	0,00
Cabeça Iso	2,14	4,44	2,02	1,39	1,10	1,35
Acrossoma	4,43	2,22	0,26	0,36	0,19	0,02
Cabeça Anor	0,86	0,61	0,69	0,36	1,02	0,55
Cabeça Du	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Retro A	0,29	0,03	0,14	0,39	0,69	0,20
Abaxial	1,29	1,42	0,57	0,25	0,24	0,14
PI Irr	15,86	13,89	2,50	0,58	0,61	0,12
PI Dob	2,00	2,58	2,50	1,91	1,48	0,61
GCP	48,14	41,42	28,10	15,95	3,92	3,43
GCD	0,29	1,06	1,79	1,63	1,38	1,80
PP Dob	0,14	1,22	4,17	2,24	1,00	1,08
PP Enr	0,00	1,97	4,83	1,78	0,71	0,80
Cabeça DGCP	4,86	0,92	0,33	0,22	0,52	0,00
SPTZ Nor	15,71	24,00	46,98	68,81	82,89	87,02

Delgado na base; Cabeça Sub; Cabeça Isolada; Cabeça Anormal; Cabeça dupla; Retro Axial; Peça Intermediaria Irregular; Peça Intermediaria Dobrada; Gota Citoplasmática Proximal; Gota Citoplasmática Distal; Peça Principal Dobrada; Peça Principal Enrolada, Cabeça Delgada com Gota Citoplasmática Proximal; Espermatozóides Normais.

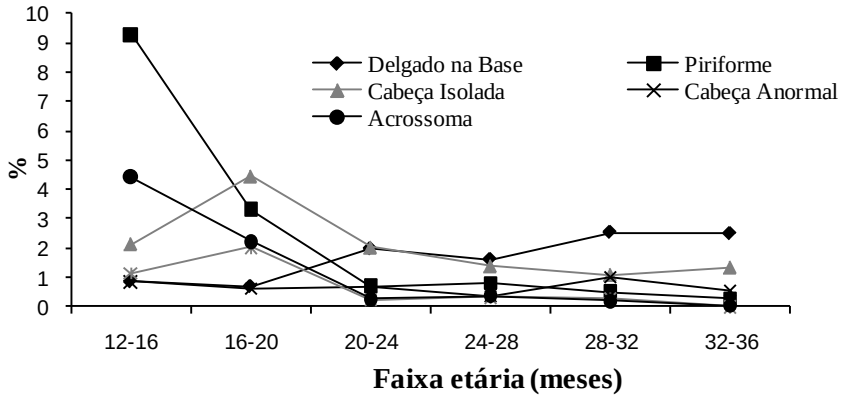


Figura 7. Defeitos morfológicos (cabeça e acrossoma) pelas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá.

Dentre as anormalidades espermáticas, com relação a defeitos de cabeça e acrossoma podemos verificar que à medida que os animais se aproximam da maturidade sexual estes defeitos diminuem significativamente.

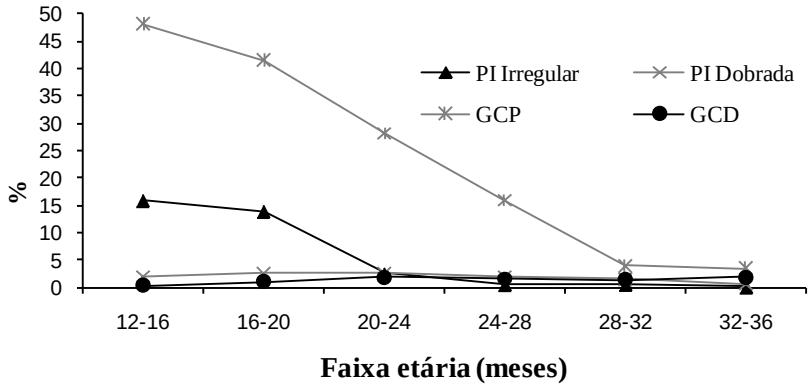


Figura 8. Defeitos morfológicos (peça intermediária) nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá.

Dentre as anormalidades espermáticas localizadas em nível da peça intermediária, podemos verificar que a gota citoplasmática proximal é a que se apresenta em maior percentual nas diferentes faixas etárias, podendo ser encontrada em até 48,1% no ejaculado de animais com idade entre 12 e 16 meses.

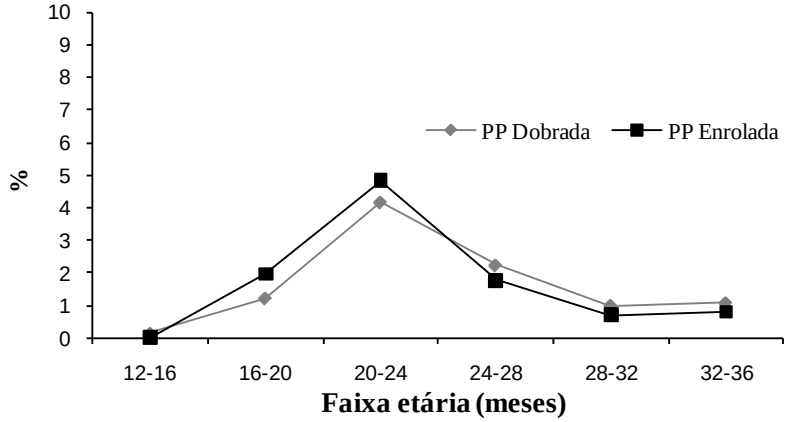


Figura 9. Defeitos morfológicos (peça principal) nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá.

