

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

ARACELI ROCIO MARISEL GONZÁLEZ

**AVALIAÇÃO DA BIOMETRIA TESTICULAR DE TOUROS DA RAÇA BRAFORD
DO PARAGUAI**

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

MARÇO - 2019

ARACELI ROCIO MARISEL GONZÁLEZ

**AVALIAÇÃO DA BIOMETRIA TESTICULAR DE TOUROS DA RAÇA BRAFORD
CRIADOS NO PARAGUAI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre na área de concentração de Produção e Reprodução Animal.

ORIENTADORA: Celia Raquel Quirino

Co-orientador: Gustavo Ángel Crudeli

Campos dos Goytacazes-RJ

Março-2019

ARACELI ROCIO MARISEL GONZÁLEZ

**AVALIAÇÃO DA BIOMETRIA TESTICULAR DE TOUROS DA RAÇA BRAFORD
CRIADOS NO PARAGUAI**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre na área de concentração de Produção e Reprodução Animal.

Aprovada em 8 de março de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Wilder Ortiz Veja (Ph.D, Ciência Animal) - UVA

Miguel Alejandro Silva Rúa (Ph D, Ciência Animal) - UENF

Gustavo Ángel Crudeli (Doutor, Ciências Veterinárias) - UNNE
(Co-orientador)

Profa. Celia Raquel Quirino (Doutora, Ciência Animal) – UENF
(Orientadora)

A meus pais e irmãs com amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por nunca me abandonar e guiar cada um de meus passos.

A minha família, que sempre se esforçou para me dar o melhor, pelo apoio incondicional e pelo amor infinito.

A minha orientadora pelas oportunidades, pelos ensinamentos, pela dedicação e amizade.

Ao meu co-orientador que me deu a oportunidade de crescer profissionalmente e como pessoa e por acreditar em mim.

A UNNE e as pessoas que trabalham na universidade e que contribuíram para a realização desse sonho.

A fazenda “La Golondrina” de PAYCO S.A., a o Alberto Jacquet pelos dados previstos para a realização deste trabalho, e ao Delio.

Aos meus amigos e colegas pelo apoio e amizade verdadeira.

Aos membros da banca pela disponibilidade e por compartilhar do seu conhecimento para meu crescimento.

Ao Brasil, A Universidade Estadual do Norte Fluminense pelas boas condições para desenvolver o trabalho.

A CAPES pela bolsa de estudos concedida.

A todos que, de uma forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O Braford é uma raça muito importante no Paraguai, no entanto, há poucas informações sobre o desempenho produtivo e reprodutivo desses animais, o que exige, portanto, um aumento na produção de pesquisas sobre o tema. A biometria testicular é uma ferramenta relevante para avaliar a fertilidade de touros. O objetivo deste estudo foi avaliar características testiculares e calcular correlações entre características testiculares, peso vivo e idade em touros Braford. Os dados do peso corporal e biometria testicular (circunferência escrotal, comprimento dos testículos, largura dos testículos, volume do testículo) foram coletados de touros Braford de um a três anos e em diferentes estações do ano de 2015 a 2018. A análise estatística foi realizada para avaliar o efeito da estação e idade nas características reprodutivas de cada touro. Observaram-se efeitos significativos da estação e da idade no peso e na circunferência escrotal ($P < 0,05$). Houve interação entre o ano de avaliação e a época em relação à circunferência escrotal e ao peso corporal ($P < 0,05$). A idade influenciou no comprimento, largura e volume dos testículos ($P < 0,05$). Correlações elevadas foram observadas entre peso, circunferência escrotal, idade e medidas testiculares. O padrão de biometria testicular foi estabelecido para touros Braford criados em sistema semiextensivo em três idades representativas em um rebanho no Paraguai. Esta informação pode ser usada como base para programas de melhoramento genético. As correlações da biometria testicular levam a uma possibilidade de selecionar características de crescimento e fertilidade simultaneamente.

Palavras-chave: bovino; testículos; seleção

ABSTRACT

The Braford is a very important breed in Paraguay, but there is very little information about these animals' productive and reproductive performance, thus requiring research to increase their production. Testicular biometry is a relevant tool to assess bull fertility. The aim of this study was to evaluate testicular characteristics and calculate correlations between testicular traits in Braford bulls. Data on body weight and testicular biometry (scrotal circumference, testis length, testis width, testis volume) were collected from Braford bulls from age one to three years old and in different seasons of the year from 2015 to 2018. Statistical analysis was performed to evaluate the effect of season and age on each bull's reproductive characteristics. Significant effects were observed of season and age on weight and scrotal circumference ($P < 0.05$). There was interaction between year of evaluation and season regarding scrotal circumference and body weight ($P < 0.05$). Age influenced testis length, width and volume ($P < 0.05$). High correlations were observed among weight, scrotal circumference, age and testis measures. The pattern of testicular biometry was established for Braford bulls raised under semi-extensive system at three representative ages in a herd in Paraguay. This information can be used as a base for genetic improvement programs. The correlations of testicular biometry lead to a possibility of selecting characteristics of growth and fertility simultaneously.

