

Desenvolvimento sexual em touros taurinos, índicos e mestiços F1 no Brasil Central

Gustavo E. Freneau¹   Jose Domingos Guimaraes²   Vicente Ribeiro Vale Filho³  

Laboratório de Andrologia e tecnologia do Sêmen, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás.

Sexual development in taurine, indicus and crossbred F1 bulls in Brazil

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

Keywords: cattle, testís, semen, puberty, sexual maturity

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 $10,1 \pm 1,2$; $12,3 \pm 1,9$; $14, \pm 1,9$ 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 $12,5 \pm 1,0$; $15,3 \pm 2,4$; $18,3 \pm 2,1$ para HOL, F1 e GIR, respectivamente ($P < 0,05$) e $20,0 \pm 1,5$ 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.

Palavras-chave: bovinos, testículo, sêmen puberdade, maturidade sexual.

Recibido: 2022-09-22. Aceptado: 2022-11-20

¹Autor para la correspondencia: gfreneau@gmail.com

²Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa

³Departamento de Clínica e Cirurgia, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais

Desarrollo sexual en toros F1 taurinos, índicos y mestizos en el centro de Brasil

Resumen. Con el objetivo de caracterizar y determinar el desarrollo sexual de toros *Bos taurus taurus*, *Bos taurus indicus* y mestizos F1 de estas dos subespecies. Siga la evolución de las características de crecimiento corporal y testicular, aspectos seminales de los toros desde la prepubertad hasta la madurez sexual y verifique y pruebe las diferencias entre diferentes eventos de características seminales y biometría testicular entre la pubertad y la madurez sexual. Se utilizaron 17 toros Holstein PB-PO (HOL), 21 toros Gir-PO (GIR) y 29 mestizos F1 Holstein Gir (F1) en régimen semiextensivo de siete a 25 meses de edad y 18 Nelore (NEL) en pastoreo. de diez a 30 meses de edad. Cada cuatro semanas se midieron los datos de crecimiento corporal (peso y circunferencia torácica) y crecimiento testicular (longitud, ancho y volumen testicular y perímetro escrotal), se recolectó semen cada dos semanas y se observaron los aspectos físicos y morfológicos de los eyaculados. pubertad seminal y definiciones de madurez sexual según características del eyaculado La pubertad se alcanzó a los 10,1±1,2, 12,3±1,9, 14,±1,9 meses de edad para HOL, F1 y GIR, respectivamente ($p < 0,05$) y 14,6±1,7 para NEL La madurez sexual se observó en 12,5±1,0; 15,3±2,4; 18,3±2,1 para HOL, F1 y GIR, respectivamente ($P < 0,05$) y 20,0±1,5 para NEL. Hubo relaciones entre la edad y el perímetro escrotal y el volumen testicular representados por curvas de ecuaciones de función logística. Se utilizó un intervalo de cuatro meses entre la pubertad y la madurez sexual con calidad espermática y 7 meses entre la madurez sexual con calidad y cantidad espermática en toros criados en condiciones en el centro de Brasil. Se determinaron las características de biometría testicular y peso reproductivo de toros durante el desarrollo sexual, incluyendo la pubertad y la madurez sexual. Existe una relación entre las características de crecimiento del cuerpo testicular y seminal con el desarrollo sexual en cuatro grupos zootécnicos.

Palabras clave: bovinos, testículos, semen, pubertad, madurez sexual.

Introdução

A puberdade é a manifestação de competência reprodutiva ou início da fertilidade em touros. 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. Relatos comprovaram a relação negativa entre idade à puberdade e o tamanho testicular (perímetro escrotal) em touros de várias raças bovinas (Lunstra *et al.*, 1978), herdabilidade adequada nos programas de melhoramento (Lunstra *et al.*, 1988), qualidade do sêmen (Silva *et al.*, 2002) e características reprodutivas de fêmeas (Martínez-Velázquez *et al.*, 2003).

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 (Freetly *et al.*, 2011). Apesar de comprovada a relação da taxa de crescimento e o desenvolvimento sexual em touros de corte (Brito *et al.*, 2012). 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 inter cruzamento. 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 (Archbold *et al.*, 2012; Brito *et al.*, 2007a; Dance *et al.*, 2016, 2015; Devkota *et al.*, 2008; Harstine *et al.*, 2015; Lunstra *et al.*, 1978; Lunstra and Cundiff, 2003; Lunstra and Echterkamp, 1982; Madgwick *et al.*, 2008; Wolf *et al.*, 1965). O desenvolvimento reprodutivo do touro não é um evento linear e mostram eventos como a puberdade e a maturidade sexual (Amann and Walker, 1983; Rawlings *et al.*, 2008). Os objetivos do trabalho foram caracterizar e determinar o desenvolvimento sexual de touros Holnades, Gir, mestiços F1 Holandes-Gir e Nelore. Acompanhar a evolução das características de crescimento corporal e testicular, de aspectos seminais 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 Holnades, Gir, mestiços F1 Holandes-Gir.

Material e Métodos

Na época em que este trabalho foi feito, não tínhamos o IACUC obrigatório (CEUA) no Brasil, pois foi somente a partir da aprovação da Lei 11.794/08 que eles se tornaram obrigatórios (CEUA/UFG (IACUC)

iniciado em 2011). No entanto, buscamos desenvolver o trabalho de forma a observar o Princípio dos três R's (substituição, redução, refinamento) e o Guia de Cuidados e Uso de Animais de Laboratório/NIH-USA.

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. Um primeiro grupo utilizou-se 17 touros raça Holandesa PB-PO, 21 da raça Gir-PO e 29 mestiços F1 Holandês Gir desde os seis e sete meses de idade, respectivamente, localizados em Ibia-MG. 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, com 16 % PB, 80 % de NDT, 1,8 % de Ca e 0,57 % P. Foi administrada 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*. Em outro grupo foram utilizados 18 touros da raça Nelore desde os 10 até os 30 meses de idade em Carmolândia, TO. Os animais eram mantidos em regime de pasto *Brachiaria brizanta*, com mineralização *ad libitum*, utilizando-se sal comercial de reconhecida qualidade.

Foram aferidos o peso corporal e o perímetro o perímetro torácico com auxílio de balança individual e fita métrica. A biometria testicular foi determinada pelas medidas do comprimento e largura testicular junto com o perímetro escrotal com auxílio de paquímetro e fita métrica. Para efeitos de cálculos e análises foram considerados o comprimento e largura como a média dos testículos direitos e esquerdos.

