MINISTERIO DE EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA LABORATORIO DE ANDROLOGIA E TECNOLOGIA DO SÊMEN

Desenvolvimento sexual em touros de quatro grupos zootécnicos
Puberdade e Maturidade sexual seminal e o tamanho testicular
Prof. Dr. Gustavo Eduardo Frenea

Prof Dr. Gustavo Eduardo Freneau

Trabalho de Inédito apresentado na Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás como parte dos requisitos para obtenção do Cargo de Professor Titular.

Área: Reprodução Animal

Prof. Dr. Gustavo Eduardo Freneau Laboratório de Andrologia e Tecnologia do Sêmen Departamento de Zootecnia Escola de Veterinária e Zootecnia Universidade Federal de Goiás

GOIÂNIA 2016

Trabalho inédito defendido e aprovado em de 18 de outubro de 2016, pela seguinte banca examinadora:
Profa. Titular Dra. Concepta Margaret McManus Pimentel (UnB) Presidente
Prof. Titular Dr. Luiz Antônio Franco da Silva (EVZ-UFG);
Prof. Titular Dr. Sony Dimas Bicudo (UNESP-Botucatu);
Prof. Titular Dr. Gilson Hélio Toniollo (UNESP-Jaboticabal).

Dedico este trabalho
A Olga e Babi *mis mamitas*Eliane, Breno e Rafaela os meus amores
E ás memórias de
Sara Caputo minha mãe
Fernando Ariel Freneau meu pai
Antonio de Souza meu avô
Paul Shanahan meu padrinho

AGRADECIMENTOS

- A Deus a força criadora da Natureza.
- A minha Família pelo amor e compreensão e os dias mais felizes que alguém pode ter.
- Aos meus professores e mentores sem os quais não teria chegado a esta fase de maturidade acadêmica.
- Aos Colegas professores e funcionários da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás por 23 anos de convivência com incentivos nos logros e e ensinamentos nos fracasos.
- Aos Colegas professores e funcionários da Universidade Federal de Goiás.
- Aos meus orientados de Pibic, Mestrado e Doutorado: Adriana Rodrigues Reis e Silva José Carlos Miguel Jr., Bruno Oliveira Faria, Guilherme João Nogueira Seelent, Gabriel Cunha Cruz, Milenna Karoline Fernandes Rodrigues, Stella Miranda Menezes, Vanine di Garcia, Christiane de Amorim, Lorenna Cardoso Rezende, Ana Paula Fernandes Sousa, Válter Ferreira Félix Bueno, Márcio Eduardo Pereira Martins Elisângela Sobreira Albuquerque Ricardo Alessandro Martins Brito, Saulo Fernandes Mano de Carvalho, João Carlos Cardoso Da Silva (*in memoriam*), João Danilo de Jesus Ferreira, Jane Porfírio Rocha, Vinicius Augusto de Sá, Iván Salamanca Montesinos, Rodrigo Marques de Lima, Rogério Orfaly Addad, Antônio Cícero Pires de Campos Júnior.
- Ao Prof. José Domingos Guimaraes pelas jornadas nas coletas de dados e os presentes dados cedidos para este trabalho.
- A Empresa Nestle e à Fazenda Vale do Boi onde se realizaram os experimentos
- Ao Prof. Luiz Augusto Batista Brito pela revisão de português
- Ao Prof. Emmanuel Arnold pelas orientações em estatística.

Siete Sonetos Medicinales

AVANTI

Si te postran diez veces, te levantas Otras diez, otras cien, otras quinientas... No han de ser tus caídas tan violentas No tampoco, por ley, han de ser tantas.

Con el hambre genial con que las plantas Asimilan el humus avarientas, Deglutiendo el rencor de las afrentas Se formaron los santos y las santas.

Obsesión casi asnal, para ser fuerte, Nada más necesita la criatura Y en cualquier infeliz se me figura Que se rompen las garras de la suerte...

Todos los incurables tienen cura Cinco segundos antes de la muerte!

PIU AVANTI!

No te des por vencido, ni aun vencido, No te des por esclavo, ni aun esclavo, Trémulo de pavor, piénsate bravo, Y arremete feroz, ya mal herido.

Ten el tesón del clavo enmohecido, Que ya viejo y ruin vuelve a ser clavo; No la cobarde intrepidez del pavo Que amaina su plumaje al primer ruido.

Procede como Dios que nunca llora, O como Lucifer, que nunca reza, O como el robledal, cuya grandeza Necesita del agua y no la implora...

Que muerda y vocifere vengadora, Ya rodando en el polvo tu cabeza!

MOLTO PIU AVANTI!

Los que vierten sus lágrimas amantes Sobre las penas que no son sus penas; Los que olvidan el son de sus cadenas, Para limar las de los otros antes; Los que van por el mundo delirantes, Repartiendo su amor a manos llenas, Caen, bajo el peso de sus obras buenas Súcios, enfermos, trágicos... Sobrantes!

Ah! Nunca quieras remediar entuertos!

Nunca sigas impulsos compasivos! Ten los garfios del odio siempre activos! Y los ojos del Juez siempre despiertos!..

Y al echarse en la caja de los muertos, Menosprecia los llantos de los vivos!

MOLTO PUI AVANTI ANCORA! El mundo miserable es un estrado Donde todo es estólido y fingido, Donde cada anfitrión guarda escondido Su verdadero ser, tras el tocado.

No digas tu verdad ni al más amado; No demuestres temor ni al más temido; No creas que jamás te hayan querido Por más besos de amor que te hayan dado.

Mira cómo la nieve se deslíe Sin que apostrofe al sol su labio yerto, Cómo ansía las nubes el desierto Sin que a ninguno su ansiedad confíe...

Trema como el Infierno; pero ríe! Vive la vida plena, pero muerto!

MOLTISSIMO PIU AVANTI ANCORA! Si en vez de las estúpidas panteras Y los férreos estúpidos leones, Encerrasen dos flacos mocetones En esa frágil cárcel de las fieras,

No habrían de yacer noches enteras En el blando pajar de sus colchones, Sin esperanzas ya, sin reacciones Lo mismo que dos plácidos horteras;

Cual Napoleones pensativos, graves, No como el tigre sanguinario y maula, Escrutarían palmo a palmo su aula, Buscando las rendijas, no las llaves...

Seas el que tú seas, ya lo sabes: A escrutar las rendijas de tu jaula!

VERA VIOLETTA

En pos de su nivel se lanza el río por el gran desnivel de los breñales; el aire es vendaval, y hay vendavales por la ley del no-fin, del no-vacío;

La más hermosa espiga del estío no sueña con el pan en los trigales el más noble panal de los panales no declaró jamás: Yo no soy mío.

Y el sol, el padre sol, el raudo foco que fomenta todo en la Natura,

Pedro B. Palacios Almafuerte por fecundar los polos no se apura, ni se desvía un ápice tampoco...

Todo lo alcanzarás, solemne y loco, siempre que lo permita tu estatura!

LA YAPA

Como una sola estrella no es el cielo, ni una gota que salta, el Océano, ni una falange rígida, la mano, ni una brizna de paja, el santo suelo:

Tu gimnasia de cárcel, no es el vuelo, el sublime tramonto soberano, ni nunca podrá ser anhelo humano tu miserable personal anhelo.

Que saben de lo eterno las esferas?; de las borrascas de la mar, la gota; de puñetazos, la falange rota; de harina y pan, la paja de las eras?...

Detente, por piedad, pluma, no quieras que abandone sus armas el idiota!

SUMÁRIO

1.	Introdução	. 1
2. C	Objetivos	. 8
3. H	lipóteses	. 8
4.	Revisão de Literatura	. 9
4	.1. Diferenças adaptativas em bovinos Bos taurus taurus e Bos teaurus indicus	. 9
4	.2. Aspectos Evolutivos do crescimento testicular	14
4	.3. Caracterização da Puberdade	17
4	.4. Maturidade Sexual Seminal	22
4	.5. Crescimento Testicular	27
4	.6. Perímetro escrotal	29
4	.7. Volume testicular	.33
5.	Material e Métodos	.35
5.1.	Animais e condições de manejo praticadas	35
5	.1.1. Experimento Fazenda 1	.35
5	.1.2. Experimento Fazenda 2	36
5	.2. Crescimento corporal	37
5	.3. Biometria testicular	37
5	.4. Colheita de ejaculados e avaliação de sêmen	39
	.5. Eventos na Puberdade e Maturidade Sexual que caracterizam o desenvolvimento sexual er	
t	ouros	
_	.5.1. Eventos relacionados com a Puberdade	
	.5.2. Eventos relacionados com a Pôs-Puberdade e Maturidade Sexual seminal	
5	.7. Analises Estatísticas	41
6.R	esultados e Discussão	43
6	.1.Puberdade Seminal	43
	.2. Relação das características de crescimento corporal e testicular e seminais de touros Iolandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual.	.49
6	.3. Maturidade Sexual Seminal	64
	.4. Tamanho testicular à maturidade sexual equivalente para touros <i>Bos taurus taurus, Bos</i>	.75
7. C	onclusões	.82
8.	Referências Bibliográficas	83
Ane	exos	.98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação entre a idade e peso corporal (kg) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual50
Figura 2: Relação entre a idade e a circunferência torácica (cm) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual51
Figura 3: Relação entre a idade e perímetro escrotal (mm) e comprimento do testículos em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual52
Figura 4: Relação entre a idade e volume testicular (cm³) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual54
Figura 5: Curvas logísticas de crescimento testicular representado pelo perímetro escrotal em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual55
Figura 6: Curvas logísticas de crescimento testicular representado pelo volume (cm³) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual57
Figura 7: Relação entre a idade com a motilidade espermática progressiva (%) e a gota citoplasmática proximal (%) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual
Figura 8: Relação entre a idade e os defeitos espermáticos totais (%) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual60
Figura 9: Relação entre a idade e concentração espermática dos ejaculados (x10 ⁶ espermatozoides/ml) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore à Puberdade Seminal (52)44
Tabela 2: Curva de crescimento logística do volume testicular para touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual5
Tabela 3: Correlações entre idade com características de crescimento corporal, testicular, e seminais de touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore em desenvolvimento sexual (Puberdade e Maturidade sexual). Speraman P<0,001, n 216363
Tabela 4: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de Touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore ao primeiro ejaculado com pelo menos 50% de motilidade progressiva e 500x10 ⁶ espermatozoides/ejaculado (73)69
Tabela 5: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de Touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore ao primeiro ejaculado com pelo um máximo de 20 % de defeitos maiores e 30% de defeitos totais
Tabela 6: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de Touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore ao primeiro ejaculado com pelo um máximo de 15% de defeitos maiores e 30% de defeitos totais e 500 x 10 ⁶ espermatozoides/ml
Tabela 7: Diferença entre as idades (meses) de eventos relacionados à Puberdade e Maturidade sexual de touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore74

Resumo

Com os objetivos de caracterizar e determinar o desenvolvimento sexual de touros Bos taurus taurus, Bos taurus indicus e mestiços F1 de estas duas subespécies. Acompanhar a evolução das características de crescimento corporal e testicular, de aspectos seminais de touros desde a pré-puberdade até a maturidade sexual e verificar e testar as diferenças entre diversos eventos das características seminais e de biometria testicular entre a puberdade e maturidade sexual. Foram utilizados 17 touros da raça Holandesa-PB-PO (HOL), 21 da raça Gir-PO (GIR) e 29 mestiços F1 Holandês-Gir (F1) em regime semi-extensivo desde os sete aos 25 meses de idade e 18 Nelore (NEL) em regime a pasto desde os dez até os 30 meses de idade. A cada quatro semanas foram aferidos dados de crescimento corporal (peso e circunferência torácica) e testicular (comprimento, largura e volume testicular e perímetro escrotal. Foram realizadas coletas de sêmen a cada duas semanas e observados os aspectos físicos e morfológicos dos ejaculados. Com estes dados se definiram a puberdade seminal e definições de maturidade sexual de acordo com características dos ejaculados. A puberdade foi alcançada aos 10,1±1,2; $12,3 \pm 1,9$; $14,\pm 1,9$ meses de idade para HOL, F1 E GIR, respectivamente (p<0,05) e $14,6\pm 1,7$ para NEL. A maturidade sexual foi observada aos 12,5±1,0; 15,3±2,4; 18,3±2,1 para HOL, F1 e GIR, respectivamente (P<0,05) e 20,0±1,5 para NEL. Houve relações entre a idade e perímetro escrotal e volume testicular representadas por curvas de equações de funções logísticas. Observaram-se quatro meses de intervalo entre a puberdade e maturidade sexual com qualidade espermática e 7 meses com a maturidade sexual com qualidade e quantidade de espermatozoides em touros criados em condições do Brasil Central. Determinaram-se as características ponderais de biometria testicular e reprodutivas de touros durante o desenvolvimento sexual incluindo a puberdade e maturidade sexual. Há relação entre as características de crescimento corporal testicular e seminal com o desenvolvimento sexual em quatro grupos zootécnicos. O tamanho testicular aferido pelo perímetro escrotal como medida de desenvolvimento sexual na puberdade foi diferente entre raças taurinas e indicas. O tamanho testicular na maturidade sexual em touros de diferentes subespécies índicos e taurinos são equivalentes aos diferentes eventos aferidos dentro de esta fase do desenvolvimento sexual.

Abstract

The aim of this study were to characterize and determine the sexual development of Bos taurus, Bos indicus and F1 crossbreeds of these two subspecies bulls. Observe from the bulls the evolution of body and testicular growth characteristics, and seminal aspects from puberty to sexual maturity and verify the differences between of the seminal characteristics and scrotal circumference between puberty and sexual maturity. We used 17 Holstein PB-PO (HOL), 21 Gir-PO race (GIR) and 29 crossbred F1 Holstein-Gir (F1) bulls in semi-extensive system from seven to 25 months of age and 18 Nellore bulls (NEL) in extensive pasture range from ten to 30 months of age. Every four weeks were measured data of body growth (body weight and heart girth) and testicular (length, width and testicular volume and scrotal circumference. Semen samples were collected every two weeks and observed the physical and morphological aspects of the ejaculate. Were defined the seminal puberty and sexual maturity according to seminal characteristics. The puberty was reached to 10.1 ± 1.2 ; 12.3 ± 1.9 , 14 ± 1.9 months of age in HOL, F1 and GIR, respectively (P < 0.05) and 14.6 ± 1.7 for NEL. Sexual maturity was observed at 12.5 ± 1.0 , 15.3 ± 2.4 , 18.3 ± 2.1 to Hol, F1 and GIR, respectively (P < 0.05) and 20.0 ± 1.5 for NEL. There were relationships between age and body, testicular and seminal characteristics. Scrotal circumference and testicular volume were represented by curves logistic functions. These bulls showed four-month interval between puberty and sexual maturity (sperm quality) and seven months with sexual maturity (quality and quantity of sperm) in Central Brazil conditions. Were determined the body, testicular, seminal characteristics of bulls during sexual development including puberty and sexual maturity. There is a relationship between the characteristics of testicular and seminal body growth with sexual development in bulls. Testicular size was different at puberty, however were equivalent as sexual maturity in Bos indicus and Bos taurus bulls.

1. Introdução

A interpretação da fertilidade do touro requer conhecimentos teórico prático de ambos os procedimentos estatísticos e biologia reprodutiva, a fim de evitar conclusões sem sentido ou erradas. O processo começa com a seleção cuidadosa da estimativa de fertilidade e determinar se haverá amplitude razoável entre touros dentro da população da amostra.

Embora as novas técnicas de qualidade do seminal, sem dúvida, vem sendo melhor identificadas e aperfeiçoadas, as medidas de fertilidade, provavelmente, não vão mudar. Os princípios aqui descritos são atemporais na medida em que, provavelmente, se aplicam a outros novos métodos de análise da qualidade do sêmen no futuro.

Duas grandes forças seletivas são esperadas para determinar os custos biológicos na ejaculação. Uma delas é a fertilidade limitada dos espermatozoides e a outra o aumento do número de espermatozoides por ovo que resultam em maior probabilidades de fertilização. Quantidade de espermatozoides por ejaculado são geralmente muito maior do que o necessário para assegurar a fertilidade dando uma curva quase assimptótica (Parker 2016).

A produção de alimentos de origem animal depende marcadamente da eficiência reprodutiva. A fertilidade de um rebanho de corte é economicamente cinco e dez vezes mais importante que a taxa de crescimento e a qualidade da carcaça, respectivamente (2). O touro apresenta uma importância relevante na multiplicação do rebanho bovino, uma vez que, na monta natural, ele é capaz de servir a um número significativo de vacas e, com o uso de biotécnicas de multiplicação este número pode elevar-se exponencialmente, até mesmo de 10 a 15 mil vacas por ano. Selecionar reprodutores superiores nos aspectos de maior libido e fertilidade do sêmen é de enorme alcance econômico. Uma vez estabelecida a importância do macho em programas de melhoramento da fertilidade e produtividade do rebanho, faz-se necessária a seleção de exemplares geneticamente superiores e isto só se consegue através do conhecimento do comportamento fisiológico-reprodutivo, tais como

desenvolvimento testicular, aspectos seminais, evolução do comportamento sexual, controle neuroendócrino das funções gonâdicas dos reprodutores de diferentes raças, nas condições peculiares de cada região e clima.

É difícil definir os limites da puberdade já que envolve a aceleração de processos de desenvolvimento que começaram desde o nascimento. No entanto e em forma biológica evolutiva é o período de desenvolvimento reprodutivo acelerado que culmina com o início da fertilidade e neste sentido poderia ser considerado como o momento que o animal atingiria 2/3 do seu peso de adulto (3). Em termos evolutivos o momento em que o animal alcança o início da fertilidade ou competência reprodutiva é um componente-chave do que é conhecido como a estratégia história de vida de uma espécie. Todas as espécies evoluíram com traços distintos para alcançar a máxima aptidão reprodutiva dentro de seu ambiente (4). Desde uma perspectiva biológica o começo da fertilidade é uma importante culminação de forças evolucionistas, fenotípicas e ecológicas.

Estratégias reprodutiva das espécies depende da pressão de seleção de vários fatores à puberdade : dieta, taxa metabólica, máxima taxa de crescimento, tamanho corporal, longevidade, potencial reprodutivo, cuidados parentais, natureza da estrutura social a integração para adaptar-se ao clima em que a espécie ocupa (3).

Puberdade é uma característica poligênica e os padrões endócrinos associados são governados em maior extensão por requerimentos nutricionais. O hipotálamo é o centro de integração de duas grandes determinantes da sobrevivência das espécies: o metabolismo energético e a função reprodutiva. Esse processo depende de uma interação delicada entre subpopulações neuronais altamente especializadas que detectam sinais periféricos de entrada, em seguida, operar um estreito controle sobre balanço de energia e capacidade reprodutiva (5).

Essas adaptações produzem notável estabilidade na quantidade de combustível armazenados no corpo. Assim, a alimentação é um fenômeno

estritamente regulado e dependente de vários fatores que indicam os requisitos de energia do corpo para o hipotálamo (Schwartz et al., 2000). Esta área do cérebro de integração neuronal, recebe e envia sinais metabólicos e endócrinos para estimular vias efetoras e em última análise de ativação comportamental adaptativa bem como as respostas neuroendócrinas (5).

A puberdade é a manifestação de competência reprodutiva ou início da fertilidade em um mamífero. O aparecimento de características sexuais secundárias é tanto um reflexo de hormônios sexuais ativos, mas geralmente na maioria dos mamíferos, é também uma indicação de prontidão para a reprodução. Algumas espécies têm estratégias sociais em particular para o macho para evitar a reprodução logo após a puberdade, por exemplo, em muitas espécies o macho juvenil é expulso da colônia e só retorna quando ele atinge a tamanho corporal para poder competir com outros machos (4).

Os resultados são consistentes com a hipótese de que sinais metabólicos, incluindo a insulina, leptina e outros hormônios ou fatores, que cooperam para regular o eixo neuroendócrino em vários circuitos do hipotálamo. Neste contexto, uma nova linha de células neuronais que expressam o Hormônio Liberador de Gonadotrifinas (GnRH), representa uma nova ferramenta poderosa para estudar a regulação da secreção deste hormônio Esta nova linha de células estudadas em paralelo deve permitir uma maior compreensão sobre a regulação dos neurônios de GnRH. O modelo "leptina → neurónios do receptor NPY-Y1 → GnRH" (5).

A descoberta da leptina e da subsequente caracterização de suas ações sobre a puberdade e eventos reprodutivos abriu o caminho para a identificação de outros hormônios periféricos envolvidos em uma função integradora. O hormônios derivados do intestino a grelina (6) e o péptido tirosina tirosina PYY3-36 (7) são candidatos plausíveis para desempenhar um papel como integradores ligando a homeostase energética e função reprodutiva. Como é o caso para a leptina, os efeitos reprodutivos de PYY3-36 e grelina são multifacetadas e traduzidas em diferentes níveis do eixo hipotalâmico-pituitário-gonadal.

A Leptina é o regulador na integração entre homeostase energética e a reprodução (8). Recentemente foram considerados outros fatores como kisspeptin como principal regulador de neurónios de GnRH e o eixo reprodutivo, que incluem a demonstração da capacidade de ativar diretamente os neurónios de GnRH e induzir a sua secreção, e portanto, provocar libertação de gonadotrofina (9). Kisspeptin é um componente vital para a regulação neuroendócrina da secreção de GnRH. Como tal, tem sido responsável por transmitir informações da homeostasia para os neurônios GnRH. Vários estudos têm implicado a sinalização kisspeptin como um canal para a ligação entre o equilibro energético na regulação inicial de GnRH (10,11).

Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1, somatomedina C ou IGF-1 é uma proteína produzida no fígado em resposta ao hormônio de crescimento com papel importante no crescimento corporal. Este foi medido em touros pré-púberes *Bos taurus taurus*, e foi positivamente correlacionado com perímetro escrotal de adultos e motilidade dos espermatozoides e geneticamente correlacionado com a idade ao primeiro parto das filhas e posterior taxa de parição (Yilmaz et al., 2004).

O início puberdade difere entre os sexos em muitos mamíferos, mas este fato é apenas um componente do que é indiscutivelmente um dos mais complexo de todos os processos da biologia integrativa. O início da puberdade começa por ativação de neurónios no sistema nervoso central que produzem GnRH. A secreção de GnRH provoca a libertação de hormônio luteinizante (LH) e folículo estimulante (FSH), que, em seguida, provoca a produção de hormônios gônadas.

Por outro lado a imunização contra a GnRH em bezerros a partir das duas semanas de idade induziu uma resposta imunológica significativa, com efeitos supressores do sistema endócrino marcadas após o segundo reforço injeção. Estes efeitos incluídos supressão de hormônio luteinizante hipofisária de saída, seguido por diminuição das concentrações de testosterona, que, por sua vez, provocou desenvolvimento testicular retardada, levando a um atraso no início da puberdade (12)

Estes sinais fornecem informações essenciais sobre o início da fertilidade de um indivíduo jovem em que atinge um tamanho corporal suficiente (através de sinais metabólicos), se as condições são óptimas (por meio de estímulos ambientais), que relações existem com outros indivíduos (através de rasgos sociais) e outros específicos da espécie como as restrições ou oportunidades facilitadoras.

A regulação do GnRH no tempo da puberdade no macho depende também do controle e a ação inibitória do estradiol para a diferenciação do momento do aumento na secreção de GnRH, testosterona, através da sua ação androgênica, a diminuição da sensibilidade ao estrogênio na retroalimentação negativa. Fundamental para o conceito geral é que os esteroides testiculares durante um período do desenvolvimento sexual exercem uma ação organizacional para programar a sensibilidade pós-natal aos esteroides que regulam a secreção de GnRH. Além disso, esta ação não se limita ao início da puberdade, mas é parte de um processo de diferenciação mais amplo de controle de esteroides que regulam as funções reprodutivas de adultos, incluindo o comportamento sexual (13).

Esta fase do desenvolvimento sexual caracteriza-se como a idade em que ocorre rápido crescimento testicular, mudanças no modelo de secreção do hormônio luteinizante, que acarreta gradual incremento da testosterona sérica ou plasmática e, como consequência, a iniciação da espermatogênese. A puberdade é um processo lábil, que se sujeita a numerosos fatores ambientais externos e internos (manejo nutricional, sanitário e características climáticas), que interagem e influenciam o sistema nervoso central a modular o sistema endócrino e, por conseguinte, alterar a idade cronológica na qual o animal a manifesta (14). A aplicação desses conhecimentos permite a seleção de reprodutores precoces.

Relatos comprovaram a relação negativa entre idade á puberdade e o tamanho testicular (perímetro escrotal) em touros de várias raças bovinas (15) (16), herdabilidade adequada nos programas de melhoramento (17), qualidade do sêmen (18) e características reprodutivas de fêmeas (19).

Programas de melhoramento trabalham para selecionar reprodutores mais precoces por meio do maior tamanho testicular traduzido pelo perímetro escrotal. Se bem que de uma perspectiva evolucionista o aumento de tamanho testicular já é uma força existente na natureza.

Nas espécies com acasalamentos de tipo promíscuo os machos devem estar preparados para a heterospermia que ocorrerá dentro do aparelho genital feminino onde se estabelece a competição das gametas de vários machos. Estudos indicam que o testículo pode aumentar a produção de espermatozoides modificando o tamanho relativo testículo ou aumento da proporção de tecido espermatogênico. O que pode afetar vários aspectos da produção e morfologia espermática e as implicações biológicas relativas à função testicular. A competição espermática favorece a evolução do aumento do tamanho dos testículos e produção de espermatozoides (20).

O conceito do perímetro escrotal como medida prática de tamanho testicular em raças taurinas foi revisto por estudos que consideraram a forma e relação entre comprimento e largura testicular (21,22). Em raças zebuínas estas diferenças de forma testicular são mais marcantes e a partir de estudos pioneiros (Unanian et al. 2000) foi questionado o perímetro escrotal e considerado o volume testicular como melhor medida de tamanho nesta subespécie.

A puberdade é o marco inicial da fase reprodutiva e produtiva de um touro e, assim sendo, deve ser bem conhecida, tendo-se em vista as características inerentes à raça com seu potencial genético e o ambiente onde este potencial deverá ser desenvolvido. A aplicação destes conhecimentos permite a seleção de reprodutores precoces e o descarte de animais tardios que imprimem esta característica negativa a sua descendência. Além disto, permite um melhor aproveitamento do reprodutor pois, pode aumentar sua longevidade reprodutiva em 20 a 30% e diminuir o intervalo entre gerações. A identificação do início da puberdade é fundamental para se estabelecer o período mais propício para o começo das atividades de um reprodutor. Consequentemente, o estudo dos fatores fisiológicos e ambientes que a determinam adquirem suma importância no manejo prático dos bezerros e tourinhos na recria.

Diferenças fisiológicas no desenvolvimento reprodutivo dentro e entre raças bovinas podem ser de grande importância para seleção genética e no planejamento de programas de manejo para maximizar a eficiência reprodutiva. Existem numerosas pesquisas na literatura estrangeira sobre o desenvolvimento reprodutivo pré e pós-puberal de bovinos da raça Holandesa, e dos mestiços desta com a subespécie índicos (Holandês-Zebu) porem poucos os relativos à raça Gir. Já os estudos com a raça Nelore são escassos e recentes. Porém não existem relatos que trabalhem com todos estes grupos zootécnicos em condições de Brasil Central.

Estes estudos têm implicações importantes para gestão de tourinhos de raças leiteiras ou de corte antes da sua chegada aos centros de inseminação artificial. A precocidade permite a coleta antecipada de sêmen para os teste de progênie do reprodutor, determinar mais cedo quais os touros provados e, assim, minimizar os custos associados com manutenção de indivíduos indesejados por mais tempo, somado à diminuição do intervalo entre gerações e com a produção de touros com testículos maiores resultaria em mais doses de sêmen produzidas. Assim como também na identificação de tourinhos de corte em regime de monta natural que darão origem ás novilhas de reposição em um sistema produtivo de bezerros.

A importância dentro da pecuária do estudo destas características e eventos do desenvolvimento sexual é que permitirá identificar o início da fertilidade de touros e a maturidade sexual como marco para a identificação e descarte, respectivamente de indivíduos tardios a cada um dos eventos e portanto mais caros para o sistema de produção.