Key words: bovine; testicle; selection.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1. Diagrama do testículo direito do touro.	14
Figura 2. Esquema do testículo esquerdo do touro (vista caudal).....	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO GERAL	11
2.1. Objetivos Específicos.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1. A Raça Braford.....	12
3.2. Testículos.....	14
3.3. Epidídimo	16
3.4. Bolsa testicular	16
3.5. Biometria testicular.....	17
3.5.1- Circunferência escrotal (CE).....	18
3.5.2- Volume testicular	20
3.6. Peso vivo.....	21
3.7. Fatores que afetam as características associadas à eficiência reprodutiva do touro	22
3.7.1. Efeito do mês ou época do ano.....	22
3.7.2. Efeito da idade do animal.....	23
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
Evaluation of testicular biometry of Braford bulls raised in a semi-extensive system	29
1. Introduction	30
2. Material and Methods.....	32
2.1. Animals and study design.....	32
3. Results	34
4. Discussion.....	37
5. Conclusion	42
6. References.....	43

1.INTRODUÇÃO

A bovinocultura começou no Paraguai entre os anos 1555 e 1558 (ARECO, 2013). Hoje é uma das principais atividades em todo o país, a indústria da carne é um dos setores mais dinâmicos, sendo um dos mais importantes economicamente pelas exportações do país. Durante o ano 2018, o Paraguai foi o quinto exportador mundial de carne bovina (FAO, 2019). Existem no país mais de 150.000 rebanhos de gado, com 14,5 milhões de cabeças, principalmente destinadas à produção de carne (93%). Cerca de 40% do rebanho encontra-se na região oriental do Paraguai (VILLASANTI, 2017).

A raça Braford está presente no país há mais de 30 anos através dos primeiros cruzamentos (Hereford x Brahman) e apresenta-se na segunda posição com o maior número de animais exportados (VILLASANTI, 2017).

Apesar da intensificação da pecuária, os índices zootécnicos não melhoraram devido ao manejo extensivo e ao pouco uso de tecnologias que caracterizam a pecuária paraguaia (ESPINOLA RAMIREZ; PANIAGUA ALCARAZ, 2010)

As características reprodutivas são importantes nos sistemas de produção de bovinos, e podem contribuir para resultados positivos na bovinocultura do país. Em vista disso, considera-se o desempenho reprodutivo como o fator de maior impacto na produtividade da pecuária bovina de corte (SIQUEIRA; GUIMARÃES; PINHO, 2013a).

A estimativa da fertilidade do reprodutor é uma ferramenta importante na escolha do macho, não só porque reflete o estado individual do reprodutor, mas também porque dito resultado influencia no futuro do rebanho (ORTIZ VEGA; MACIEL JÚNIOR; QUIRINO, 2016).

Dada a importância dos touros no rebanho, é essencial que sejam selecionados adequadamente de acordo com as metas estabelecidas para cada sistema de produção. Além da seleção fenotípica baseada na raça e outras características zootécnicas observadas nos touros que foram utilizados como reprodutores, considera-se necessário que esses animais sejam submetidos a uma avaliação andrológica. A mesma trata-se de um exame clínico-reprodutivo realizado para conhecer o potencial reprodutivo dos touros e deve ser realizada durante toda a vida reprodutiva do animal (CAPANDEGUY ISTEBOU; MATTOS AMORIM, 2014).

Para avaliar a capacidade reprodutiva dos touros, têm sido propostas várias características envolvendo as medidas testiculares e a qualidade do sêmen (SILVA, 2009). Entre as características propostas, a mais utilizada, principalmente em função da facilidade de medição, é a circunferência escrotal (CE), cujo tamanho foi relacionado à quantidade em volume da área ocupada pelo tecido testicular responsável pela produção de hormônios andrógenos (SIQUEIRA; GUIMARÃES; PINHO, 2013a) e espermatozoides (HOLGADO; ORTEGA, 2015).