Foram analisadas as curvas de crescimento testicular representados pelo perímetro escrotal para os quatro grupos zootécnicos. Para tal fim foi utilizada a função logística. (Quirino *et al.*, 1999). Todas as análises foram realizadas utilizando o procedimento de regressão não linear Proc Nlin (SAS, 2016). Representada pela seguinte equação Logística: $Y = \frac{A}{1 + B \exp(-kt)}$, onde $Y = PE$ é o Perímetro escrotal em t dias de idade, PE $a=45$ $b=4$ $c=0.10$, A é o PE estimado na maturidade; B indica a proporção do PE maturidade assintótica a ser obtida após o nascimento, estabelecido pelos valores iniciais; k é a constante de maturação, que é igual à razão entre o taxa máxima de crescimento e PE na maturidade.

Foram realizadas colheitas de sêmen e a avaliação dos ejaculados nos aspectos físicos e morfológicos dos ejaculados foram realizados de acordo com as recomendações do CBRA (CBRA, 2013). Os critérios de avaliação das patologias espermáticas foram de acordo com BLOM (Blom, 1973), baseados em defeitos maiores e menores.

Para estudar o processo de desenvolvimento sexual de touros foram estabelecidos diferentes momentos para marcar eventos. Estes tiveram como critérios as diferentes características seminais. Idade ao aparecimento dos primeiros espermatozoides nos ejaculados dos touros (ISEM1). Idade ao aparecimento dos primeiros espermatozoides móveis nos ejaculados dos touros (ISEM2). Idade à Puberdade Seminal primeiros ejaculados dos touros com pelo menos 10 % de motilidade progressiva e 50×10^6 espermatozoides/ejaculado (IDPUB) (Wolf *et al.*, 1965). A maturidades sexual foi caracterizada nos eventos a seguir: Idade em que os ejaculados dos touros apresentaram pelo menos 50 % de motilidade progressiva e 500×10^6 espermatozoides/ejaculado (IMACO). Esta definição foi utilizada considerando características dos ejaculados com capacidade de serem congelados (Lunstra and Cundiff, 2003). Idade em que os ejaculados dos touros apresentaram um máximo de 15 % de defeitos maiores e 30 % de defeitos totais (IMAT1) (Freneau, 1996) (CBRA, 2013). Idade em que os ejaculados dos touros apresentaram um máximo de 15 % de defeitos maiores e 30 % de defeitos totais com pelos menos 500×10^6 espermatozoides/mL de concentração espermática (IMAT2) (Freneau, 1996). Idade em que os ejaculados dos touros apresentaram um máximo de 10 % de defeitos maiores e 20 % de defeitos totais com pelos menos 500×10^6 espermatozoides/ml de concentração (IMAT3) (Freneau, 1996).

Os dados quantitativos e qualitativos foram analisados pelo pacote estatístico SAS (SAS, 2016). 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. A comparação estatística foi realizada entre Holandeses, Gir e F1 Crossbred Hol-Gir.

O grupo de touros Nelore foi apresentado de forma descritiva, já que os experimentos não foram realizados na mesma região nem com a mesma nutrição.

As medias das características quantitativas foram testadas para normalidade mediante Shapiro-Wilk e comparadas pela análises 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 (Sampaio, 2002).

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 (Sampaio, 2002).

Resultados e Discussão

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 touros Nelore ($12,9 \pm 2,0$ meses) foram semelhantes ao grupo dos Gir. Posteriormente as idades dos touros em que apresentaram os primeiros ejaculados com espermatozoides móveis foram de $9,6 \pm 1,4$; $11,2 \pm 2,0$; $13,0 \pm 1,6$; meses de idade para Holandeses, Mestiços F1 e Gir respectivamente. Estas

medias observadas mantiveram as mesmas diferenças que as acima relatadas entre elas ($P < 0,05$). Os touros Nelore apresentaram esta condição aos $13,4 \pm 2,0$ meses de idade, próximos ao grupo dos Gir.

Na Tabela 1 estão apresentadas as características de crescimento corporal, testicular e seminais dos touros dos grupos genéticos estudados na puberdade seminal (Wolf *et al.*, 1965).

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 (Wolf *et al.*, 1965)

	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	c	12,3	1,9	b	14,0	1,9	a	14,6	1,7
Peso corporal (kg)	254,2	42,3	b	298,1	46,4	a	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	a	274,4	26,0	a	235,9	18,4	b	223,5	23,1
Volume testicular (cm ³)	422,5	112,1	a	383,2	98,1	a	274,4	83,4	b	251,9	78,5
Comprimento testículo (mm)	88,4	9,0	a	85,2	8,7	ab	80,3	8,3	b	76,1	8,7
Largura testículo (mm)	54,7	5,9	a	53,0	5,1	a	45,7	4,5	b	45,3	4,6
Volume ejaculado (ml)	4,6	2,1	b	6,4	2,4	a	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	a	14,6	7,0
Vigor (1-5)	1,5	0,6	b	2,0	0,7	a	1,7	0,7	ab	1,7	0,5
Turbilhão (1-5)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Conc. Esperm. ($\times 10^6$ spz/ml)	15,1	5,6	a	27,1	36,8	a	16,3	9,5	a	24,1	8,4
Sptz /Ejac ($\times 10^6$ spz/ml)	63,9	31,9	a	90,9	62,0	a	69,9	33,1	a	77,0	27,9
Gota cito. Proximal (%)	32,5	12,6	a	33,3	17,9	a	38,2	20,6	a	33,9	14,0
Defeitos Sptz Totais (%)	91,5	27,2	ab	93,3	22,8	a	80,8	24,2	b	89,6	27,3
Defeitos Sptz Maiores (%)	72,7	20,5	a	76,4	25,2	a	76,4	25,3	a	73,3	25,6
Defeitos Sptz menores (%)	21,9	10,4	a	15,1	7,8	b	4,8	4,1	c	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 - Wilcoxon / variância ajustado Tukey-Kramer.

Como era de esperar os animais taurinos foram mais precoces que os índicos ficando os Mestiços F1 em posição intermédia e os zebuínos mais tardios ($P < 0,05$). O peso corporal foi maior nos touros mestiços ($P < 0,05$) sendo os Holandeses e Gir com peso intermediário. 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 um 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. A idade à puberdade verificou-se 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.

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 destaque para a gota citoplasmática proximal que se apresentou como um defeito característico de esta fase de desenvolvimento.