2. Objetivos

- Caracterizar e determinar o desenvolvimento sexual de touros *Bos taurus, Bos taurus indicus* e mestiços F1 de estas duas subespécies
- Acompanhar a evolução das características de crescimento corporal e testicular, de aspectos seminais de touros *Bos taurus, Bos taurus indicus* e mestiços F1 de estas duas subespécies desde a pré-puberdade até a maturidade sexual
- Verificar e testar as diferenças entre diversos eventos das características seminais e de biometria testicular entre a puberdade e maturidade sexual de touros *Bos taurus*, *Bos taurus indicus* e mestiços F1 de estas duas subespécies.

3. Hipóteses

- Há diferença de idade entre os eventos estudados da puberdade e maturidade sexual entre touros *Bos taurus taurus, Bos taurus indicus* e mestiços F1 de estas duas subespécies
- Não haverá diferença de tamanho testicular entre os eventos estudados da maturidade sexual entre touros *Bos taurus taurus, Bos taurus indicus* e mestiços F1 de estas duas subespécies, apesar das diferentes idades observadas.

4. Revisão de Literatura

4.1. Diferenças adaptativas em bovinos *Bos taurus taurus* e *Bos teaurus indicus*

Atualmente as raças de bovinos estão agrupadas em três subdivisões: os taurinos que estão ambientados a regiões de clima temperado; os zebuínos e o sangas africanos adaptados às regiões de clima tropical. Os taurinos compreendem as raças continentais e britânicas que se caracterizam por não possuírem cupim, chifres geralmente curtos, pele clara e pelos longos. Os zebuínos foram adaptados a regiões de clima tropical, possuem cupim, chifres geralmente compridos, barbela abundante, pele pigmentada e solta, pelos curtos e finos (24).

Enquanto o gado de origem indiana (*Bos taurus indicus* ou gado zebuíno) e os animais da Europa e da África (*Bos taurus taurus*) surgiu a partir de um ancestral comum possivelmente o extinto Auroque (*Bos primigenius*), estas duas subespécies foram submetidas a evolução separadas por várias centenas de milhares de anos. As análise do DNA mitocondrial e loci sequências microssatélites indicam que as raças indicas divergiram dos taurinos em algum lugar entre 110.000 e 850.000 anos atrás (25,26). A análise dos cromossomos mostrou um polimorfismo do cromossomo Y entre as duas subespécies de bovinos, com centrômero terminal (acrocêntrico) nos zebuínos e submetacêntrico nos taurinos. Dessa forma, o cromossomo Y pode ser considerado como um marcador diferencial entre essas duas subespécies (26).

Os Sangas originaram-se da hibridização do zebu com raças taurinas africanas que foram introduzidas na África há 2.000 a 3.000 anos e também sofreram adaptações para o clima tropical. Pode ser distinguido do zebu puro por possuir cromossomo Y taurino, giba menor localizado mais próximo ao pescoço, barbela abundante, orelha média, e pele pigmentada. Exemplos de alguns sangas africanos ou tipo biológico africano existentes no Brasil são: Africânder, Tuli e Boran. Outras propriedades dos zebuínos são: a baixa taxa de metabolismo basal, a maior atividade das glândulas sudoríparas e maior resistência ao calor, aos ecto e endo parasitas. Quanto ao comportamento, há uma maior tendência à dispersão nos taurinos e

ajuntamento nos zebuínos quando são colocados em espaço aberto, bem como diferenças na emissão dos sons vocais (24,26).

Tal como para outros animais homeotérmicos, estas raças regulam a temperatura interna do corpo, combinando a quantidade de calor produzido através do metabolismo com o fluxo de calor a partir do animal para o ambiente circundante. O fluxo de calor ocorre através de processos dependentes a temperatura ambiente (perda de calor sensível, isto é condução, convecção, radiação) e umidade (perda de calor latente; evaporação através da transpiração e respiração ofegante). A magnitude da perda de calor sensível por condução e convecção é dependente da área de superfície por unidade de peso corporal, a magnitude do gradiente de temperatura entre o animal e o ar, e a condutância de calor a partir do centro do corpo para a pele e a partir da pele para o ar circundante. A troca de calor por radiação depende da área de superfície, bem como das propriedades de reflexão do pelo. A cor clara da pelagem e brilhantes refletem uma maior proporção de radiação solar incidente que as de cor escura e/ou mais denso (24).

Claramente, taxas metabólicas baixas resultantes de crescimento e produção de leite reduzidos de muitas raças zebuínas é um fator importante que contribui para termo tolerância. Existe também evidência de que a taxa basal metabólica de raças indicas é inferior às taurinas. Por exemplo, a produção de calor taxa por unidade de superfície em vacas não lactantes foi estimada em 100 Mcal/m² para Holstein, 75 Mcal/m² para Jersey e 57 Mcal/m² para mestiças Sindi × Holstein (27).

Segue-se a partir dos relatos acima descritos se a capacidade de termo regulação superior de gado zebu em comparação com raças europeias deve ser o resultado da produção de calor reduzida, ao aumento da capacidade para a perda de calor para o ambiente, e/ou uma combinação de ambos.

As pesquisas de base molecular podem identificar genes candidatos a base molecular da termo tolerância em bovinos. Genomas de organismos que se desenvolvem às temperaturas mais elevadas estariam sujeitos a seleção de uma proporção mais elevada de Guanina + Citocina que de Adenosina + Timina, devido ao

aumento do número de ligações de hidrogénio cadeias complementares. A existência de enzimas termófilas, tais como a girase reversa ou seleção para determinados dinucleótideos que podem contribuir para os mecanismos de termo estabilidade e de adaptação ao nível do DNA do genoma. Isto proporciona forte evidência que a seleção atua para aumentar a termo estabilidade destas regiões, alterando a composição de nucleotídeos (28). O ponto central para a compreensão da tolerância térmica, talvez seja focar para o papel celular da aclimatação que seriam as proteínas de choque térmico.

Os efeitos diretos ao estresse calórico incluem alterações produção, reprodução e resistência ou susceptibilidade à doença. Quando há relocação de animais fora da sua zona de conforto, uma porção da energia metabolizável tipicamente usada para a produção deve ser desviada para garantir o equilíbrio térmico. Portanto, a seleção para tolerância ao estresse ambiental tem resultado em redução da produtividade e a idade à puberdade. Por exemplo, raças bovinas adaptadas ao estresse térmico podem levar mais tempo para atingir a maturidade sexual e têm níveis mais baixos de produção de leite. Assim, tem sido geralmente mais fácil e mais rápido para aumentar a produção pela alteração do ambiente. No entanto, a modificação ambiental tem um custo elevado e, em muitos casos, essas despesas não podem ser economicamente justificadas (28). Melhorar a compreensão deste processo vai conduzir a uma melhor seleção genética de genótipos resistentes ao estresse térmico.

Entre as adaptações genéticas que se desenvolveram no gado zebuíno durante a sua evolução tem sido a aquisição de genes de tolerância térmica. ou seja, bovinos de raças zebuínas são mais capazes de regular a temperatura corporal em resposta ao estresse térmico do que os bovinos a partir de uma variedade de raças taurinas de origem europeia (29). As diferenças genéticas na termo tolerância estender-se-ão em nível celular, mas também porque os efeitos deletérios da temperatura elevada na função celular são menos para células de bovinos Brahman do que as células de Angus e Holstein (30).

Devido a que os zebuínos são termo tolerantes, as consequências da exposição ao estresse térmico para a produção de leite e carne são menores nas raças indicas do que para raças europeia. Assim, em comparação com raças de origem europeia, zebuínos podem sofrer reduções menores no consumo de alimentos, a taxa de crescimento, a produção de leite (31) e reprodutiva em resposta ao estresse térmico em vacas (32) e touros (Munchakkal et al. 2006). A hipertermia resultante do estresse por calor também pode comprometer a função celular e resultar em câmbios fisiológicos que comprometam a produção. Isto é particularmente observado na reprodução: aumentos de temperatura testicular impedem a espermatogênese e a cultura de ovócitos em temperaturas experimentadas por vacas estressadas pelo calor podem comprometer o desenvolvimento embrionário posterior. Há evidências de que os bovinos que evoluíram em climas quentes adquiriram os genes que protegem as células das ações prejudiciais de temperatura elevada (28).

A adaptação ao calor estaria constituído na termo tolerância e aclimatação do animal. A termo tolerância é uma adaptação celular causada por uma única exposição ao calor, grave mas não letal, que permite ao organismo de sobreviver a uma condição térmica que de outro modo poderia ser letal. Em contraste, a aclimatação é a capacidade de um organismo para realizar aumento de trabalho ou produção no calor por causa de melhorias na dissipação de calor provocadas por elevações leves utilizadas na temperatura central.

Além do estresse térmico do indivíduo como um todo existe o efeito direto de altas temperaturas sobre o testículo.

O estresse térmico tem efeitos menos graves sobre a qualidade do sêmen de touros zebuínos que ele faz em touros de raças europeias e esse fenômeno reflete não apenas adaptações que afetam termo regulação a todo o corpo, mas também adaptações específicas que melhoram o arrefecimento local do sangue que entra no testículo (24). Quando a temperatura testicular excede os limites fisiológicos, diminui a qualidade do sêmen e o tecido, consequentemente, aumenta e metabolismo de

oxigénio, que não pode ser facilmente fornecido devido ao fluxo sanguíneo testicular limitado. As proporções menores de comprimento da artéria testicular e o volume para o volume de tecido testicular observada em touros europeios quando comparado com índicos e mestiços sugerem que o fornecimento de sangue testicular pode ser mais limitada nas primeiras, contribuindo para o maior susceptibilidade a altas temperaturas ambientes (Brito, et al. 2004a). Quando touros zebuínos foram expostos a altas temperaturas ambientes, apresentaram uma perda mais lenta e menos acentuada da qualidade espermática e uma recuperação mais rápida, que touros europeus e mestiços (35).

Em condições tropicais, touros europeus (*Bos taurus taurus*) têm uma fertilidade mais baixa do que touros zebuínos (*Bos taurus indicus*). Para que a espermatogênese se realiza normalmente, a temperatura dos testículos bovinos não deve exceder 33-34,5 Cº. Sob temperaturas ambiente moderadas a altas, os testículos bovinos estão à beira da hipóxia; aumento da temperatura ambiente aumenta as temperatura testicular, as taxas metabólicas e as necessidades de oxigênio. No entanto, na ausência de aumento do fluxo sanguíneo, o parênquima testicular torna-se hipóxico. Esta condição, provavelmente, aumenta a produção de espécies reativas de oxigénio através do mecanismo de isquemia e perfusão o que poderia explicar a baixa fertilidade (33,36).

A constatação de que existem diferenças genéticas na resistência celular a temperatura elevada em gado é o primeiro exemplo de picos endotérmicos de adaptações genéticas em resistência celular a temperatura elevada. É possível que o mesmo gene ou genes que conferem tolerância térmica celular estão presentes em Brahman, Senepol, e Romosinuano, especialmente por causa da contribuição do genótipos de *Bos taurus indicus* para aquelas raças (37). Uma explicação alternativa é que os distintos genes para termo tolerância estão presentes nos diferentes genótipos (24).

A identificação destes genes que conferem tolerância térmica celular oferece a possibilidade de transferência de genes para estas raças sensíveis ao calor podendo

melhorar a as características reprodutivas e outros sistemas fisiológicos comprometidos por hipertermia.

4.2. Aspectos Evolutivos do crescimento testicular

Ha uma relação alométrica ou de potência negativa entre tamanho do corpo e o tamanho dos testículos. O tamanho testicular depende da demanda espermática (o produto dos espermatozoides por ejaculado e taxa de cruzamento) e é moldado por uma série de forças seletivas: a competição dos espermatozoides, a taxa de acasalamento e do número de espermatozoides, estas últimas são identificadas como as três forças evolutivas tipicamente mais poderosas (Parker 2016).

A seleção sexual tem uma poderosa pressão que atuaria em vários aspectos da função testicular com a necessidade de considerar de forma mais explícita a biologia da espermatogénese. Existem várias maneiras em que o testículo pode ajustar produção espermática, alterando o tamanho bruto do órgão, por exemplo, através do aumento da proporção de túbulos seminíferos, e agora há provas abundantes que estes parâmetros podem ser ajustados de acordo com a das condições ambientais vigentes sobre ambos os calendários ecológicos e evolutivos. Um fator determinante da função testicular é o tipo de espermatozoide que testículo foi selecionado para produzir, e há evidências de que espermatogênese e a função testicular é fortemente moldada pela morfologia espermática (38). O tamanho relativo dos testículos tem sido assumido como um indicativo mais fiável do grau de competição espermática experimentado por machos dentro de uma espécie de certos padrões de acasalamentos.

O aumento de tamanho testículos representam uma das mais bem caracterizadas respostas evolutivas para a competição espermática. Tipicamente, os machos que apresentam um maior número de espermatozoides por copula alcançariam mais sucesso de fertilização. À medida que o tamanho relativo dos testículos de um macho aumenta, também aumentaria a proporção túbulos

seminíferos no parênquima testicular. Consequentemente o aumento no nível de competição do espermática são esperados para selecionar um maior investimento em tecido testicular (39). Dentro da competição dos espermatozoides também é esperado a evolução de características específicas de espermatozoides, como a qualidade espermática, incluindo a morfologia dos espermatozoides, a velocidade de motilidade e viabilidade (20). A seleção sexual pós-acasalamento afeta em muitos aspectos a função testicular além do tamanho bruto testículo, por exemplo, para maximizar eficiência espermatogênica ou para permitir a produção de espermatozoides de certas particularidades na sua morfologia (38).

Ao invés de simplesmente considerar o tamanho relativo dos testículos e procurando respostas com uma abordagem mais holística, que reflete explicitamente a diferentes aspectos da espermatogénese. Deveria ser considerada a ejaculação como uma unidade funcional integrada, e para a avaliação da aptidão dos ejaculados como uma análise multivariada para revelar a relação importância das características individuais do espermatozoide (Parker 2016).

Uma melhor compreensão da natureza destas interações em relação à fisiologia testículo é simplesmente uma possível aproximação de um processo mais complexo. Uma interessante revisão sintetiza e enumera estas variáveis e forças evolutivas sobre os machos submetidos a competição espermática (SC) (38).

- A arquitetura testicular poderia selecionar:
- 1. A SC leva para mais células-tronco no epitélio seminífero por unidade de tamanho de testículo
- 2. A SC seleciona a taxas mais elevadas de divisão de células-tronco (Relacionados ao tamanho relativo do testículo e por tamanho da unidade de testículo).
- 3. A SC seleciona para as etapas de expansão pelo aumento de mais unidades mitóticas por ciclo.
- A quantidade de tecido espermatogênico

- 4. Tecido espermatogênico versus tecido esteroidogênico que varia de acordo com as forças pós versus pré-acasalamento contra a seleção sexual.
- 5. A concorrência sobre dominância social leva a maior proporção de tecido esteroidogênico.
- A maior velocidade da espermatogênese.
- 6. A SC leva a um ciclo do epitélio seminífero mais curto.
- Plasticidade na produção espermática
- 7. Plasticidade fenotípica nas taxas de produção espermática envolvem mudanças no tamanho testicular como assim também mudanças na eficiência do testículo
- Morfologia espermática e espermatogênese.
- 8. A SC frequentemente conduz a espermatozoides maiores e/ou mais longos.
 - 9. Espermatozoides mais longos requerem túbulos seminíferos mais amplos
- 10. Espermatozoides mais longos e maiores requerem maior tempo de espermiogênese e maior ciclo do epitélio seminífero.
- 11. Espermatozoides mais longos estão associados menos etapas de expansão mitótica.
- 12. Espermatozoides mais complexos requerem espermiogêese mais longa.
- Variação e plasticidade na morfologia espermática dentro das espécies.
- 13. A SC conduz a menor variação entre e dentro dos indivíduos no tamanho dos espermatozoides.
- 14. Plasticidade fenotípica na morfologia espermática reflete na histologia e arquitetura testicular.
- A sazonalidade e demanda flutuante de espermatozoides.
- 15. Machos de espécies com sazonalidade marcada têm menos células-tronco por unidade de tamanho testicular, mais etapas na multiplicação mitótica, menos estágios espermatogénicos que produziriam mais espermatozoides por unidade tamanho dos testículos.

- 16. Machos de reprodução continua têm mais e melhor protegidas células tronco, menos etapas de expansão mitótica que produziriam menos espermatozoides por unidade tamanho dos testículos.
- Separação temporal entre a produção e utilização dos espermatozoides.
- 17. Favorece as adaptações testiculares para proteger as gametas do estresse oxidativo, envelhecimento e degeneração.
- 18. Resulta em elevada demanda antes dos acasalamentos e outros investimentos durante a estação reprodutiva.
- Heteromorfismo espermático
- 19. Heteromorfismo espermático pode favorecer momentos de produção espermatica específicos, que se reflectem na histologia e arquitectura testicular
- Mutações induzidas pela proliferação
- 20. No curto prazo SC favorece formas de aumentar a taxa de produção de espermatica que podem causar problemas a longo prazo

A complexidade da competição espermática dentro e entre machos moldam as forças evolutivas estabelecendo estratégias reprodutivas das espécies. No caso dos bovinos a seleção artificial realizada após a domesticação coloca mais variáveis para considerar nos estudos da eficiência reprodutiva da espécie.

4.3. Caracterização da Puberdade

A puberdade é o início da fertilidade e o período em que se verifica rápido desenvolvimento reprodutivo e somático. Seu começo, segundo várias linhas de pesquisa, envolve mudanças na sensibilidade do hipotálamo a efeitos inibidores de fatores gonadais e extra-gonadais (Amann 1983). A puberdade masculina é o momento em que um macho produz pela primeira vez espermatozoides suficientes para fecundar uma fêmea (42). Mais amplamente, esta etapa reprodutiva é caracterizada com base

em indicadores fisiológicos mais amplos, que a definem como a idade em que ocorre rápido crescimento testicular, mudanças no modelo de secreção do hormônio luteinizante, que acarreta gradual incremento da testosterona sanguínea e, como consequência, a iniciação da espermatogênese que é a culminação de um processo contínuo e longo de mudanças endócrinas, que começou pouco depois do nascimento (14).

Desde uma perspectiva evolutiva a puberdade é um processo extremamente lábil, que se sujeita a numerosos fatores ambientes (externos e internos), que interagem e influenciam o sistema nervoso central a modular o sistema endócrino e, por conseguinte, alterar a idade cronológica na qual o animal atinge o dito estado portanto a época em que os touros são capazes de produzir espermatozoides viáveis, demonstrar comportamento sexual típico e desenvolvimento peniano para permitir a cópula e a ejaculação.

O desenvolvimento reprodutivo do touro pode ser dividido em três períodos em estudos da raça holandesa: infantil, pré-púberes e púberes. O período infantil (0-8 semanas de idade) é caracterizada pela baixa secreções de ambos os gonadotrofinas e testosterona (Amann 1983; Rawlings et al. 2008). Depois disso, durante o período de pré-púberes (8 a 20 semanas), há uma aumento temporário nas concentrações de gonadotrofinas sangue (Aumento de gonadotrofina precoce) e um aumento concomitante na secreção periférica de testosterona. As concentrações de hormônio luteinizante começam a aumentar de 4 a 5 semanas, no pico de 12 a 16 semanas, e, em seguida, diminuir, atingindo uma linha de base em 25 semanas (42,44). Vale ressaltar que a concentração de hormônio luteinizante durante o período de pré-púberes afetar o desenvolvimento sexual e são inversamente relacionados com a idade à puberdade. As concentrações de hormônio folículo estimulante no sangue geralmente aumentam durante o aumento precoce (Menos acentuada do que aumentos de hormônio luteinizante correspondente) e diminuir a linha de base em cerca de 25 semanas (42,45).

Tourinhos criados estudos alimentados com elevada taxa de energia na dieta atingem a puberdade mais cedo e têm testículos maiores do que aqueles em uma dieta de baixa nutrição (46–50).

Outro fator que se considerava como parte da influência desta fase aparentemente não tem efeito sobre a puberdade em machos bovinos. A exposição a fêmeas cíclicas não acelerou o processo de desenvolvimento sexual de tourinhos prépuberes em raças de corte (51).

Com o fim de estabelecer uma definição que permitirá as pesquisas e tendo como objetivo de verificar o início da vida reprodutiva de um touros Wolf et al. definiram este momento como como sendo o momento em que o touro produz um ejaculado com 50 milhões de espermatozoides com pelo menos 10% de motilidade progressiva, momento este em que o touro e supostamente capaz de fecundar uma vaca e/ou servir em vagina artificial (52). Outros autores utilizaram como critério o primeiro ejaculado com espermatozoides (53), o aparecimento do primeiro espermatozoide móvel no ejaculado (54) ou a combinação com a primeira monta completa visando estudos de touros de corte em regime de monta natural (55).

Também foram utilizados critérios de morfologia testicular em estudos básicos conceituada como a idade em que ocorre a liberação dos primeiros espermatozoides no lume tubular ou nas diferentes partes do epidídimo (56,57).

Entre os principais fatores que afetam o começo da fertilidade em touros foram relatados os nutricionais, ambientais e genéticos. Estes fatores apresentaram amplas variações em condições tropicais. Segundo estudos na Austrália, o genótipo e a idade, e em menor medida o peso corporal e a perímetro escrotal, foram os maiores determinantes do começo da puberdade (58).

O efeito de diferentes planos nutricionais sobre a idade à puberdade já foi reconhecido ao longo dos anos e em vários grupos genéticos (Barth et al. 2008; Brito et al. 2012a; Brito et al. 2007; Harstine et al. 2015; Dance et al. 2015). Segundo pesquisas pioneiras o nível de alimentação influenciou nos períodos de desenvolvimento antes da

puberdade; porém, depois da mesma, não se observaram diferenças entre animais de alto ou baixo nível nutricional (56). Estudos têm indicado retardamento no crescimento corporal e idade à puberdade aferidos por vários parâmetros seminais e hormonais (Brito et al. 2007a; Vandemark & Mauger 1964b; Renaville et al. 2000) provocados pela subnutrição crônica em energia No mesmo sentido, baixo nível de energia durante a vida pré-púbere significou um retardamento de três a cinco meses no começo da produção de sêmen, comparado com animais de moderado ou alto nível alimentar (54). Melhorar o plano nutricional verificaram-se diferencias de idade, de passo corporal e hormônios que caracterizam esta fase (47,61). Estudos sugerem que a proporção de peso corporal à maturidade é maior preditor da idade à puberdade maior que a idade o peso corporal absoluto (65).

Apesar de comprovada a relação da taxa de crescimento e o desenvolvimento sexual em touros de corte (Brito et al. 2012a). Recentemente foram questionados os modelos eficiência alimentar medidos como o consumo alimentar residual sobre as características reprodutivas e o desenvolvimento reprodutivos de touros (66–68). Em essência, ambos os modelos de consumo residual e análise de correlação apoiou a hipótese de que os touros de alimentação eficiente em as características de desenvolvimento sexual retardado (69). Seria importante evitar a melhoria da eficiência alimentar em detrimento da função reprodutiva de touros de corte jovens destinados a reprodução.

As maiores diferenças raciais que dizem respeito a cronologia do desenvolvimento reprodutivo, encontram-se relacionadas a bovinos das subespécies *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* e os produtos de seu intercruzamento.

Entre as pesquisas que estudaram o desenvolvimento sexual em raças europeias em clima temperado apresentaram idades que variaram entre 10 e 14 meses de idade (Wolf et al. 1965; Lunstra et al. 1978; Almquist & Amann 1976; Barber & Almquist 1975; Almquist 1982; Barth et al. 2008; Brito et al. 2012a; Brito et al. 2007b; Harstine et al. 2015; Dance et al. 2015; Lunstra & Echternkamp 1982; Lunstra & Cundiff 2003; Archbold et al. 2012; Casas et al. 2007; Liron et al. 2012; Bagu et al. 2006; Devkota et al. 2008; Killian & Amann 1972; Madgwick et al. 2008; Thomas et al. 2002; Dance et al. 2016).

As raças taurinas e raças taurinas adaptadas em condições de Brasil Central ou países tropicais foram relatadas em vários estudos e apontado um certa diferença de maior idades se comparados aos de climas mais favoráveis para estes genótipos (82–86). Estes atrasos no desenvolvimento possivelmente sejam atribuídos às condições climáticas e nutricionais referente ao regime de chuvas em condições tropicais já verificados anteriormente (58).

As raças zebuínas foram e estão sendo objeto de novos estudos com respeito ao desenvolvimento sexual puberal em diferentes locais sendo que as idades medias apresentadas são maiores comparados aos taurinos (Aire & Akpokodge 1975; Rekwot et al. 1987; Bastidas 1991; Chase et al. 2001; Loaiza-Echeverri, et al. 2013; Pérez et al. 2014; Tatman et al. 2004; Aponte et al. 2005; Martins et al. 2011).

No Brasil no que se refere a produção de carne a raça Nelore é de longe a mais difundida e objeto de várias pesquisas sobre o início da fase reprodutiva (Dode et al. 1989; Trocóniz et al. 1991; Freneau et al. 2006; Monteiro et al. 2013; Lima et al. 2013; Brito et al. 2004b).

Como uma estratégia para fazer mais precoce a produção de touros nos trópicos utilizou-se o cruzamento de raças nativas com touros taurinos procurando o afeito da heterose nesta característica. Sendo assim foram reportados trabalhos caracterizado esta fase em diferentes cruzamentos F1 entre raças taurinas e indicas (Wildeus et al. 1984; Rekwot et al. 1987; Tegegne et al. 1992; Chase et al. 2001; Lunstra & Cundiff 2003; Brito et al. 2004b; Siddiqui et al. 2007; Jiménez-Severiano et al. 2005; Thomas et al. 2002; Casas et al. 2007).

Vários estudos confirmam que o desenvolvimento reprodutivo das raças indianas ocorre mais tardiamente e a taxas mais lentas que as equivalentes a touros europeus, devido a fatores genéticos somado aos do meio ambiente (58,85,87). Entretanto, estas diferenças não alteram o curso dos eventos morfofisiológicos característicos da puberdade que são similares entre as duas subespécies variando apenas na cronologia das suas etapas (57,104).

Entretanto, as maiores diferenças relatadas entre mestiços das raças indianas e taurinas, que foram 5% mais jovens a puberdade que a média das raças puras, devido em maior parte ao atraso registrado entre as raças indianas (105). Este efeito no incremento de vitalidade, expressado na aceleração da puberdade que acompanha o cruzamento e usualmente observado só quando os animais estão submetidos a dietas nutricionais pobres. Estudos relataram que animais mestiços alcançaram a puberdade mais cedo do que os zebuínos quando o nível de proteína na dieta foi maior e esta relação inverteu-se no grupo alimentado com baixo nível de proteína. Trabalhos que incluíram raças indianas e seus mestiços criados sob as mesmas condições ambientes e de manejo, relataram uma moderada vantagem no alcance da puberdade dos segundos que oscilou entre um e quase três meses (85,95).

Revisando a literatura pode ser observado que existiram momentos nos quais os trabalhos de pesquisa sobre este assunto tiveram momentos de maior número de estudos. Basicamente começaram na década de 1960-1980 com estudos a partir de centros de inseminação artificial em países de clima temperado. Posteriormente a partir do ano 2000 até o presente uma maior frequência de estudos publicados sobre a comprovação do anteriormente relatado somado a estudos básicos no que se refere a metabolismo e aplicados a touros utilizados em programas de melhoramento e a aplicabilidade dos resultados práticos em animais de rebanho comercial somados aos de centros de inseminação artificial. Portanto a puberdade é uma área de estudo vigente e na espécie bovina e em constante aumento de caudal conhecimentos dedicados a esta área do desenvolvimento sexual.

4.4. Maturidade Sexual Seminal

Após a puberdade a produção espermática diária cresce durante algum tempo, podendo variar com a estação e difere entre reprodutores de uma determinada raça, pelo diferente tamanho testicular (14). Em gado Holstein, os reprodutores adquirem

sua máxima produção por grama de tecido testicular entre os 12 e 15 meses de idade e após isto se dá exclusivamente pelo crescimento absoluto do órgão (79).

Uma vez estabelecida a puberdade em um touro, observaram-se mudanças qualitativas e quantitativas nas características seminais dos ejaculados: aumento do volume, da motilidade progressiva, do vigor e da concentração espermática e um concomitante decréscimo na porcentagem de defeitos espermáticos (Lunstra & Echternkamp 1982b; Fields et al. 1982; Wildeus et al. 1984; Brito et al. 2004b; Devkota et al. 2008).