A circunferência escrotal, além de ser de fácil mensuração, apresenta uma herdabilidade de moderada a alta, conforme aponta Lima et al., (2013) e de alta repetibilidade. Ainda, outro fator a ser considerado é a correlação positiva com o peso corporal em várias idades apresentada pela CE, isso indica o potencial dessa característica como um dos fatores de seleção de touros (RAMÓN, 2011).

A CE é altamente correlacionada com a produção espermática, o peso corporal (PC), a idade do animal e o peso do testículo (LIMA et al., 2013). A consistência testicular é outra característica que também pode estar correlacionada com a fertilidade. A CE e as demais características de biometria testicular têm uma relação direta com a concentração e número total de espermatozoides por ejaculado (SIQUEIRA; GUIMARÃES; PINHO, 2013a).

Outro aspecto importante a ser levado em conta na busca pela otimização da eficiência reprodutiva é o conhecimento dos efeitos ambientais que influenciam sobre as características reprodutivas. O conhecimento desses efeitos não ligados ao indivíduo tem sido orientado para a necessidade de aperfeiçoar a gestão de centros de inseminação artificial através da melhoria na produção de sêmen e seu desempenho econômico. As variáveis consideradas nas avaliações são: efeito da estação, frequência da coleta, efeito da idade, mês e ano de nascimento e a condição corporal (MOHAMED; KAROUI, 2009).

Até hoje a estimativa da capacidade reprodutiva em touros da raça Braford a nível de campo é realizada sem ferramentas preditoras adequadas. São incipientes as informações sobre a biometria testicular em touros da raça Braford, sob sistema de produção tradicional e suas associações com características de fertilidade e desempenho.

Finalmente, a consideração dos efeitos ambientais como efeitos fixos faz parte da correta estimativa do efeito desta variável sobre as características de interesse, assim como das correlações entre CE e as características de fertilidade (GRESSLER; GRESSLER; BERGMANN, 2014).

2. OBJETIVO GERAL

Descrever os valores da biometria testicular e as relações entre as variáveis associadas a estas em touros da raça Braford criados no Paraguai.

2.1. Objetivos Específicos

Descrever a biometria testicular em diferentes idades em touros da raça Braford criados no Paraguai.

Avaliar o efeito de ano de coleta dos dados e da estação sobre o peso vivo e as características de biometria testicular avaliadas nos touros Braford.

Calcular as correlações entre as variáveis de biometria testicular, o peso vivo e a idade dos animais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A Raça Braford

Durante o ano 1947, em um condado da Flórida, na fazenda Santa Lucie, o proprietário de um rebanho de vacas Brahman, Alto Adams Jr., começou fazer acasalamentos dessas vacas com touros da raça Hereford. Os touros Hereford não apresentavam boa adaptação ao clima quente e úmido como o da Flórida, já que mostravam problemas nos cascos. Após a terceira geração de acasalamentos foram obtidos animais com o perfil desejado e formou-se um rebanho que deu origem à raça composta, que contém 5/8 de Hereford e 3/8 de Brahman. Além disso, na Austrália, entre os anos 1946 e 1952, a raça também foi desenvolvida com 50% de sangue Hereford e 50% de sangue Brahman (ABR, 2018). A raça Brahman (*Bos indicus*) confere-lhe adaptabilidade e rusticidade, enquanto a raça Hereford (*Bos taurus*) contribui com a precocidade, fertilidade e marmoreio da carne. A soma de ambos resultou em uma raça composta 100% dentro da linhagem de carne (GONZÁLEZ, 2018). Como características físicas, em geral, citam-se as contribuições da raça Brahman, tais como: presença de cupim, pele solta, pelo curto e resistência ao calor. Foi herdada do Hereford a cor típica da pele com rosto e frente brancos. Como principal característica orientada para a produção, enfatiza-se a sua adaptação ao ambiente subtropical (GONZÁLEZ, 2018).

Em 1995, foi criada a Federação Braford do MERCOSUL, formada pela Associação Brasileira de Hereford e Braford, a Associação de Criadores de Braford e Zebu do Uruguai, a Associação Paraguaia de Criadores de Braford e a Associação Braford Argentina unidas pelo crescimento da raça, para unificar certos critérios de seleção e avaliação genética e, conseqüentemente, estabelecer um banco de dados uniforme que permita qualificar os reprodutores (VILLASANTI, 2017).

Nos machos Braford a cabeça e o corpo apresentam aspecto masculino, nestes animais a descorna é recomendada. O corpo é bem musculado à medida que evolui em idade e bem equilibrado, o pelo é curto e brilhante. Os testículos devem ter tamanhos compatíveis com a normalidade em relação a cada etapa da vida do animal e com tônus referente a um animal saudável, com bom desenvolvimento da cauda do epidídimo, preferencialmente pigmentados na parte inferior, não excessivamente pendular e retrátil (RODRIGUEZ; FOGLIATTI, 2018). Os aprumos devem estar funcionalmente corretos e não apresentar defeitos, já que influenciam

diretamente na habilidade de realizar a monta na fêmea. Em geral, o temperamento desses animais é dócil (RAMIREZ, 2016).