Os dados na raça Holandesa são os únicos apresentados em condições de Brasil Central. Se comparados com estudos realizados em clima temperado foi observada uma maior idade 1,5 meses (Almquist, 1982). Estas diferenças são atribuídas ao nível nutricional daqueles touros. A idade à puberdade aqui observada foi equivalente a estudos recentes ao grupo de touros com nutrição de nível médio porém maior aos touros com nível nutricional elevado (Dance *et al.*, 2015; Harstine *et al.*, 2015). Se comparados com estudos de países tropicais se agregam a estas observações (Devkota *et al.*, 2008; Jiménez-Severiano, 2002). Estes dados se agregam a outras raças taurina de corte (Brito *et al.*, 2012; Miller and Fike, 2014; Rawlings *et al.*, 2008). O peso corporal à puberdade foi similar a touros criados nos trópicos (Jiménez-Severiano *et al.*, 2005) e aos toros controle de experimentos sobre aceleração da precocidade por aumento da nutrição e menor que os apresentados em estudos de clima temperado (Dance *et al.*, 2015; Harstine *et al.*, 2015). 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 (Lunstra *et al.*, 1978). Esta medida de perímetro escrotal foi posteriormente recomendada para utilizar-se como aproximação de idade à puberdade (Rawlings *et al.*, 2008) e confirmada na raça Holandesa (Dance *et al.*, 2015). 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 fórmula (Dance *et al.*, 2015).

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 (Martins *et al.*, 2011). 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. Os dados sobre as características estudadas nos touros Mestiços F1 Holandês-Gir à puberdade seminal estão apresentados 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 e Sul América (Espitia *et al.*, 2006; Rekwot *et al.*, 1987; Tegene *et al.*, 1992). 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, porém se agrega ao perímetro escrotal (Lunstra and Cundiff, 2003). Estas diferenças podem ser explicadas possivelmente pela base de fêmeas oriundas de um centro de estudos de melhoramento genético daquele país. Os dados sobre as características estudadas nos touros Nelore à puberdade seminal estão apresentados na Tabela 1. Os touros Nelore aqui estudados manifestaram a puberdade um mês antes, mais leves e com menor perímetro escrotal que touros criados intensivamente (Lima *et al.*, 2013). 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 porém com o mesmo perímetro escrotal (Brito *et al.*, 2004). Aqui as diferenças provavelmente sejam atribuídas às diferentes condições edafo-climáticas dos experimentos.

Comparados aos touros mais precoces na raça Brahaman os touros aqui estudados apresentaram equivalente idade à puberdade porém mais leves e de menor tamanho testicular (perímetro escrotal e volume testicular) (Tatman *et al.*, 2004). Estas diferenças de crescimento corporal e testicular possivelmente sejam por causa das diferentes condições de criação em que os animais foram suplementados em períodos de 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 (Brito *et al.*, 2004; Brito *et al.*, 2012; Devkota *et al.*, 2008; Espitia *et al.*, 2006; Harstine *et al.*, 2015; Jiménez-Severiano, 2002; Lunstra and Cundiff, 2003; Lunstra and Echterkamp, 1982; Martins *et al.*, 2011; Shojaei Saadi *et al.*, 2013; Strandberg *et al.*, 2005).

Na Tabela 2 estão apresentadas as diferenças entre as idades à puberdade (acima discutida) com as idades ao aparecimento dos primeiros espermatozoides e primeiros espermatozoides móveis nos ejaculados.

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 / DP	1,3 ±0,4	1,0±0,3

IDPUB=puberdade seminal, ISEM1*= idade aos 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.

Os touros holandeses apresentaram intervalos menores que os mestiços F1 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 (Almquist, 1982). 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 (Tatman *et al.*, 2004). 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.

Na figura 1 estão representadas as curvas de crescimento do perímetro escrotal pelas curvas logísticas típica desta característica.

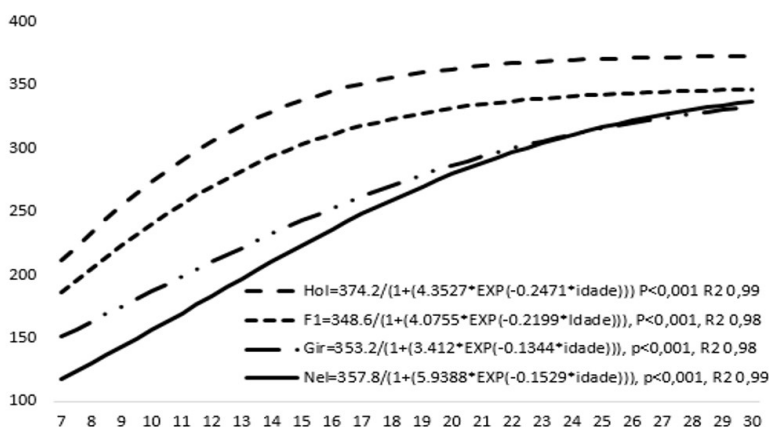


Figura 1: Curvas logísticas de crescimento testicular representado pelo perímetro escrotal em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual

Esta relação demonstra o período puberal de crescimento acelerado e o crescimento pós-puberal com menor taxa de aumento. Os touros holandeses terminaram o período experimental com maiores 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 demonstra que o crescimento do perímetro escrotal tem o mesmo comportamento em touros de diferentes grupos genéticos aqui estudados.

Na Tabela 3 estão 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

	A	Intervalo de confiança de A	B	K	Intervalo de confiança de K	R ²	N.I
Holandeses	374,2	381,3 367,2	4,35	0,25 0,22	0,27	0,95	6
Mestiços F1	348,6	357,9 339,2	4,07	0,22 0,19	0,25	0,93	5
Gir	353,2	379,8 326,5	3,41	0,13 0,11	0,16	0,92	6
Nelore	357,8	371,5 344,1	5,93	0,15 0,13	0,17	0,97	5

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 (Quirino *et al.*, 1999) e Guzerá (Loaiza-Echeverri *et al.* 2013). Porém 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 cruz entre raças índicas e taurinas (Nieto *et al.*, 2006).

Na Figura 2 está representada a relação entre a motilidade progressiva dos espermatozoides e a gota citoplasmática proximal com a idade.