Em termos de trabalhos científicos, poucos os que definem o momento exato da maturidade sexual. No conceito de estudos realizados no Brasil (108) foi o momento em que se apresentaram os primeiros ejaculados contendo 50% de motilidade progressiva, com um máximo de 10% de defeitos maiores e 20% de defeitos menores que, no caso específico da raça Guzerá, aconteceu aos 25,4 meses de idade, seis após definida a puberdade. Vale Filho e colaboradores al estabeleceram como idade quando o touro atinge um ejaculado com um máximo de 15% de defeitos maiores (Vale Filho, et al. 1989). Há estudos que relatam que a maturidade sexual baseada na estabilização da morfologia espermática, sendo que este momento ocorre antes da máxima contagem de espermatozoides no ejaculado (Lunstra & Echternkamp 1982; Garcia et al. 1987).

Em estudos que visaram o destino de touros em centrais de inseminação artificial definiram a maturidade sexual como a idade em que os animais poderiam ingressar em regime de coleta, sendo que deveriam apresentar ejaculados com um mínimo de 50 % de motilidade progressiva e 500 x 10 ⁶ de espermatozoides totais (73). Outras pesquisas já definiram este evento com objetivo de avaliar reprodutores para monta natural definida primeiros ejaculados apresentando 30 % de motilidade progressiva e 70% de espermatozoides normais (Brito et al. 2004b; Rawlings et al. 2008; Barth et al. 2008; Brito et al. 2012a; Brito et al. 2012b; Dance et al. 2016). Justificado como sendo esta característica para aceitar um touro como reprodutor segundo a Sociedade Americana de Theriogenologia (112).

Foi relatado que alta porcentagem de gota citoplasmática proximal ou anormalidades de cabeça nos ejaculados pós-puberais devem ser associadas ao retardamento da puberdade, imaturidade sexual, distúrbios na espermatogênese ou alteração degenerativa do testículo mais do que a disfunção epididimária (113).

Diferenças entre genótipos de raças taurinas e indianas na capacidade reprodutiva podem ser responsabilizadas por uma taxa de maturidade sexual mais lenta nos últimos, que poderia ser melhorada por um nível alimentar mais acurado (58). Em pesquisas que compararam animais das raças Angus e Brahman, com boa alimentação, verificaram-se diferentes idades a maturidade sexual (definida como a motilidade progressiva a nível de 50%, que ocorreu aos 11,1 e 17,6 meses de idade, respectivamente. Entretanto, o aumento linear pós-puberal foi mais rápido nos zebuínos, confirmando que os modelos de desenvolvimento reprodutivo das duas raças não são paralelos (114).

Pesquisas realizadas em raças europeias, tem relatado diferentes características dos ejaculados pós-puberais; a concentração espermática aumentou linearmente de duas semanas antes até 16 semanas após a puberdade (aproximadamente 13 meses de idade), a motilidade progressiva apresentou um crescimento quase linear desde duas semanas antes até seis semanas após a puberdade (9% a 52%) e continuou em forma mais lenta até 20 semanas. A porcentagem de espermatozoides anormais, elevada nos primeiros ejaculados, declinou rapidamente até os 13 meses de idade e os defeitos mais frequentes encontrados foram: cabeças pequenas, piriformes, estreitas na base e gota citoplasmática proximal. O aumento linear na porcentagem de cabeças normais ocorreu aproximadamente entre oito semanas antes e seis semanas depois da puberdade. A gota citoplasmática proximal teve comportamento similar, mas continuou declinando mais lentamente das seis até 16 semanas pós-puberdade, respectivamente (Lunstra & Echternkamp 1982).

Um touro que não exibe espermatogênese normal aos 18 meses de idade corre o risco de ser um pobre reprodutor no futuro. Estudos reportaram que as características de qualidade seminal no gado Holstein aumentaram entre 13 e 18 meses de idade,

quando atingiram um patamar até os 24 meses de idade. Observaram que a porcentagem de ejaculados aptos para congelação foi de 35%, 75%, 91% e 97% aos 12, 16, 19 e 22 meses de idade, respectivamente, o que correspondeu a 12, 24, 36 e 48 semanas após a puberdade (70). Na mesma raça, o fornecimento precoce de alimentos energéticos *ad libitum* acelerou o desenvolvimento sexual dos animais. A concentração, a motilidade progressiva e a porcentagem de espermatozoides normais aumentaram entre um e dois anos, quando atingiram um patamar. Já o volume e o número total de espermatozoides no ejaculado, cresceram até os três anos, idade provável da maturidade sexual (47). Em contrapartida, outras pesquisas concluíram que altos níveis de energia na dieta deterioram a produção e a qualidade espermática, representada pela motilidade progressiva e a incidência de defeitos de cabeça dos espermatozoides, somadas à redução de reservas espermáticas epididimárias, em reprodutores de 14 ou 24 meses de idade e consideraram que esse alto nível de energia na dieta poderia ter resultado em impedimento na transferência de calor nos testículos por deposição de gordura e ou mudanças endócrinas que teriam reduzido às ditas reservas (115,116).

O desenvolvimento sexual precoce é uma característica economicamente importante foram estabelecidas linhas de pesquisas sobre a identificação de marcadores genéticos e desenvolvimento sexual.

Em touros Brahman foram determinados genes BTA2, BTA14 no cromossomo X e foram associados com características medidas ao longo puberdade. Foram identificados genes candidatos para aspectos importantes da fertilidade masculina, incluindo níveis circulantes de hormônios em animais pré-púberes, perímetro escrotal e da morfologia espermática pós puberdade. Estes resultados contribuem a uma nova e importante hipóteses sobre as redes reguladoras que governam reprodução que poderá levar a um melhor conhecimento da função dos genes no contexto da biologia reprodutiva (117).

Estudos recentes de associação do genoma identificaram regiões importantes do cromossomo X associada a características reprodutivas de dois grupos genéticos Brahman e Compostos Tropicais. Duas regiões neste cromossomo foram

identificadas em ambas as raças, fortemente associados com medidas de perímetro escrotal, uma característica reprodutiva mostrado previamente para ser útil para seleção de touros jovens (118). Perímetro escrotal é geneticamente relacionado com a precocidade em descendentes de ambos os sexos (119).

Estudos indicaram que a taxa de crescimento entre os dias 6 e 16 meses de idade não afetou significativamente o desenvolvimento sexual e a função reprodutiva de touros de corte. No entanto, uma maior peso corporal em várias idades foi associada com reduzida idade à puberdade e maturidade, e com maior testículos aos 16 meses de idade, indicando que uma melhor nutrição pode ser benéfico, mas somente quando oferecido antes 6 meses de idade ganhos médios diários de cerca de 1 a 1,6 kg / dia não resultou em acúmulo de gordura excessiva no escroto, o aumento da temperatura escrotal, ou redução na produção de esperma e qualidade do sêmen, e poderia ser considerados bons alvos para a criação de touros de corte. A qualidade do sêmen melhorou gradualmente com a idade e o intervalo entre a puberdade e maturidade (307 e 357 dia de idade, respectivamente) foi de aproximadamente 50 dias. Idade, peso corporal, perímetro escrotal e volume dos testículos, foram todos bons preditores do desenvolvimento sexual com moderada a alta sensibilidade e especificidade (71,6% para 92,4%) (Brito et al. 2012b).

Na raça Holandesa foi relatado que a alimentação de touros com nível mais elevado de nutrição a partir de 2 a 31 semanas de idade é extremamente benéfico para as centrais de inseminação artificial. O aumento resultante no lucro do adicional sémen congelado superaram os custos adicionais pela alimentação dos bezerros mais a partir de idades de 2 a 31 semanas. Além disso, não houve indicações de que a qualidade do sêmen estava significativamente diminuída em touros alimentados com uma alto nível de nutrição no início da vida (50).

Precocidade em touros de corte selecionados pela idade, o peso corporal, volume testicular, perimetro escrotal sao bons preditores da puberdade e maturidade sexual e poderiam ser usados como referências por parte dos produtores e veterinários ao estabelecer metas de crescimento, exame andrológico as datas e os critérios de seleção para os touros de raças semelhantes.

Dentro dos estudos do desenvolvimento sexual pesquisados a diferença da puberdade a maturidade sexual apresentou o início de pesquisas no final da década de 1980 e igualmente que a puberdade a partir dos anos 2000 adquire maior interesse até a atualidade.

4.5. Crescimento Testicular

O tamanho relativos dos testículos aumenta com o nível de competição dos espermatozoides, isto levou à a aceitação generalizada de o papel da competição espermática na forma e tamanho dos testículos (20). O aumento no tamanho dos testículos representam um das mais bem caracterizadas respostas evolutivas para a competição do espermática. Os machos que ejaculam um maior número de espermatozoides podem alcançar o maior sucesso de fertilização.

Como o tamanho dos testículos pode prever a maior proporção de parênquima de tecido seminífero e a taxa de produção diária de espermatozoides, espera-se que os machos com testículos maiores possam ser favorecidos na competição espermática. Consequentemente, os aumentos no nível de competição do espermática são esperados para selecionar para maior tecido testicular (Parker & Pizzari 2010; Parker 2016).

Os testículos de touros taurinos crescem de forma relativamente lenta até aproximadamente 25 semanas de idade e, em seguida, uma fase rápida de crescimento ocorre a puberdade em até 37-50 semanas de idade. Durante a fase de pós-natal precoce de crescimento mais lento do testículo, pré-espermatogônias e algumas espermatogônias são estabelecidas. São produzidos, as células de Leydig e Células de Sertoli indiferenciadas. O rápido crescimento testicular depois de 25 semanas de idade, consiste aumento do diâmetro e o comprimento dos túbulos seminífero, proliferação e diferenciação de células germinativas, com espermatozoides maduros ocorrendo entre 32 e 40 semanas de idade. A população de células de Leydig diferenciadas ocorre grande parte às 30 semanas de idade e que

de Células de Sertoli se diferenciam às 30-40 semanas de idade. As concentrações séricas de hormônio luteinizante aumentam às 4-5 semanas de idade, para um pico pós-natal precoce entre as 12-16 semanas de idade, seguido de um declínio em volta das 25 semanas de idade. As concentrações séricas de hormônio folículo estimulante são elevados no após o nascimento, com uma queda aproximadamente 25 semanas de idade. As concentrações séricas de testosterona aumentam durante a fase de crescimento testicular rápida. A inibição sobre o hipotálamo dos opioides endógenos pode diminuir transitoriamente para permitir o crescimento precoce na secreção de hormônio luteinizante, enquanto a retroalimentação negativa dos androgênicos testiculares provavelmente contribui para este declínio da secreção de gonadotrofinas às 25 semanas de idade. Várias linhas de estudos levam a sugerir que a secreção precoce de gonadotrofinas seria fundamental para iniciar o processo de maturação sexual no bezerro (42,44).

A idade do touro e o fator que tem maior efeito sobre o desenvolvimento testicular desde os seis até os 24 meses de idade, período durante o qual o órgão sofre seu maior crescimento. Em touros de corte nesta idade, o desenvolvimento testicular alcança 90% do tamanho que terá na idade adulta (Coulter & Foote 1977).

O testículo apresenta uma curva de crescimento de tipo sigmoide onde a fase inicial e lenta, a intermediária rápida (coincidente com a puberdade) e a final lenta até estacionar-se na idade adulta (56). Outras pesquisas relataram curvas de crescimento de tipo exponencial. Na fase de crescimento acelerado, há inicialmente aumento do comprimento dos túbulos seminíferos e em segundo lugar aumento do diâmetro e formação de lume nos mesmos (122).

O fornecimento de dieta com concentrados altamente energéticos *ad libitum* promoveram um aumento do corporal em 26% e acelerou o desenvolvimento testicular em tourinhos Holstein, resultando em uma produção de espermatozoides superior em 39% (47).

4.6. Perímetro escrotal

No estudo da biometria testicular, a perímetro escrotal é um indicador do potencial reprodutivo em machos bovinos (119) e assume importância relevante devido a sua alta repetibilidade, de 0,98 (123,124); herdabilidade moderada a alta (119,125) e também pelas estreitas relações com outras características reprodutivas, não só nos machos como também nas fêmeas do rebanho (126) (19). Em estudos realizados com meia-irmã constatou-se alta correlação entre a perímetro escrotal e idade à puberdade das fêmeas, para cada centímetro a mais no perímetro escrotal dos touros acima da média da população poder-se-ia esperar 0,25 cm de perímetro escrotal superior nos filhos e 3,86 dias de antecipação da primeira ovulação das filhas (119,126).

Podem-se mencionar várias causas de variação em medições testiculares no touro: idade, raça, estação do ano, peso corporal, nível nutricional; e a sua relação com a produção espermática, características seminais entre outras.

O perímetro escrotal é altamente correlacionada com a idade dos reprodutores, apresentando índices que variam de 0,54 a 0,95 dependendo das faixas etárias pesquisadas (15,85,97,122–124).

Em touros jovens Holstein de seis a 24 meses de idade foram reportadas relações de crescimento testicular linear em função da idade (123) ou curvilínea, quase linear (124).

O tamanho testicular em determinada idade e correlacionado com o tamanho potencial em outras idades. Touros com testículos pequenos ou grandes aos 12 meses de idade geralmente terão um tamanho proporcional um ano depois (123,127).

As correlações genéticas e fenotípicas do perímetro escrotal com medidas de crescimento corporal são geralmente positivas. Estudos realizados na área relatam altos coeficientes de correlação entre a perímetro escrotal e o peso corporal, com valores que oscilaram entre 0,55 e 0,92 (Coulter & Foote 1977b; Curtis & Amann 1981; Lunstra

et al. 1988; Devkota et al. 2008). O peso corporal tem maior efeito sobre a perímetro escrotal que outras características de crescimento. Devido a isto, selecionar touros para crescimento, com um ano de idade, deveria incrementar a perímetro escrotal e vice versa (119). Condições ambientais adversas que resultaram no atraso do desenvolvimento corporal alteraram também o crescimento testicular (58). Alguns pesquisadores correlacionaram o peso testicular com o corporal e encontraram índices que variaram de 0,79 a 0,89 (57,87), com a idade (0,86 a 0,92) (57,128) e com o volume testicular (129). O perímetro escrotal está altamente correlacionado com o peso testicular (0,86 a 0,95) (123,124,127,129).

A raça é outro dos fatores que influi no tamanho testicular e no perímetro escrotal. Poucas diferenças são relatadas com respeito a touros jovens de raças europeias, se bem que (130) reportaram que a perímetro escrotal de touros Angus foi maior que a de Holstein às mesmas idades e que esta diferença foi revertida aos 36 meses de idade. Os tourinhos, dos 18 aos 24 meses de idade atingiram, 100% e 89% do perímetro escrotal do adulto em cada raça respectivamente. Em estudo com raças de corte (15) relataram diferenças, se bem que não significativas, no perímetro escrotal de cinco raças de corte, sendo a do Pardo Suíço maior e a do Hereford menor. Nas raças europeias na avaliação de reprodutores se considera como aceitável touros de 24 meses de idade com perímetro escrotal igual ou maior que 34 cm (131).

As maiores diferenças no perímetro escrotal foram descritas entre raças *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* e seus mestiços. Em estudos que compararam tourinhos frísios e mestiços destes com zebuínos, observaram que os pesos dos testículos e epidídimos foram significativamente maiores nos primeiros, em quase duas vezes (58). Touros da raça Bunaji com mestiços desta última com frísios, (85), na África, observaram que os mestiços apresentaram maior perímetro escrotal. Também foi maior esta característica em animais Angus comparados com Brahman, só que até os 17 meses de idade, em que os segundos superaram os primeiros, o que confirma que as raças zebuínas são mais tardias cronologicamente, mas o desenvolvimento das subespécies foi paralelo (107).

A consequência do maior peso testicular é uma maior quantidade de parênquima, com maior área de túbulos seminíferos para produzir espermatozoides. Diferentes métodos de pesquisa tem demostrado que há uma relação positiva entre a produção de espermatozoides e o tamanho dos testículos e a perímetro escrotal (Willet & Ohms 1957; Amann & Schanbacher 1983) Trabalhos conduzidos em gado Hosltein demonstraram que essa alta correlação atingia um máximo, de 0,81, entre os 17-22 meses e caia até 150 meses de idade, quando se tornou negativa (123).

Além da relação entre perímetro escrotal e produção espermática, vários estudos abordaram outras características seminais. Há trabalhos que demonstram correlações fenotípicas e genéticas positivas entre o perímetro escrotal e medidas de quantidade e qualidade seminais. Em geral quando o perímetro escrotal aumenta (em touros jovens) a motilidade progressiva, a porcentagem de espermatozoides vivos, o número de espermatozoides por ejaculado, o volume e a concentração espermática também se elevam, e a patologia espermática diminui (15,97).

Estudos conduzidos na raça Angus (113) relataram relação entre perímetro escrotal e porcentagem de espermatozoides normais e anormais no ejaculado. Para cada centímetro a mais no perímetro escrotal, a gota citoplasmática proximal, defeitos maiores e defeitos menores diminuíam 8,5%; 2,7% e 2% respectivamente e os espermatozoides normais aumentaram em 13%. Tourinhos de 13 meses de idade, com perímetro escrotal menor que 32 cm, apresentaram as piores características seminais e maior quantidade de túbulos seminíferos com perda de epitélio e grau de hipoplasia testicular. Em outro estudo, com os mesmos parâmetros do anterior, o perímetro escrotal com faixas de 33, 32,5 a 30 e menor que 30 cm apresentaram graus de perda epitelial de 2,7 a 8,8%, 13 a 25% e maior que 70% respectivamente (132). Estas constatações indicam que a medida do perímetro escrotal foi valiosa para determinar o estado patológico do testículo. Touros com testículos pequenos apresentaram alta prevalência de lesões no epitélio seminífero e pobres características seminais.

No Brasil a raça Nelore é a mais estudada neste aspecto estudos reportaram que o perímetro escrotal tem uma relação quadrática com a idade em touros jovens

(97,133) e foi determinada a curva logística como a melhor representação ao crescimento testicular (134).

Estudos indicam nas raças europeias que uma única medida do perímetro escrotal, perto de 365 dias, seria uma adequada para indicar o início da maturidade nos touros. Medições registradas antes desta idade seria mais bem relacionada com o tamanho corporal, porque o animal ainda não atingiu puberdade. Portanto, apesar da baixa amplitude das estimativas, os coeficientes de correlação genética levam à suposição de que o perímetro escrotal de bovinos da raça Nelore, medidos a 365 e 730 dias de idade, não estaria sob a influência de genes aditivos que atuam na precocidade (135).

Caracterizar o tipo de crescimento testicular foi importante para conhecer melhor esta característica e foi definido em várias raças o modelo logístico como o mais aproximado à realidade. O modelo logístico foi adequado para descrever o crescimento do perímetro em função da idade em touros da raça Nelore criados a pasto. As elevadas correlações positivas entre peso, perímetro escrotal e idade permitem que a seleção de machos da raça Nelore criados a pasto possa ser indicada aos 12 e 18 meses, com medidas de aproximadamente 20,15 cm e 25,41 cm respectivamente (134,136). O modelo logístico foi também o mais adequado para descrever o crescimento do perímetro escrotal de animais da raça Canchim em diferentes tipos de criação. A utilização deste modelo na descrição do crescimento do perímetro escrotal pode ser de extrema importância, já que os parâmetros destes modelos podem ser utilizados para selecionar animais que apresentem taxas adequadas de crescimento do perímetro escrotal e, assim, melhorar a precocidade dos animais através da seleção genética (137).

O perímetro escrotal apresenta herdabilidade em relação com características produtivas (138) e reprodutivas de touros (139–142) e com características reprodutivas e de precocidade em fêmeas (19,143). A partir destas informações foi incorporado aos programas de seleção da raça e aferido o seu impacto (144–147). Recentes estudos

definiram genes candidatos por sua associação com o perímetro escrotal com traços de fertilidade em touros de raças zebuínas e compostos (118). Tambem verificaram associação do genoma para detectar regiões cromossômicas associadas com características relacionadas à precocidade sexual na raca Nellore e relataram que a precocidade sexual é de natureza natureza poligênica, demonstrando que os indicadores de idade ao primeiro parto e perimetro escrotal em machos e femeas respectivemente como características de precocidade sexual são controlados por muitos genes, incluindo alguns dos efeito moderado (148).

A medição de perímetro escrotal ainda é o melhor método para avaliar desenvolvimento testicular, mas alguns ajustes na forma de utilização poderiam ser considerados para melhorar a reprodutibilidade. Em condições de pesquisas mais amplas e onde grandes números de touros forem utilizados se recomenda que o perímetro escrotal deve ser mensurado na desmama (seis meses de idade), nove, 12, 15, 18, 21 e 24 meses de idade para monitorar o desenvolvimento testicular e avaliar em que idade pode ser primeiro associado com a fertilidade feminina (149).

Desde início dos estudos sobre o crescimento testicular o perímetro escrotal bem sendo utilizado como característica de tamanho testicular pelas associações de criadores e os diferentes programas de melhoramento nas diferentes raças taurinas e zebuínas. Inclusive já foi incorporado pelos produtores de bezerros em nível comercial o que aparentemente após de aproximadamente mais de 40 anos de uso em pesquisas e aplicado à rotina de avaliação andrológica em bovinos pode já fazer parte da rotina em manejo de touros.

4.7. Volume testicular

Os estudos de BAILEY e colaboradores questionaram e verificaram que somente o perímetro escrotal não constituía uma medida que relacionara com a produção espermática porque a medição de duas dimensões de comprimento e largura seria um indicador mais preciso do volume testicular e do peso que a medição

unidimensional de perímetro escrotal. Segundo esses autores, os testículos mais alongados, como por exemplo nas raças zebuínas, apresentam maior superfície de contato com o meio ambiente, o que facilita a termo regulação. Ainda, os mesmos autores observaram que os testículos de forma longa apresentaram volumes semelhantes às demais formas testiculares. (21,22).

No Brasil estudos conduzidos para testar essas hipóteses por Unanian e colaboradores objetivaram analisar a importância das características de forma e volume testicular em raças zebuínas e mostraram que ejaculados provenientes de testículos longos apresentaram maior concentração de espermatozoides/mL que os testículos ovoides, embora estes últimos apresentassem circunferências maiores. Segundo esses autores, a maior concentração de espermatozoides/mL deve-se à melhor termo regulação, oriunda de melhor distribuição de vasos sanguíneos e túbulos seminíferos, importantes na produção espermática. Estas pesquisas concluíram que somente a perímetro escrotal não seria suficiente para predizer a produção espermática, a qual está ligada a outros fatores, como o volume testicular, além da forma dos testículos. Ainda sugeriram incluir medição do volume testicular em andrológico rotina avaliações de machos que participam na genética programas de melhoramento (Unanian et al. 2000).

A partir dessas constatações estudos têm estimado a relação genética entre o volume testicular e outras características de produção na raça Nelore (145,146), e os resultados sugerem progresso genético Por conseguinte, espera-se esta característica pode ser utilizada critério de seleção (146).

Na raça Guzerá o perímetro escrotal, volume testicular e peso do corporal podem ser usados como critérios de seleção para melhorar desenvolvimento sexual precoce em. O perímetro escrotal (pela sua simplicidade de aferição) medido em 650 d de idade é a mais vantajosa critério de seleção indicativo de melhoria da idade de puberdade em tourinhos Guzerá (Loaiza-Echeverri et al. 2013).

5. Material e Métodos

5.1. Animais e condições de manejo praticadas

O presente estudo de desenvolvimento sexual em touros foi realizado em dois momentos e locais diferentes. Todos os procedimentos de colheita de dados se correspondem e foram realizados identicamente e pela mesma equipe de trabalho.

.

5.1.1. Experimento Fazenda 1.

Utilizaram-se 17 bovinos machos da raça Holandesa-PB-PO, 21 da raça Gir-PO e 29 mestiços F1 Holandês-Gir desde os seis meses de idade, os primeiros, e de sete meses de idade os outros entre setembro de 1988 até agosto de 1990. O experimento foi realizado no município de Ibiá-MG (latitude sul 19 graus 50', longitude oeste 46 graus 50', altitude 848 m sobre o nível do mar) no Centro-Oeste do Estado de Minas Gerais, Brasil. Na região prevalece o clima tropical semiúmido (ATLAS NACIONAL DO BRASIL 1966).

O manejo estabelecido foi o mesmo para os três grupos zootécnicos, com regime do tipo semiextensivo. Foi fornecida uma ração comercial balanceada de alta energia para animais em crescimento, cuja composição continha 16% de proteína bruta, 80% de nutrientes digestíveis totais, 1,8% de cálcio e 0,57% de fósforo. Foi administrada também silagem de milho junto com a ração, uma vez por dia, em cochos coletivos. O resto do tempo os tourinhos permaneceram em piquetes com pastagem de *Brachiaria decumbens*. A quantidade de ração fornecida foi ajustada no transcurso do experimento, de maneira a cobrir as necessidades de crescimento e desenvolvimento geral dos animais segundo o NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1984.

Todos os animais, ao entrarem no experimento, foram identificados, vermífugos e cuidadosamente examinados sob o ponto de vista clínico. Depois de um mês de adaptação, iniciaram-se as diferentes observações que, nos holandeses, estenderam-se

desde os seis até os 24 e nos Gir e Mestiços F1 desde os sete até os 25 meses de idade, respectivamente.

As colheitas de dados foram realizadas a cada duas e quatro semanas. Sendo as primeiras concentradas entre as idade próximas à aparecimento de espermatozoides nos ejaculados e até o momento de estabilização das características seminais aproximadamente 18-19 meses de idade.

5.1.2. Experimento Fazenda 2

Foram utilizados 18 touros da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) não registrados desde os 10 até os 30 meses de idade. Entre setembro de 1992 e abril de 1994. A propriedade na qual se realizaram os experimentos de campo possuía manejos sanitário e nutricional satisfatórios para o desenvolvimento normal dos animais. O presente trabalho foi realizado no município de Carmolândia, estado de Tocantins localizada a 7°, 2' e 11" de latitude sul e 48°, 24' e 2" de longitude oeste, com uma altitude aproximada de 270 metros acima do nível do mar entre os anos de 1992 e 1994. Na citada região prevalece o clima quente e úmido com chuvas de verão e outono e caracterizado por marcar a transição entre o clima chuvoso com pequena estação seca e a savana ou cerrado com estação seca de inverno, da classificação de Koppen transicional entre AW e AM, respectivamente (AYOADE, 1986).

Os animais eram mantidos em regime de pasto, com mineralização *ad libitum*, utilizando-se sal comercial de reconhecida qualidade. Devido às características da região, as pastagens (compostas de várias espécies forrageiras) permaneceram quase sempre verdes no decorrer dos experimentos de campo. As necessidades nutricionais de crescimento dos tourinhos foram supridas por esse conjunto de pastagens mais suplementação de sal mineral, segundo as recomendações do NRC (1984). O manejo sanitário de antiparasitários e plano de vacinas da propriedade era satisfatório.

As colheitas de dados foram realizadas a cada duas e quatro semanas. Sendo as primeiras concentradas entre as idade próximas à aparecimento de espermatozoides nos ejaculados e até o momento de estabilização das características seminais aproximadamente 30-32 meses de idade.

5.2. Crescimento corporal

O peso corporal, por meio da pesagem individual em balança para tal fim. O perímetro torácico através, de fita métrica colocada desde o ponto mais alto da cernelha até o processo xifoide do esterno (esse valor foi multiplicado por dois). Estes procedimentos foram efetuados em um tronco de contenção em todos os animais a cada quatro semanas.

5.3. Biometria testicular

Com auxílio de paquímetro de metal, tomaram-se as medidas de comprimento e largura testiculares. A primeira foi aferida desde a extremidade *capitata* do testículo (incluindo a cabeça do epidídimo) até a extremidade *caudata* do órgão (excluindo a cauda do epidídimo); e a segunda na porção média do testículo em sentido anteroposterior.

O perímetro escrotal foi medido por meio de fita métrica plástica contornando a porção de maior largura da bolsa testicular, no momento em que se tracionavam ambos testículos para ventral direção caudal. Estes procedimentos foram efetuados em um tronco de contenção em todos os animais a cada quatro semanas.

Para efeitos de cálculos e analises foram considerado o comprimento e largura como a média dos testículos direitos e esquerdos.

O volume testicular em cm³ foi calculado de acordo com seguinte formula (114).

VOL = 2 [
$$(r^2) * \pi * h$$
].

Em que: r = raio calculado pela largura/2, h = comprimento do testículo.