Nota-se o dimorfismo sexual, sendo que a fêmea apresenta pescoço fino e alongado. Tem um contrapeso oposto ao do macho, é mais leve no peito e nas costelas do que no desenvolvimento da sua parte traseira. É desejável que as fêmeas apresentem o umbigo pigmentado. O úbere deve estar bem inserido, equilibrado e preferencialmente pigmentado (RODRIGUEZ; FOGLIATTI, 2018).

Segundo Ramirez (2016) quanto aos tourinhos Braford, os mesmos têm uma boa conformação, capacidade de crescimento, vigor, resistência às condições adversas, além disso, excelente comportamento nos diferentes sistemas de recria e terminação. Os novilhos apresentam uma conversão alimentar rápida, com boa terminação a campo, com 440 kg á 460 kg aos 22 meses de idade.

A conformação geral procurada em ambos os sexos consiste em um bom desenvolvimento muscular, expresso em: braços, pernas e costas largas. Nos machos, o quarto posterior visto de trás, deve ser mais largo à altura do joelho; já nas fêmeas vistas por trás, o ponto mais largo deve estar à altura dos quadris. São indesejáveis indivíduos hipermetricos, excessivamente altos e de costelas rasas, o que geralmente está associado a desequilíbrios hormonais que afetam a fertilidade e retardam indivíduos em sistemas extensivos (GONZÁLEZ, 2018)

O tamanho adulto dos animais reprodutores é ajustado ao ambiente em que se desenvolvem. Em ambos os sexos, o desenvolvimento individual é avaliado pela observação de animais com peso moderado ao nascimento, rápido ganho de peso durante os primeiros 18 meses de vida e, de preferência, tamanho adulto intermediário. Em relação ao pelo, a característica “pampa” deve estar sempre presente, demonstrando a contribuição da raça Hereford. É considerado pampa quando pelo menos a metade da superfície da face é branca. E, de preferência, que apresente pigmentação ao redor das pálpebras como manchas circulares. Essa pigmentação marrom ocorre em sua totalidade (100%) nos olhos, nas bordas palpebrais (GONZÁLEZ, 2018).

Como características funcionais pode-se citar; o desenvolvimento precoce que apresentam os animais desta raça, a resistência a doenças parasitárias e o bom desempenho da carcaça (GONZÁLEZ, 2018).

3.2. Testículos

Os bovinos machos têm dois testículos localizados fora do abdome, na bolsa testicular, uma estrutura derivada da pele e da fáscia da parede abdominal (CAPANDEGUY ISTEBOY; MATTOS AMORIM, 2014).

As gônadas masculinas apresentam, segundo Gualançay (2012), uma consistência normal elástica e firme, variando de muito firme em animais jovens sexualmente maduros, até a consistência elástica mole em animais mais velhos.

A posição é oblíqua, dorsoventralmente perpendicular à parede abdominal na região inguinal. O testículo geralmente apresenta forma ovoide sendo achatado transversalmente. Segundo Henry; Pereira Neves e Mascarenhas Jobim (2013), os testículos apresentam diferentes formatos entre as subespécies e raças, podendo ser considerados como: longo, longo-moderado, longo-oval, oval-esférico e esférico. A borda anterior é apenas recoberta superiormente por uma parte da cabeça do epidídimo e a posterior dá inserção ao corpo do epidídimo. As extremidades arredondadas, superior e inferior estão recobertas pela cabeça e cauda do epidídimo, respectivamente. O polo superior é o de inserção do cordão espermático (BIGNARDE, 2008a).

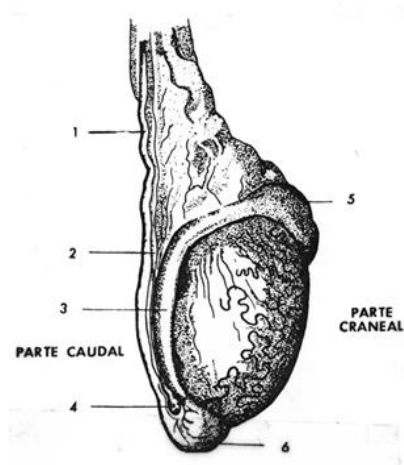


Figura 1. Diagrama do testículo direito do touro 1. Ducto Deferente. 2. Dobra peritoneal. 3. Corpo do epidídimo. 4. Ligamento testicular. 5. Cabeça do epidídimo. 6. Cauda do epidídimo (FCA, 2017).