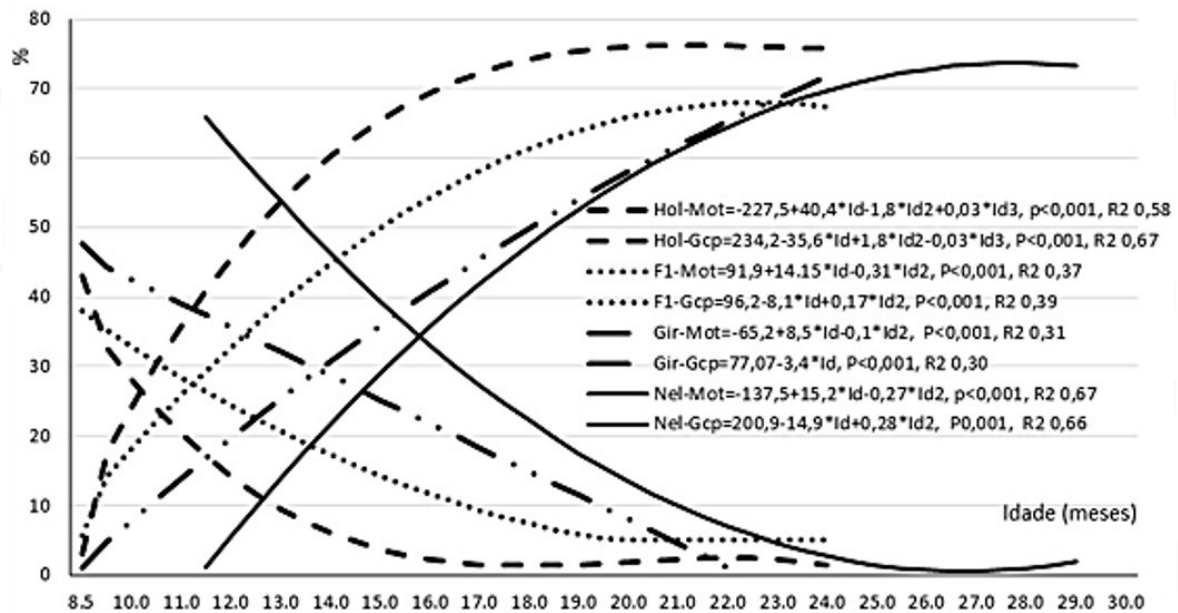


Figura 2: Relação entre a idade com a motilidade espermática progressiva (%) e a gota citoplasmática proximal (%) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual.

Houve relação ($P < 0,01$) entre a idade com a motilidade progressiva dos espermatozoides e a gota citoplasmática proximal. Estas características foram analisadas em conjunto com a idade apresentaram uma correlação negativa de alta intensidade ($r = -0,70$, $P < 0,01$) (Tabela 4). Sendo que a motilidade progressiva é um aspecto desejável e a gota citoplasmática proximal um defeito espermático maior (Blom, 1973). Esta última foi associada ao retardamento da puberdade, imaturidade sexual, distúrbios na espermatogênese ou alteração degenerativa do testículo (Chenoweth and Lorton, 2014).

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 fase de desenvolvimento sexual apresentou valores recomendados abaixo de 5 % (CBRA, 2013). Portanto em condições de normalidade poderia ser considerada como um possível marcador de qualidade seminal no desenvolvimento sexual seminal em touros jovens. Estas observações se agregam estudos prévios em diferentes raças de corte (Lunstra and Echtenkamp, 1982). Somente nos touros Mestiços F1 permaneceu com maior porcentagem do recomendado em 51 % dos animais do grupo. Na Figura 3 está representada a relação entre os defeitos espermáticos totais com a idade dos touros dos quatro grupos genéticos.

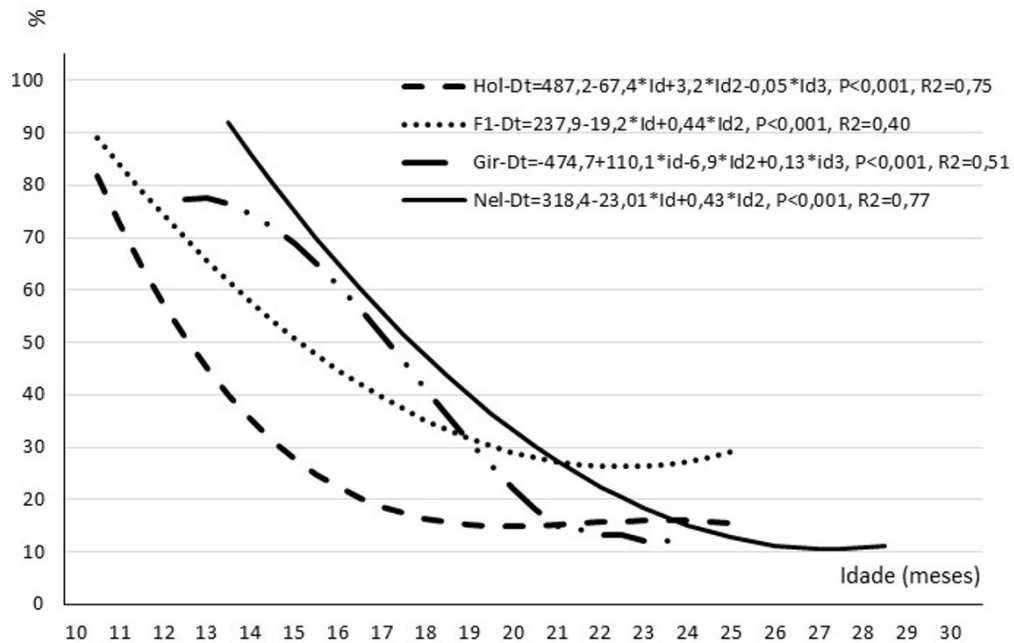


Figura 3: Relação entre a idade e os defeitos espermáticos totais (%) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual.

Houve relação ($P < 0,01$) entre a idade com os defeitos espermáticos totais representada por equações representadas por curvas com elevados coeficientes de determinação. 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 (CBRA, 2013). 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 ($R^2 = 0,40$) tenha sido menor aos outros grupos indica que os dados foram mais dispersos.