Foi determinada a forma dos testículos calculada pela razão entre a largura e comprimento testicular (22). Na escala de 1 a 0,5, em que 1 significa LARG = COMP e 0,5, LARG = 1/2 COMP. Em função desta escala, foram estabelecidas as seguintes formas:

Razão 1 <= 0,5 = longo;

Razão 2 de 0,51 a 0,625 = longo/moderado;

Razão 3 de 0,626 a 0,750 = longo/oval;

Razão 4 de 0,751 a 0,875 = oval/esférico;

Razão 5 > 0,875 = esférico

Foram analisadas as curvas de crescimento testicular representados pelos perímetro escrotal e volume testicular para os quatro grupos zootécnicos. Para tal fim foi utilizada a função logística. Esta função foi estudada em condições de Brasil como a que melhor representa o crescimento testicular em várias raças (Quirino et al. 1999; Nieto et al. 2006; Loaiza-Echeverri et al. 2013). Todas As análises foram realizadas utilizando o procedimento de regressão não linear Proc Nlin (151)

Representada pela seguinte equação Logística: Y = A I (I + B exp -kt)

onde Y =PE é o Perímetro escrotal em t dias de idade ou VT o volume testicular em t dias de idade

VT a=1300 b=4 c=0.10

PE a=45 b=4 c=0.10

A é o PE ou VT estimado na maturidade;

B indica a proporção do PE ou VT maturidade assintótica a ser obtida após o nascimento, estabelecido pela valores iniciais;

k é a constante de maturação, que é igual à razão entre o taxa máxima de crescimento e PE ou VT na maturidade;

5.4. Colheita de ejaculados e avaliação de sêmen

Foram realizadas colheitas de sêmen em todos os animais a cada quatro semanas, até o aparecimento dos primeiros espermatozoides nos ejaculado nos primeiros touros, posteriormente, a cada duas semanas, até a estabilização dos ejaculados. Utilizou-se para a colheita, a eletro ejaculação, com os animais contidos em tronco. Os procedimentos de colheita e avaliação dos aspectos físicos e morfológicos dos ejaculados foram realizados de acordo com as recomendações do CBRA (152).

O sêmen foi colhido em tubos graduados de plástico transparente, devidamente protegidos e acoplados a um funil do mesmo material. No momento da colheita, avaliaram-se os aspectos físicos do ejaculado (volume, aspecto, turbilhonamento, motilidade individual progressiva e vigor).

O volume e aspecto foram obtidos imediatamente após a colheita, pela observação do tubo graduado. Para avaliação do turbilhonamento e da motilidade progressiva, colocou-se uma gota de sêmen sobre lâmina de vidro previamente aquecida a 38 graus centígrados.

A leitura do turbilhonamento foi feita diretamente sobre a gota, sob microscópio, com 100x de aumento, pela observação da quantidade e intensidade e espessura das ondas (escala de 0-5). Sobre outra gota de sêmen, colocou-se uma lamínula, também previamente aquecida a 38 graus centígrados e sob microscópio, com aumentos de 100x e 400x, avaliaram-se a motilidade individual progressiva e o vigor dos espermatozoides conferindo-lhes uma classificação de zero a 100% e de zero a cinco, respectivamente.

Após estas avaliações, tomou-se o conteúdo de 0,02 ml de sêmen com auxílio de pipeta graduada e verteu-se em quatro ml de solução de formol-salina-tamponada de citrato de sódio 2.92% utilizada para a determinação da concentração espermática pela utilização da câmera de Newbauer (número de espermatozoides por mL) Com a informação da concentração espermática foi calculado o número de espermatozoides

por ejaculado pela multiplicação com o volume ejaculado. Outra porção de aproximadamente 1,0 ml de sêmen foi colocada na mesma solução, para posterior análise da morfologia espermática, em microscopia de contraste de fase ou contraste diferencial de interferência de fase com 1000 vezes de aumento, onde contabilizaram-se as patologias de 200 espermatozoides por preparado. Os critérios de avaliação foram empregados de acordo com BLOM (153), baseados em defeitos maiores e menores. Nos primeiros ejaculados, que ainda não apresentavam suficiente quantidade de espermatozoides para a análise de concentração e morfologia, computou-se apenas a presença de células espermáticas.

5.5. Eventos na Puberdade e Maturidade Sexual que caracterizam o desenvolvimento sexual em touros.

Para estudar o processo de desenvolvimento sexual de touros foram estabelecidos diferentes momentos para marcar eventos. Estes tiveram como critérios as diferentes características seminais. Esses eventos dentro dos momentos (puberdade e maturidade sexual) com o objetivo de comparar a evolução das características dos grupos de touros estudados (idade, peso, circunferência torácica, comprimento e largura testicular, perímetro escrotal, volume testicular, concentração espermática, defeitos espermáticos, etc.).

5.5.1. Eventos relacionados com a Puberdade

Idade ao aparecimento dos primeiros espermatozoides nos ejaculados dos touros (ISEM1)

Idade ao aparecimento dos primeiros espermatozoides moveis nos ejaculados dos touros (ISEM2)

Idade à Puberdade Seminal primeiros ejaculados dos touros com pelo menos 10% de motilidade progressiva e 50x10⁶ espermatozoides/ejaculado (IDPUB) (52).

5.5.2. Eventos relacionados com a Pôs-Puberdade e Maturidade Sexual seminal

Idade em que os ejaculados dos touros apresentaram pelo menos 50% de motilidade progressiva e 500x10⁶ espermatozoides/ejaculado (IMACO). Esta definição foi utilizada considerando características dos ejaculados com capacidade de serem congelados com o objetivo de utilizar em programas para touros jovens (73).

Idade em que os ejaculados dos touros apresentaram um máximo de 15% de defeitos maiores e 30% de defeitos totais (IMAT1) (152).

Idade em que os ejaculados dos touros apresentaram um máximo de 15% de defeitos maiores e 30% de defeitos totais com pelos menos 500x10⁶ espermatozoides/mL de concentração espermática (IMAT2).

Idade em que os ejaculados dos touros apresentaram um máximo de 10% de defeitos maiores e 20% de defeitos totais com pelos menos 500x10⁶ espermatozoides/ml de concentração (IMAT3).

5.7. Analises Estatísticas

Os dados quantitativos e qualitativos foram analisados pelo pacote estatístico SAS (151). O programa para análise dos dados registrou uma saída de 2163 observações (registros de touros avaliados) com 242 características analisadas. Das observações obtidas foram 458, 757, 588 e 360 de touros Holandeses, Mestiços F1 Holandes-Gir, Gir e Nelore, respectivamente.

Para cada evento de desenvolvimento sexual foram calculadas as medias e desvios padrão de peso corporal (kg), circunferência torácica (cm), perímetro escrotal

(mm), volume testicular (cm³), comprimento e largura testicular (mm), volume ejaculado (ml), motilidade progressiva (%), vigor espermático (1-5), turbilhão (1-5), concentração espermática (x10⁶ sptz/ml), espermatozoides ejaculados (x10⁶ sptz/ml), gota citoplasmática proximal (%), defeitos espermáticos maiores menores e totais (%). Os resultados foram expressos em médias e desvio padrão.

As medias das características quantitativas peso corporal, circunferência torácica, perímetro escrotal, volume testicular, comprimento e largura testicular, volume ejaculado, concentração espermática, espermatozoides ejaculados comparadas pela analises de pelo teste de Tukey-Kramer.

As médias das características motilidade espermática, vigor espermático, turbilhão, defeitos espermáticos menores maiores e totais foram comparadas entre os grupos zootécnicos pelas análises não paramétricas Kruskal-Wallis (P<0,05) e posteriormente usando-se Wilcoxon para comparar os grupos aos pares (154).

Foram verificadas a relação da idade dos animais com as características estudadas dos touros mediante analises de regressão simples. As regressões foram calculadas utilizando-se as seguintes características como variáveis dependentes: de peso corporal (kg), circunferência torácica (cm), perímetro escrotal (mm), volume testicular (cm³), comprimento e largura testicular (mm), motilidade progressiva (%), concentração espermática (x106 sptz/ml), gota citoplasmática proximal (%), defeitos espermáticos maiores menores e totais (%). As equações de regressão estudadas tiveram como variáveis independentes a idade, tendo sido determinadas pelo grau de significância (P<0,05) e pelo coeficiente de determinação as equações com maior relação entre as variáveis confrontadas.

A comparação das frequências foi analisada pelo teste do qui-quadrado. Para a análise das correlações entre as características estudadas, utilizou-se a correlação de Spearman, recomendada para dados não paramétricos (154).

Foi elaborado um programa englobando os seguintes procedimentos: Proc Means, para cálculos de médias, desvio padrão, amplitude e coeficientes de variação; Proc Freg, para cálculos de frequências relativas e acumuladas com qui quadrado; Proc Corr, para determinação dos coeficientes de correlação de Spearmen; Proc Stepwise, para determinação das melhores equações de regressão; Proc GLM, para os cálculos de regressão incluindo nível de significância e coeficientes de determinação, incluindo-se neste procedimento a análise de variância mediante teste de Ismeans Tukey-Krame; Proc Test, para "t" de significância das médias pareadas.

6.Resultados e Discussão

6.1. Puberdade Seminal

As idades dos touros aos primeiros espermatozoides nos ejaculados foram mais precoces (P<0,05) para os touros Holandeses (9,4 \pm 1,2 meses) seguidos pelos Mestiços F1 (10,8 \pm 2,0 meses) e os touros Gir (12,6 \pm 1,5 meses). Os toros Nelore (12,9 \pm 2,0 meses) foram semelhantes ao grupo dos Gir.

Posteriormente a estas observações as idades dos touros em que apresentaram os primeiros ejaculados com espermatozoides móveis foram de 9,6±1,4; 11,2±2,0; 13,0±1,6; meses de idade para Holandeses, Mestiços F1 e Gir e respectivamente. Estas medias observadas mantiveram as mesmas diferenças que as acima relatadas entre elas (P<0,05). Os touros Nelore apresentaram esta condição aos 13,4±2,0 meses de idade, próximos ao grupo dos Gir.

Em Anexo as Tabelas 1 e 2 apresentam as características estudadas dos touros à idade de aparecimento dos primeiros espermatozoides e à idade dos primeiros espermatozoides moveis nos ejaculados. Como as características e idades foram próximas com poucas diferenças entre os grupos zootécnicos foi tomado a idade da puberdade seminal para discutir esta fase com mais quantidade de estudos publicados literatura.

Na Tabela 1 estão apresentadas as características de crescimento corporal, testicular e seminais dos touros dos grupos genéticos estudados na puberdade seminal com um mínimo de 10% de motilidade progressiva pelo menos 50×10^6 espermatozoides totais por ejaculado (52).

Tabela 1: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore à Puberdade Seminal (52)

	Idade a Puberdade Seminal										
	Holandês (n17)			Mestiço F1 (n29)			Gir (n21)			Nelore (n18)	
	Media	DP		Media	DP		Media	DP		Media	DP
Idade (meses)	10,1	1,2	С	12,3	1,9	b	14,	1,9	а	14,6	1,7
Peso corporal (kg)	254,2	42,3	b	298,1	46,4	а	238,7	25,1	b	223,5	30,8
Circun. Torácica (cm)	134,5	10,1	b	148,1	11,7	а	140,4	12,2	b	147,3	4,8
Perímetro escrotal (mm)	278,5	21,3	а	274,4	26,0	а	235,9	18,4	b	223,5	23,1
Volume testicular (cm³)	422,5	112,1	а	383,2	98,1	а	274,4	83,4	b	251,9	78,5
Comprimento testículo (mm)	88,4	9,0	а	85,2	8,7	ab	80,3	8,3	b	76,1	8,7
Largura testículo (mm)	54,7	5,9	а	53,0	5,1	а	45,7	4,5	b	45,3	4,6
Volume ejaculado (ml)	4,6	2,1	b	6,4	2,4	а	4,7	1,3	b	3,2	0,7
Motilidade progressiva (%)	17,6	8,3	b	27,4	17,8	ab	21,4	15,5	а	14,6	7,0
Vigor (1-5)	1,5	0,6	b	2,0	0,7	а	1,7	0,7	ab	1,7	0,5
Turbilhão (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conc. Esperm. (x10 ⁶ sptz/ml)	15,1	5,6	а	27,1	36,8	а	16,3	9,5	а	24,1	8,4
Sptz/Ejac (x10 ⁶ sptz/ml)	63,9	31,9	а	90,9	62,0	а	69,9	33,1	а	77,0	27,9
Gota cito. Proximal (%)	32,5	12,6	а	33,3	17,9	а	38,2	20,6	а	33,9	14,0
Defeitos Sptz Totais (%)	91,5	27,2	ab	93,3	22,8	а	80,8	24,2	b	89,6	27,3
Defeitos Sptz Maiores (%)	72,7	20,5	а	76,4	25,2	а	76,4	25,3	а	73,3	25,6
Defeitos Stpz menores (%)	21,9	10,4	а	15,1	7,8	b	4,8	4,1	С	16,2	4,0

Circun= circunferência, Conc. = concentração, Esperm. = espermática, Sptz=espermatozoides. Valores seguidos por letras distintas indicam diferenças entre colunas P<0,05 pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis – Wilconxon / variância ajustado Tukey-Kramer.

Como era de esperar os animais taurinos foram mais precoces que os índicos ficando os Mestiços F1 em posição intermedia e os zebuínos mais tardios.

O peso corporal foi maior nos touros mestiços (P<0,05) sendo os Holandeses e Gir com peso intermediário. Os Nelore foram mais leves que os touros Gir sendo que estes últimos foram criados exclusivamente a pasto portanto não comparáveis.

A circunferência torácica foi maior nos touros Índicos e Mestiços F1 aos Holandeses que apresentaram esta característica com 4 e 2 meses antes aos outros três grupos zootécnicos (Tabela 1).

O tamanho testicular representado pelas diversas características de biometria testicular (perímetro escrotal, comprimento, largura e volume testicular) foram maiores nos touros holandeses e mestiços F1 que nos zebuínos. Sendo que o

comprimento testicular passou a ter uma tamanho intermédio dos touros Gir que foram iguais aos dos mestiços F1 (P>0,05) (Tabela 1). Portanto fica evidente e comprovado que no início da fertilidade de touros o tamanho testicular apresenta diferenças de acordo ao grupo genético sendo os touros zebu atingem esta idade com menores testículo.

Em termos práticos seria esperada a puberdade com 28 cm em touros europeus e 23 cm nas raças zebuínas. Estas medidas testiculares, em avaliação de rotina, poderiam ser utilizadas como para identificar tourinhos mais precoces. Porém não para descartar já que ainda as características seminais não se estabilizaram em qualidade e quantidade.

As características seminais (Tabela 1) apresentaram elevados desvios padrão em todos os grupos zootécnicos característico de esta fase de desenvolvimento. Os aspectos físicos foram similares e de baixo valor em todos os grupos zootécnicos. Os aspectos morfológicos do sêmen apresentaram ejaculados com elevadas patologias espermáticas. Com elevadas porcentagens de defeitos totais e dentre eles a gota citoplasmática proximal que se apresentou como um defeito característico de esta fase de desenvolvimento em todos os grupos zootécnicos.

Há só um registro sobre a idade à puberdade seminal na raça Holandesa em condições de Brasil Central (104). Se comparados com estudos realizados em clima temperado foi observada uma maior idade oscilando entre 0,5 e 1,5 meses (47,70,79). Estas diferenças são atribuídas ao mais elevado nível nutricional em que os touros tinham concentrados *Ad Libitum*. A idade à puberdade seminal aqui observada foi equivalente a estudos recentes ao grupo de touros com nutrição de nível médio porem maior aos touros com nível nutricional elevado (48,49). Se comparados com estudos de países tropicais se agregam a estas observações (155) e a touros estudados no Japão (78).

Apesar de que já foram relatadas diferenças de precocidade entre raças taurinas de leite e corte em favor das primeiras (14,15,44) para efeitos comparativos (dentro dos objetivos do presente estudo) com estudos prévios entre taurinos, mestiços F1 taurinos x índicos e índicos incluiremos estudos recentes de raças de

corte europeias. Se comparado com estudos com raças de corte de clima temperado estes touros da raça Holandesa apresentaram idades, perímetros escrotais e volume testicular similares sendo aqueles mais pesados possivelmente em virtude do diferente manejo nutricional utilizado naqueles paises (Brito et al. 2012; Miller & Fike 2014).

O peso corporal à puberdade seminal foi similar a touros criados nos trópicos (103) e aos toros controle de experimentos sobre aceleração da precocidade por aumento da nutrição e menor que os apresentados em estudos de clima temperado (48,49). Portanto provavelmente estes touros não tiveram interferência de origem nutricional. O que leva a especular que além do efeito de nutrição o clima representado pelo estresse calórico pode influenciar a manifestação da puberdade nesta raça em condições do Brasil Central.

O perímetro escrotal à puberdade aqui observado se agrega a estudos pioneiros em que determinaram os 28 cm a medida pela qual poderia ser esperada a puberdade seminal em touros de corte (15). Esta medida de perímetro escrotal foi posteriormente recomendada para utilizar-se como aproximação de idade à puberdade (44) e confirmada recentemente na raça Hosltein (49). Da mesma forma que o perímetro escrotal o volume testicular à puberdade observado nesta raça foi equivalente ao observado em recentes estudos calculado pela mesma formula (49).

Os dados sobre as características estudadas nos touros da raça Gir à puberdade seminal estão apresentados na Tabela 1. Estes touros manifestaram a idade à puberdade 3 meses antes com perímetros escrotais menores em 4,4 cm e pesos corporais mais leves em 73 kg, que os relatados em estudos realizados no Brasil em animais em condições intensivas para touros precoces (94). Estas diferenças sejam possivelmente devido à metodologia empregada já que neste trabalho as colheitas começaram mais precocemente com maior quantidade de animais (7 vs. 13 meses de idade) o que possibilitaria identificar os touros mais precocemente à puberdade. Haja visto como será discutido posteriormente as diferenças na maturidade sexual não foram significativas entre os dois estudos.

Os dados sobre as características estudadas nos touros Mestiços F1 Holandês-Gir à puberdade seminal estão presentados na Tabela 2. Este grupo zootécnico de animais apresenta dificuldade de comparação com relatos da literatura devido à variabilidade dos produtos de cruzamentos e tipo de manejo em diferentes regiões do planeta. Os trabalhos publicados sobre este tipo de cruzamento são escassos portanto serão também comparados com outros cruzamentos F1 entre raça taurinas e índicas.

Os dados aqui observados foram de animais mais precoces (1,5 meses) e de maior perímetro escrotal que os relatados em cruzamentos estudados na África com raças Frísia x Bujani (85) e semelhantes em idade e perímetro escrotal que touros Frísios X Boran com regime de suplementação na estação seca (101). Estes dados diferem de estudos realizados com o mesmo grupo zootécnico (F1 Holstein x Zebu) na Colômbia (84) apresentaram touros com maior idade à puberdade (2,5 meses), peso corporal (19 kg), perímetro torácico (2,5 cm) os presentes touros. Novamente as diferenças provavelmente sejam de ordem metodológico já que estes autores começaram com 13 meses de idade. Também quando comparadas as características seminais os touros do presente estudo apresentarem maiores defeitos espermáticos (87% vs 25%) o que denota que aqueles touros estariam em uma fase de desenvolvimento mais avançada que a puberdade em que os ejaculados são fisiologicamente de menor qualidade.

Estudos nos Estados Unidos com touros F1 Brahman x Angus se agregam com estes resultados da idade, perímetro escrotal a puberdade no entanto com maior peso corporal (Chase et al. 2001). Já em outro trabalho com touros F1 Brahman x Taurinos relataram menores idade (2,5 meses) mais pesados, porem se agrega ao perímetro escrotal (73). Estas diferenças podem ser explicadas possivelmente pela base de fêmeas oriundas de um centro de estudos de melhoramento genético daquele pais.

Os dados sobre as características estudadas nos touros Nelore à puberdade seminal estão presentados na Tabela 1.

Os touros Nelore aqui estudados manifestaram a puberdade um mês antes, mais leves e com menor perímetro escrotal que touros criados em Minas Gerais (99). Estas diferenças possivelmente se devam à metodologia empregada já que esses touros eram mantidos em condições intensivas com concentrados e começaram as observações aos 12 meses de idade e com frequência de 60 dias entre coletas. Comparados com touros criados em Mato Grosso do Sul foram dois meses mais precoces mais leves porem com o mesmo perímetro escrotal (Brito et al. 2004b). Aqui as diferenças provavelmente sejam atribuídas às diferentes condições edafoclimáticas dos experimentos.

Comparados aos touros mais precoces na raça Brahaman (raça zebuína similar) em condições dos EUA sobre efeito do foto período, os touros aqui estudados apresentaram equivalente idade à puberdade porem mais leves e de menor tamanho testicular (perímetro escrotal e volume testicular) (92). Estas diferenças de crescimento corporal e testicular possivelmente sejam por causa das diferentes condições de criação em que os animais foram suplementados em períodos climáticos desfavoráveis como o inverno.

Enquanto as características seminais estes dados de todos os grupos genéticos se agregam as todas as pesquisas consultadas que caracterizam esta fase como a primeira manifestação de fertilidade. Neste sentido os ejaculados apresentam baixa qualidade de aspectos físicos e morfológicos (Killian & Amann 1972; Lunstra & Echternkamp 1982; Almquist 1982; Rekwot et al. 1987; Chase et al. 2001; Jiménez-Severiano 2002; Lunstra & Cundiff 2003; Brito et al. 2004b; Espitia et al. 2006; Devkota et al. 2008; Martins et al. 2011; Brito et al. 2012; Lima et al. 2013; Dance et al. 2015; Harstine et al. 2015).

Na Tabela 2 estão apresentadas as diferenças entre as idades à puberdade seminal (acima discutida) com as idades ao aparecimentos dos primeiros espermatozoides e primeiros espermatozoides móveis nos ejaculados cujos dados estão nas Tabelas 1 e 2 no Anexo.

Tabela 2: Diferença entre as idades (meses) de eventos relacionados à Puberdade de touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore

Evento do desenvolvimento						
sexual seminal	Intervalo entre idades à Puberdade					
	ISEM1-IDPUB	ISEM2-IDPUB				
Holandês	0,7 b	0,5 b				
Mestiços F1	1,5 a	1,1 a				
Gir	1,4 a	1,0 a				
Nelore	1,7	1,2				
Media	1,3	1,0				
dp	0,4	0,3				

IDPUB=puberdade seminal, ISEM1*= idade ao aparecimentos dos primeiros espermatozoides nos ejaculados, ISEM2* = idade primeiros espermatozoides moveis nos ejaculados. *=Tabelas nos Anexos. Letras diferentes dentro da coluna P<0,05 pelo Tukey-Kramer.

Houve diferenças no sentido que os touros holandeses apresentaram intervalos menores que os mestiços e Gir (P<0,05). Os touros Nelore estes intervalos foram próximos aos touros mestiços. Estas diferenças observadas se agregam a relatos anteriores em touros Holandeses (47,70,79). Comparados com estudos dos outros grupos genéticos estas diferenças observadas nos mestiços aqui estudados se agregam a estudos com mestiços F1 Zebu x Angus (Chase et al. 2001) e os Nelore a touros Brahman (92). Não há registros de estudos similares na raça Gir.

Agregando os dados dos três grupos genéticos se observa um tempo aproximadamente 48 dias (24-60 dias) entre desde o aparecimento dos primeiros espermatozoides nos ejaculados e a puberdade seminal. Já desde os primeiros espermatozoides móveis até a puberdade seminal aproximadamente 30 dias (18-36 dias).

6.2. Relação das características de crescimento corporal e testicular e seminais de touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual.

Na Figura 1 se apresenta a relação entre a idade e peso corporal dos touros estudados

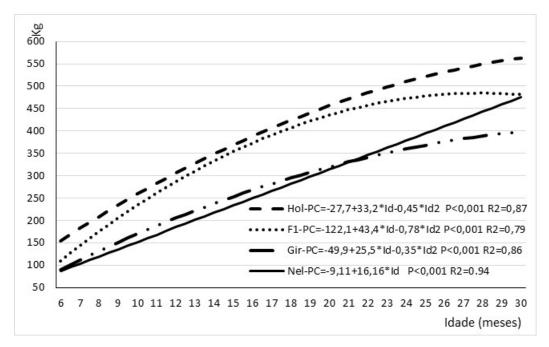


Figura 1: Relação entre a idade e peso corporal (kg) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

Houve uma relação significativa entre a idade e o peso corporal em todos os grupos genéticos representada pelas seguintes equações com elevados coeficientes de determinação:

Holandeses Y=-27,735+33,177*X-0,449*X², P<0,001 R²=0,87, Mestiços F1 Y=-122,07+43,4*X-0,776*X², P<0,001, R2=0,79, Gir Y=-49,932+25,5*X-0,351*X², P<0,001 R²=0,86, Nelore Y=-9,114+16,16*X P<0,001 R²=0.94

Onde (Y=peso corporal, X=idade)

Em todos os grupos genéticos menos os Nelore foram representadas equações quadráticas o que sugere que a característica apresentou uma desaceleração no final do experimento. A melhor equação que representou a variável nos touros Nelore foi uma equação reta o que pressupõe que estes touros ainda estavam em fase de aumento de peso. Vale ressaltar que estes touros do experimento 2 foram manejados exclusivamente em regime extensivo com

pastagens. O crescente aumento de peso corporal ao longo dos dois experimentos demonstra que não houve interferência de tipo nutricional.

Com respeito à circunferência torácica (Figura 2) da mesma forma que no peso corporal houve uma relação significativa entre esta característica com a idade dos animais.

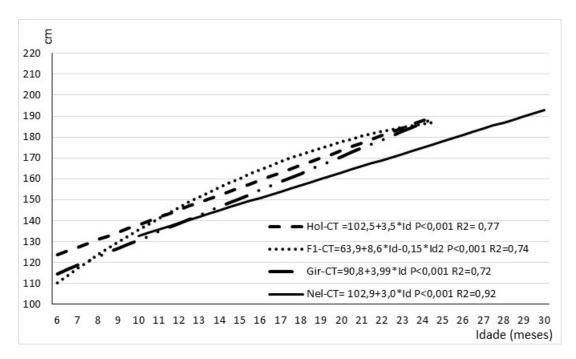


Figura 2: Relação entre a idade e a circunferência torácica (cm) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

Esta relação foi representada por equações que tiveram elevados os coeficientes de determinação.

Holandeses Y=102,49+3,555*X, P<0,001 R2= 0,77

Mestiços F1 Y=63,976+8,627*X-0,147*X² P<0,001 R²=0,74

Gir Y=90,79+3,99*X P<0,001 R²=0,72

Nelore Y= 102,897+3,001*X, p<0,001 R²=0,92

Onde (Y=circunferência torácica, X=idade)

Somente o grupo de animais mestiços F1 foi representado por uma equação quadrática. Indicando que o resto dos touros possivelmente ainda estavam em uma

fase de aumento de esta característica. Ao igual que com peso corporal o aumento constante desta característica mostra que os animais dos dois experimentos não sofreram interferência de tipo nutricional.

Na Figura 3 está representada a relação entre o perímetro escrotal e comprimento testicular com a idade dos touros dos quatro grupos genéticos.

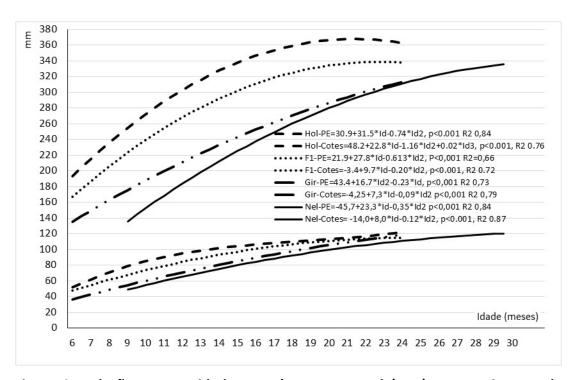


Figura 3: Relação entre a idade e perímetro escrotal (mm) e comprimento do testículos em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

Houve uma relação significativa entre a idade com o perímetro escrotal e comprimento testicular representada por as seguintes equações representadas por curvas com elevados coeficientes de determinação:

Perímetro escrotal

Holandeses Y=30.9+31.5*X-0.74*X², p<0.001 R₂ 0,84,

Mestiços F1 Y= 21.9+27.8*X-0.613*X², P<0,001, R²=0,66

Gir=43.4+16.7*X²-0.23*X, p<0,001 R² 0,73

Nelore = $-45,7+23,3*X-0,35*X^2$ p<0,001 R² 0,84

Onde (Y=perímetro escrotal, X=idade)

Comprimento testicular

Holandeses Y=48.2+22.8*X-1.16*X²+0.02*X³, p<0.001, R² 0.76

Mestiços F1 Y=-3.4+9.7*X-0.20*X², p<0.001, R² 0.72

Gir Y=-4,25+7,3*X-0,09* X^2 p<0,001 R^2 0,79

Nelore Y=-14,0+8,0*X-0.12*X², p<0.001, R² 0.87

Onde (Y=comprimento testicular, X=idade).