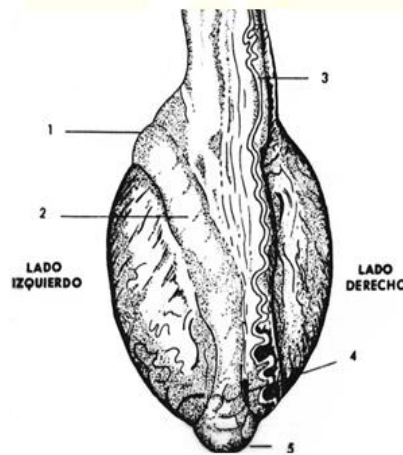


Figura 2. Esquema do testículo esquerdo do touro (vista caudal)

1. Cabeça do epidídimo. 2. Corpo do epidídimo. 3. Ducto Deferente. 4. Ligamento testicular. 5. Cauda do epidídimo (FCA, 2017).

O tamanho do testículo depende da idade, raça e desenvolvimento do corpo do animal. Em um touro adulto pesa cerca de 250-300 gramas, e ambos os testículos em torno de 500 gramas, aproximadamente 0,09% do peso vivo do animal (GUALANCAÑAY, 2012).

Nos bovinos, o escroto situa-se um pouco mais cranial que nos equinos, tem formato ovoide comprimido crâniocaudalmente, sendo longo e pendular, com colo bem demarcado quando não está contraído. Os testículos são relativamente maiores do que nos equinos e possuem um contorno alongado e oval, tendo num touro adulto comprimento de 10 a 12 cm, excluindo se o epidídimo; largura de 6-8 cm semelhante ao diâmetro cranial-caudal e peso aproximado de 300g. A túnica albugínea é delgada com muitas fibras elásticas, mas desprovida de musculatura lisa, tendo o parênquima uma coloração amarelada (CAPANDEGUY ISTEBOU; MATTOS AMORIM, 2014).

Segundo Bignarde (2008a) os testículos apresentam duas funções essenciais no macho: a produção de espermatozoides (a espermatogênese), com duração média de 60 dias nos bovinos, e a produção do hormônio sexual masculino, (testosterona e outros hormônios como progesterona, estrógenos e colesterol) por meio do processo de esteroideogênese. A espermatogênese ocorre nos túbulos seminíferos, que alcançam cerca de 2000 metros de comprimento (quando desenovelado) e produzem cerca de 20.000 espermatozoides por segundo, enquanto que a produção de hormônios sexuais ocorre nas células intersticiais, as células de Leyding, que constituem cerca de 7% de volume testicular e são dependentes dos hormônios gonadotrópicos, LH (hormônio luteinizante) e FSH (hormônio folículo estimulante), liberados pela adenohipófise, que se localiza na base do cérebro (BIGNARDE, 2008a).

3.3. Epidídimo

É um túbulo coletor das secreções dos testículos e proporciona um ambiente especial para que os espermatozoides amadureçam e adquiram capacidade de fertilização. Inicia-se no polo do testículo em que os vasos sanguíneos e nervos penetram, também conhecida como a cabeça do epidídimo. Nela, estão localizados aproximadamente 36% dos espermatozoides. A cabeça continua ao longo de um dos lados do testículo, como corpo do epidídimo, que termina antes de fazer uma volta para o lado oposto como cauda do epidídimo. Na cabeça e corpo ocorre o transporte e maturação dos espermatozoides, e a cauda tem a função de reservatório dos espermatozoides, onde terminam a maturação e adquirem movimento. Segundo Bignarde (2008), o corpo contém cerca de 18% dos espermatozoides, e a cauda armazena de 45% até 70% dos espermatozoides produzidos diariamente que aí permanecem até serem ejaculados.

As características recomendadas por Henry; Pereira Neves e Mascarenhas Jobim, (2013) são: forma, tamanho, posição, volume, consistência e simetria da cauda.

3.4. Bolsa testicular

É uma bolsa cutânea que contém os testículos e que possui formato globular, mas assimétrico. Contém uma lâmina subcutânea de fibras musculares lisas, denominadas de túnica dartos, formando um septo que divide a bolsa em dois compartimentos, um para cada testículo (GUALANCAÑAY, 2012). As fibras musculares da túnica dartos ajudam a manter a temperatura, no interior da bolsa. Em uma temperatura ambiente elevada, os dutos se distendem, afastando os testículos da cavidade abdominal e aumentando a superfície de evaporação. Em dias frios o processo ocorre ao inverso (BIGNARDE, 2008a).