Na Figura 4 está representada a relação entre os a concentração espermática com a idade dos touros dos quatro grupos genéticos

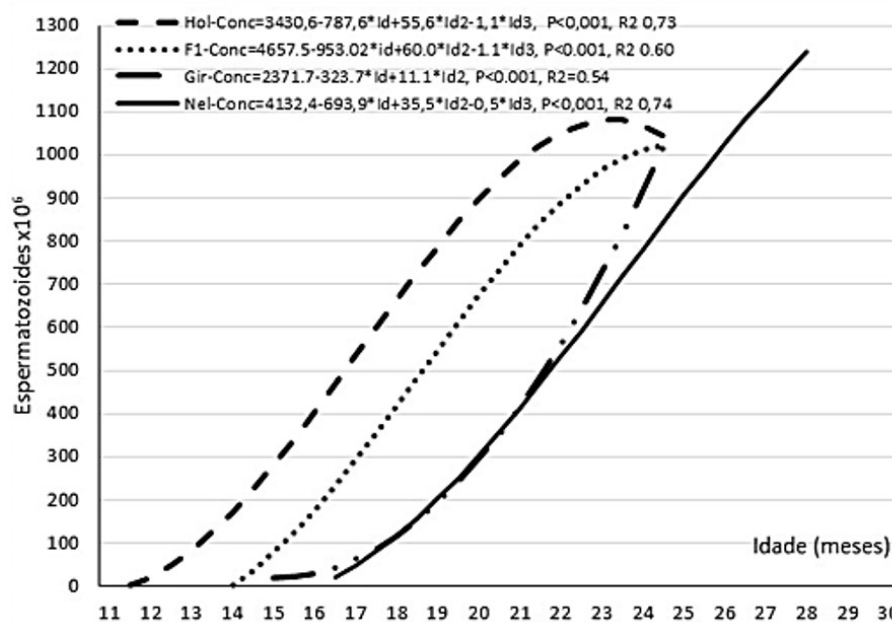


Figura 4: Relação entre a idade e concentração espermática dos ejaculados ($\times 10^6$ espermatozoides/ml) em touros Holandeses-PO, Mestiços F1 Holandês-Gir, Gir-PO e Nelore durante o desenvolvimento sexual.

Houve relação ($P < 0,01$) entre a idade com a concentração espermática representada por as equações representadas por curvas com elevados coeficientes de determinação. A concentração espermática foi uma característica representada por equações cúbicas 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. Se comparadas as curvas das Figuras 3 e 4 se observa que os ejaculados de qualidade (% de defeitos espermáticos totais) se manifestam mais precocemente que os de quantidade o que se agrega a relatos anteriores (Lunstra *et al.*, 1978)..

Na Tabela 4 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 4: Correlações entre idade com características de crescimento corporal, testicular, e seminiais 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	pcop	ctora	pe	comte	lartes	conc	motil	vigor	gcp	dt	dma	dme
idade	1,00	0,85	0,81	0,86	0,82	0,85	0,72	0,55	0,42	-0,57	-0,64	-0,61	-0,45
pcop	-	1,00	0,87	0,85	0,79	0,76	0,62	0,61	0,51	-0,50	-0,59	-0,60	-0,23
ctora	-	-	1,00	0,78	0,80	0,82	0,64	0,57	0,46	-0,51	-0,57	-0,56	-0,29
pe	-	-	-	1,00	0,87	0,94	0,52	0,62	0,51	-0,62	-0,62	-0,65	-0,15
comte	-	-	-	-	1,00	0,92	0,63	0,66	0,54	-0,64	-0,69	-0,70	-0,29
lartes	-	-	-	-	-	1,00	0,62	0,65	0,54	-0,63	-0,67	-0,69	-0,22
voltest	-	-	-	-	-	-	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, pcp=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 (Almquist, 1982; Freneau *et al.*, 2006; Martins *et al.*, 2011).

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.

As idades em que os touros apresentaram os primeiros ejaculados com condições para congelamento de sêmen (Lunstra and Cundiff, 2003), foram de 12,5 ± 1,0, 15,3 ± 2,4e 18,3 ± 2,1 para touros Holandeses, mestiços F1 e Gir ($P < 0,5$) respectivamente. Os touros Nelore

apresentaram 20,0 ± 1,5 meses de idade. 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 (Holroyd *et al.*, 2002).

Na Tabela 5 estão representadas as características de crescimento corporal, testicular e seminiais nos touros nas idades 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).

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)										
	Holandês (n17)			MestiçoF1 (n16/29)			Gir (n21)			Nelore (n18)	
	Media	DP		Media	DP		Media	DP		Media	DP
Idade (meses)	13,2	1,0	c	17,1	2,2	a	17,9	1,7	a	19,3	1,7
Peso corporal (kg)	329,6	28,7	b	386,2	56,3	a	295,8	41,1	c	293,3	73,2
Circun. Torácica (cm)	147,4	7,6	b	167,6	10,2	a	150,3	8,2	b	161,8	7,9
Perímetro escrotal (mm)	324,4	18,6	a	322,5	27,7	a	275,3	17,8	b	273,3	26,6
Volume testicular (cm ³)	564,9	120,5	a	647,6	181,9	a	554,5	107,3	a	535,4	129,1
Comprimento testículo (mm)	95,6	10,2	a	101,4	11,1	a	100,9	7,9	a	100,9	7,6
Largura testículo (mm)	60,9	4,2	a	62,5	5,9	a	57,3	3,7	b	58,2	4,9
Volume ejaculado (ml)	6,0	1,6	a	6,5	1,6	a	5,2	1,8	a	4,0	0,9
Motilidade progressiva (%)	60,3	18,6	a	58,1	20,1	a	52,4	17,3	a	68,3	11,5
Vigor (1-5)	3,0	0,9	a	3,1	1,0	a	2,8	0,8	a	3,6	0,6
Turbilhão (1-5)	2,2	1,1	a	2,0	1,2	a	2,2	1,2	a	2,0	1,2
Conc. Esperm. (x10 ⁶ spz/ml)	142,1	109,8	b	418,2	337,8	a	120,1	122,7	b	261,1	419,7
Sptz /Ejac (x10 ⁶ spz/ml)	0,9	0,7	b	2,5	2,0	a	0,7	0,8	b	1,1	1,7
Gota cito. Proximal (%)	3,3	2,5	a	2,7	2,0	a	3,1	2,3	a	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 Sptz menores (%)	9,8	3,4	a	6,8	2,6	b	4,8	3,5	c	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 - Wilcoxon / variância ajustado Tukey-Kramer

Como era de esperar 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 (Devkota *et al.*, 2008). 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 (Jiménez-Severiano, 2002) e temperado (Dance *et al.*, 2015).

Da mesma forma da idade à puberdade relatadas diferenças entre grupos raciais de corte e leite em favor dos segundos enquanto a precocidade (Amann and Schanbacher, 1983; Rawlings *et al.*, 2008). Para efeitos comparativos dentro dos objetivos do estudo 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 (Martins *et al.*, 2011). 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.*, 2004). 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 uma linhagem. Trabalhos conduzidos na raça Nelore em Minas Gerais também confirmam estas características de perímetro escrotal e seminais dos touros na mesma faixa etária (Lima *et al.*, 2013). 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 (Silveira *et al.*, 2010; Siqueira, 2009), o que indica a precocidade dos touros neste estudo apesar de metodologias diferentes.