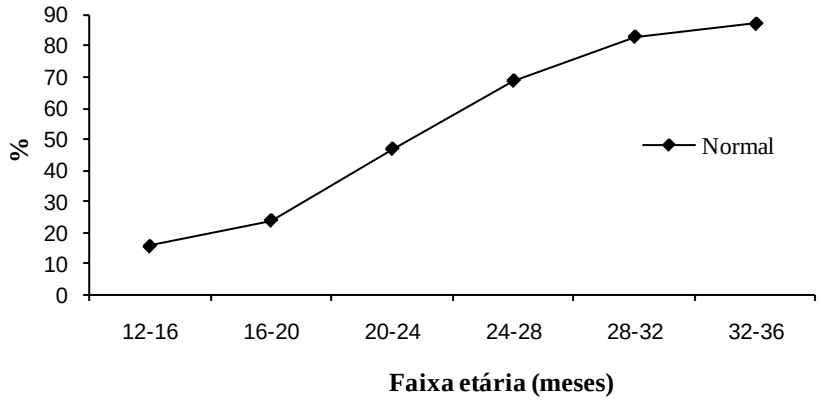
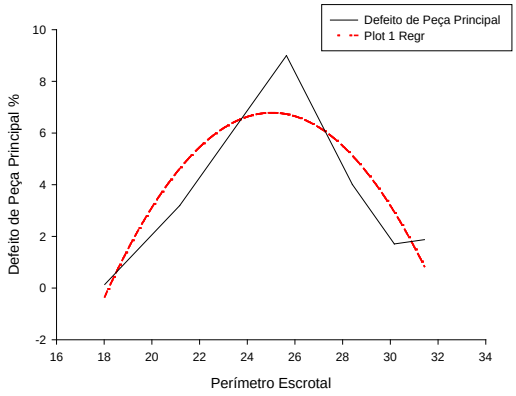


Figura 10. Espermatozóides normais nas diferentes faixas etárias de touros jovens da raça Guzerá.

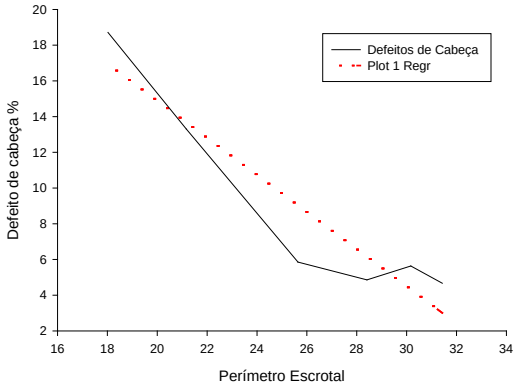
À medida que os animais progridem em idade a frequência de espermatozóides normais aumenta gradativamente. No grupo de animais de 28 a 32 meses a percentagem de anormalidades espermáticas está abaixo dos 30%.

No presente trabalho foi observado que o perímetro escrotal, idade, motilidade, vigor, e concentração espermática, estão fortemente associadas em touros Guzerá sendo r =0,97 para idade, r = 0,94 para motilidade, r =1,00 para vigor, e r =0,94 para concentração espermática (P<0, 0001). Foram observadas correlações altas e negativas para os defeitos de cabeça r = -0,94 e peça intermediaria r = -0,98 (P<0, 0001), já com relação às células arredondadas não foram observadas associações com as variáveis estudadas.



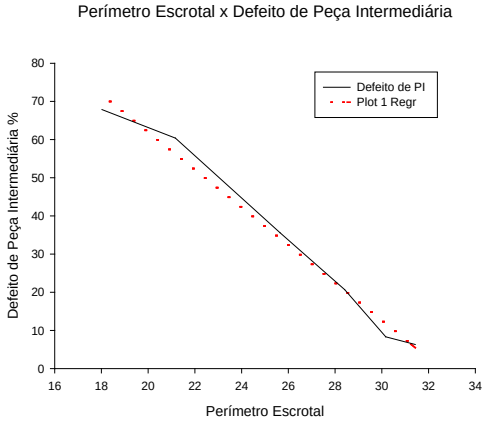
$$\hat{Y} = -84{,}13 + 7{,}26X - 0{,}1452X^2 \quad (R^2=0{,}76)\ (P<0{,}001)$$

Figura 11. Defeitos de peça principal em função do perímetro escrotal.



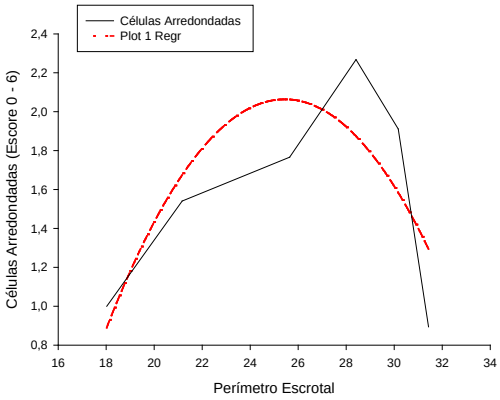
$$\hat{Y} = 35,62 - 1,03X \ (R^2=0,88) \ (P<0, 001)$$

Figura 12. Defeitos de cabeça em função do perímetro escrotal.



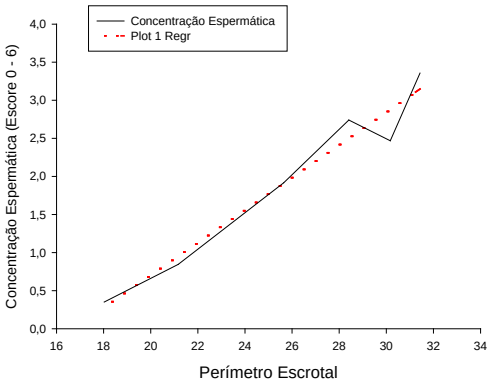
$$\hat{Y} = 160,52 - 4,93X \ (R^2=0,98) \ (P<0, 001)$$

Figura 13. Defeitos de peça intermediária em função do perímetro escrotal.