A termorregulação testicular ocorre por meio de um processo que mantém a temperatura dos testículos dos animais, sendo que esta deve encontrar-se entre 4 a 7°C abaixo da temperatura orgânica para que a espermatogênese ocorra normalmente. Dentre os diversos mecanismos locais, que desempenham um importante papel na termorregulação testicular, está o fluxo sanguíneo regular no plexo pampiniforme no cordão espermático, o controle da posição do testículo em relação ao corpo, a sudorese, a troca de calor em contracorrente no cone vascular e a radiação de calor da superfície escrotal (BIGNARDE, 2008a).

O escroto penduloso aumenta a área de superfície, facilitando assim a exposição do cone vascular ao meio ambiente, além de permitir que os testículos mantenham relativa

distância do corpo. A pele escrotal é delgada, possui pouco tecido adiposo subcutâneo e apresenta-se praticamente sem pelos, conta ainda com sistemas linfático e sanguíneo bem desenvolvidos, facilitando a perda térmica por irradiação e evaporação. A sudorese é uma importante perda de calor por parte do escroto, pois possui grande quantidade de glândulas sudoríparas (GUALANCAÑAY, 2012).

Segundo Henry; Pereira Neves e Mascarenhas Jobim (2013) o escroto e as estruturas adjacentes, como túnicas e espaços entre túnicas, devem ser examinadas com o animal em estação.

O escroto deve ser observado quanto à simetria, conformação, mobilidade, e alterações patológicas como hérnia, coloração, pigmentação, dermatites e presença de parasitos (HENRY; PEREIRA NEVES; MASCARENHAS JOBIM, 2013)

3.5. Biometria testicular

Os espermatozoides são produzidos nos túbulos seminíferos, nos testículos. Os túbulos representam mais do 80% do peso dos testículos. O aumento do comprimento e diâmetro dos túbulos seminíferos e a proporção do parênquima que eles ocupam, levam ao crescimento testicular. Quanto maior o peso testicular, maior a produção de espermatozoides (SILVA, 2009).

Não há maneira direta de pesar os testículos no animal vivo, então as medidas de CE e volume testicular são usados como métodos indiretos e simples para medir o peso testicular (PASTORE et al., 2009).

Segundo Henry; Pereira Neves e Mascarenhas Jobim (2013) a aferição do tamanho testicular pode ser considerada sob dois aspectos: diagnóstico de alterações e seleção de indivíduos de maior volume testicular.

O tamanho testicular pode ser afetado pela idade, raça, sistema de criação, peso corporal, processos inflamatórios, subnutrição, anormalidades de desenvolvimento adquiridos ou congênitos.

3.5.1- Circunferência escrotal (CE)

Os primeiros estudos com CE, em gado de corte, começaram no final da década dos 70. Desde então, existem inúmeras publicações ressaltando a importância da CE como critério de seleção, não somente como característica reprodutiva, mas também de crescimento, já que possui correlação positiva e alta com a característica de peso do próprio indivíduo (PERUMAL, 2014).

A CE é normalmente obtida à desmama, ao ano (365 dias de idade) e ao sobreano (450-550 dias de idade). Os resultados do trabalho de Siqueira; Guimarães; Pinho (2013) para parâmetros genéticos, também indicaram a possibilidade do incremento das características reprodutivas das fêmeas pela seleção da circunferência escrotal dos seus pais. Os mesmos autores sugerem uma correlação genética negativa (-0,40), portanto favorável, da CE medido entre 13 e 18 meses de idade e ajustado para 450 dias, correlacionado com idade ao primeiro parto de fêmeas que foram expostas ao touro ou inseminadas pela primeira vez aos 14 meses de idade (SIQUEIRA; GUIMARÃES; PINHO, 2013b).

Neves alves (2007) analisaram a CE em bovinos da raça Nelore, criados a pasto na região de Macarani- Bahia, no Brasil, e encontraram as médias de idade para animais de 12, 18, 24 e 36 meses que foram: $18,8 \pm 2,2$; $22,9 \pm 3,7$; $31,9 \pm 2,9$ e $38,0 \pm 2,8$, respectivamente. Sendo os valores observados semelhantes aos relatados por Boligon; Baldi; Albuquerque (2011) para a raça Nelore nas mesmas idades.

Segundo Osorio et al. (2012) o conhecimento da CE permite prever o potencial reprodutivo de touros jovens pelo fato de estar associada ao desenvolvimento testicular, a produção diária de espermatozoides, à idade e à puberdade.