Esta relação demostra o período puberal de crescimento acelerado e o crescimento pós-puberal com menor taxa de aumento. Os touros holandeses terminaram o período experimental com maior perímetros escrotal, seguido pelos touros mestiços F1. Como era esperado os touros zebuínos mantiveram uma curva similar com perímetros escrotais equivalentes. Esta relação se repete em todos os grupos genéticos o que demostra que o crescimento do perímetro escrotal tem o mesmo comportamento em touros de diferentes grupos genéticos (*Bos taurus, Bos taurus indicus* e mestiços F1)

Da mesma forma o comprimento testicular for representado por equações com elevados coeficientes de determinação (Figura 3). Estas curvas apesar de distantes no início das observações confluem perdendo paralelismo a partir dos 18 meses de idade aproximando a relação entre os quatro grupos genéticos. Este fato será discutido na frente como parte do tamanho testicular maturidade sexual.

Esta relação entre a idade e estas duas características de biometria testicular nesta fase de desenvolvimento sexual, aqui observada, coincidem com relatos anteriores observados em touros taurinos (121) e zebuínos (94). Em um contexto mais amplo do desenvolvimento testicular de touros foi relatado um padrão de tipo sigmoide, com crescimento lento no período infantil, seguido de rápido crescimento durante a fase puberal e estabilização ao atingir a maturidade sexual (44). Neste estudo, o modelo quadrático foi o que melhor representou o padrão de aumento no perímetro escrotal, uma vez que os dados foram obtidos somente a partir de uma fase pré-puberal curta (que a curva não detectou) seguido pela puberal e a maturidade sexual.

Na Figura 4 está representada a relação entre o volume testicular com a idade dos touros dos quatro grupos genéticos. Houve uma relação significativa entre a idade com o volume testicular representado por as seguintes equações representadas por curvas com elevados coeficientes de determinação:

Holandeses Y=-441,19+101,141*X-1,748*X² P<0,001 R² 0,74

Mestiços F1 Y=-468,25+85,95*X-1,25*X*², P<0,001, R² 0,68

Gir Y=509,89-128,323*X+10,95*X²-0,2*X³, p<0,001, R² 0,75

Nelore Y=1103,488-207,61*X+13,495*X²-0,2248*X³, p<0,001, R² 0,89

Onde (Y=volume testicular, X=idade)

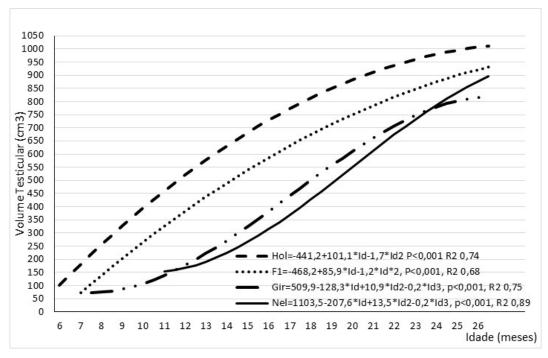


Figura 4: Relação entre a idade e volume testicular (cm³) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

Nesta característica de crescimento testicular se observam diferentes comportamento na relação com o tempo. Os touros taurinos e mestiços F1 apresentaram curvas quadráticas com paralelismo semelhante ao perímetro escrotal (Figura 3). Os touros zebuínos apresentaram uma relação cúbica com uma curva

sigmoide o que representa o crescimento testicular característico de touros (44). Interessante é que nas idades próximas à maturidades sexual dos grupos genéticos essas curvas se aproximam apontado um mesmo volume testicular. Este fato será discutido na frente na comparação das idades aos eventos que representaram esta fase final de desenvolvimento sexual. Desta forma estes resultados se agregam aos de Unianan et al. no Brasil (Unanian et al. 2000) em que relataram que o tamanho testicular de zebuínos deveriam ser também considerado o volume testicular em função aos testículos mais alongados que raças europeias.

Na figura 5 estão representadas as curvas de crescimento do perímetro escrotal pelas curvas logísticas típica desta característica

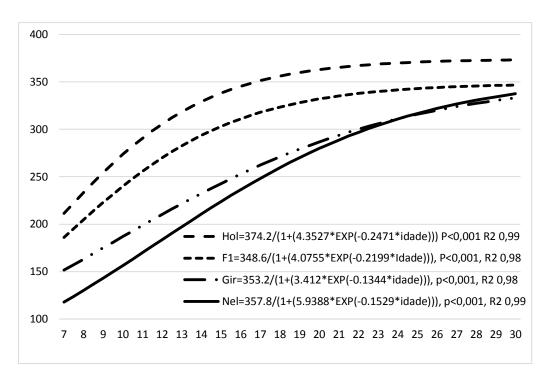


Figura 5: Curvas logísticas de crescimento testicular representado pelo perímetro escrotal em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

Todas as curvas dos quatro grupo genéticos apresentam elevados coeficientes de determinação. As curvas dos touros Holandeses e mestiços F1 se apresentarem paralelas.

Na Tabela 3 esta representados dados das curvas logísticas do perímetro escrotal dos touros dos quatro grupos genéticos.

Tabela 3: Curva de crescimento logística do perímetro escrotal para touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

	Α	Intervalo de	ВК		Intervalo de	R^2	N.I
		confiança de A			confiança de K		
Holandeses	374,2	381.3	4,35	0.25	0,27	0.95	6
		367.2			0,22		
Mestiços F1	348,6	357,9	4,07	0.22	0,25	0.93	5
		339,2			0,19		
Gir	353,2	379.8	3,41	0,13	0,16	0.92	6
		326.5			0,11		
Nelore	357,8	371,5	5,93	0,15	0,17	0.97	5
		344,1			0,13		

A: perímetro escrotal à maturidade; B: parâmetro escala; k: taxa de maturidade, R²= coeficiente de determinação, N.I= número de interações

O perímetro escrotal apresentou uma maior dimensão à maturidade na curva dos touros holandeses. A taxa de crescimento representada pela constante de maturidade foi menor nas raças índicas que os Holandeses e Mestiços F1.

O perímetro escrotal à maturidade dos touros nelore aqui observado se agrega a estudos antes realizados na raça Nelore (134) e Guzerá (Loaiza-Echeverri et al. 2013). Porem os touros aqui estudados apresentaram uma maior constante à maturidade que indica a velocidade de crescimento.

O touros mestiços F1 aqui estudados apresentaram um perímetro escrotal à maturidade menor que ao reportado em animais Canchim que poderiam ser considerados como uma cruza entre raças índicas e taurinas (137).

Na Figura 6 estão representadas as curvas logísticas do volume testicular dos quatro grupos genéticos estudados. Pode ser observado um paralelismo entre as curvas com uma proximidade entre as das raças índicas na faze puberal desde nove aos 18 meses de idade. Posteriormente na faze de maturidade sexual após os 21 meses de idade estas curvas perdem esse comportamento em virtude do maior crescimento nas raças indicas.

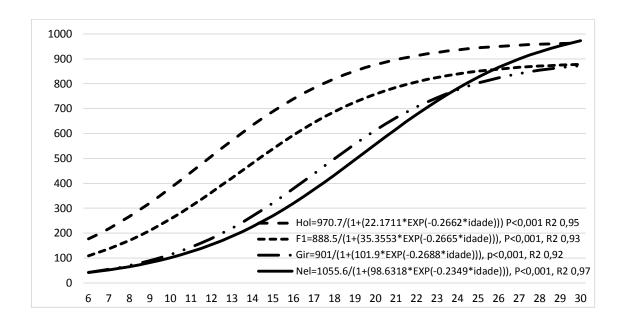


Figura 6: Curvas logísticas de crescimento testicular representado pelo volume (cm³) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

Na tabela estão representados os dados da curva logística dos quatro grupos genéticos

Tabela 2: Curva de crescimento logística do volume testicular para touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

	Α	Intervalo confiança	В	K	Intervalo confiança	R ²	N.I
		de A			de K		
Holandeses	907.7	1040,2	22.2	0.26	0,31	0.95	10
		901,2			0,22		
Mestiços F1	888.5	998,8	35.35	0.27	0,30	0.93	8
		828,1			0,23		
Gir	901.0	1005,2	101.9	0.27	0,30	0.92	9
		796,8			0,23		
Nelore	1055.6	1114,3	98.63	0.23	0,26	0.97	8
		996,8			0,21		

A: perímetro escrotal à maturidade; B: parâmetro escala; k: taxa de maturidade, R^2 = coeficiente de determinação, N.I= número de interações

O volume testicular à maturidade foi equivalente em todos os grupos genéticos ao igual que a taxa de maturidade. Estes dados confirmam os achados constatados pela comparação de medias aos eventos da maturidades sexual em que os testículos dos grupos genéticos tem os mesmos tamanhos quando aferidos por esta característica.

Não foram achados registros a respeito de curvas de crescimento testicular pelo volume do órgão.

Na Figura 7 está representada a relação entre a motilidade progressiva dos espermatozoides e a gota citoplasmática proximal com a idade dos touros dos quatro grupos genéticos sendo positiva e negativa, respectivamente.

Houve uma relação significativa entre a idade com a motilidade progressiva dos espermatozoides e a gota citoplasmática proximal representada por as seguintes equações representadas por curvas com elevados coeficientes de determinação em Nelore e Holandeses e intensidade media em Mestiços F1 e Gir:

Holandeses Y=-227,516+40,38*X-1,78*X2+0,026*X3, p<0,001, R2 0,58

Mestiços F1 Y=91,892+14.149*X-0,313*X2, P<0,001, R2 0,37

Gir Y=-65,238+8,466*X-0,115*X2, P<0,001, R2 0,31

Nelore Y=-137,542+15,213*X-0,274*X2, p<0,001, R2 0,67

Onde (Y= motilidade progressiva dos espermatozoides, X=idade)

Holandeses Y=234,232-35,617*X+1,8*X2-0,03*X3, P<0,001, R2 0,67

Mestiços F1 Y=96,218-8,097*X+0,1757*X2, P<0,001, R2 0,39

Gir Y=77,071-3,4539*X, P<0,001, R2 0,30

Nelore Y=200,979-14,957*X+0,279*X2, P<0,001, R2 0,66

Onde (Y= gota citoplasmática proximal, X=idade)

Estas característica foram analisadas em conjunto com a idade apresentaram uma correlação negativa de alta intensidade (r=-70, P<0.01) (Tabela 4). Sendo que a motilidade progressiva é um aspecto desejável e a gota citoplasmática proximal um defeito espermático maior (153). Esta última foi associada ao retardamento da puberdade, imaturidade sexual, distúrbios na espermatogênese ou alteração degenerativa do testículo (158).

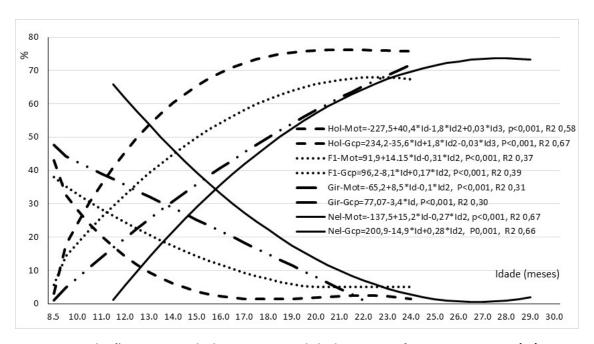


Figura 7: Relação entre a idade com a motilidade espermática progressiva (%) e a gota citoplasmática proximal (%) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

Em todos os grupos genéticos estas duas características apresentaram equações quadráticas representadas por curvas que após um tempo tendem a estabilizar, sendo que esse tempo coincide com o período pós-puberal e maturidade sexual dos touros. A gota citoplasmática proximal nesta fases de desenvolvimento sexual apresentou valores recomendados abaixo de 5% (152). Portanto em condições de normalidade poderia ser considerada como um possível um excelente marcador de qualidade seminal no desenvolvimento sexual seminal em touros jovens. Sendo que as empresas de comercialização de tourinhos estão utilizando idades de 18-20 meses para realizar ao suas vendas (159). Estas observações foram relatadas somente por valores médios e não em forma de regressão no entanto se agregam ao neste estudo observado (Lunstra & Echternkamp 1982).

Somente nos touros Mestiços F1 permaneceu com maior porcentagem do recomendado esta media elevada se refere a 51% dos animais do grupo.

Na Figura 8 está representada a relação entre os defeitos espermáticos totais com a idade dos touros dos quatro grupos genéticos.

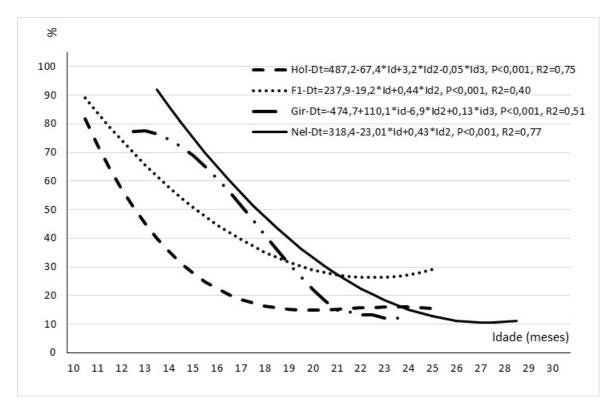


Figura 8: Relação entre a idade e os defeitos espermáticos totais (%) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

Houve uma relação significativa entre a idade com os defeitos espermáticos totais representada por as seguintes equações representadas por curvas com elevados coeficientes de determinação (menos no grupo de touros mestiços F1):

Holandeses Y=487,236-67,472*X+3,193*X²-0,05*X³, P<0,001, R²=0,75 Mestiços F1 Y=-237,9-19,253*X+0,438*X², P<0,001, R²=0,40 Gir Y=-474,737+110,144*X-6,95*X²+0,134*X³, P<0,001, R²=0,51 Nelore Y=318,43-2,01*X+0,43*X², P<0,001, R²=0,77

Onde (Y= defeitos espermáticos totais, X=idade)

Esta relação foi representada por curvas com equações quadráticas nos touros Nelore e Mestiços F1 e cúbica sigmoide nos touros Holandeses e Gir. Os coeficientes de determinação foram maiores nos touros Holandeses e Nelore o que indica que as amostras foram mais homogêneas. Nas raças puras as curvas no final das observações apresentam valores que estão dentro das porcentagens recomendáveis para touros em

fase de maturidade sexual (112,152). Estas equações de regressão, em que as variáveis foram representadas por linhas curvas, sugerem que estas características negativas de qualidade espermática mostraram uma desaceleração, a qual acompanhou o crescimento corporal, tendendo a atingir uma estabilização, fator este, em última análise, determinante da maturidade sexual seminal.

No entanto nos touros Mestiços F1 51% deles permaneceram com níveis de patologia espermática acima do recomendado para touros adultos somado ao fato que o coeficiente de determinação (R²=0,40) tenha sido menor aos outros grupos indica que os dados foram mais dispersos.

Na Figura 9 está representada a relação entre os defeitos espermáticos totais com a idade dos touros dos quatro grupos genéticos.

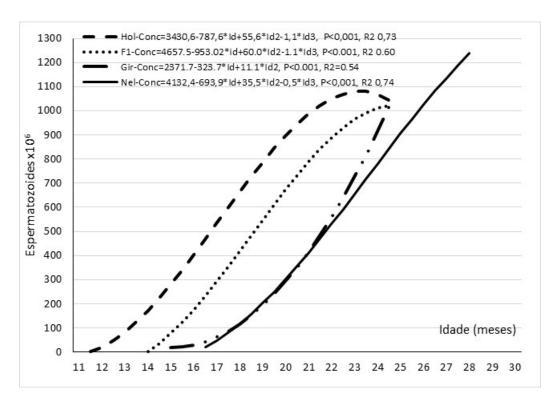


Figura 9: Relação entre a idade e concentração espermática dos ejaculados (x10⁶ espermatozoides/ml) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

Houve uma relação significativa entre a idade com a concentração espermática representada por as seguintes equações representadas por curvas com elevados coeficientes de determinação:

Holandeses Y=3430,645-787,676*X+55,604*X²-1,122*X³, P<0,001, R²=0,73

Mestiços F1 Y=4657,524-953,024*X+60,04*X²-1,11*X³, P<0,001, R²=0,60

Gir Y=2371,71-323,74*X+11,136*X², P<0,001, R²=0,54

Nelore Y=4132,434-693,913*X+35,515*X²-0,513*X³, P<0,001, R²=0,74

Onde (Y= concentração espermática, X=idade)

A concentração espermática foi uma característica representada por equações cubicas com curvas de tipo sigmoide em todos os grupos genéticos (menos na raça Gir). Nos touros Nelore e Gir aparentemente ainda estariam aumentando os espermatozoides/mL.

Esta característica apresentou uma grande variação para ser comparada pelas medias com outros estudos. Porém, quando analisada por regressões essas diferenças estariam melhor representadas ao longo do tempo. Esta instabilidade pode ser explicada, em parte, pelo método de colheita de sêmen utilizado, a eletro ejaculação que se comparada com a vagina artificial de outros trabalhos explicariam essas diferenças (160).

Se comparadas as curvas das Figuras 8 e 9 se observa que os ejaculados de qualidade (% de defeitos espermáticos totais) se manifestam mais precocemente que os de quantidade. Este fato já foi relatado em trabalhos pioneiros sobre o tema (15) apresentado pelas médias semanais.

Estas características físicas e morfológicas do sêmen dos touros aqui estudos apresentaram também relações altamente significativas com o peso corporal, perímetro escrotal e perímetro torácico. Entretanto, os coeficientes de determinação (R²) foram significativos, porém menores que os observados com a idade. Isto sugere que a idade foi a variável que melhor se relacionou com estas características, o que possivelmente não teria acontecido se tivessem ocorrido grandes variações nutricionais, porque neste caso, as características de crescimento corporal as teriam influenciado melhor que a idade (58,161).

Na Tabela 5 estão apresentadas as correlações entre a idade com as características de crescimento corporal, testicular e de aspectos físicos e morfológicos do sêmen de todas as observações nos quatro grupos genéticos estudados.

Tabela 3: Correlações entre idade com características de crescimento corporal, testicular, e seminais de touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore em desenvolvimento sexual (Puberdade e Maturidade sexual). Speraman P<0,001, n 2163

	idade	рсор	ctora	pe	comte	lartes	voltest	conc	motil	vigor	gcp	dt	dma	dme
idade	1,00	0,85	0,81	0,86	0,82	0,85	0,88	0,72	0,55	0,42	-0,57	-0,64	-0,61	-0,45
рсор	-	1,00	0,87	0,85	0,79	0,76	0,89	0,62	0,61	0,51	-0,50	-0,59	-0,60	-0,23
ctora	-	-	1,00	0,78	0,80	0,82	0,82	0,64	0,57	0,46	-0,51	-0,57	-0,56	-0,29
pe	-	-	-	1,00	0,87	0,94	0,91	0,52	0,62	0,51	-0,62	-0,62	-0,65	-0,15
comte	-	-	-	-	1,00	0,92	0,93	0,63	0,66	0,54	-0,64	-0,69	-0,70	-0,29
lartes	-	-	-	-	-	1,00	0,97	0,62	0,65	0,54	-0,63	-0,67	-0,69	-0,22
voltest	-	-	-	-	-	-	1,00	0,68	0,64	0,54	-0,62	-0,67	-0,68	-0,26
conc	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,53	0,47	-0,46	-0,57	-0,56	-0,29
motil	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,87	-0,70	-0,66	-0,65	-0,32
vigor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	-0,55	-0,59	-0,60	-0,24
gcp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,84	0,87	0,25
dt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,98	0,52
dma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	0,34
dme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00

Idade em meses, pcop=peso corporal kg, ctora= circunferência torácica, pe= perímetro torácico mm, comte = comprimento testículo mm, lartes = largura testículo mm, voltest = volume testicular cm³, conc = concentração espermática x106 espermatozoides/ ml, motil = motilidade progressiva espermática %, vigor= vigor espermático (1-5), gcp= gota citoplasmática proximal %, dt = defeitos totais %, dma = defeitos maiores %, dme = defeitos menores %,

Foram observados coeficientes de correlação positivos e altamente significativos entre os aspectos físicos do sêmen e de crescimento corporal, idade e biometria testicular, e negativos entre estes e as características da morfologia espermática. Estas observações se agregam a outros estudos (47,70,79,94,97).

As IDPUB, IMCO, IDMAT1, IDMAT2 e IDMAT3 apresentaram uma relação negativa com o perímetro escrotal de -0,40; -0,41; -0,42; -0,47 e 0,45 (P<0,001), respectivamente. Ou seja os animais com maiores testículos tiverem menores idades aos eventos relacionados ao desenvolvimento sexual.

6.3. Maturidade Sexual Seminal

Esta fase de desenvolvimento sexual de touros foi definida e comparada entre os grupos genéticos estudados baseado em definições adotadas por diferentes estudos. Como a idade que apresentaram os ejaculados com condições de congelamento utilizada em estudos que mantinham touros em centrais de melhoramento genético sendo o seus objetivos foram selecionar touros para tal fim. Esta foi baseada exclusivamente em aspectos físicos como a motilidade progressiva e espermatozoides ejaculados (73).

Outra definição da idade a maturidade sexual foi baseada em estudos em que os objetivos foram baseados na avalição de touros com objetivo de utilizarem como reprodutores a campo. E aqui foi objetivado a qualidade dos ejaculados pela morfologia espermática (112,152).

Já numa fase mais avançada do desenvolvimento foi a idade em que os ejaculados apresentaram qualidade (morfologia espermática) e quantidade observando a concentração espermática, também objetivando a utilização de touros jovens a campo com uma maior proporção de fêmeas que a acima definida.

Na Tabela 6 se apresentam as características de crescimento corporal, testicular e seminais nos touros nas idade em que apresentaram os primeiros ejaculados com condições para congelamento de sêmen.

As idades medias para atingir esta característica observadas foram diferentes em todos os grupos genéticos aqui estudados (P<0,05), tendo a sua manifestação evidenciada em ordem de precocidade para os Holandeses, Mestiços F1, e Gir, respectivamente. Os touros taurinos e zebuínos apresentaram pesos similares menos os Mestiços F1 foram mais pesados (P<0,05).

O perímetro escrotal foi maior nos touros holandeses e mestiços F1. Os perímetros escrotais dos touros Nelore foram semelhantes aos Gir.

Tabela 4: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de Touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore ao primeiro ejaculado com pelo menos 50% de motilidade progressiva e 500x10⁶ espermatozoides/ejaculado (73)

-	I	dade 1º	₂ eja	culado con	gelável	(50	% MP, 5	00x10 ⁶	SP/Ej	aculado	s)
	Holand	ês (n17)	Mestiço	F1 (n29	9)	Gi	r (n21)		Nelo	re (n18)
	Media	DP		Media	DP		Media	DP		Media	DP
Idade (meses)	12,5	1,0	С	15,3	2,4	b	18,3	2,1	а	20,0	1,5
Peso corporal (kg)	316,9	30,5	b	359,7	38,3	а	307,3	37,7	b	316,2	24,3
Circun. Torácica (cm)	144,4	6,9	С	162,0	12,7	а	152,9	7,6	b	164,8	6,2
Perímetro escrotal (mm)	311,8	16,1	а	305,2	23,7	а	284,3	24,2	b	286,9	17,8
Volume testicular (cm³)	546,6	110,3	а	559.5	117,7	а	579,6	112,7	а	565,3	94,2
Comprimento testículo (mm)	94,0	10,0	b	98,2	8,5	b	104,7	7,8	а	102,7	5,8
Largura testículo (mm)	60,6	5,0	а	59,9	5,3	а	59,1	4,2	а	59,3	3,7
Volume ejaculado (ml)	6,1	1,2	ab	7,2	1,8	а	5,9	2,1	b	4,3	1,4
Motilidade progressiva (%)	59,4	10,9	b	64,8	11,7	ab	68,1	11,2	а	68,4	9,6
Vigor (1-5)	3,0	0,7	а	3,3	0,7	а	3,4	1,0	а	3,4	0,6
Turbilhão (1-5)	2,1	1,1	а	1,8	0,8	а	2,4	1,1	а	1,7	1,1
Conc. Esperm. (x10 ⁶ sptz/ml)	146,5	107,9	а	174,4	196,6	а	204,3	133,0	а	359,6	394,4
Sptz /Ejac (x10 ⁶ sptz/ml)	0,9	0,8	а	1,2	1,2	а	1,1	0,7	а	1,6	1,7
Gota cito. Proximal (%)	8,7	5,9	а	11,7	9,4	b	3,4	3,6	b	5,7	4,6
Defeitos Sptz Totais (%)	35,3	13,6	b	50,8	15,3	С	22,8	12,2	b	22,7	8,3
Defeitos Sptz Maiores (%)	26,5	12,0	b	40,8	14,6	С	18,8	10,7	b	15,9	6,9
Defeitos Stpz menores (%)	8,7	5,4	а	9,9	6,1	а	4,0	7,6	b	6,8	2,5

Circun= circunferência, Conc. = concentração, Esperm. = espermática, Sptz=espermatozoides. Valores seguidos por letras distintas indicam diferença entre colunas P<0,05 pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis — Wilconxon / variância ajustado Tukey-Kramer

Enquanto às características seminais (Tabela 7) por definição todos os grupos genéticos apresentaram aspectos físicos de qualidade (motilidade progressiva, vigor e turbilhão) e de quantidade (espermatozoides/ejaculado) semelhantes (P>0,05). Com pequenas diferenças na concentração espermática.

Os aspectos morfológicos dos ejaculados (não sendo parte da definição de maturidade neste caso) apresentaram medias iguais para nas raças puras (P>0,05) e compatíveis com a qualidade de mais de 70% de espermatozoides normais como citado anteriormente. Esta condição de ejaculados foi confirmada como a característica isolada que tem maior relação com a fertilidade de touros a campo em estudos que utilizaram paternidade para comprovar (162).

A pequena diferença não estatística entre os touros Holandeses e Gir e a tendência aos mestiços F1 (P<=0,09), provavelmente seja devida a que as coletas a essa média de idade foram realizadas nos meses mais calorosos na região (janeiro a março) e tenham acontecido interferências na espermatogênese de estes touros menos adaptados a condições tropicais. Os touros Nelore foram próximas aos do grupo de touros Gir.

Nos touros Mestiços F1 as medias de morfologia espermática foram diferentes aos outros grupos genéticos (P<0,05) representados pelos defeitos maiores e totais com uma tendência observada na gota citoplasmática proximal (P<0,10).

Não há registros de estudos de touros Holandeses que tenham utilizado esta definição de desenvolvimento sexual. Porem se comparados com touros mestiços taurinos Frísios x Hereford apresentaram um mês a mais para atingir esta condição com similar volume testicular (75). O que possivelmente seja provocado pelos diferentes condições climáticas e nutricionais praticadas.

Os touros Mestiços aqui estudados foram mais precoces e pesados e com similar perímetro escrotal que os relatados em cruzamento Frísio x Shaiwal em central de inseminação artificial em Bangladesh (102), provavelmente estas diferenças sejam justificadas pelo tipo de cruzamento oriundo de raças zebuínas diferentes. As diferenças entre os espermatozoides normais relatados por estes autores de 81% aos 53% aqui observados não temos explicação já que foram realizados pela mesma técnica.

Relatos de estudos com cruzamentos F1 com touros Brahman e taurinos de corte que utilizaram esta definição de desenvolvimento sexual foram significativamente mais precoces, pesados de maior perímetro escrotal com taurinos Hereford (73) e ligeiramente mais precoces (20 dias), pesados (35 kg) e de equivalente perímetro escrotal com taurinos Angus em clima subtropical (Chase et al. 2001). Estas diferenças observados possivelmente sejam justificadas pelos tipos de cruzamento de uma estação de uma estação de estudo de melhoramento e a manejo nutricional nos primeiros e a manejo nutricional nos segundos.