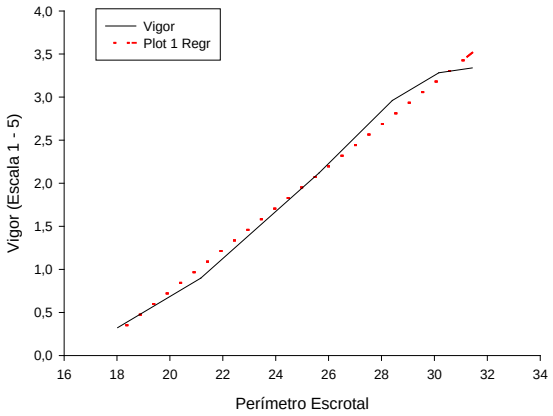
$$\hat{Y} = - 11,76 + 1, 087X – 0, 021X^2 \ (R^2=0,62) \ (P<0, 001)$$

Figura 14. Células arredondadas em função do perímetro escrotal.



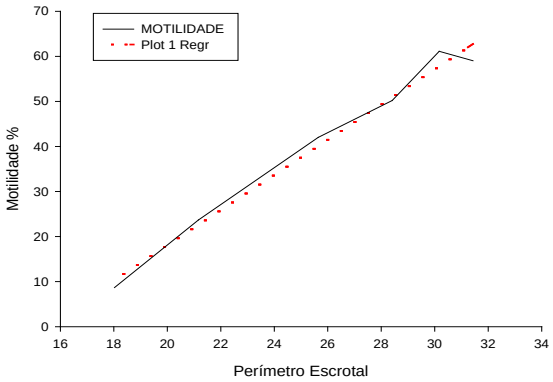
$$\hat{Y} = -3,56 + 0,21X \ (R^2=0,95) \ (P<0,001)$$

Figura 15. Concentração espermática em função do perímetro escrotal.



$$\hat{Y} = -4,08 + 0,241X \ (R^2=0,96) \ (P<0,001)$$

Figura 16. Vigor espermático em função do perímetro escrotal.



$$\hat{Y} = -59,92 + 3,90X \ (R^2=0,98) \ (P<0,001)$$

Figura 17. Motilidade espermática em função do perímetro escrotal.

Discussão

A seleção de animais para reprodução visa atualmente não só a qualidade seminal, mas a precocidade dos reprodutores, daí a importância de estudar características que possam estimar qualidade seminal em grupos de animais que ainda não atingiram a maturidade sexual, podendo-se, desta forma, predizer o futuro potencial reprodutivo dos mesmos. O perímetro escrotal é um importante parâmetro utilizado na avaliação do potencial reprodutivo de touros adultos, por apresentar correlações com determinadas características seminais (Gilardi et al., 2001).

Pode-se observar que atingida à puberdade, a motilidade, o vigor e a concentração espermática aumentaram gradativamente com a idade. Estas características são comuns ao período pós-puberal quer seja em *Bos taurus taurus* (Wolf et al., 1965; Lunstra et al 1978; Pruitt et al., 1986; Chase et al., 1997) como *Bos taurus indicus* (Guimarães, 1993; Vale Filho et al., 1997; Cartazo et al., 2001; Salvador, 2001; Dias et al., 2004; Torres, 2004; Torres & Henry, 2005; Souza, 2007; Carmo, 2008; Dias, 2008). Na população analisada a partir da categoria de idade de 24 aos 28 meses em diante pode se observar que os valores para motilidade e vigor espermáticos atingiram um patamar considerado adequado para reprodutores (CBRA, 1998). Valores de motilidade espermática aceitáveis são atingidos após a puberdade na faixa de idade de 9 aos 12 meses de idade em *Bos taurus taurus* (Wolf et al., 1965; Chase et al., 1997; Evans et al., 1995; Jimenez-Severiano et al., 2002) e de 20 a 25 meses em *Bos taurus indicus* de várias raças (Guimarães, 1993; Vale Filho et al., 1997; Cartazo et al., 2001; Salvador, 2001; Dias et al., 2003; Torres, 2004; Torres & Henry, 2005; Souza, 2007; Carmo, 2008; Dias, 2008).

A concentração espermática apresentou valores crescentes até a última categoria de idade avaliada. A tendência da curva de concentração espermática por idade sugere que o platô da produção espermática poderia ainda não ter sido atingida aos 36 meses. Esta sugestão, no entanto, tem que ser avaliada com reserva haja vista o método de coleta de sêmen utilizado (eletroejaculação) que, dependendo da duração do estímulo, pode mudar a concentração espermática de um ejaculado que somada à metodologia subjetiva de avaliação da concentração espermática utilizada não permitiu uma avaliação mais precisa deste parâmetro. Adicionalmente esta variável sofre influência da duração do período de repouso sexual prévio à coleta seminal. A padronização desta última variável é muito complexa quando se trabalha com levantamentos feitos em propriedades particulares.

Nas raças taurinas o platô da concentração espermática foi atingida em touros *Bos taurus taurus* com idade 20 aos 22 meses (Taylor et al., 1985) enquanto nas raças zebuínas o mesmo foi atingido com idade de 40 meses (Quirino et al., 1999).

Observou-se que no período próximo a pós-puberdade a incidência de anormalidades espermáticas apresentava-se elevada. Dentre as anormalidades de morfologia, a gota citoplasmática proximal foi a mais frequente seguida por defeitos de peça intermediária (irregular), cabeça piriforme e isolada e defeitos de acrossoma. Estas anormalidades foram aquelas que considerando o decréscimo de sua frequência à medida do aumento de idade indicam que os processos de produção necessitam de um certo tempo após o início da espermatogênese para se ajustarem e entrarem em equilíbrio. O elevado percentual de gota citoplasmática no ejaculado de animais pós-púberes, também foi relatado por outros autores como (Freneau, 1991; Schmidt-Hebbel et al., 2000; Vale Filho et al., 2001 Torres e Henry, 2005; Frenau et al., 2006; Carmo, 2008). A elevada incidência de espermatozóides com gota citoplasmática proximal também é indicativo de deficiência no processo da maturação espermática que ocorre no epidídimo. A observação de incidência desta anormalidade foi à última a decrescer em níveis considerados aceitáveis comparados às demais anormalidades morfológicas dos espermatozóides sugere que o equilíbrio do processo espermatogênico precede o perfeito funcionamento do processo de maturação espermática que ocorre em nível do epidídimo.