As características de crescimento corporal, perímetro escrotal e seminais observadas foram similares, também às relatadas em touros Tabapuã em condições extensivas de 24 meses de idade, portanto 90 dias

antes (Corrêa *et al.*, 2006) 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 Mestiços F1 (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 1) e todos eles atingiram o critério de maturidade sexual baseado em ejaculados com características para serem congelados (Lunstra and Cundiff, 2003) 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 (CBRA, 2013) (Figura 8). Esta curva foi representada por uma equação com um coeficiente de determinação de moderada intensidade ($R^2=0,40$) 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).

As idades medias dos touros em que apresentaram ejaculados com um máximo de 20 % de defeitos totais, 10 % de defeitos maiores e 500×10^6 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 (Espitia *et al.*, 2006) os quais encontraram nível de patologia espermática marcadamente menores. Trabalhos relataram elevados porcentagem de espermatozoides anormais nos ejaculados de mestiços com vários graus de sangue europeu e responsabilizaram o baixo nível nutricional experimentado pelos touros (Wildeus *et al.*, 1984). Foram relatados níveis semelhantes de patologia espermática para cruzamentos F1 Frísios x Ongole, o que concorda com os resultados obtidos neste estudo (Rao *et al.*, 1979).

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). 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 Brahman Hereford mostraram anomalias cromossômicas, a nível de células germinais (complexo sinapto-nemal no espermátócito primário em fase de paquíteno) sugerindo que esta condição afetaria a espermatogênese destes mestiços (Dollin *et al.*, 1985). 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 (Dollin *et al.*, 1991a, 1991b). 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 acontecem 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. (Wilham, 2013).

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 (Switonski *et al.*, 1990) (Dollin *et al.*, 1991a) (Switonski and Stranzinger, 1998). 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 (Dollin *et al.*, 1991a). 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 (Vijetha *et al.*, 2014).

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 existem 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 (Muhammad Aslam *et al.*, 2015).

As idades em que os touros apresentaram os primeiros ejaculados com qualidade e quantidade baseada na morfologia espermática e concentração espermática foi de $16,6 \pm 1,3$, $18,9 \pm 1,9$, e $20,7 \pm 2,3$, para touros Holandeses, Mestícios F1 e Gir ($P < 0,05$). Os touros Nelore apresentaram $21,8 \pm 1,6$ meses de idade.

Na tabela 6 se observam as diferenças em meses entre os eventos de desenvolvimento sexual estudados.

Tabela 6: 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 desenvolvimento sexual	Intervalo entre a idade à Puberdade e a Maturidade Sexual Seminal				Intervalo entre eventos da Maturidade sexual seminal		
	IDPUB-IMAT1	IDPUB-IMAT2	IDPUB-IMAT3*	IDPUB-IMACO	IMAT1-IMACO	IMAT2-IMAT1	IMAT3*-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 / dp	4,7±0,8	6,8±0,3	7,7±0,4	3,5±1,0	0,5±1,0	2,7±0,7	3,6±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 diferenças 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.

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

A idade à puberdade verificou-se com 28 cm e 23 cm e da maturidades sexual com 32 cm e 27 cm para touros de raça europeia e zebuínas respectivamente coloca estas medidas como ferramenta de avaliação de rotina para identificar touros jovens mais precoces.

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.

Conflito de Interesses: Não há conflito de interesses

Aprovação do Comitê de Experimentação Animal: Justificado no primeiro paragrafo da metodologia “Na época em que este trabalho foi feito, não tínhamos o IACUC obrigatório (CEUA) no Brasil, pois foi somente a partir da aprovação da Lei 11.794/08 que eles se tornaram obrigatórios (CEUA/UFG (IACUC) iniciado em 2011). No entanto, buscamos desenvolver o trabalho de forma a observar o Princípio dos três R's (substituição, redução, refinamento) e o Guia de Cuidados e Uso de Animais de Laboratório/NIH-USA.”

Contribuições dos Autores: **Freneau:** Projeto, coleta de dados (campo de laboratoriais), análises estatística, redação. **Jose Domingos Guimaraes:** Projeto, coleta de dados (campo de laboratoriais), redação. **Vicente Ribeiro Vale Filho:** Projeto, análises estatísticas.

Agradecimentos: Fazenda Vale do Boi Tocantins.

Financiamento: CAPES e CNPq Bolsas, Nestle Brasil LTDA animais nutrição e transporte e diárias dos técnicos.

Editado por Fernando Pedro Perea Ganchou.

Literatura Citada

- Almquist, J.O., 1982. 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* 65, 814–823.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82270-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82270-4)
- Amann, R.P., Schanbacher, D.B., 1983. Physiology of Male Reproduction. *J. Anim. Sci.* 57, 380–403
- Amann, R.P., Walker, O.A., 1983. Changes in the Pituitary-Gonadal Axis Associated with Puberty in Holstein Bulls. *J Anim Sci* 57, 433–442.
- Archbold, H., Shalloo, L., Kennedy, E., Pierce, K.M., Buckley, F., 2012. 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* 6, 1143–1151.
<https://doi.org/10.1017/S1751731111002692>
- Barth, A.D., Brito, L.F.C., Kastelic, J.P., 2008. The effect of nutrition on sexual development of bulls. *Theriogenology* 70, 485–494.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.05.031>
- Blom, E., 1973. The ultrastructure of some characteristics sperm defects and a proposal for a new classification on the bull spermogram. *Nord. Vet. Med.* 25, 383–391.
- Brito, L.F.C., Barth, a. D., Wilde, R.E., Kastelic, J.P., 2012. Testicular ultrasonogram pixel intensity during sexual development and its relationship with semen quality, sperm production, and quantitative testicular histology in beef bulls. *Theriogenology* 78, 69–76.
- Brito, L.F.C., Barth, A.D., Rawlings, N.C., Wilde, R.E., Crews, D.H., Mir, P.S., Kastelic, J.P., 2007. Effect of feed restriction during calthood on serum concentrations of metabolic hormones, gonadotropins, testosterone, and on sexual development in bulls. *Reproduction* 134, 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2006.09.004>
- Brito, L F C, Barth, A.D., Wilde, R.E., Kastelic, J.P., 2012. Effect of growth rate from 6 to 16 months of age on sexual development and reproductive function in beef bulls. *Theriogenology* 77, 1398–1405.
- Brito, L.F.C., Barth, A.D., Wilde, R.E., Kastelic, J.P., 2012. Testicular vascular cone development and its association with scrotal temperature, semen quality, and sperm production in beef bulls. *Anim. Reprod. Sci.* 134, 135–140.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.08.025>
- Brito, L.F.C., Silva, A.E.D.F., Unanian, M.M., Dode, M.A.N., Barbosa, R.T., Kastelic, J.P., 2004. Sexual development in early- and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in Brazil. *Theriogenology* 62, 1198–1217.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.01.006>
- CBRA, C.B. de R.A., 2013. Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal, 3rd ed. Belo Horizonte.
- Chase, C.C., Chenoweth, P.J., Larsen, R.E., Hammond, a. C., Olson, T. a., West, R.L., Johnson, D.D., 2001. Growth, puberty, and carcass characteristics of Brahman-, Senepol-, and Tuli-sired F 1 Angus bulls. *J. Anim. Sci.* 79, 2006–2015.