Haja vista que há farta literatura sobre a aceleração do desenvolvimento sexual sob aumento do nível nutricional (energia e proteínas) na pré-puberdade em touros de corte somado ao aumento do tamanho testicular e produção espermática (52,59,61). Também documentado em touros de raças de leite (47,48) em que não somente houve aumento do tamanho testicular à maturidade sexual como assim também apresentaram aumento de gonadotrofinas (LH) (consequentemente testosterona) e fator similar a insulina (IGF-I) que em associação provocariam estas mudanças somáticas e testiculares acelerando o desenvolvimento sexual (49). Por outro lado a subnutrição também afeta o desenvolvimento sexual retardando o processo por inibição do pulso gerador de GnRH, e por consequência a esteroides testiculares. Estes efeitos sobre o eixo hipotálamo – pituitária – gônada pode ser medido peal IGF-I (62).

Não há registros na raça Gir e Nelore sobre as idade e características reprodutivas a este evento do desenvolvimento sexual de touros. No entanto foram relatados em touros da raça zebuína Brahaman (92) que apresentaram idades equivalente aos touros Gir aqui estudados sendo que os touros Nelore (em regime extensivo) ainda demoraram quase 60 dias em atingir estes características nos ejaculados. Sendo que o diferente manejo nutricional entre os trabalhos justificaria a diferença observada como discutida no parágrafos anteriores.

Na Tabela 7 estão representadas as características de crescimento corporal, testicular e seminais nos touros nas idade em que apresentaram os primeiros ejaculados com qualidade baseada na morfologia espermática (ejaculados com pelo um máximo de 20 % de defeitos maiores e 30% de defeitos totais).

Como era de esperar e da mesma forma que no evento anterior houve diferenças significativas entre as idades dos quatro grupos zootécnicos. Com maior precocidade para os touros Holandeses seguidos pelos Mestiços F1 e Gir (P<0,05). Também são apresentadas as características dos touros Nelore em regime extensivo.

Há escassos trabalhos científicos que caracterizem com este critério de maturidade sexual a touros da raça Holandesa sendo que não há registros no Brasil.

A farta bibliografia nesta raça está objetivada na idade à puberdade. Comparados com estudos realizados no Japão estes touros foram 0,8 meses mais precoces, mais leves e de similar perímetro escrotal (78). Porém, pelos gráficos de variação de peso, sêmen e tamanho testicular após a puberdade e até as 70 semanas de idade poderíamos esperar idades próximas em clima tropical (155) e temperado (49).

Tabela 5: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de Touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore ao primeiro ejaculado com pelo um máximo de 20 % de defeitos maiores e 30% de defeitos totais

		Idade maturidades sexual 1 (<30 DT, <20 DMA)									
	Holand	ês (n17		MestiçoF			1	ir (n21)		T T	re (n18)
	Media	DP		Media	DP		Media	DP		Media	DP
Idade (meses)	13,2	1,0	С	17,1	2,2	а	17,9	1,7	а	19,3	1,7
Peso corporal (kg)	329,6	28,7	b	386,2	56,3	а	295,8	41,1	С	293,3	73,2
Circun. Torácica (cm)	147,4	7,6	b	167,6	10,2	а	150,3	8,2	b	161,8	7,9
Perímetro escrotal (mm)	324,4	18,6	а	322,5	27,7	а	275,3	17,8	b	273,3	26,6
Volume testicular (cm³)	564,9	120,5	a	647,6	181,9	а	554,5	107,3	а	535,4	129,1
Comprimento testículo (mm)	95,6	10,2	а	101,4	11,1	а	100,9	7,9	а	100,9	7,6
Largura testículo (mm)	60,9	4,2	а	62,5	5,9	а	57,3	3,7	b	58,2	4,9
Volume ejaculado (ml)	6,0	1,6	а	6,5	1,6	а	5,2	1,8	а	4,0	0,9
Motilidade progressiva (%)	60,3	18,6	а	58,1	20,1	а	52,4	17,3	а	68,3	11,5
Vigor (1-5)	3,0	0,9	а	3,1	1,0	а	2,8	0,8	а	3,6	0,6
Turbilhão (1-5)	2,2	1,1	а	2,0	1,2	а	2,2	1,2	а	2,0	1,2
Conc. Esperm. (x10 ⁶ sptz/ml)	142,1	109,8	b	418,2	337,8	а	120,1	122,7	b	261,1	419,7
Sptz /Ejac (x10 ⁶ sptz/ml)	0,9	0,7	b	2,5	2,0	а	0,7	0,8	b	1,1	1,7
Gota cito. Proximal (%)	3,3	2,5	а	2,7	2,0	а	3,1	2,3	а	4,0	1,5
Defeitos Sptz Totais (%)	24,1 5,1 a 21,2 5,7 ab 19,4 5,6 b 21,0 5,3										
Defeitos Sptz Maiores (%)	14,2 4,4 a 14,4 3,9 a 14,6 3,4 a 13,9 3,7										
Defeitos Stpz menores (%)	9,8	3,4	а	6,8	2,6	b	4,8	3,5	С	7,1	2,2

Circun= circunferência, Conc. = concentração, Esperm. = espermática, Sptz=espermatozoides. Valores seguidos por letras distintas indicam diferença entre colunas P<0,05 pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis – Wilconxon / variância ajustado Tukey-Kramer

Da mesma forma da idade à puberdade relatadas diferenças entre grupos raciais de corte e leite em favor dos segundos enquanto a precocidade (14,44). Para efeitos comparativos dentro dos objetivos do estudos foram incluídas. Estudos com touros taurinos de corte reportaram idades, pesos, perímetro escrotais e volume

testicular similares aos touros taurinos deste estudo (Barth et al. 2008; Brito et al. 2012).

Na raça Gir os animais aqui estudados foram 30 dias mais precoces, mais leves e de perímetro escrotal equivalente que estudos conduzidos no Brasil (94). Estas pequenas diferenças de peso possivelmente se devam a diferentes manejos nutricionais. Com respeito à diferenças em precocidade os touros aqui estudados foram coletados mais frequentemente o que poderia explicar a variação entre os dois estudos.

Os touros da raça Nelore atingiram este evento de maturidade sexual seminal a 4,2 meses antes, foram mais leves e com igual perímetro escrotal comparado a touros de estudo conduzido em Mato Grosso do Sul (Brito et al. 2004b). Inclusive o grupo de touros mais precoces daquele estudo demoraram 2,6 meses se comparados com os aqui estudados. Evidentemente e por definição o quadro seminal foi semelhante nos touros dos dois estudos. Estas diferenças possivelmente sejam causadas por diferentes grupamentos genéticos já que a maior variabilidade dos dados de idades já que esses autores estudaram touros tardios e precoces e os animais aqui estudados eram filhos de um linhagem. Também, não se poderia descartar as condições diferenciadas dos dois estudos sendo estes touros criados na região Norte do pais.

Apesar de não terem definido a maturidade sexual e sim características póspuberais, trabalhos conduzidos na raça Nelore em Minas Gerais também confirmam estas características de perímetro escrotal e seminais dos touros na mesma faixa etária (99). Estudos sobre uma grande base de touros Nelore em programa de melhoramento observaram que 74,7% e 78.3% dos animais tinham atingido a maturidade sexual aos 21,3 meses de idade (163,164), o que indica a precocidade dos touros neste estudo apesar de metodologias diferentes.

As características de crescimento corporal, perímetro escrotal e seminais observadas na Tabela 6 foram similares, também às relatadas em touros Tabapuã em condições extensivas de 24 meses de idade, portanto 90 dias antes (165) o que

marcariam a possível diferenças na precocidade destas de raças dentro do espectro de touros de corte criados no Brasil Central.

A idade média à maturidade sexual seminal baseado em ejaculados de qualidade pela morfologia espermática foi alcançada por somente 16 touros (16/29, 55,2%) deste grupo zootécnico. Este fato dificilmente está relacionado com a precocidade já que estes touros foram púberes 4,8 meses antes (Tabela 3) e todos eles atingiram o critério de maturidade sexual baseado em ejaculados com características para serem congelados (Tabela 5) 0,8 meses antes.

A relação entre a idade e os defeitos espermáticos totais dos touros Mestiços F1 declinou de forma até o final do período de observações, porém sem alcançar os padrões aceitos de qualidade (112,152) (Figura 8). Esta curva foi representada por uma equação com um coeficiente de determinação de moderada intensidade (R²=0,40) o que significa que houve elevada variação entre os pontos que a determinavam. Vale ressaltar que foi a curva com menor coeficiente de determinação dos grupos genéticos estudados (Figura 8).

Na Tabela 3 do Anexo está representada as idades medias dos touros em que apresentaram ejaculados com um máximo de 20% de defeitos totais, 10% de defeitos maiores e 500 x10⁶ espermatozoides/ml. Esta característica seminal foi somente alcançada por 9 dos 29 touros mestiços F1 (31%). Apesar dos aspectos físicos do sêmen terem apresentado níveis compatíveis de qualidade, a morfologia espermática manteve valores elevados de patologia neste grupo zootécnico. Estudos anteriores com a mesma categoria de animais não apresentaram um consenso geral com respeito a morfologia seminal. As porcentagens de patologia aqui observados não agregam com estudos realizados anteriormente (84,85) os quais encontraram nível de patologia espermática marcadamente menores. Trabalhos relataram elevados porcentagem espermatozoides anormais nos ejaculados de mestiços com vários graus de sangue europeu e responsabilizaram o baixo nível nutricional experimentado pelos touros (58). Foram relatados níveis semelhantes de patologia espermática para cruzamentos F1 Frísios x Ongole, o que concorda com os resultados obtidos neste estudo (166). No Brasil, estudos relataram alta porcentagem de mestiços F1 de raças zebuínas x taurinas com maturidade sexual retardada sugeriram a possibilidade de efeitos nutricionais e genéticos terem sido os responsáveis por esta condição (167).

Embora nossos resultados tenham estado de acordo com os últimos estudos citados quanto ao elevado grau de patologia espermática verificados em animais mestiços jovens, acredita-se que, nas condições em que se realizou este trabalho, as causas nutricionais poderiam ser descartadas (Figura 1 e 2). Junto com estes dois grupos genéticos foram estudados touros da raça Gir (sob o mesmo manejo) os quais atingiram a puberdade mais tardiamente, porém, apresentaram sêmen de morfologia normal aos 20 meses de idade (Tabela 6 e 7, Figura 8). Infelizmente, não foi possível manter um acompanhamento mais prolongado destes animais visando a determinar o momento da estabilização na patologia espermática e, consequentemente obter dados comparativos mais conclusivos. Aparentemente, estes distúrbios na espermatogênese observados nos tourinhos F1 Holandês-Gir são de origem genética e produto do cruzamento, devido as diferenças apresentadas em relação às raças puras sob as mesmas condições de manejo. Estudos realizados em tourinhos F1 Brahmam-Hereford mostraram anomalias cromossômicas, a nível de células germinais (complexo sinaptonemal no espermatócito primário em fase de paquíteno) sugerindo que esta condição afetaria a espermatogênese destes mestiços (168). Portanto levantaram a possibilidade de que os problemas de fertilidade apresentados em reprodutores mestiços F1 Bos Taurus taurus e Bos Taurus indicus podiam ser devidos a distúrbios genéticos de origem cromossômica (169,170).

Na avaliação do cariótipo ultra-estrutural que é aquele resultante de uma técnica citológica que se baseia na análise dos cromossomos na meiose. Portanto só é possível visualizá-lo a partir de células germinativas utilizando microscopia eletrônica. Durante a meiose I da divisão celular, cada cromossomo tem um parceiro (homólogo). O processo de pareamento dos homólogos acontece durante o estágio de paquíteno e é denominado sinapse. Esta requer, para a sua formação, uma estrutura proteica, denominada complexo sinaptonêmico. Como nessa fase os cromossomos estão bastante desespiralizados, é possível uma análise da sua estrutura, daí o nome de cariótipo ultraestrutural. A sinapse só acontece quando

ocorrer homologia, portanto os indivíduos resultantes do cruzamento entre duas diferentes espécies a sinapse não acontece e a posterior disjunção dos homólogos é desorganizada, levando à esterilidade dos híbridos. É o que acontece com o produto resultante do cruzamento entre duas espécies diferentes (*Equus caballus X Equus asinus*) dando origem ao burro e a mula. (26).

No caso do cruzamento entre duas subespécies como o *Bos taurus taurus* X *Bos taurus indicus* esta análise revelou diferenças no complexo sinaptonêmico dos machos com um elevado grau de anormalidades de pareamento na meiose (171) (169) (172). Estudos em touros de cruzamento Brahman X Hereford analisam o complexo sinaptonêmico dos produtos destes e detectam que as anormalidades mais comuns foram que pareamento parcial, falha no pareamento e entrelaçamentos (169).

Recentemente, foi relatado que 40% dos ejaculados produzidos pelos touros cruzados Bos Taurus x Bos Indicus, foram de qualidade inferior e não adequados para a criopreservação (173).

Sendo que foi comprovada uma proporção considerável de touros mestiços que foram observados com elevada proporção de defeitos espermáticos, assume importância estudos sobre a compreensão das razões subjacentes à subfertilidade. Estudos preliminares sobre proteínas associadas à fertilidade em espermatozoides de touro mestiços também revelaram a presença de alguns fatores de facilitação de capacitação espermática, expressos em espermatozoides de touro de baixa fertilidade em comparação com espermatozoides de touros de alta fertilidade. Resultados recentes sugerem a existência de diferenças significativas no perfil proteômico de espermatozoides de touros mestiços em comparação com as suas linhagens parentais taurinas e índicas. Tomando o conjunto dos estudos sobre proteômica espermática, poderia ser que existam certas diferenças de nível de proteômica entre os espermatozoides de touros puros e cruzados. A expressão da capacitação espermática e da reação acrossômica associada a proteínas em

espermatozoides de touro mestiços indica possível papel da capacitação prematura na redução da eficiência dos espermatozoides destes animais (174).

Na Tabela 8 estão representadas as características de crescimento corporal, testicular e seminais nos touros nas idade em que apresentaram os primeiros ejaculados com qualidade e quantidade baseada na morfologia espermática e concentração espermática.

Tabela 6: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de Touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore ao primeiro ejaculado com pelo um máximo de 15% de defeitos maiores e 30% de defeitos totais e 500 x 10⁶ espermatozoides/ml.

	Idade maturidades sexual 2 (<30 dt, <20 DMA, 500 [sptz])										
	Holand			MestiçoF				r (n21)		1	re (n18)
	Media	DP		Media	DP		Media	DP		Media	DP
Idade (meses)	16,6	1,3	С	18,9	1,9	b	20,7	2,3	а	21,8	1,6
Peso corporal (kg)	394,4	46,3	а	415,0	50,0	а	333,6	30,0	b	344,6	29,9
Circun. Torácica (cm)	164,8	7,2	а	170,0	9,1	а	165,1	8,2	а	168,9	6,9
Perímetro escrotal (mm)	340,6	19,4	а	330,3	28,2	а	296,9	25,8	b	299,2	17,9
Volume testicular (cm³)	755,4	143,0	а	716,7	151,3	а	682,4	143,2	а	686,0	90,1
Comprimento testículo (mm)	108,8	6,2	а	107,6	9,9	а	110,8	7,3	а	109,7	5,7
Largura testículo (mm)	66,1	4,9	а	64,7	4,6	ab	62,0	4,9	b	63,6	3,1
Volume ejaculado (ml)	5,9	1,6	а	5,8	1,6	а	5,1	1,3	a	5,0	1,4
Motilidade progressiva (%)	76,5	10,3	а	64,1	15,4	b	70,7	12,7	ab	66,9	11,5
Vigor (1-5)	4,3	0,8	а	3,5	1,0	b	3,4	0,7	b	3,5	0,6
Turbilhão (1-5)	3,2	1,5	а	2,6	1,4	а	2,8	1,1	а	2,2	0,9
Conc. Esperm. (x10 ⁶ sptz/ml)	625,5	190,4	b	914,9	430,3	а	762,9	306,1	ab	696,9	319,1
Sptz /Ejac (x10 ⁶ sptz/ml)	3,7	1,4	b	5,2	2,3	а	3,8	1,7	ab	3,5	1,6
Gota cito. Proximal (%)	2,1	1,2	а	2,7	1,7	а	2,6	2,7	а	3,0	1,4
Defeitos Sptz Totais (%)	18,6										4,9
Defeitos Sptz Maiores (%)	10,4 4,8 ab 13,2 3,9 a 9,2 3,8 b 9,8 3,9										
Defeitos Stpz menores (%)	8,3	4,5	а	6,1	2,3	а	2,5	1,7	b	5,7	1,7

Circun= circunferência, Conc. = concentração, Esperm. = espermática, Sptz=espermatozoides. Valores seguidos por letras distintas indicam diferença entre colunas P<0,05 pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis – Wilconxon / variância ajustado Tukey-Kramer

Este evento de maturidade sexual em que se observam ejaculados com qualidade e quantidade espermática demora um prazo médio entre 3,3-4,4 meses. Da mesma forma que no item anterior os touros Holandeses foram mais precoces

que os Mestiços F1 e Gir (P<0,05). Os touros do experimento de touros Nelore a pasto a média foi semelhante aos touros Gir.

Na tabela 9 se observam as diferencias em meses entre os eventos de desenvolvimento sexual estudados.

Tabela 7: Diferença entre as idades (meses) de eventos relacionados à Puberdade e Maturidade sexual de touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore

Evento do	Intervalo	entre a ida	ade à Pube	rdade e a	Interva	lo entre ev	entos da
desenvolvim	Ma	turidade S	exual Sem	inal	Maturio	lade sexua	ıl seminal
ento sexual							
	IDPUB-	IDPUB-	IDPUB-	IDPUB-	IMAT1-	IMAT2-	IMAT3*-
	IMAT1	IMAT2	IMAT3*	IMACO	IMACO	IMAT1	IMAT1
Holandês	3,1 b	6,5 a	7,5 a	2,4 b	0,7 b	3,4 a	4,4 a
Mestiços F1	4,8 a	6,6 a	7,9 a	3,0 b	1,8 a	1,8 c	3,1 b
Gir	3,9 b	6,7 a	7,2 a	4,3 a	0,0	2,8 b	3,3 b
Nelore	4,7	7,2	8,1	4,3	-0,4	2,8	3,4
Media	4,1	6,8	7,7	3,5	0,5	2,7	3,6
dp	0,8	0,3	0,4	1,0	1,0	0,7	0,6

IMAT3*= apresentadas no Anexo. Letras diferentes dentro da coluna P<0,05 variância ajustado Tukey-Kramer

Em média dentro dos dois estudos aqui realizados se observou que existe aproximadamente 4 meses de intervalo entre a puberdade e maturidade sexual com qualidade espermática e 7 meses com a maturidade sexual com qualidade e quantidade de espermatozoides em touros criados em condições do Brasil Central.

São apresentadas as diferencias em meses entre os eventos estudados do desenvolvimento sexual em touros

Se considerarmos o intervalo entre o aparecimento da puberdade à maturidade sexual de aproximadamente e meses está de acordo com estudos prévios em touros de corte em clima temperado (Lunstra & Echternkamp 1982). Sendo que apesar das diferenças raciais e de manejo aparentemente o processo fisiológico seria similar para touros de uma forma geral.

Não existem estudos que tenham comparado estes eventos em raças indicas, portanto este é o primeiro relato marcando essas diferenças. O que serve de referência o ponto de partida para ser comparado em futuros estudos em diferentes locais que trabalhem com este tipo de animais

6.4. Tamanho testicular à maturidade sexual equivalente para touros *Bos taurus taurus, Bos taurus indicus* e seus mestiços F1.

Neste item será abordado e discutida a hipótese apresentada na qual estabelece que na maturidade sexual de touros o tamanho testicular será o mesmo independente das subespécies estudadas *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus*.

Na Tabela 10 está representado o tamanho testicular aferidos pelo perímetro escrotal e volume testicular em touros *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* aos diferentes eventos do desenvolvimento sexual.

Tabela 10: Tamanho testicular na puberdade e maturidade sexual em touros Holandeses, Mestiços F1, Gir e Nelore

				Idad	le a Pub	erd	ade Sem	inal			
	Holand	ês (n17)	Mestiço	F1 (n29	9)	Gi	r (n21)		Nelo	re (n18)
	Media	DP		Media	DP		Media	DP		Media	DP
Idade (meses)	10,1	1,2	С	12,3	1,9	b	14,	1,9	а	14,6	1,7
Perímetro escrotal (mm)	278,5	21,3	а	274,4	26,0	а	235,9	18,4	b	223,5	23,1
Volume testicular (cm³)	422,5	112,1	а	383,2	98,1	а	274,4	83,4	b	251,9	78,5
	ı	dade 1º	eja	culado con	igelável	(50	% MP, 5	00x10 ⁶	SP/Ej	jaculado	s)
Idade (meses)	12,5	1,0	С	15,3	2,4	b	18,3	2,1	а	20,0	1,5
Perímetro escrotal (mm)	311,8	16,1	а	305,2	23,7	а	284,3	24,2	b	286,9	17,8
Volume testicular (cm³)	546,6	110,3	а	559.5	117,7	а	579,6	112,7	а	565,3	94,2
			Ida	de maturid	ades se	xua	l 1 (<30	DT, <20	DMA	۸)	
Idade (meses)	13,2	1,0	С	17,1	2,2	а	17,9	1,7	а	19,3	1,7
Perímetro escrotal (mm)	324,4	18,6	а	322,5	27,7	а	275,3	17,8	b	273,3	26,6
Volume testicular (cm³)	564,9	120,5	а	647,6	181,9	а	554,5	107,3	а	535,4	129,1
		Idade	e ma	aturidades	sexual 2	2 (<	30 dt, <2	.0 DMA,	500	[sptz])	
Idade (meses)	16,6										
Perímetro escrotal (mm)	340,6	19,4	а	330,3	28,2	а	296,9	25,8	b	299,2	17,9
Volume testicular (cm³)	755,4	143,0	а	716,7	151,3	а	682,4	143,2	а	686,0	90,1

Valores seguidos por letras distintas indicam diferenças entre colunas P<0,05 pelo teste Tukey - Krames

Na puberdade o tamanho testicular foi maior nos touros taurinos e mestiços F1 que nos indicus (P<0,05).

Na maturidade sexual aferida por todos os eventos o perímetro escrotal foi maior nos touros Holandeses e Mestiços F1 que nos de raças índicas (P<0,05). Porem quando foi comparado pelo volume testicular não houve diferença entre os grupos raciais (P>0,05). Portanto o volume testicular na Maturidade Sexual, demostrou que touros indicus e taurinos tem o mesmo tamanho testicular o que confirma a hipóteses apresentada. Esta diferença entre o perímetro escrotal e volume testicular se deve aos diferentes formatos de testículos apresentados pelos grupos raciais estudados.

Comparado com dados da literatura estes touros da raça holandesa apresentaram volumes testiculares na maturidade sexual equivalentes aos descritos em outros estudos (49) ou raças europeias de corte (Brito et al. 2012).

Com respeito às raças zebuínas estudadas ao volumes testiculares aqui apresentados se equivalem a trabalhos anteriores em touros das raça Gir (94) e Nelore (146,164), respectivamente.

Na tabela 11 estão representadas as frequências de formato de testículo na puberdade e maturidade sexual (22). Os touros zebuínos apresentam principalmente testículos de formato longo moderado em maior proporção desde uma abordagem descritiva que os taurinos que tem os testículos de forma mais oval. Estas frequências de formato poderiam ser as responsáveis pelas diferenças observadas nas comparações entre o perímetro escrotal e volume testicular à maturidade sexual dos toros.

Na tabela 12 estão representadas as medias das relação entre comprimento e largura testicular dos grupos genéticos. Houve uma maior (P<0,05) relação nos touros holandeses e mestiços que nos da raça Gir o que confirma a forma mais alongada dos testículos dos zebuínos. As medias de estas relações observadas nos touros Nelore estariam próximos aos da raça Gir.

Tabela 11: Frequência das classes de formato de testículos de touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore segundo critérios de Bailey (22) na puberdade e maturidade sexual

		Puberd	ade	
	Longo moderado	Moderado oval	Oval esférico	Total (n-%)
Holandeses-PO	58,8% (10)	23,5 % (4)	17,7 % (3)	17–20,0
Mestiços F1 Hol-Gir	55,2 % (16)	31,0 % (9)	13,7% (4)	29-34,1
Gir-PO	85,7 % (18)	14,3 % (3)	-	21-24,7
Nelore	72,2 % (13)	27,8% (5)	-	18-21,2
Total	67,1	24,7	8,2	85-100
		Maturidade	Sexual	
	Longo moderado (%)	Moderado oval (%)	Oval esférico (%)	Total (n-%)
Holandeses-PO	47,1 % (8)	41,2 % (7)	11,7 % (2)	17–20,0
Mestiços F1 Hol-Gir	58,6 % (17)	32,0 % (9)	10,3 % (3)	29-34,1
Gir-PO	80,9 % (17)	19,1 % (4)	-	21-24,7
Nelore	83,3 % (15)	16,7 % (3)	-	18-21,2
Total	67,0 %	27,1 %	5,9	85-100

P<0,001 chi quadrado (50% células esperadas são <5 obs.)

A forma testicular predominante em animais da raça Nelore com idade de 21,3 meses foi alongada. As correlações observadas entre a forma testicular com tamanho testicular, características física e morfológicas do sêmen foram baixas. A seleção pelo perímetro escrotal é uma medida adequada na previsão do volume testicular em animais da raça Nelore mesmo com a maior frequência de animais com testículos longos, indicando com certeza o potencial reprodutivo do animais, uma vez que a forma dos testículos não afeta a qualidade do esperma de touros (175).

Tabela 12: Relação entre a largura e comprimento testicular médio de touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore na puberdade e maturidade sexual

	Puber	dade	Maturidad	de Sexual
	Media	DP	Media	DP
Holandeses-PO	0,62	0,08 a	0,65	0,08 a
Mestiços F1 Hol-Gir	0,62	0,06 a	0,61	0,08 a
Gir-PO	0,57	0,04 b	0,56	0,03 b
Nelore	0,59	0,04	0,58	0,04

Valores seguidos por letras distintas indicam diferenças entre colunas dentro de cada evento do desenvolvimento sexual P<0,05 variância ajustado Tukey-Kramer

O valor médio da relação entre comprimento e largura testicular dos touros Nelore (Tabela 12) ficou entre a dos mestiços F1 e Gir na puberdade e algo mais próximos dos touros Gir na maturidade sexual.

Estes resultados corroboram com outros estudos sobre predominância de formatos testiculares alongados em zebuínos (98,175–178). Esta condição é creditada à capacidade adaptativa desta subespécie em condições tropicais. Estudo realizado com 1124 touros da raça Nelore, registraram predominância de animais com testículos longos-moderados, tanto aos dois, quanto aos três anos de idade, respectivamente, 72,5% e 68,2%, demonstrando também a predominância nos formatos alongados. Estes mesmos autores observaram que não houve nenhum animal com formato testicular esférico e somente cinco animais com formato oval-esférico, com dois e três anos de idade (177). A porcentagem de testículos longo moderados em torno de 75% coincide também com outros estudos (179).

Baseados nas diferenças de formato observadas os touros zebuínos apresentaram testículos mais alongados. Isto favoreceria a perda de calor em forma mais eficiente que nos touros Holandeses e os Mestiços F1.

Estudos suportam que o modelo de termo regulação testicular a manutenção de uma temperatura constante durante todo o parênquima testicular depende da combinação de um gradiente de temperatura positivo escrotal e um gradiente de temperatura negativo testicular sub túnica. (180).

Em touros índicos, tanto do escroto e a sub túnica testicular tem gradientes de temperatura positivos, em contraste com o gradiente de temperatura negativa na túnica de touros turinos e mestiços (Kastelic et al. 1997; Brito et al. 2004a).

A relação entre o comprimento da artéria testicular ao volume testicular é maior para touros da raça Nelore, intermediário para bovinos mestiços e menos para os touros Angus. Somado à espessura da parede da artéria testicular junto com a distância entre o sangue arterial-venoso no cone vascular testicular foi menor em Nelore, intermediário no mestiços e maior em Angus. Como seria de esperar de tais diferenças anatômicas, a temperatura intra-arterial testicular foi menor em Nelore, intermediário no mestiços e mais alto em Angus (Brito et al. 2004a).

A forma escrotal tem uma relação negativa com a temperatura arterial no polo ventral testicular e no ponto de penetração da artéria testicular no parênquima em touros de raças europeias e zebuínas, respectivamente, e com temperaturas intra testiculares e epidídimárias em bovinos mestiços. Um escroto mais pendular favorece uma superfície maior para a exposição da região do cordão espermático e estruturas vasculares nele contidas, o que pode aumentar a perda de calor por irradiação nesta área; esta pode contribuir para a diminuição da temperatura arterial, e, portanto, do testículo e do epidídimo temperaturas, uma vez que o sangue arterial é a principal fonte de calor testicular (181).