A espermatogênese é iniciada quando ocorre um aumento na frequência de picos e na concentração da testosterona no plasma sanguíneo (Rawlings et al., 2008). As go-

nadotrofinas (LH e FSH) controlam a secreção das células de Sertoli e Leydig desde a fase pós-natal, de modo que os esteróides e fatores de crescimento secretados por estas células têm ação direta ou indireta sobre o desenvolvimento das células germinativas. Especificamente na espécie bovina, a puberdade esta associada à habilidade das células de Leydig em responder ao estímulo de LH (Boockford et al., 1983), produzindo crescentes quantidades de testosterona, que por sua vez, controla a diferenciação das células de Sertoli e, consequentemente, várias de suas funções (Griffin, 1988). Foi mostrado que o processo de liberação de gonadotrofinas e consequentemente da produção de testosterona é um processo gradativo até atingir um equilíbrio em animais de idade mais avançada (Brito, 2006; Rawlings et al., 2008). Este amadurecimento do processo de liberação hormonal deve refletir na produção espermática pelo aumento gradativo da qualidade e concentração espermática como o que foi caracterizado neste grupo de machos Guzerá.

A iniciação da produção espermática mais tardia nos Guzerá e nos zebuínos em geral de 12 aos 20 meses (Freneau, 1991; Guimarães, 1993; Schmidt-Hebbel et al., 2000; Vale Filho et al., 2001; Torres e Henry, 2005; Frenau et al., 2006; Carmo, 2008), comparada aos taurinos 6 aos 9 meses de idade (Wolf et al., 1965; Lunstra et al., 1978; Pruitt et al., 1986; Chase et al., 1997; Jimenez-Severiano, 2002), deve estar ligada a um amadurecimento mais tardio do eixo hipotalâmico-hipofisários-gonadal nos zebuínos (Brito et al., 2004). A curva de incidência de gota citoplasmática proximal estava em fase final de decréscimo na categoria de animais com 24 a 28 meses enquanto as demais patologias associadas à puberdade atingiram frequências basais em categorias de idades inferiores. Isto é indicativo que no que se refere à morfologia espermática a maturidade do processo espermatogênico e o processo de maturação espermática atingiu sua plenitude entre os 24 e 28 meses na grande maioria dos animais, servindo este parâmetro como referência para seleção de animais de maior precocidade quanto à morfologia espermática. A partir desta faixa de idade, a incidência total de anormalidades espermáticas encontradas no presente estudo estava dentro dos limites recomendados pelo (CBRA, 1998), que é de no máximo 30% de defeitos morfológicos totais.

Pode-se observar que a motilidade, vigor e concentração espermáticas aumentam gradativamente e de forma linear com o tamanho do perímetro escrotal na faixa de 18 a 32 cm. Valores considerados aceitáveis para estas três características são alcançados quando o perímetro escrotal está próximo dos 32 cm. Para esta mesma faixa de perímetro escrotal observa-se uma queda linear na incidência de defeitos de cabeça, peça intermediária e peça principal. Os defeito de cabeça (somatório de todos os tipos), no início do processo espermatogênico, apresentam valores considerados anormais comparado aos desejados em reprodutores adultos. A incidência destes na população de machos da raça Guzerá avaliados já apresentava valores próximos do desejado (<10%) com perímetro escrotal de 24 cm. A incidência de defeitos de peça intermediária também decaiu de forma linear na faixa de perímetro escrotal analisada. No entanto, apesar das anormalidades de peça intermediária decair gradativamente com ao aumento do perímetro escrotal os índices alcançados no pico da ocorrência não alcançaram uma faixa de valores que potencialmente poderia interferir na fertilidade dos machos. O mesmo raciocínio pode ser aplicado à incidência de defeitos de peça principal no ejaculado que foi caracterizada por uma equação $\hat{Y}$ = - 84,13 + 7,26X - 0, 1452X^2 (R^2=0,76) (P<0, 001). Os maiores valores para esta característica ocorreu em uma faixa de perímetro escrotal de 24 aos 28 meses, regredindo gradativamente com perímetros escrotais maiores. Portanto, a incidência de anormalidades da cabeça do espermatozóide e da incidência de gota em função de uma idade determinada pelo perímetro escrotal poderia ser utilizada como parâmetros para analisar a precocidade ou não do processo de equilíbrio do processo espermatogênico e de maturação espermática no epidídimo. A faixa de perímetro escrotal entre 24 e 26 cm poderia ser usada para estas duas características espermáticas para comparar o grau de maturidade da produção espermática entre contemporâneos.

Foram observadas desde o início da proximidade e início da puberdade células

arredondadas no ejaculado. Em alguns machos a presença das mesmas ocorreu inclusive antes da detecção das células espermáticas. É possível especular quer seja pela incidência e período de ocorrência por faixa etária ou em relação a perímetro escrotal que a presença destas células por sua característica transitória estava associada ao processo da puberdade.