- Chenoweth, P.J., Lorton, S.P. (Eds.), 2014. *Animal Andrology: theories and applications*. CAB International.
- Corrêa, A.B., Vale Filho, V.R., Corrêa, G.S.S., Andrade, V.J., Silva, M.A., Dias, J.C., 2006. 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.* 58, 823-830. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000500018>
- Dance, A., Thundathil, J., Blondin, P., Kastelic, J., 2016. Enhanced early-life nutrition of Holstein bulls increases sperm production potential without decreasing postpubertal semen quality. *Theriogenology* 86, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.02.022>
- Dance, A., Thundathil, J., Wilde, R., Blondin, P., Kastelic, J., 2015. Enhanced early-life nutrition promotes hormone production and reproductive development in Holstein bulls. *J. Dairy Sci.* 98, 987-998. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8564>
- Devkota, B., Koseki, T., Matsui, M., Sasaki, M., Kaneko, E., Miyamoto, A., Amaya Montoya, C., Miyake, Y.-I., 2008. 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.* 70, 119-121. <https://doi.org/10.1292/jvms.70.119>
- Dollin, A.E., Murray, J.D., Burnett, E.J., 1985. A reciprocal translocation difference in the autosomes of F1 Brahman × Hereford hybrid cattle, visualized by electron microscopy. *Livest. Prod. Sci.* 13, 123-133. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(85\)90015-6](https://doi.org/10.1016/0301-6226(85)90015-6)
- Dollin, A.E., Murray, J.D., Gillies, C.B., 1991a. Synaptonemal complex analysis of hybrid cattle. II. *Bos indicus* × *Bos taurus* F1 and backcross hybrids. *Genome* 34, 220-7.
- Dollin, A.E., Murray, J.D., Gillies, C.B., 1991b. Synaptonemal complex analysis of hybrid cattle. III. Meiotic pairing mechanisms in F1 Brahman × Hereford hybrids. *Genome* 34, 228-35.
- Espitia, A., Prieto, E., Cardozo, J., 2006. Pubertad y circunferencia escrotal en toros Holstein × cebu, cebu y Romosinuano. *Rev. MVZ Córdoba* 11, 744-750.
- Freetly, H.C., Kuehn, L.A., Cundiff, L. V., 2011. 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.* 89, 2373-2379. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-3847>
- Freneau, G.E., 1996. Biopsia testicular aberta efetuada na puberdade e na pós-puberdade e suas consequências sobre a gametogênese e o sêmen de touros Nelore. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Freneau, G.E., Vale Filho, V.R., Marques, A.P., Maria, W.S., 2006. Puberdade em touros Nelore criados em pasto no Brasil: Características corporais, testiculares e seminais e de Índice de capacidade andrológica por pontos. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 58, 1107-1115. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000600020>
- Harstine, B.R., Maquivar, M., Helser, L.A., Utt, M.D., Premanandan, C., DeJarnette, J.M., Day, M.L., 2015. Effects of dietary energy on sexual maturation and sperm production in Holstein bulls. *J. Anim. Sci.* 93, 2759-66. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-8952>
- Holroyd, R.G., Doogan, V.J., De Faveri, J., Fordyce, G., McGowan, M.R., Bertram, J.D., Vankan, D.M., Fitzpatrick, L. a., Jayawardhana, G. a., Miller, R.G., 2002. Bull selection and use in northern Australia 4. Calf output and predictors of fertility of bulls in multiple-sire herds. *Anim. Reprod. Sci.* 71, 67-79. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(02\)00026-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(02)00026-X)
- Hopkins, F.M., Spitzer, J.C., 1997. The new Society for Theriogenology breeding soundness evaluation system. *Vet Clin North Am Food Anim Pr.* 13, 283-293.
- Jiménez-Severiano, H., 2002. Sexual development of dairy bulls in the Mexican tropics. *Theriogenology* 58, 921-932. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)00930-5](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)00930-5)
- Jiménez-Severiano, H., Mussard, M.L., Fitzpatrick, L. a., D'Occhio, M.J., Ford, J.J., Lunstra, D.D., Kinder, J.E., 2005. Testicular development of Zebu bulls after chronic treatment with a gonadotropin-releasing hormone agonist. *J. Anim. Sci.* 83, 2111-2122. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-2111> [pii]
- Lima, F.P.C., Xavier, P.R., Bergman, A.P., Marques Junior, A.P., 2013. Perímetro escrotal e características seminais de touros da raça Nelore selecionados para precocidade sexual. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 65, 1603-1608.
- Loaiza-Echeverri, A.M., Bergmann, J.A.G., Toral, F.L.B., Osorio, J.P., Carmo, A.S., Mendonça, L.F., Moustacas, V.S., Henry, M., 2013a. Use of nonlinear models for describing scrotal circumference growth in Guzerat bulls raised under grazing conditions. *Theriogenology* 79, 751-759. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.11.031>
- Loaiza-Echeverri, A.M., Toral, F.L.B., Bergmann, J.A.G., Osorio, J.P., Carmo, A.S., Henry, M., 2013b. Selection criteria for sexual precocity in Guzerat bulls raised under grazing conditions. *J. Anim. Sci.* 91, 4633-4640. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6330>
- Lunstra, D.D., Cundiff, L. V., 2003. Growth and pubertal development in Brahman-, Boran-, Tuli-, Belgian Blue-, Hereford- and Angus-sired F1 bulls. *J. Anim. Sci.* 81, 1414-1426.