Está provado que um grama de tecido testicular no touro produz mais de 6000 espermatozoides por minuto. Isto significa que um touro cujos testículos têm 300 a 350 gramas de peso médio cada, produziria diariamente 5 a 6 x 10⁹ espermatozoides (CAPANDEGUY ISTEBOU; MATTOS AMORIM, 2014).

A puberdade marca o início da vida reprodutiva de um indivíduo, e é definida como o momento em que o macho apresenta o ejaculado com no mínimo 50 milhões de espermatozoides e pelo menos 10% de motilidade espermática progressiva retilínea (GUALANCAÑAY, 2012).

Morillo; Salazar e Castillo, (2010) sugerem que descendentes de touros com alta CE, atingem a puberdade em idades mais jovens. Como guia para a seleção de animais reprodutores com base em sua CE, os requisitos da Sociedade Americana de Teriogenologia

podem ser usados, o que indica um mínimo de 32 e 38 cm para animais *Bos taurus* com idade entre 21 e 30 meses, enquanto que em touros *Bos indicus* essas medidas poderiam apresentar uma variação entre 31 e 33 cm de CE dos 21 aos 30 meses e, pelo menos de 33 até 37 cm de CE em animais com mais de 30 meses de idade (MORILLO; SALAZAR; CASTILLO, 2010). Na tabela 1 são apresentados dados de CE em idades de 12 e 24 meses em touros de diferentes raças.

Tabela 1. Dados de circunferência escrotal (cm) de touros de corte de diferentes raças. Modificado de Glauber; Acosta; Repetto (2008).

Raças	12 meses	24 meses
Simmental	36	38,8
Aberdeen angus	33,9	37,2
Charolais	33,1	36,3
Hereford	32,5	36
Shorthorn	32,5	34,9
Limousin	30,3	32,2

Ao longo do tempo, dentre os objetivos dos pesquisadores a obtenção dos parâmetros genéticos foi determinante para avaliações do potencial dos animais e seleção. Os parâmetros genéticos estudados foram a herdabilidade, repetibilidade e correlações, para as características de biometria testicular.

A herdabilidade é a fração da variância fenotípica atribuída à ação aditiva dos genes (SIQUEIRA; GUIMARÃES; PINHO, 2013a). A CE apresenta herdabilidade de moderada a alta, de 0,36 a 0,64 (RIBEIRO SILVA, 2009). De acordo com estudos realizados por Laureano et al. (2011) em touros da raça Nelore, os animais apresentaram valores médios de herdabilidade para CE de 0,47 e 0,42, ajustados para idade e peso, respectivamente, e estimaram herdabilidade de 0,25 e 0,26 para CE aos 12 meses de idade e 0,35 a 0,37 para 18 meses de idade.

A repetibilidade é conceituada como a estimativa de valores para determinadas características, em um mesmo indivíduo, que tendem a se repetir e isso depende em parte, do genótipo do animal, que é constante durante toda a vida, e em parte das influências específicas do meio ambiente. Segundo Siqueira; Guimarães; Pinho (2013) a repetibilidade (t) pode ser considerada como a expressão da mesma característica em diferentes épocas da vida do mesmo reprodutor e em condições semelhantes. Neves Alves (2007) faz referência a repetibilidade da CE em touros da raça Nelore em diferentes idades, encontrando $t=0,66$.

Estatisticamente, a correlação pode ser definida como a dependência entre as funções de distribuição de duas ou mais variáveis aleatórias, em que a ocorrência de um valor de uma das variáveis favorece a ocorrência de um conjunto de valores de outras. As correlações entre duas ou mais características estimam o nível de união entre elas, sendo a origem e a grandeza da relação existente entre as características de grande importância no melhoramento em geral, pois visa aprimorar o material genético de um conjunto de caracteres que agem simultaneamente e, conseqüentemente, a melhoria de uma característica pode causar alterações nas demais (RIBEIRO SILVA, 2009).

Neste sentido, a CE é correlacionada com o ganho de peso (peso ao nascimento, peso ao desmame e peso ao sobreano). A CE apresenta correlação de alta magnitude com as características reprodutivas dos machos como volume, formato testicular e características seminais (SILVA et al., 2012a). Também são observadas correlações da CE dos pais como as características reprodutivas das suas filhas como idade ao primer parto, probabilidade de prenhez, número de dias para o parto e intervalo entre partos. (SIQUEIRA; GUIMARÃES; PINHO, 2013).