As células foram identificadas com sendo polimorfos nucleares (células de defesa) neutrófilos não tendo sido associado à presença delas a qualquer processo inflamatório em qualquer segmento dos órgãos genitais. Em humanos (Johanisson et al., 2000) e em animais a presença deste tipo celular foi associada a processos inflamatórios de partes dos órgãos genitais. Não foi encontrado na literatura qualquer referencia à presença deste tipo celular associado ao processo de puberdade em animais de origem zebuíno. Por ser sua presença transitória e não sendo as mesmas identificadas em idades mais avançadas ou com perímetros escrotais maiores do que 32 cm fica a especulação de que as mesmas poderiam estar caracterizando uma fase de ajuste do sistema genital à presença de espermatozóides nos ductos do sistema genital por onde transitam as células espermáticas. As células espermáticas, por terem um número de cromossomas diferentes ao das células somáticas do organismo são consideradas estranhas ao mesmo podendo caracterizar o incremento temporário deste tipo celular uma resposta de ajuste do organismo, particularmente do sistema genital ao transito de células consideradas "estranhas". Não foi possível realizar um estudo mais aprofundado do local de origem das mesmas as que poderia auxiliar no entendimento dos mecanismos e na interpretação do significado da presença das mesmas. É esperado, baseando-se nas observações do presente experimento, que ejaculados de animais com perímetro escrotal acima dos 28 cm deveriam ter poucos ou até estarem livres da presença destas células

Conclusão

- As características de motilidade, vigor, concentração espermáticas, anormalidade de cabeça de espermatozóide, peça intermediária e presença de gotas citoplasmáticas e a presença de células arredondadas no ejaculado foram características associadas ao processo de maturação da produção espermática posterior a ocorrência da puberdade;

- As características de motilidade, vigor, concentração, espermáticas, anormalidade de cabeça de espermatozóide, peça intermediária e presença de gotas citoplasmáticas e a presença de células arredondadas no ejaculado variaram com a idade e o perímetro escrotal no período próximo pós-puberal;

- Pela ordem, a presenças de espermatozóides com gota citoplasmática proximal, células arredondadas no ejaculado e defeitos de cabeça dos espermatozóides são as características de avaliação objetiva que mais poderiam ser utilizados para seleção de precocidade da produção espermática em machos bovinos;

- A normalidade da produção espermática na raça Guzerá considerando conjuntamente todos os parâmetros representativos de maturidade do processo da produção espermática foi atingida com idade acima de 28 meses e perímetro escrotal acima de 30 cm.

Considerações finais

O uso de uma equação de regressão, particularmente a Logística, permite descrever melhor o crescimento testicular dentro de uma população de touros, e desta forma da melhor confiabilidade quando se deseja selecionar machos mais precoces.

O perímetro escrotal pode ser utilizado como parâmetro exclusivo de seleção de reprodutores jovens da raça Guzerá. Na avaliação comparativa de machos contem-

porâneos a simples comparação do perímetro escrotal em uma dada idade já é um bom método de seleção de animais com melhor potencial reprodutivo.

Referencias bibliográficas

AMAN, R.P. Reproductive capacity of dairy bulls. IV. Spermatogenesis and testicular germ cell degeneration. *Amer. J. Anatomy*, v.110, p.69-78, 1962.

BAILEY, T. L.; HUDSON, R. S.; POWE, T. A. et al. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining volume and weight in vivo. *Theriogenology*, v. 49, p.581-598, 1998.

BAILEY, T.L.; MONKE, D.; HUDSON, R.S. et al. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. *Theriogenology*, v.46, p.881-887, 1996.

BARTH, A.D.; OKO, R.J. *Abnormal morphology of bovine spermatozoa.* Ames: Iowa State University Press, 1989. 348p.

BERGMANN, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; VALE FILHO, V.R. et al. Herdabilidades e correlações genéticas entre medições testiculares e características espermáticas em touros Nelore. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, v.5, p.473-475, 1997.

BERTSCHINGER, H.J.; EHRET, W.J.; WOOD, R. et al. Beef bull performance, scrotal circumference and semen quality. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL REPRODUCTION, 12, 1992, The Hague. Proceedings...The Hague: University of Waageningen, 1992. p.1525-1527

BOOCKFOR, F.R.; BARNES, M.A.; DICKEY, J.F. Effects of unilateral castration and unilateral cryptorchidism of the Holstein bull on *in vitro* Leydig cell response. *J. Anim. Sci.*, v.56, p.1386-1392, 1983.

BRINKNS, J.S. Relationship of scrotal circunference to puberty and subsequent reprodutive performance in male and female offspring. In: FIELDS, M.J e SAND, R.S. Factors affecting calf crop. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1994. Pag. 363-370.

BRITO, L.F.C. *Nutrition, metabolic hormones, and sexual development in bulls*. 179f. Doutorado - University of Saskatchewan, Saskatoon. 2006.

BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; UNANIAN, M.M. et al. Sexual development in early- and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus x Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. *Theriogenology*, v.62, p.1198-1217, 2004.

CARMO, A. S.; OSÓRIO, J. P.; GOMES, R. S. Parâmetros do desenvolvimento de machos Guzerá criados na região do cerrado a pasto com suplementação volumosa na seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL,17, 2007, Curitiba, PR, Anais... p.48.

CARMO, A.S. *Avaliação do desenvolvimento testicular de machos da Raça guzerá do nascimento aos 30,0 meses de idade, através da ultra-sonografia, biometria e avaliação espermática.* 2008. 89f. Dissertação (Mestrado)– Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

CARTAXO, W.O., PEÑA-ALFARO C.E., BACALHAU A. et al. Parâmetros seminais e perímetro escrotalde touros jovens da raça Guzerá criados no Estado da Paraíba. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.25, p.214-215, 2001.

CHASE JR, C.C.; CHENOWETH, P.J.; LARSEN, R.E. et al. Growth and reproductive development from weaning through 20 months of age among breeds of bulls in subtropical Florida. *Theriogenology*, v. 47, p. 723-745, 1997.

CHENOWETH, P.J.; CHASE JR, C.C.; LARSEN, R.E. et al. The assessment of sexual performance in young *Bos taurus* and *Bos indicus* beef bulls. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v.48, p.225-235, 1996.