Em termos gerais a termo regulação testicular depende da interação entre gradientes opostos de temperatura escrotal e testicular. A morfologia do cordão espermático e cone vascular podem contribuir para a maior resistência de touros indianos a altas temperaturas ambientes. A influência das morfologia escrotal, do cordão vascular e testicular aumentas a capacidade de termo regulação testicular e

afetam positivamente a qualidade do sêmen e produção de espermatozoides de touros de raças adaptadas ao clima tropical.

Assim, embora o tamanho relativo dos testículos provavelmente continuará a ser um meio útil para estimar o investimento masculino na produção espermática (38). O testículo é, sem dúvida, exposto a alguns das as pressões de seleção mais variáveis e flutuantes entre todos os sistemas de órgãos, como as demandas para a quantidade total de espermatozoides produzidos (e sua morfologia específica) mudam frequentemente rapidamente com mudanças no sistema de acasalamento e resultando após o acasalamento seleção sexual (38).

Estas duas subespécies foram submetidas a evolução separada para várias centenas de miles de anos. Análise do DNA mitocondrial e loci sequências microssatélites indicam que raças indicas divergiram de taurinos em algum lugar entre 110.000 e 850.000 anos atrás (25). Esta adaptação evolutiva das raças indicas a condições dos trópicos implicou entre outros mecanismos acima discutidos, câmbios na forma testicular como uma ferramenta a mais de manter a produção de espermatozoides aumentando o tamanho testicular em forma eficiente com a termo regulação. Acha visto que pelas leis de termodinâmica a perda de calor de um corpo cilíndrico é maior que um esferoide de volume iguais (182).

Em estresse térmico tem efeitos menos graves sobre a qualidade do sêmen em touros zebuínos que ele faz em touros de raças europeias e este fenómeno reflete não apenas adaptações que afetam a termo regulação de corpo inteiro, mas adaptações também específicas que melhoram o esfriamento local do sangue que entra no testículo. Esta conclusão é baseada nos resultados de um estudo que compararam as características anatômicas do sistema termorregulador testicular entre touros Nelore, mestiços (5/8 ou 5/16 Charolês × Zebu) e Angus. Entre os seus achados foi a observação de que a proporção do comprimento para a artéria testicular volume testicular é maior para touros da raça Nelore, intermediária para bovinos mestiços e menos para touros Angus. A espessura da parede da artéria testicular e a distância entre o sangue arterial-venosa no cone vascular testicular foi menor nos touros Nelore, intermediário nos mestiços e maior em Angus. Como seria

de esperar a partir de tais diferenças anatómicas, testicular intra-arterial temperatura era mais baixa em Nelore, intermediário no mestiços e mais alto em Angus (Brito et al. 2004a)

Testículos mais alongados apresentam melhor arquitetura vascular, com maior área superficial e melhores distribuições venosas e arteriais, facilitando a perda de calor para o meio. Com maior gradiente de temperatura entre os polos dorsal e ventral do testículo.

As características morfológicas que podem influenciar a termo regulação testicular, qualidade seminal e produção de espermatozoides incluem a pendulosidade escrotal, que afeta a distância que os testículos que são mantidos longe do corpo e perda de calor por irradiação a partir da região do cordão espermático (Brito, et al. 2004a). As variações na morfologia do cordão espermático, um importante local de transferência de calor entre sangue arterial e venoso no testículo, pode influenciar a temperatura do sangue arterial que atinge os testículos.

A melhor capacidade de termo regulação testicular foi associada com aumentou forma escrotal alongada (pendulosidade), comprimento e volume da artéria testicular, e da distância entre a parede da artéria e as veias do cordão testicular (Brito, et al. 2004a). Não obstante, diferenças na morfologia do escroto, cordão espermático e testículos também poderia contribuir para uma melhor capacidade de termo regulação testicular em touros zebuínos.

Além disso, estudos indicam que touros európios e mestiços têm um menor número de ramos da artéria que penetra no parênquima testicular (ramos centrípetas) quando comparado com zebuínos (183). Outro fator estudado é distância entre a artéria testicular e as veias do plexo pampiniforme podem afetar a eficiência da troca de calor. Foi observado que o sangue arterial em touros indicus com maior proximidade entre o sangue arterial e venoso, apresentaram uma temperatura menor, depois de passar através do cordão espermático. A distância mais pequena entre o sangue arterial e venoso (resultante da parede da artéria testicular mais fina e estreita em com o veias) e a consequente maior eficiência de

transferência de calor no cordão espermático que pode também contribuir para a maior resistência de touros zebuínos a altas temperaturas ambientais (Brito, et al. 2004a).

A termo regulação testicular depende da interação opostas entre os gradientes de temperatura escrotal e testicular em touros taurinos e mestiços. Em touros indicus a morfologia do cordão espermático contribuem para uma maior resistência dos touros zebuínos as altas temperatura ambiente, e a morfologia testicular, escrotal e do cordão espermático influenciam na capacidade testicular capacidade de termo regulação e afetam a qualidade do sêmen e produção espermática em touros (Brito, et al. 2004a).

Das pesquisas mencionadas, concluiu-se que as formas testiculares mais alongadas apresentaram vantagens morfofisiológicas, sendo apontadas como favoráveis à reprodução em clima tropical. Em função destas observações e considerando a forma testicular dos zebuínos, normalmente alongada, acredita-se que esta característica pode ter grande valor, principalmente, considerando as condições de temperatura em que vivem estes animais.

7. Conclusões

Foram determinadas as características ponderais de biometria testicular e reprodutivas de touros *Bos Taurus taurus* (Holandeses) Mestiços F1 taurinos e índicos e *Bos taurus indicus* (Gir e Nelore) durante o desenvolvimento sexual incluindo a puberdade e maturidade sexual.

Existem 4 meses de intervalo entre a puberdade e maturidade sexual com qualidade espermática e 7 meses com a maturidade sexual com qualidade e quantidade de espermatozoides em touros criados em condições do Brasil Central.

Foram apresentadas as relações de características de crescimento corporal testicular e seminal com o desenvolvimento sexual em quatro grupos zootécnicos.

O tamanho testicular aferido pelo perímetro escrotal como medida de desenvolvimento sexual na puberdade foi diferente entre raças taurinas e indicas.

O tamanho testicular na maturidade sexual em touros de diferentes subespécies índicos e taurinos são equivalentes aos diferentes eventos aferidos dentro de esta fase do desenvolvimento sexual.

8. Referências Bibliográficas

- 1. Parker GA. The evolution of expenditure on testes. J Zool. 2016;298(1):3–19.
- Trenkle A, Willhan RL. Beef Production Efficiency. Sciences (New York). 1977;198:1009–15.
- 3. Bronson FH, Rissman EF. The biology of puberty []. Biological Reviews. 1986. p. 157–95.
- 4. Gluckman PD, Hanson MA. Changing times: The evolution of puberty. Mol Cell Endocrinol. 2006;254–255:26–31.
- 5. Gamba M, Pralong FP. Control of GnRH neuronal activity by metabolic factors: The role of leptin and insulin. Mol Cell Endocrinol. 2006;254–255:133–9.
- 6. Kojima M, Kangawa K, Introduction I, Receptor I, Purification A, Ghrelin D, et al. Ghrelin: Structure and Function. Physiol Rev. 2005;85(2):495–522.
- 7. Stanley S, Wynne K, McGowan B, Bloom S. Hormonal Regulation of Food Intake. Physiol Rev []. 2005;85(4):1131–58.
- 8. Foster DL, Nagatani S. Physiological perspectives on leptin as a regulator of reproduction: role in timing puberty. Biol Reprod. 1999;60(2):205–15.
- Fernandez-Fernandez R, Martini AC, Navarro VM, Castellano JM, Dieguez C, Aguilar E, et al. Novel signals for the integration of energy balance and reproduction. Mol Cell Endocrinol. 2006;254–255:127–32.
- 10. Gottsch ML, Clifton DK, Steiner RA. Kisspepeptin-GPR54 signaling in the neuroendocrine reproductive axis. Mol Cell Endocrinol. 2006;254–255:91–6.
- 11. De Bond JAP, Smith JT. Kisspeptin and energy balance in reproduction. Reproduction. 2014;147(3).
- 12. Hernandez-Medrano JH, Williams RW, Peters a. R, Hannant D, Campbell BK,

- Webb R. Neonatal immunisation against a novel gonadotrophin-releasing hormone construct delays the onset of gonadal growth and puberty in bull calves. Reprod Fertil Dev. 2012;24(7):973–82.
- 13. Foster DL, Jackson LM, Padmanabhan V. Programming of GnRH feedback controls timing puberty and adult reproductive activity. Mol Cell Endocrinol. 2006;254–255:109–19.
- 14. Amann RP, Schanbacher DB. Physiology of Male Reproduction. J Anim Sci. 1983;57:380–403.
- 15. Lunstra DD, Ford JJ, Echternkamp SE. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. J Anim Sci. 1978 Apr;46(4):1054–62.
- 16. Vargas CA, Elzo MA, Chase CC, Chenoweth PJ, Olson TA. Estimation of Genetic Parameters for Scrotal Circumference, Age at Puberty in Heifers, and Hip Height in Brahman Cattle. J Anim Sci. 1998;76(10):2536–41.
- 17. Lunstra DD, Gregory KE, Cundiff L V. Heritability estimates and adjustment factors for the effects of bull age and age of dame on yearling testicular size in breed of bulls. 1988;30(1).
- 18. Silva AEDF, Unanian MM, Cordeiro CMT, De Freitas AR. Relação da Circunferência Escrotal e Parâmetros da Qualidade do Sêmen em Touros da Raça Nelore, PO. Rev Bras Zootec. 2002;31(3):1157–65.
- 19. Martínez-Velázquez G, Gregory KE, Bennett GL, Van Vleck LD. Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. J Anim Sci. 2003;81(2):395–401.
- 20. Simmons LW, Fitzpatrick JL. Sperm wars and the evolution of male fertility. Reproduction. 2012;144(5):519–34.
- 21. Bailey TL, Monke D, Hudson RS, Wolfe DF, Carson RL, Riddell MG. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. Theriogenology. 1996;46(5):881–7.
- 22. Bailey TL, Hudson RS, Powe TA, Riddell MG, Wolfe DF, Carson RL. Caliper and ultrasonographic measurements of bovine testicles and a mathematical formula for determining testicular volume and weight in vivo. Theriogenology. 1998 Mar;49(3):581–94.
- 23. Unanian MM, Silva AEDF, Cmanus C, Cardoso P. Características Biométricas Testiculares para Avaliação de Touros Zebuínos da Raça Nelore. Rev Bras Zootec. 2000;29(1):136–44.
- 24. Hansen PJ. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. Anim Reprod Sci. 2004;82–83:349–60.

- 25. MacHugh D, Shriver M, Loftus R, Cunningham P, Bradley D. Microsatellite DNA variation and the evolution, domestication and phylogeography of taurine and zebu cattle (Bos taurus and Bos indicus). Genetics. 1997;146:1071–86.
- 26. Wilham J. A genômica bovina Origem e evolução de taurinos e zebuinos. Vet e Zootec. 2013;20(2):217–37.
- 27. Finch VA. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. J Anim Sci. 1986;531–42.
- 28. Alemayehu K, Kebede D. Molecular mechanisms and the roles of protein in underlying animal adaptation. Glob J Anim Sci. 2015;3(6):217–26.
- 29. Gaughan J, Mader T, Holt S, Josey M, Rowan K. Heat tolerance of Boran and Tuli crossbred steers. J Anim Sci. 1999;77:2398–405.
- 30. Paula-Lopes F, Chase Jr C, Al-Katanani Y, Krininger III C, Rivera R, Tekin S, et al. Genetic divergence in cellular resistance to heat shock in cattle: differences between breeds developed in temperate versus hot climates in responses of preimplantation embryos, reproductive tract tissues and lymphocytes to increased culture temperatures. Reproduction. 2003;125:285–94.
- 31. Seif S, Johnson H., Lippincott A. The effects of heat exposure (31 °C) on Zebu and Scottish Highland cattle. Int J Biometeorol. 1979;23:9–14.
- 32. Kadzere C, Murphy M. Heat stress in lactating dairy cows: a review. Livest Prod. 2002;77:59–91.
- 33. Nichi M, Bols PEJ, Z??ge RM, Barnabe VH, Goovaerts IGF, Barnabe RC, et al. Seasonal variation in semen quality in Bos indicus and Bos taurus bulls raised under tropical conditions. Theriogenology. 2006;66(4):822–8.
- 34. Brito LFC, Silva AEDF, Barbosa RT, Kastelic JP. Testicular thermoregulation in Bos indicus, crossbred and Bos taurus bulls: Relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. Theriogenology. 2004;61(2–3):511–28.
- 35. Skinner JD, Louw GN. Heat stress and spermatogenesis in Bos indicus and Bos taurus cattle. JAppl Phys. 1966;21:1784–90.
- 36. Setchell BP. Heat and the testis. J Reprod Fertil. 1998;104:179–194.
- 37. Magee DA, Meghen C, Harrison S, Troy CS, Cymbron T, Gaillard C, et al. A partial African ancestry for the Creole cattle populations of the Caribbean. J Hered. 2002;93(6):429–32.
- 38. Ramm SA, Scharer L. The evolutionary ecology of testicular function: Size isn't everything. Biol Rev. 2014;89(4):874–88.
- 39. Iossa G, Soulsbury DC, Baker JP, Harris S. Sperm competition and the evolution of testes size in terrestrial mammalian carnivores. Funct Ecol. 2008;22:665—

662.

- 40. Parker GA. The evolution of expenditure on testes. J Zool. 2016;298(1):3–19.
- 41. Amann RP. Endocrine changes associated with onset of spermatogenesis in Holstein bulls. J Dairy Sci. 1983;66(12):2606–22.
- 42. Amann RP, Walker OA. Changes in the Pituitary-Gonadal Axis Associated with Puberty in Holstein Bulls. J Anim Sci. 1983;57(2):433–42.
- 43. Amann RP. Endocrine changes associated with onset of spermatogenesis in Holstein bulls. J Dairy Sci. 1983 Dec;66(12):2606–22.
- 44. Rawlings N, Evans a. CO, Chandolia RK, Bagu ET. Sexual Maturation in the Bull. Reprod Domest Anim. 2008;43(SUPPL.2):295–301.
- 45. 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. 1995;43(3):569–78.
- 46. Almquist JO, Barber KA. Puberal characteristics and early growth of Charolais bulls on high nutrient allowance. J Anim Sci. 1974;38(4):831–4.
- 47. Almquist JO. Effect of long term ejaculation at high frequency on output of sperm, sexual behavior, and fertility of Holstein bulls; relation of reproductive capacity to high nutrient allowance. J Dairy Sci. 1982;65(5):814–23.
- 48. Harstine BR, Maquivar M, Helser LA, Utt MD, Premanandan C, DeJarnette JM, et al. Effects of dietary energy on sexual maturation and sperm production in Holstein bulls. J Anim Sci. 2015 Jun;93(6):2759–66.
- 49. Dance A, Thundathil J, Wilde R, Blondin P, Kastelic J. Enhanced early-life nutrition promotes hormone production and reproductive development in Holstein bulls. J Dairy Sci. Elsevier; 2015;98(2):987–98.
- 50. Dance A, Thundathil J, Blondin P, Kastelic J. Enhanced early-life nutrition of Holstein bulls increases sperm production potential without decreasing postpubertal semen quality. Theriogenology. 2016;86(3):1–8.
- 51. Miller N a., Fike KE. Exposure of prepubertal beef bulls to cycling females does not enhance sexual development. Theriogenology. 2014;82(3):447–54.
- 52. Wolf FR, Almquist JO, Hale EB. Prepuberal Behavior and Puberal Characteristics of Beef Bulls on High Nutrient Allowance. J Anim Sci. 1965;24:761–5.
- 53. Baker FN, Vandemark NL, Salisbury GW. Growth of Holstein bulls and relation to sperm production. JAnimSci. 1955;14:746–52.
- 54. Flipse RJ, Almquist JO. Effect of TDN intake from bird to four year of age on growth, reproductive development and perfomance of dairy bulls. JDairySci. 1961;44:905–14.

- 55. Pruitt RJ, Corah LR, Stevenson JS, H KG. Effect of energy intake after weaning on the sexual development off beef bulls. II. Age at first mating, age at puberty, testosterone and scrotal circunference. JAnimSci. 1986;63:579–85.
- 56. Abdel Raouf M. Sexual behavior and semen picture of bulls of S.R.W. between age of 9 and 15 months. Acta Endocrinol Suppl. 1960;49:1–109.
- 57. Cardoso FM. Desenvolvimento dos órgãos genitais masculinos de zebus (Bos indicus) da raca Nelore, do período fetal aos 36 meses de idade. Universidade Federal de Minas Gerais; 1977.
- 58. Wildeus S, Holroyd RG, Entwistle KW. Patterns of puberal development in Shaiwal and Brahman cross bulls in tropical Australia. I. Growth and semen characteristics. Theriogenology. 1984;22(4):361–73.
- 59. Barth AD, Brito LFC, Kastelic JP. The effect of nutrition on sexual development of bulls. Theriogenology. 2008;70(3):485–94.
- 60. Brito LFC, Barth AD, Wilde RE, Kastelic JP. Effect of growth rate from 6 to 16 months of age on sexual development and reproductive function in beef bulls. Theriogenology. Elsevier Inc.; 2012;77(7):1398–405.
- 61. Brito LFC, Barth AD, Rawlings NC, Wilde RE, Crews DH, Mir PS, 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. 2007;33(4):460–9.
- 62. Brito LFC, Barth AD, Rawlings NC, Wilde RE, Crews DH, Mir PS, et al. Effect of feed restriction during calfhood on serum concentrations of metabolic hormones, gonadotropins, testosterone, and on sexual development in bulls. Reproduction. 2007;134:171–81.
- 63. Vandemark NL, Mauger RE. Effect of energy intake on repruductive performance of dairy bulls. I. Growth, reproductive organs and puberty. JDairy Sci. 1964;47:798–802.
- 64. Renaville R, Van Eenaeme C, Breier BH, Vleurick L, Bertozzi C, Gengler N, et al. Feed restriction in young bulls alters the onset of puberty in relationship with plasma insulin-like growth factor-I (IGF-I) and IGF-binding proteins. Domest Anim Endocrinol. 2000;18(2):165–76.
- 65. Freetly HC, Kuehn LA, Cundiff L V. Growth curves of crossbred cows sired by hereford, angus, belgian blue, brahman, boran, and tuli bulls, and the fraction of mature body weight and height at puberty. J Anim Sci. 2011;89(8):2373–9.
- 66. Wang Z, Colazo MG, Basarab J a., Goonewardene L a., Ambrose DJ, Marques E, et al. Impact of selection for residual feed intake on breeding soundness and reproductive performance of bulls on pasture-based multisire mating. J Anim Sci. 2012;90(9):2963–9.

- 67. Hafla AN, Lancaster PA, Carstens GE, Forrest DW, Fox JT, Forbes TD, et al. Relationships between feed efficiency, scrotal circumference, and semen quality traits in yearling bulls. J Anim Sci. 2012;90:3937–44.
- 68. Awda BJ, Miller SP, Montanholi YR. The relationship between feed efficiency traits and fertility in young beef bulls. Can J Anim Sci. 2013;93(1963):185–92.
- 69. Fontoura ABP, Montanholi YR, Diel de Amorim M, Foster RA, Chenier T, Miller SP. Associations between feed efficiency, sexual maturity and fertility-related measures in young beef bulls. Animal. 2015;1–10.
- 70. Almquist JO, Amann RP. Reproductive Capacity of Dairy Bulls. XI. Puberal Characteristics and Postpuberal Changes in Production of Semen and Sexual Activity of Holstein Bulls Ejaculated Frequently. J Dairy Sci. Elsevier; 1976 May 5;59(5):986–91.
- 71. Barber KA, Almquist JO. Growth and feed efficiency and their relationship to puberal traits of Charolais bulls. J Anim Sci. 1975;40(2):288–301.
- 72. Lunstra DD, Echternkamp SE. Puberty in beef bulls: acrosome morphology and semen quality in bulls of different breeds. J Anim Sci. 1982 Sep;55(3):638–48.
- 73. Lunstra DD, Cundiff L V. Growth and pubertal development in Brahman-, Boran-, Tuli-, Belgian Blue-, Hereford- and Angus-sired F1 bulls. J Anim Sci. 2003;81(6):1414–26.
- 74. Archbold H, Shalloo L, Kennedy E, Pierce KM, Buckley F. Influence of age, body weight and body condition score before mating start date on the pubertal rate of maiden Holstein–Friesian heifers and implications for subsequent cow performance and profitability. Animal. 2012;6:1143–51.
- 75. Casas E, Lunstra DD, Cundiff L V., Ford JJ. Growth and pubertal development of F1 bulls from Hereford, Angus, Norwegian Red, Swedish Red and White, Friesian, and Wagyu sires. J Anim Sci. 2007;85(11):2904–9.
- 76. Liron JP, Prando AJ, Fernandez ME, Ripoli M V, Rogberg-Munoz A, Goszczynski DE, et al. Association between GNRHR, LHR and IGF1 polymorphisms and timing of puberty in male Angus cattle. BMC Genet. 2012;13(1):26.
- 77. Bagu ET, Cook SJ, Honaramooz a., Aravindakshan JP, Huchkowsky S, Rawlings NC. 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. 2006;66(4):937–44.
- 78. Devkota B, Koseki T, Matsui M, Sasaki M, Kaneko E, Miyamoto A, et al. Relationships among age, body weight, scrotal circumference, semen quality and peripheral testosterone and estradiol concentrations in pubertal and postpubertal Holstein bulls. J Vet Med Sci. 2008;70(1):119–21.
- 79. Killian GJ, Amann RP. Reproductive capacity of dairy bulls. IX. Changes in

- reproductive organ weights and semen characteristics of Holstein bulls during the first thirty weeks after puberty. J Dairy Sci. 1972 Nov;55(11):1631–5.
- 80. Madgwick S, Bagu ET, Duggavathi R, Bartlewski PM, Barrett DMW, Huchkowsky S, 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. 2008;104(2–4):177–88.
- 81. Thomas MG, Enns RM, Hallford DM, Keisler DH, Obeidat BS, Morrison CD, et al. Relationships of metabolic hormones and serum glucose to growth and reproductive development in performance-tested Angus, Brangus, and Brahman bulls. J Anim Sci. 2002;80(3):757–67.
- 82. Brito LFC, Silva AEDF, Rodrigues LH, Vieira F V., Deragon LAG, Kastelic JP. Effect of age and genetic group on characteristics of the scrotum, testes and testicular vascular cones, and on sperm production and semen quality in Al bulls in Brazil. Theriogenology. 2002;58(6):1175–86.
- 83. Moraes GP. PUBERDADE E MATURIDADE SEXUAL DE TOURINHOS SENEPOL, CRIADOS SEMI-EXTENSIVAMENTE NA REGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO MG. Universidade Federal de Minas Gerais; 2012.
- 84. Espitia A, Prieto E, Cardozo J. Pubertad y circunferencia escrotal en toros Holstein x cebu y Romosinuano. Rev MVZ Córdoba. 2006;11(1):744–50.
- 85. Rekwot PI, Oyedipe EO, Akerejola OO, Kumi-Diaka J, Umoh JE. The effect of protein intake on the onset of puberty in Bunaji and Friesian x Bunaji crossbred bulls in Nigeria. Theriogenology. 1987 Oct;28(4):427–34.
- 86. Gholami H, Towhidi A, Zare Shahneh A, Dirandeh E. The relationship of plasma leptin concentration and puberty in Holstein bull calves (Bos taurus). J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2010;94(6):797–802.
- 87. Aire TA, Akpokodge JU. Development of puberty in white Fulani (Bos indicus) bull calf. BrVetJ. 1975;131:146–51.
- 88. Trocóniz JF, Beltrán J, Bastidas H, Larreal H, Bastidas H. Testicular development, body weight changes, Puberty and semen traits of growing Guzerat and Nelore bulls. Theriogenology. 1991;35(4):815–26.
- 89. Chase CC, Chenoweth PJ, Larsen RE, Hammond AC, Olson TA, West RL, et al. Growth, puberty, and carcass characteristics of Brahman-, Senepol-, and Tulisired F 1 Angus bulls. J Anim Sci. 2001;79(8):2006–15.
- 90. Loaiza-Echeverri AM, Toral FLB, Bergmann JAG, Osorio JP, Carmo AS, Henry M. Selection criteria for sexual precocity in Guzerat bulls raised under grazing conditions. J Anim Sci. 2013;91(10):4633–40.
- 91. Pérez J, Liliana O, Jaramillo C, José R, Arroyo O, Cardona J. Crecimiento testicular y parámetros de calidad de semen en toros de raza Guzerat , desde

- la pubertad hasta los 36 meses de edad. RevMedVet. 2014;27:73–88.
- 92. Tatman SR, Neuendorff D a., Wilson TW, Randel RD. Influence of season of birth on growth and reproductive development of Brahman bulls. Theriogenology. 2004;62(1–2):93–102.
- 93. Aponte PM, De Rooij DG, Bastidas P. Testicular development in Brahman bulls. Theriogenology. 2005;64(6):1440–55.
- 94. Martins JAM, Souza FA, Emerick LL, Dias JC, Leite TG, Andrade VJ, et al. Desenvolvimento reprodutivo de tourinhos Gir selecionados para produção de leite. Arq Bras Med Vet e Zootec. 2011;63(6):1277–86.
- 95. Dode MAN, Schenk JAP, Silva AEDF. Determinação da puberdade em machos Nelore e Mestiços. RevBrasReprodAnim. 1989;1:185.
- 96. Trocóniz JF, Beltrán J, Bastidas H, Larreal H, Bastidas P. Testicular development, body weight changes, puberty and semen traits of growing guzerat and Nellore bulls. Theriogenology. 1991 35(4):815–26.
- 97. Freneau GE, Vale Filho VR, Marques AP, Maria WS. Puberdade em touros Nelore criados em pasto no Brasil: Caracteristicas corporais, testiculares e seminais e de Indice de capacidade andrologica por pontos. Arq Bras Med Vet e Zootec. 2006;58(6):1107–15.
- 98. Monteiro FM, Mercadante MEZ, Barros CM, Satrapa RA, Silva JA V, Oliveira LZ, et al. Reproductive tract development and puberty in two lines of Nellore heifers selected for postweaning weight. Theriogenology. 2013;80(1):10–7.
- 99. Lima FPC, Xavier PR, Bergman AP, Marques Junior AP. Perímetro escrotal e características seminais de touros da raça Nelore selecionados para precocidade sexual. Arq Bras Med Vet e Zootec. 2013;65(6):1603–8.
- 100. Brito LFC, Silva AEDF, Unanian MM, Dode MA, Barbosa RT, Kastelic JP. Sexual development in early- and late-maturing Bos indicus and Bos indicus x Bos taurus crossbred bulls in Brazil. Theriogenology. 2004;62(7):1198–217.
- 101. Tegegne A, Entwistle KW, Mukasa-Mugerwa. Nutritional influences on growth and onset of puberty in Boran and Boran x Friesian bulls in Ethiopia. Theriogenology. 1992;37:1005–16.
- 102. Siddiqui M, Bhattacharjee J, Das Z, Islam M, Islam M, Haque M, et al. Crossbred Bull Selection for Bigger Scrotum and Shorter Age at Puberty with Potentials for Better Quality Semen. Reprod Domest Anim. 2007 31;43(1)
- 103. Jiménez-Severiano H, Mussard ML, Fitzpatrick L a., D'Occhio MJ, Ford JJ, Lunstra DD, et al. Testicular development of Zebu bulls after chronic treatment with a gonadotropin-releasing hormone agonist. J Anim Sci. 2005;83(9):2111–22.
- 104. Freneau GE. Desenvolvimento reprodutivo em tourinhos holandeses e

- mestiços holandês-gir, desde os seis até os 21 meses de idade (Puberdade e pós-puberdade). Universidade Federal de Minas Gerais; 1991.
- 105. Thrift FA, Aaron DK. The crossbred sire: Experimental result for catlle. JAnimSci. 1987;65:127–35.
- 106. Lunstra DD, Echternkamp SE. Puberty in beef bulls: Acrossome morphology and semen quality in bulls of different breeds. JAnimSci. 1982;55(3):638–48.
- 107. Fields MJ, Fhentges JR, Cornelise KW. Aspect of the sexual development of Brahman versus Angus bulls in Florida. Theriogenology. 1982;18(1):17–31.
- 108. Garcia JM, Pinheiro EL, Okuda HT. Body development and semen physical and morphological caracteristics of young Guzera bulls. ArsVet. 1987;3(1):47–53.
- 109. Vale Filho VR, Reis VR, Pereira JCC, Holanda GML. Efeito de meio ambiente na maturação sexual de touros Nelore com 24 meses de idade. RevBrasReprodAnim. 1989;1:205.
- 110. Brito LFC, Silva AEDF, Unanian MM, Dode MAN, Barbosa RT, Kastelic JP. Sexual development in early- and late-maturing Bos indicus and Bos indicus x Bos taurus crossbred bulls in Brazil. Theriogenology. 2004;62(7):1198–217.
- 111. Brito LFC, Barth a. D, Wilde RE, Kastelic JP. Testicular ultrasonogram pixel intensity during sexual development and its relationship with semen quality, sperm production, and quantitative testicular histology in beef bulls. Theriogenology. Elsevier Inc.; 2012;78(1):69–76.
- 112. Hopkins FM, Spitzer JC. The new Society for Theriogenology breeding soundness evaluation system. Vet Clin North Am Food Anim Pr. 1997;13:283–93.
- 113. Madrid N, Ott RS, Veeramachaneni RDN. Scrotal circunference, seminal characteristics, and testicular lesions of yearling Angus bulls. AmJVetRes. 1988;49(4):579–85.
- 114. Fields MJ, Burns WC, Warnick AC. Age, season and breed effects on testicular volume and semen traits in young beef bulls. J Anim Sci. 1979 Jun;48(6):1299–304.
- 115. Coulter GH, Kozub GC. Testicular development, epididymal sperm reserves and seminal quality in two year old Hereford and Angus bull: Effects of two levels of dietary energy. JAnim Sci. 1984;59(2):432–40.
- 116. Pruitt RJ, Corah LR. Effect of energy intake after weaning on the sexual development of beef bulls. JAnimSci. 1985;61:1186–93.
- 117. Fortes MRS, Reverter A, Hawken RJ, Bolormaa S, Lehnert S a. Candidate genes associated with testicular development, sperm quality, and hormone levels of inhibin, luteinizing hormone, and insulin-like growth factor 1 in Brahman bulls. Biol Reprod. 2012;87(3):58.