- Lunstra, D.D., Echternkamp, S.E., 1982a. Puberty in beef bulls: acrosome morphology and semen quality in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.* 55, 638-48.
- Lunstra, D.D., Echternkamp, S.E., 1982b. Puberty in beef bulls: Acrosome morphology and semen quality in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.* 55, 638-648.
- Lunstra, D.D., Ford, J.J., Echternkamp, S.E., 1978. Puberty in beef bulls: hormone concentrations, growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.* 46, 1054-1062.
- Lunstra, D.D., Gregory, K.E., Cundiff, L. V., 1988. Heritability estimates and adjustment factors for the effects of bull age and age of dame on yearling testicular size in breed of bulls 30.
- Madgwick, S., Bagu, E.T., Duggavathi, R., Bartlewski, P.M., Barrett, D.M.W., Huchkowsky, S., Cook, S.J., Beard, a. P., Rawlings, N.C., 2008. Effects of treatment with GnRH from 4 to 8 weeks of age on the attainment of sexual maturity in bull calves. *Anim. Reprod. Sci.* 104, 177-188.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2007.02.013>
- Martínez-Velázquez, G., Gregory, K.E., Bennett, G.L., Van Vleck, L.D., 2003. Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. *J. Anim. Sci.* 81, 395-401.
- Martins, J.A.M., Souza, F.A., Emerick, L.L., Dias, J.C., Leite, T.G., Andrade, V.J., Filho, V.R.V., 2011. Desenvolvimento reprodutivo de touros Gir selecionados para produção de leite. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.* 63, 1277-1286.
- Miller, N. a., Fike, K.E., 2014. Exposure of prepubertal beef bulls to cycling females does not enhance sexual development. *Theriogenology* 82, 447-454.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.05.001>
- Muhammad Aslam, M.K., Kumaresan, A., Rajak, S.K., Tajmul, M., Datta, T.K., Mohanty, T.K., Srinivasan, A., Yadav, S., 2015. 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* 84, 624-633.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.04.020>
- Nieto, L.M., Silva, L.O.C., Gondo, A., 2006. Touros canchim em diferentes sistemas de criação. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar* 9, 99-103.
- Quirino, C.R., Bergmann, J. a G., Vale Filho, V.R., Andrade, V.J., Pereira, J.C.C., 1999. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nelore bulls. *Theriogenology* 52, 25-34.
[https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00107-7](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00107-7)
- Rao, A.R., Reddy, M.N., Rao, N.T.L., 1979. Semen characteristics of young cross bred (F1) bulls. *Ind.Vet.J.* 56, 1013-1016.
- Rawlings, N., Evans, a. C.O., Chandolia, R.K., Bagu, E.T., 2008. Sexual Maturation in the Bull. *Reprod. Domest. Anim.* 43, 295-301.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01177.x>
- Rekwot, P.I., Oyedipe, E.O., Akerejola, O.O., Kumi-Diaka, J., Umoh, J.E., 1987. The effect of protein intake on the onset of puberty in Bunaji and Friesian x Bunaji crossbred bulls in Nigeria. *Theriogenology* 28, 427-34.
- Sampaio, I.B.M., 2002. Estatística aplicada à experimentação animal, 2nd ed. Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte.
- SAS, 2016. SAS/STAT Users Guide 14.2, 9th ed. Cary: SAS Institute.
- Shojaei Saadi, H.A., van Riemsdijk, E., Dance, A.L., Rajamanickam, G.D., Kastelic, J.P., Thundathil, J.C., 2013. Proteins associated with critical sperm functions and sperm head shape are differentially expressed in morphologically abnormal bovine sperm induced by scrotal insulation. *J. Proteomics* 82, 64-80.
<https://doi.org/10.1016/j.jprot.2013.02.027>
- Silva, A.E.D.F., Unanian, M.M., Cordeiro, C.M.T., De Freitas, A.R., 2002. Relação da Circunferência Escrotal e Parâmetros da Qualidade do Sêmen em Touros da Raça Nelore, PO. *Rev. Bras. Zootec.* 31, 1157-1165.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000500012>
- Silveira, T. da S., Siqueira, J.B., Guimarães, S.E.F., de Paula, T.A.R., Neto, T.M., Guimarães, J.D., 2010. Maturação sexual e parâmetros reprodutivos em touros da raça Nelore criados em sistema extensivo. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 503-511.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000300008>
- Siqueira, J.B., 2009. Maturidade sexual de touros da Maturidade sexual de touros da raça nelore, filhos de vacas superprecoces, precoces e normais, criados em condições extensivas. 2009.113 f. Tese (doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2009. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/11449/105915>>.
- Strandberg, E., Jacobsson, J., Saetre, P., 2005. Direct genetic, maternal and litter effects on behaviour in German shepherd dogs in Sweden. *Livest. Prod. Sci.* 93, 33-42.
<https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.004>
- Switonski, M., Ansari, H.A., Mathew, A., Jung, H.R., Stranzinger, G., 1990. Synaptonemal complex analysis in primary spermatocytes of cattle X zebu hybrids (*Bos Taurus* X *Bos indicus*). *Anim Breed Genet* 107, 229-238.
- Switonski, M., Stranzinger, G., 1998. Studies of Synaptonemal complexes in farm mammals - a review. *J Hered* 89, 473-480.

- Tatman, S.R., Neuendorff, D. a., Wilson, T.W., Randel, R.D., 2004. Influence of season of birth on growth and reproductive development of Brahman bulls. *Theriogenology* 62, 93-102.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2003.07.027>
- Tegene, A., Entwistle, K.W., Mukasa-Mugerwa, 1992. Nutritional influences on growth and onset of puberty in Boran and Boran x frisean bulls in Etiopia. *Theriogenology* 37, 1005-1016.
- Vijetha, B.T., Rajak, S.K., Layek, S.S., Kumaresan, A., Mohanty, T.K., Chakravarty, A.K., Gupta, A.K., Muhammad Aslam, M.K., Manimaran, A., Prasad, S., 2014. Breeding soundness evaluation in crossbred bulls: Can testicular measurements be used as a tool to predict ejaculate quality? *Indian J. Anim. Sci.* 84, 177-186.
- Wildeus, S., Holroyd, R.G., Entwistle, K.W., 1984. Patterns of puberal development in Shaiwal and Brahman cross bulls in tropical Australia. I. Growth and semen characteristics. *Theriogenology* 22, 361-373.
- Wilham, J., 2013. A genômica bovina - Origem e evolução de taurinos e zebrinos. *Vet. e Zootec.* 20, 217-237.
- Wolf, F.R., Almquist, J.O., Hale, E.B., 1965. Prepuberal Behavior and Puberal Characteristics of Beef Bulls on High Nutrient Allowance. *J Anim Sci* 24, 761-765.