CORRÊA, A.B.; VALE FILHO, V.R.;

CORRÊA, G.S.S. et al. Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã (*Bostaurus indicus*) em diferentes manejos alimentares. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p.823-830, 2006.

DAS, S.K.; TOMER, O.S. Studies on testicular biometry and semen quality in cattle and buffalo. *Indian Journal of Dairy Science*, v.48, p.78-81, 1995.

DIAS, J.C. *Aspectos andrológicos, biometria testicular e parâmetros genéticos de características reprodutivas de touros Nelore, de dois e três anos de idade, criados extensivamente no Mato Grosso do Sul*. 2004. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte.

DIAS, J.C. *Comportamento sexual, concentrações periféricas de testosterona e perfil cromatográfico de proteínas do sêmen com afinidade a heparina, em touros jovens da raça Guzerá*. 2008. 110p. Doutorado – Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

DIAS, J.C. Comportamento sexual, concentrações periféricas de Testosterona e perfil cromatográfico de proteínas do Sêmen com afinidade a heparina, em touros jovens da raça Guzerá. 2008. 111f. Doutorado – Escola de veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

EVANS A.C.O.; DAVIES, F.J.; NASSER, L.F. et al. Differences in early patterns of gonadotrophin secretion between early and late maturing bulls, and changes in semen characteristics at puberty. *Theriogenology*, v.43, p.569–78, 1995.

FIELDS, M.J., BURNS, W.C., WARNICK, A.C. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. *J. Anim. Sci.*, v.48, p.1299-1303, 1979.

FONSECA, V.O.; VALE FILHO, N.R.; MIES FILHO, A. Procedimentos para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1992, 79p.

FRENEAU, G.E. *Desenvolvimento reprodutivo de tourinhos Holandeses-PB e mestiços Holandeses-Gir desde os seis aos 21 meses de idade (Puberdade e póspuberdade)*. 1991. 194p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte.

FRENEAU, G.E.; VALE FILHO, V.R.; MARQUES Jr., A.P. et al. Puberdade em touros Nelore criados a pasto no Brasil: características corporais, testiculares, seminais e índice de capacidade andrológica por pontos (ICAP). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*., v.58, p.1107-1115, 2006.

GILARDI, S.G.T.; PINHO, T.G.; MARTINS, C.B. Perímetro escrotale características do sêmen de touros Nelore aos 18 meses de idade. *Rev. Bras. Cienc. Vet*., v.8, p.13-15, 2001.

GRESSLER, S.L.; BERGMANN, J.A.G.; PEREIRA, C.S. et al. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas nas fêmeas Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.427-437, 2000.

GRIFFIN, J.E. Male reproductive function. In: GRIFFIN, J.E.; OJEDA, S.R (Eds.). Textbook of endocrine physiology. New York: Oxford University Press, 1988. p.165-185.

GUIMARÃES, J.D. Puberdade e maturidade sexual em touros da raça Gir criados em condições semi-extensivas. 1993. 85f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte.

HAHN, J.; FOOTE, R.H.; SEIDEL, G.E. Quality and freezability of semen from growing and aged dairy bulls. *J. Dairy Sci*., v.52, p.1843, 1969.

HANCOCK, J.L. The morphology of boar spermatozoa. *J. Roy. Micro. Soc.*, v.76, p.84-97, 1957.

HENRY, M.; CARMO, A.S.; OSÓRIO, J.P. Avaliação da Biometria e morfologia testicular em machos Guzerá criados em região de cerrado a pasto com suplementação volumosa na seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODIÇÃO ANI-

MAL 17, 2007, Curitiba, PR, Anais... p.49.

JIMÉNEZ-SEVERIANO, H. Sexual development of dairy bulls in the Mexican tropics. *Theriogenology*, v.58, p.921-932, 2002. JOHANISSON, E. CAMPANA, A. LUTHI, R. AGOSTINI, A DE. Evaluation of round cells in semen analisis: a comparative study. *Human Reproduction Update*, v.6. p.404-412, 2000.

JORGE JR., J.; PITA, F.V.C.; FRIES, L.A. et al. Influência de alguns fatores de ambiente sobre os escores de conformação, precocidade e musculatura à desmama em um rebanho da raça Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1697-1703, 2001.

KASARI, T.R.; WIKSE, S.E.; JONES, R. Use of yearling bulls in beef cattle operations. Part. I. Economic analysis and fertility assessment. *Comp. Cont. Educ. Pract. Vet*, v.18, p.1244-1254. 1996.

KNIGHTS, S.A.; BAKER, R.L.; GIANOLA, D. et al. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. *J. Anim. Sci.*, v.58, p.887-893, 1984.

LEDIC, I.L.; DERAGON, L.A.G. Avaliação do desenvolvimento testicular em touros Nelore. In; Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 28, João Pesssoa. Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. p. 413.

LUNSTRA, D.D.; FORD, J.J.; ECHTERKAMP, S.E. Puberty in beef bulls: Hormone concentration, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci*., v.46, p.1054-1062, 1978.

MANUAL para exame andrológico e avaliação de sêmen animal, 2ed.. Belo Horizonte: CBRA, 1998. 49p.:il.

OLIVEIRA, M.M.; ROTA, E.L.; DIONELLO, N.J. et al. Herdabilidade e correlações genéticas do perímetro escrotal e idade ao primeiro parto com características produtivas em bovinos de corte; Revisão. *R. Bras. Agrociencia*, Pelotas, v.13, p.141-146.

PALASZ, A.T.; CATES, W.F.; BARTH, A.D. et al. The relationship between scrotal circumference and quantitative testicular traits in yearling beef bulls. *Theriogenology*, v.42, p.715-726, 1994.