- 118. Lyons RE, Loan NT, Dierens L, Fortes MRS, Kelly M, McWilliam SS, et al. Evidence for positive selection of taurine genes within a QTL region on chromosome X associated with testicular size in Australian Brahman cattle. BMC Genet. 2014;15:6.
- 119. Brinks JS. Genetics of reproductive traits in bulls. Agri Pract. 1989;10:35–40.
- 120. Parker GA, Pizzari T. Sperm competition and ejaculate economics. Biol Rev. 2010;85(4):897–934.
- 121. Coulter GH, Foote RH. Relationship of body weight to testicular size and consistency in growing Holstein bulls. J Anim Sci. 1977 Jun;44(6):1076–9.
- 122. Curtis SK, Amann RP. Testicular Development and Establishment of Spermatogenesis in Holstein Bulls S . K . Curtis and R . P . Amann The online version of this article , along with updated information and services , is located on the World Wide Web at: TESTICULAR DEVELOPMENT. J Anim Sci. 1981;53:1645–57.
- 123. Hahn J, Foote RH, Seidel GEJ. Testicular growth and sperm output in dairy bulls. J Anim Sci. 1969;29:41–7.
- 124. Coulter GH, Foote RH. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive perforance and their relationship to productive traits in catlle: A review. Theriogenology. 1979;11:297–311.
- 125. Lunstra DD, Gregory KE, Cundiff L V. Heritability estimates and adjustment factors for the effects of bull age and dam on yearling testicular size in breeds of bulls. Theriogenology. 1988;30(1):127–37.
- 126. Toelle VD, Robinson OW. Estimates of genetic correlations between testicular measurements and female reproductive traits in catlle. J Anim Sci. 1985;60(1):89–100.
- 127. Almquist JO, Branas RJ, Barber KA. Postpuberal changes in semen production of Charolais bulls ejaculated at high frequency and the relation between testicular measurements and sperm output. J Anim Sci. 1976;42(3):670–6.
- 128. Coulter GH, Foote RH. Relationship of body weight to testicular size and consistency in growing Holstein bulls. J AnimSci. 1977;44(6):1076–7079.
- 129. Willet TE, Ohms J i. Measurement of testicular size and its relation to production of spermatozoa by bulls. JDairy Sci. 1957;40:1559–69.
- 130. Coulter GH, Larson LL, Foote RH. Effect of age on testicular growth and consistency of Holstein and Angus bulls. JAnimSci. 1975;41(5):1383–9.
- 131. Kastelic JP, Thundathil JC. Breeding Soundness Evaluation and Semen Analysis for Predicting Bull Fertility. Reprod Domest Anim. 2008;43(SUPPL.2):368–73.
- 132. Veeramachaneni RDN, Ott RS, Heat RH, McEntee K, Bolt DJ, Hixon JE.

- Patholophysiology of small testes in beef bulls. Relationship between scrotal circunference, histopatologic features of testes and epididymides, seminal characteristics and endocrine profiles. AmJVetRes. 1986;47(9):1988–99.
- 133. Valentim R, Arruda RP, Barnabe RC, Alencar MM. Biometria testicular de touros Nelore (Bos taurus indicus) e touros cruzados Nelore-europeu (Bos taurus indicus x Bos taurus taurus) aos 20 e 24 meses de idade. Brazilian J Vet Res Anim Sci. 2002;39(3):113–20.
- 134. Quirino CR, Bergmann J a G, Vale Filho VR, Andrade VJ, Pereira JCC. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nellore bulls. Theriogenology. 1999;52(1):25–34.
- 35. Grossi D a., Venturini GC, Paz CCP, Bezerra L a F, Lôbo RB, Oliveira J a., et al. Genetic associations between age at first calving and heifer body weight and scrotal circumference in Nelore cattle. J Anim Breed Genet. 2009;126(5):387–93.
- 136. Neves ALA, Delrei AJ, Santos MP. Crescimento testicular de touros da raça Nelore. Livest Res Rural Dev. 2011;23(4):1–8.
- 137. Nieto LM, Silva LOC, Gondo A. TOUROS CANCHIM EM DIFERENTES SISTEMAS DE CRIAÇÃO. Arq Ciênc Vet Zool Unipar. 2006;9(2):99–103.
- 138. Regatieri IC, Boligon AA, Baldi F, Albuquerque LG. Genetic correlations between mature cow weight and productive and reproductive traits in Nellore cattle. Genet Mol Res. 2012;11(3):2979–86.
- 139. Dias JC, Andrade VJ, Vale Filho VR, Silva MA. BIOMETRIA TESTICULAR E ASPECTOS ANDROLÓGICOS DE TOUROS NELORE (Bos taurus indicus), DE DOIS E TRÊS ANOS DE IDADE,. Vet Not. 2007;13(2):31–7.
- 140. Sarreiro LC, Bergmann JAG, Quirino CR, Pineda NR, Ferreira VCP, Silva MA. Herdabilidade e correlação genética entre perímetro escrotal, libido e características seminais de touros Nelore. Arq Bras Med Vet e Zootec. 2002;54(6):602–8.
- 141. Dias JC, De Andrade VJ, Martins JAM, Emerick LL, Do Vale Filho VR. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. Pesqui Agropecu Bras. 2008;43(1):53–9.
- 142. Silva MR, Pedrosa VB, Borges-Silva JC, Eler JP, Guimãraes JD, Albuquerque LG. Genetic parameters for scrotal circumference, breeding soundness examination and sperm defects in young Nellore bulls. J Anim Sci. 2013;91(10):4611–6.
- 143. Pereira E, Elder JP, Costa FAA, Ferrez JBS. Análise genética da idade ao primeiro parto e do perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore. Arq Bras Med Veterinária e Zootec. 2001;53(1):116–21.

- 144. Silva RC, Costa GMJ, Andrade LM, França LR. Testis stereology, seminiferous epithelium cycle length, and daily sperm production in the ocelot (Leopardus pardalis). Theriogenology. 2010;73(2):157–67.
- 145. Boligon a. a., Silva J a V, Sesana RC, Sesana JC, Junqueira JB, Albuquerque LG. Estimation of genetic parameters for body weights, scrotal circumference, and testicular volume measured at different ages in Nellore cattle. J Anim Sci. 2010;88(4):1215–9.
- 146. Silva MR, Pedrosa VB, Silva JCB, Eler JP, Guimarães JD, Albuquerque LG. Testicular traits as selection criteria for young Nellore bulls. J Anim Sci. 2011;89(7):2061–7.
- 147. Ortiz Peña CD, Queiroz SA De, Fries LA. Estimação de fatores de correção do perímetro escrotal para idade e peso corporal em touros jovens da raça Nelore. Rev Bras Zootec. 2000;29(6):1667–75.
- 148. Irano N, de Camargo GMF, Costa RB, Terakado APN, Magalhães AFB, Silva RM de O, et al. Genome-Wide Association Study for Indicator Traits of Sexual Precocity in Nellore Cattle. PLoS One. 2016;11(8):e0159502.
- 149. Burns B, Gazzola C, Holroyd R, Crisp J, McGowan M. Male Reproductive Traits and Their Relationship to Reproductive Traits in Their Female Progeny: A Systematic Review. Reprod Domest Anim. 2011;46(3):534–53.
- 150. Loaiza-Echeverri AM, Bergmann JAG, Toral FLB, Osorio JP, Carmo AS, Mendonça LF, et al. Use of nonlinear models for describing scrotal circumference growth in Guzerat bulls raised under grazing conditions. Theriogenology. 2013;79(5):751–9.
- 151. SAS. SAS/STAT User0s Guide 9.0. 9th ed. SAS Institute Inc., editor. Cary: SAS Institute.; 2002.
- 152. CBRA CB de RA. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 3rd ed. Belo Horizonte; 2013. 104 p.
- 153. Blom E. The ultrastructure of some characteristics sperm defects and a proposal for a new classification on the bull spermiogram. Nord Vet Med. 1973;25(7–8):383–91.
- 154. Sampaio IBM. Estatística aplicada à experimentação animal. 2nd ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia; 2002. 265 p.
- 155. Jiménez-Severiano H. Sexual development of dairy bulls in the Mexican tropics. Theriogenology. 2002;58(5):921–32.
- 156. Chase CC, Chenoweth PJ, Larsen RE, Hammond a. C, Olson Ta., West RL, et al. Growth, puberty, and carcass characteristics of Brahman-, Senepol-, and Tulisired F 1 Angus bulls. J Anim Sci. 2001;79(8):2006–15.

- 157. Unanian MM, Feliciano Silva AED, McManus C, Cardoso EP. Características Biométricas Testiculares para Avaliação de Touros Zebuínos da RaçaNelore. Rev bras Zootec. 2000;29(1):8.
- 158. OTT RS. Breeding soudness examination of bulls. In: MORROW D., editor. Current therapy in theriogenology. 2°. Philadelphia: Saunders co; 1986. p. 125–36.
- 159. DBO. Portl DBO []. Portal DBO. 2016 [cited 2016 Aug 20]. Available from: http://www.portaldbo.com.br/
- 160. Austin JW, Hupp EW, Morphiere RL. Comparison of quality of bull semen collected in the artificial vagina and by eletroejaculation. J Dairy Sci. 1961;44(4):2292–7.
- 161. Pimentel CA, Ferreira UMM, Moraes JCF, Chagas PR, Amaral CO, Medeiros EL, et al. No Title. RevBrasReprodAnim. 1984;8(1):27–33.
- 162. Holroyd RG, Doogan VJ, De Faveri J, Fordyce G, McGowan MR, Bertram JD, et al. Bull selection and use in northern Australia 4. Calf output and predictors of fertility of bulls in multiple-sire herds. Anim Reprod Sci. 2002;71(1–2):67–79.
- 163. Siqueira JB. MATURIDADE SEXUAL DE TOUROS DA RAÇA NELORE, FILHOS DE VACAS SUPERPRECOCES, PRECOCES E NORMAIS, CRIADOS EM CONDIÇÕES EXTENSIVAS. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA; 2009.
- 164. Silveira T da S, Siqueira JB, Guimarães SEF, de Paula TAR, Neto TM, Guimarães JD. Maturação sexual e parâmetros reprodutivos em touros da raça Nelore criados em sistema extensivo. Rev Bras Zootec. 2010;39(3):503–11.
- 165. Corrêa AB, Vale Filho VR, Corrêa GSS, Andrade VJ, Silva MA, Dias JC. Características do sêmen e maturidade sexual de touros jovens da raça Tabapuã (Bos taurus indicus) em diferentes manejos alimentares. Arq Bras Med Vet e Zootec. 2006;58(5):823–30.
- 166. Rao AR, Reddy MN, Rao NTL. Semen characteristics of young cross bred (F1) bulls. IndVetJ. 1979;56:1013–6.
- 167. Vale Filho VR, Pereira JCC, Ferreira MFL, Oliveira HN. Perfil andrologico de touros F1 taurino-zebu aos 30 meses de idade. RevBrasReprodAnim. 1989;1 supl.:206–8.
- 168. Dollin AE, Murray JD, Burnett EJ. A reciprocal translocation difference in the autosomes of F1 Brahman × Hereford hybrid cattle, visualized by electron microscopy. Livest Prod Sci. 1985 Aug;13(2):123–33.
- 169. Dollin AE, Murray JD, Gillies CB. Synaptonemal complex analysis of hybrid cattle. II. Bos indicus x Bos taurus F1 and backcross hybrids. Genome. 1991 Apr;34(2):220–7.
- 170. Dollin AE, Murray JD, Gillies CB. Synaptonemal complex analysis of hybrid

- cattle. III. Meiotic pairing mechanisms in F1 Brahman x Hereford hybrids. Genome. 1991 Apr;34(2):228–35.
- 171. Switonski M, Ansari HA, Mathew A, Jung HR, Stranzinger G. Synaptonemal complex analysis in primary spermatocytes of cattle X zebu hybrids (Bos Taurus X Bos indicus). Anim Breed Genet. 1990;107:229–38.
- 172. Switonski M, Stranzinger G. Studies of Synaptonemal complexes in farm mammals a review. J Hered. 1998;89:473–80.
- 173. Vijetha BT, Rajak SK, Layek SS, Kumaresan A, Mohanty TK, Chakravarty AK, et al. Breeding soundness evaluation in crossbred bulls: Can testicular measurements be used as a tool to predict ejaculate quality? Indian J Anim Sci. 2014;84:177–86.
- 174. Muhammad Aslam MK, Kumaresan A, Rajak SK, Tajmul M, Datta TK, Mohanty TK, et al. Comparative proteomic analysis of Taurine, Indicine, and crossbred (Bos taurus × Bos indicus) bull spermatozoa for identification of proteins related to sperm malfunctions and subfertility in crossbred bulls. Theriogenology. 2015;84(4):624–33.
- 175. Siqueira JB, Oba E, Pinho RO, Guimarães SEF, Neto TM, Guimarães JD. Testicular shape and andrological aspects of young Nellore bulls under extensive farming. Rev Bras Zootec. 2012;41(3):612–7.
- 176. Viu MAO, Magnabosco CU, Ferraz HT, Lopes DT. Desenvolvimento ponderal, biometria testicular e qualidade seminal de touros nelore (bos taurus indicus) criados extensivamente na região centro-oeste do brasil. Arch Vet Sci. 2006;11(3):53–7.
- 177. Dias JC, Andrade VJ, Vale Filho VR, Silva MA. Biometria testicular e aspectos andrológicos de touros nelore (bos taurus indicus), de dois e três anos de idade, criados extensivamente. Vet Not. 2007;13(2):31–7.
- 178. Silveira DD, Souza FRP, Brauner CC, Ayres DR, Silveira FA, Dionello NJL, et al. Body condition score of Nelore cows and its relation with mature size and gestation length. Livest Sci. 2015;175:10–7.
- 179. Forni S, Alburquerque LG. Avaliacao de carcteristicas biometricas de testiculos de bovinos Nelore. V Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal. 2004. p. 2002–4.
- 180. Kastelic J, Cook R, Coulter G. Contribution of the scrotum, testes and testicular artery to scrotal/ testicular thermoregulation in bulls at two ambient temperatures. Anim Reprod Sci. 1997;45:255–61.
- 181. Barros C, Oba E, Brito L, Cook R, Coulter G, Groves G. Testicular blood flow and oxygen evaluation in Aberdeen Angus bulls. Rev Bras Reprod Anim. 1999;23:218–28.

- 182. Bergman TL, Lavine AS, Incropera FP, DeWitt DP. Introduction to Heat Transfer. 6 th. Wiley; 2011.
- 183. Santos ALQ, Silva FOC, Severino RS, Drummond SS, Nova MP V, Borelli V. Arterial vascularization of the testicles in bovines of the Cachim breed. Vet Not. 1997;3:29–35.

Anexos

Tabela 1: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de Touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore ao primeiro espermatozoide nos ejaculados

				Idade	e 1º es	per	matozoi	de			
	Holand	ês (n17	7)	Mestiço	F1 (n2	9)	Giı	r (n21)		Nelor	e (n18)
	Media	DP		Media	DP		Media	DP		Media	DP
Idade (meses)	9,4	1,3	С	10,8	2,0	b	12,6	1,5	а	12,9	1,9
Peso corporal (kg)	229,2	42,3	а	250,0	46,9	а	220,2	27,3	b	199,6	32,3
Circun. Torácica (cm)	132,8	8,2	b	140,6	10,8	а	132,5	5,6	b	142,9	5,0
Perímetro escrotal (mm)	262,6	29,3	а	247,9	23,2	а	217,8	16,5	b	195,6	20,8
Volume testicular (cm³)	351,7	93,8	а	266,6	68,4	b	208,9	46,9	С	193,3	52,4
Comp. testículo dir. (mm)	83,1	10,4	а	75,4	8,7	b	72,8	7,3	b	69,9	6,5
Largura testículo dir (mm)	51,0	6,8	а	47,0	4,1	b	42,5	3,5	С	41,6	3,6
Volume ejaculado (ml)	3,2	1,6	а	3,8	1,8	а	3,4	1,5	а	2,7	0,7
Motilidade progressiva (%)	8,8	8,6	а	6,2	9,8	ab	4,7	11,0	b	3,7	3,7
Vigor (1-5)	1,3	0,6	а	1,3	0,6	а	1,1	0,4	а	1,2	0,5
Turbilhao (1-5)	-	-		-	-		-	-		-	-
Conc. Esperm. (x10 ⁶ sptz/ml)	6,5	6,7	а	6,0	13,0	а	7,7	12,9	а	9,4	7,2
Sptz /Ejac (x10 ⁶ sptz/ml)	20,9	21,2	а	36,1	62,7	а	20,5	27,1	а	26,2	25,4
Gota cito. Proximal (%)	41,8	19,8	а	44,1	20,3	а	34,3	15,1	а	38,7	20,5
Defeitos Sptz Totais (%)	90,1	30,2	а	94,4	22,4	а	91,8	26,6	а	92,7	29,6
Defeitos Sptz Maiores (%)	75,5	26,5	а	79,6	16,8	а	77,0	26,2	a	79,7	27,9
Defeitos Stpz menores (%)	16,5	8,6	а	19,6	10,4	а	15,7	3,3	b	13,0	3,3

Circun= circunferência, Conc. = concentração, Esperm. = espermática, Sptz=espermatozoides. Valores seguidos por letras distintas indicam diferença entre colunas P<0,05 pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis – Wilconxon / variância ajustado Tukey-Kramer

Tabela 2: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de Touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore ao primeiro espermatozoide móvel nos ejaculados

-				Idade 1º	espern	nato	zoide m	óvel			
	Holand	ês (n17)	Mestiço	F1 (n29	9)	Gii	r (n21)		Nelor	e (n18)
	Media	DP		Media	DP		Media	DP		Media	DP
Idade (meses)	9,6	1,4	С	11,2	2,0	b	13,0	1,6	а	13,4	2,0
Peso corporal (kg)	234,7	48,9	а	261,9	49,3	а	229,1	28,2	b	205,5	32,9
Circun. Torácica (cm)	133,5	9,9	b	141,8	11,7	а	135,7	12,0	а	144,6	4,9
Perímetro escrotal (mm)	265,6	27,8	а	256,2	21,3	а	222,8	19,7	b	209,7	21,1
Volume testicular (cm³)	366,2	140,5	а	304,3	88,0	а	227,7	60,3	b	209,7	61,7
Comp. testículo dir. (mm)	83,9	10,6	а	79,1	8,9	ab	75,0	6,5	b	71,5	7,4
Largura testículo dir (mm)	51,7	7,3	а	49,0	4,9	а	43,6	4,3	b	42,7	3,8
Volume ejaculado (ml)	3,7	1,7	а	4,4	2,1	а	4,0	2,0	а	2,9	0,9
Motilidade progressiva (%)	10,6	7,6	а	8,7	9,8	а	6,1	10,5	а	8,2	4,4
Vigor (1-5)	1,2	0,6	а	1,3	0,5	а	1,1	0,3	а	1,4	0,6
Turbilhao (1-5)	-	-		-	-		-	-		-	-
Conc. Esperm. (x10 ⁶ sptz/ml)	7,8	6,6	а	5,2	11,7	а	6,6	9,8	а	12,7	6,3
Sptz /Ejac (x10 ⁶ sptz/ml)	28,9	23,5	а	31,8	100,3	а	23,4	24,6	а	39,2	29,8
Gota cito. Proximal (%)	32,8	15,0	а	42,9	17,5	а	37,4	18,3	а	48,0	22,6
Defeitos Sptz Totais (%)	94,8	28,4	а	92,6	20,9	а	84,7	19,2	b	98,8	33,5
Defeitos Sptz Maiores (%)	73,4	28,8	а	76,8	20,4	а	77,8	17,0	а	85,3	32,9
Defeitos Stpz menores (%)	21,4	11,8	а	17,4	8,9	а	7,5	5,4	b	13,4	3,6

Circun= circunferência, Conc. = concentração, Esperm. = espermática, Sptz=espermatozoides. Valores seguidos por letras distintas indicam diferença entre colunas P<0,05 pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis – Wilconxon / variância ajustado Tukey-Kramer

Tabela 3: Características de crescimento corporal e testicular, e seminais de Touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore ao primeiro ejaculado com pelo um máximo de 10% de defeitos maiores e 20% de defeitos totais e 500 x 10⁶ espermatozoides/ml.

		Idade	e ma	aturidades	sexual 3	3 (<	20 dt, <1	.0 DMA,	500	[sptz])	
	Holandê:	s (n14/1	.7)	MestiçoF	1 (n9/2	9)	Gir	(n19/21	.)	Nelo	re (n18)
	Media	DP		Media	DP		Media	DP		Media	DP
Idade (meses)	17,6	2,1	а	20,2	2,0	b	21,2	1,9	b	22,7	2,2
Peso corporal (kg)	414,6	60,7	а	423,5	55,3	а	338,8	24,4	b	355,8	34,7
Circun, Torácica (cm)	166,6	12,1	а	175,3	14,2	а	166,9	6,9	а	170,8	5,6
Perímetro escrotal (mm)	350,0	18,0	а	330,0	28,8	а	300,8	25,6	b	304,2	20,9
Volume testicular (cm³)	766,6	139,0	а	774,1	206,0	a	714,6	131,2	a	724,7	99,2
Comp. testículo dir. (mm)	110,2	6,3	а	112,3	12,6	а	112,9	7,9	а	109,3	5,8
Largura testículo dir. (mm)	66,2	4,6	а	65,7	5,0	а	63,1	4,4	а	64,5	3,6
Volume ejaculado (ml)	5,3	1,8	а	5,7	1,4	а	5,1	1,3	а	5,5	1,4
Motilidade progressiva (%)	76,4	10,7	а	67,8	18,5	а	70,0	13,0	а	70,7	12,6
Vigor (1-5)	4,2	0,8	а	3,4	0,9	b	3,3	0,7	b	3,7	0,7
Turbilhão (1-5)	3,5	1,4	а	2,3	0,9	а	2,6	1,2	а	2,3	0,9
Conc, Esperm, (x10 ⁶ sptz/ml)	634,1	142,3	b	1026,4	379,8	a	792,8	365,6	ab	783,0	350,8
Sptz /Ejac (x10 ⁹ sptz/ml)	3,3	1,4	b	5,9	2,6	а	4,0	1,9	b	4,2	1,8
Gota cito, Proximal (%)	1,7	1,3	а	2,2	0,6	а	1,7	0,8	а	2,4	1,1
Defeitos Sptz Totais (%)	13,4	3,7	а	14,3	2,2	а	9,3	2,5	b	13,8	2,5
Defeitos Sptz Maiores (%)	7,2	1,6	b	8,8	1,3	а	7,3	1,8	b	8,0	1,5
Defeitos Stpz menores (%)	6,1	3,5	а	5,5	2,1	а	2,0	1,3	b	5,0	1,8

Circun= circunferência, Conc. = concentração, Esperm. = espermática, Sptz=espermatozoides. Valores seguidos por letras distintas indicam diferença entre colunas P<0,05 pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis – Wilconxon / variância ajustado Tukey-Kramer

Tabela 4: Idades aos eventos de desenvolvimento sexual e biometria testicular de Touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore

				Idad	e a Pub	erc	lade Sem	inal			
	Holand	lês (n17)	Mestiço	F1 (n29	9)	Gi	r (n21)		Nelo	re (n18)
	Media	DP		Media	DP		Media	DP		Media	DP
Idade (meses)	10,1	1,2	С	12,3	1,9	b	14,	1,9	а	14,6	1,7
Peso corporal (kg)	254,2	42,3	b	298,1	46,4	а	238,7	25,1	b	223,5	30,8
Circun. Torácica (cm)	134,5	10,1	b	148,1	11,7	a	140,4	12,2	b	147,3	4,8
Perímetro escrotal (mm)	278,5	21,3	а	274,4	26,0	а	235,9	18,4	b	223,5	23,1
Volume testicular (cm³)	422,5	112,1	а	383,2	98,1	a	274,4	83,4	b	251,9	78,5
	ı	dade 1º	eja	culado con	gelável	(50)% MP, 5	00x10 ⁶	SP/E	jaculado	s)
Idade (meses)	12,5	1,0	С	15,3	2,4	b	18,3	2,1	а	20,0	1,5
Peso corporal (kg)	316,9	30,5	b	359,7	38,3	a	307,3	37,7	b	316,2	24,3
Circun. Torácica (cm)	144,4	6,9	С	162,0	12,7	a	152,9	7,6	b	164,8	6,2
Perímetro escrotal (mm)	311,8	16,1	а	305,2	23,7	а	284,3	24,2	b	286,9	17,8
Volume testicular (cm³)	546,6	110,3	а	559.5	117,7	а	579,6	112,7	а	565,3	94,2
			Ida	de maturid	ades se	xua	al 1 (<30	DT, <20	DMA	A)	
Idade (meses)	13,2	1,0	С	17,1	2,2	а	17,9	1,7	a	19,3	1,7
Peso corporal (kg)	329,6	28,7	b	386,2	56,3	а	295,8	41,1	С	293,3	73,2
Circun. Torácica (cm)	147,4	7,6	b	167,6	10,2	а	150,3	8,2	b	161,8	7,9
Perímetro escrotal (mm)	324,4	18,6	а	322,5	27,7	а	275,3	17,8	b	273,3	26,6
Volume testicular (cm³)	564,9	120,5	а	647,6	181,9	a	554,5	107,3	a	535,4	129,1
		Idad	e ma	aturidades	sexual	2 (<	30 dt, <2	O DMA	500	[sptz])	
Idade (meses)	16,6	1,3	С	18,9	1,9	b	20,7	2,3	а	21,8	1,6
Peso corporal (kg)	394,4	46,3	а	415,0	50,0	a	333,6	30,0	b	344,6	29,9
Circun. Torácica (cm)	164,8	7,2	а	170,0	9,1	a	165,1	8,2	a	168,9	6,9
Perímetro escrotal (mm)	340,6	19,4	а	330,3	28,2	a	296,9	25,8	b	299,2	17,9
Volume testicular (cm³)	755,4	143,0	а	716,7	151,3	а	682,4	143,2	а	686,0	90,1

Valores seguidos por letras distintas indicam diferenças entre colunas P<0,05 pelo teste Tukey - Krames