PRUITT, R.J.; CORAH, L.R.; STEVENSON, J.S. et al. Effect of energy intake after weaning on the sexual development of beef bulls. II. Age at first mating, age at puberty, testosterone and scrotal circumference. *J. Anim. Sci.*, v.63, p.579–85, 1986.

QUIRINO, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; VALE FILHO, V.R. et al. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. *Theriogenology*, v.52, p. 25-34, 1999.

RAWLINS, N.; EVANS, A.C.O.; CHANDOLIA, R.K. et al. Sexual maturation in the bull. *Reprod. Dom. Anim.*, v.43, (suppl. 2), p.295-301. 2008.

SALVADOR, D.F. Perfis andrológicos, de comportamento sexual e desempenho reprodutivo de touros nelore desafiados com fêmeas em estro sincronizado. 2001. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. 2.ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 2002. 265p.

SCHMIDTH-HEBBEL, J.; TONIOLLO, G.H.; LEITE, F.G. et al. Desenvolvimento reprodutivo e alterações do peso corporal em touros jovens das raças Gir, guzerá, Nelore (*Bos taurus indicus*) e Caracu (*Bos taurus taurus*) I. Biometria testicular. *Ars Vet*, v.16, p.178-187, 2000.

SIDDIQUI, M.A.R.; BHATTACHARJEE, J.; DAS, Z.C. et al. Crossbreed bull selection for bigger scortum and shorter age at puberty with potentials for better quality semen. *Reprod. Dom. Anim.*, v.43, p.74-79, 2008.

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: EMBRAPA-CNPGC, 1993. 128p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 51).

SILVA, A.S.F. *Maturidade sexual e congelabilidade do sêmen de tourinhos Gir-l, sob manejo alimentar estratégico*. 2007 42f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

SMITH, B.A.; BRINKS, T.S.; RICHARDSON, G.V. Estimation of genetic parameters among breeding soundness examination components and growth traits in yearling bulls. *J. Anim. Sci.*, v.67, p.2892-2896, 1989.

TAYLOR, J.F, BEAN, B. MARSHALL, C.E, et al Genetic and environmental components of semen production traits of artificial insemination Holstein Bulls. J. *Dairy Sci.*, n.68. p.2703-2722. 1985

TORRES JÚNIOR, J.R. Desenvolvimento ponderal e sexual de machos da raça Guzerá (*Bos taurus indicus*). 2004. 44f. Dissertação (Mestrado)– escola de veterinária, UFMG. Belo Horizonte.

TORRES JÚNIOR, J.R.; HENRY, M. Sexual development of Guzerat (*Bos Taurus indicus*) bulls raised in a tropical region. *Anim. Reprod.*, v.2, p.114-121, 2005.

VALE-FILHO, V.R.; FONSECA, V.O.; FRENEAU, G.E. Desenvolvimento testicular e maturidade sexual em bovinos. *Cad Tec Esc Vet UFMG*, v.8, p.63-75, 1997.

WOLF, F.R.; ALMQUIST, J.O.; HALE, E.B. Prepuberal behavior and pubertal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. *J. Anim. Sci*., v.24, p.761-764, 1965.

ANEXO 1.

COEFICENTES DE CORRELACOES DE PEARSON E SPEARMAN

The SAS System 21:52 Tuesday, August 31, 1996 53

The CORR Procedure

8 With Variables: CE MOT VIGOR CONC CELARR DPIT DCAB DPPT
8 Variables: CE MOT VIGOR CONC CELARR DPIT DCAB DPPT

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum
CE	6	25.80650	5.28285	154.83900	18.02400	31.43000
MOT	6	40.78650	20.77865	244.71900	8.67500	61.11700
VIGOR	6	2.15433	1.28512	12.92600	0.32400	3.33900
CONC	6	1.94650	1.15357	11.67900	0.35100	3.35700
CELARR	6	1.56333	0.53373	9.38000	0.89400	2.26800
DPIT	6	0.58601	0.30015	3.51606	0.25377	0.96797
DCAB	6	8.83833	5.82745	53.03000	4.67100	18.71100
DPPT	6	0.16537	0.08853	0.99219	0.03769	0.30468

Pearson Correlation Coefficients, N = 6

Prob > |r| under H0: Rho=0

	CE	MOT	VIGOR	CONC	CELARR	DPIT	DCAB	DPPT
CE	1.00000	0.99235	0.99463	0.97838	0.28658	-0.98825	-0.94095	0.29609
		<.0001	<.0001	0.0007	0.5819	0.0002	0.0051	0.5688
MOT	0.99235	1.00000	0.99112	0.94975	0.36453	-0.97751	-0.95064	0.34378
	<.0001		0.0001	0.0037	0.4774	0.0008	0.0036	0.5046
VIGOR	0.99463	0.99112	1.00000	0.97226	0.35582	-0.98469	-0.94391	0.29624
	<.0001	0.0001		0.0011	0.4888	0.0003	0.0046	0.5686
CONC	0.97838	0.94975	0.97226	1.00000	0.23214	-0.95776	-0.93105	0.30386
	0.0007	0.0037	0.0011		0.6580	0.0026	0.0070	0.5582
CELARR	0.28658	0.36453	0.35582	0.23214	1.00000	-0.21333	-0.47563	0.55960
	0.5819	0.4774	0.4888	0.6580		0.6849	0.3404	0.2482

DPIT	-0.98825	-0.97751	-0.98469	-0.95776	-0.21333	1.00000	0.88572	-0.16395
	0.0002	0.0008	0.0003	0.0026	0.6849		0.0188	0.7563
DCAB	-0.94095	-0.95064	-0.94391	-0.93105	-0.47563	0.88572	1.00000	-0.59334
	0.0051	0.0036	0.0046	0.0070	0.3404	0.0188		0.2144
DPPT	0.29609	0.34378	0.29624	0.30386	0.55960	-0.16395	-0.59334	1.00000
	0.5688	0.5046	0.5686	0.5582	0.2482	0.7563	0.2144	

ANEXO 2.

COEFICENTES DE CORRELACOES DE PEARSON E SPEARMAN

The SAS System 21:52 Tuesday, August 31, 1966 54

The CORR Procedure

8 With Variables: CE MOT VIGOR CONC CELARR DPIT DCAB DPPT
8 Variables: CE MOT VIGOR CONC CELARR DPIT DCAB DPPT

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Median	Minimum	Maximum
CE	6	25.80650	5.28285	27.02650	18.02400	31.43000
MOT	6	40.78650	20.77865	46.10550	8.67500	61.11700
VIGOR	6	2.15433	1.28512	2.54100	0.32400	3.33900
CONC	6	1.94650	1.15357	2.19250	0.35100	3.35700
CELARR	6	1.56333	0.53373	1.65350	0.89400	2.26800
DPIT	6	0.58601	0.30015	0.55577	0.25377	0.96797
DCAB	6	8.83833	5.82745	5.74450	4.67100	18.71100
DPPT	6	0.16537	0.08853	0.15854	0.03769	0.30468

Spearman Correlation Coefficients, N = 6
Prob > |r| under H0: Rho=0

	CE	MOT	VIGOR	CONC	CELARR	DPIT	DCAB	DPPT
CE	1.00000	0.94286	1.00000	0.94286	0.08571	-1.00000	-0.94286	0.08571
		0.0048	<.0001	0.0048	0.8717	<.0001	0.0048	0.8717
MOT	0.94286	1.00000	0.94286	0.82857	0.31429	-0.94286	-0.82857	0.02857
	0.0048		0.0048	0.0416	0.5441	0.0048	0.0416	0.9572
VIGOR	1.00000	0.94286	1.00000	0.94286	0.08571	-1.00000	-0.94286	0.08571
	<.0001	0.0048		0.0048	0.8717	<.0001	0.0048	0.8717
CONC	0.94286	0.82857	0.94286	1.00000	0.14286	-0.94286	-1.00000	0.25714
	0.0048	0.0416	0.0048		0.7872	0.0048	<.0001	0.6228
CELARR	0.08571	0.31429	0.08571	0.14286	1.00000	-0.08571	-0.14286	0.42857
	0.8717	0.5441	0.8717	0.7872		0.8717	0.7872	0.3965
DPIT	-1.00000	-0.94286	-1.00000	-0.94286	-0.08571	1.00000	0.94286	-0.08571
	<.0001	0.0048	<.0001	0.0048	0.8717		0.0048	0.8717
DCAB	-0.94286	-0.82857	-0.94286	-1.00000	-0.14286	0.94286	1.00000	-0.25714
	0.0048	0.0416	0.0048	<.0001	0.7872	0.0048		0.6228

DPPT	0.08571	0.02857	0.08571	0.25714	0.42857	-0.08571	-0.25714	1.00000
	0.8717	0.9572	0.8717	0.6228	0.3965	0.8717	0.6228	

ANEXO 3.

COEFICENTES DE CORRELACOES DE PEARSON

The GLM Procedure
Least Squares Means

Periodo	LSMEAN CTD LSMEAN	Number
-90	6.15451013	1
0	7.27396333	2
120	9.01739130	3

Least Squares Means for effect Periodo
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: CTD

i/j	1	2	3
1		0.0020	<.0001
2	0.0020		<.0001
3	<.0001	<.0001	

Periodo	LSMEAN LTD LSMEAN	Number
-90	3.94206556	1
0	4.60231793	2
120	5.41304348	3

Least Squares Means for effect Periodo
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: LTD

i/j	1	2	3
1		0.0004	<.0001
2	0.0004		<.0001
3	<.0001	<.0001	

Periodo	LSMEAN CTE LSMEAN	Number

-90	6.05776985	1
0	7.17638184	2
120	8.91739130	3

The GLM Procedure
Least Squares Means

Least Squares Means for effect Periodo
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: CTE

i/j	1	2	3
1		0.0022	<.0001
2	0.0022		<.0001
3	<.0001	<.0001	

Periodo	LSMEAN LTE LSMEAN	Number
-90	3.89174782	1
0	4.41814109	2
120	5.15652174	3

Least Squares Means for effect Periodo
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: LTE

i/j	1	2	3
1		0.0022	<.0001
2	0.0022		<.0001
3	<.0001	<.0001	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

The CORR Procedure

6 Variables: CEO CTD CTE LTD LTE VOLOT

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum	Maximum

CEO	69	23.94783	4.03429	1652	16.70000	34.00000
CTD	55	7.88364	1.49948	433.60000	5.40000	10.90000
CTE	55	7.79636	1.50234	428.80000	5.30000	10.80000
LTD	55	4.85455	0.77599	267.00000	3.40000	6.70000
LTE	55	4.67091	0.72359	256.90000	3.40000	6.70000
VOLT	55	5.59588	0.46439	307.77326	4.69135	6.58824

Pearson Correlation Coefficients
Prob > |r| under H0: Rho=0
Number of Observations

	CEO	CTD	CTE	LTD	LTE	VOLT
CEO	1.00000	0.81474	0.82737	0.90840	0.90070	0.93157
		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	69	55	55	55	55	55
CTD	0.81474	1.00000	0.96046	0.77999	0.74968	0.90864
	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
	55	55	55	55	55	55
CTE	0.82737	0.96046	1.00000	0.79410	0.81026	0.93561
	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
	55	55	55	55	55	55
LTD	0.90840	0.77999	0.79410	1.00000	0.90589	0.94657
	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
	55	55	55	55	55	55
LTE	0.90070	0.74968	0.81026	0.90589	1.00000	0.93339
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001
	55	55	55	55	55	55
VOLT	0.93157	0.90864	0.93561	0.94657	0.93339	1.00000
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	
	55	55	55	55	55	55