Como visto até agora, embora a CE não traga benefício econômico direto, ela está correlacionada com várias características reprodutivas de machos e fêmeas e com características ponderais, como o peso e a idade. Segundo Ribeiro Silva (2009), a CE é influenciada pelo peso, idade, raça, condições patológicas, sazonalidade e ano, crescimento e nutrição; fatores que devem ser levados em conta na avaliação da circunferência escrotal.

3.5.2- Volume testicular

Segundo De Paula Rezende et al. (2010), o volume testicular seria a medida mais adequada para representar a produção espermática, sobretudo em raças zebuínas cujo formato testicular é mais alongado. A partir do comprimento e da largura são calculados tanto o volume como o peso testicular.

Do ponto de vista prático, a obtenção dessas medidas para o cálculo do volume testicular é mais trabalhosa do que a medida da CE, porém, são medidas mais precisas e que poderiam ser realizadas na rotina do exame andrológico (OSORIO et al., 2012).

Collado Soza (2016) num trabalho realizado em touros da raça Zebu e Europeia de Managua, na Nicarágua, demonstrou a relação entre o volume testicular, a concentração

espermática e a CE. Observando-se que quanto maior a CE, maior o volume testicular e maior será a concentração espermática.

López et al. (2016) analisando a biometria testicular em touros da raça Nelore, no Brasil observaram valores médios de $11,9 \pm 1,0$ cm de comprimento, $6,5 \pm 0,5$ cm de largura e $799,2 \pm 178,9 \text{cm}^3$ de volume testicular total.

Estimativas de herdabilidade relatadas para volume testicular são de magnitude moderada a alta. Na raça Hereford, estimaram coeficiente de herdabilidade de 0,34 aos 205 dias e de 0,21 aos 365 dias (RIBEIRO SILVA, 2009).

Diante dos coeficientes de herdabilidade e correlações obtidas em diferentes trabalhos, justifica-se a continuidade de pesquisas sobre estimativas de parâmetros genéticos incluindo o volume testicular, principalmente, com bancos de dados que envolvam grande número de registros, visto que esta característica poderá ser vantajosa como critério de seleção para o aumento da fertilidade.

3.6. Peso vivo

O crescimento do animal é determinado pelo aumento da massa muscular, incluindo tanto a multiplicação celular (hiperplasia) quanto o aumento no tamanho das células (hipertrofia). O processo de crescimento de um organismo pode ser visto, de uma forma geral, como uma resposta complexa a interação entre os processos de catabolismo e anabolismo, sujeitos às influências do meio, às características genéticas do indivíduo e à interação genótipo-ambiente (FAIDER, 2017).

Além da precocidade reprodutiva, a precocidade do crescimento é também um mediador de maior ganho econômico anual do rebanho. Por meio dele é possível aumentar a eficiência para ganho de peso, reduzir o tempo de permanência dos animais no pasto e a quantidade de suplementos utilizados, selecionar animais com uma conversão alimentar mais eficiente e minimizar tanto as despesas, quanto o tempo de abatimento. Entre os valores de peso produtivo, o peso ao nascimento, a desmama e ao sobreano são os mais estudados e, geneticamente, mais correlacionados com os caracteres reprodutivos (LAUREANO et al., 2011).

A correlação de alta magnitude entre CE e peso é indicativa de que a CE é um parâmetro apropriado para a identificação de touros com alto potencial de ganho de peso (SIQUEIRA; GUIMARÃES; PINHO, 2013a). Os mesmos autores registraram correlações de alta

magnitude entre CE e peso ($r=0,72$), o que sugere uma base genética comum entre as características.

O desenvolvimento sexual de tourinhos está intimamente relacionado ao desenvolvimento corporal, havendo uma relação entre crescimento somatotrópico e gonadal (HOLGADO; ORTEGA, 2015). Segundo os mesmos autores um tourinho estará próximo de atingir a puberdade quando atingir um terço do seu peso adulto, o qual apresentará variação de acordo com o grupo racial.

O desenvolvimento testicular e a produção espermática estão mais relacionados com o peso corporal do que com a idade dos animais, visto que o peso apresenta grande influência sobre a circunferência escrotal e o estado de desenvolvimento das reservas gonadais e extragonadais, oferecendo melhores parâmetros para selecionar reprodutores com maior circunferência escrotal, independente dos fatores ambientais (GUERRA; GONZALEZ; PINO PEREZ DE UTRERA, 2009).

Na avaliação do desenvolvimento corporal, as medidas de peso corporal, comprimento corporal e perímetro torácico são as mais importantes a serem mensuradas. Tais medidas apresentam correlações de alta magnitude com o tamanho e desenvolvimento dos testículos e qualidade espermática. Correlações positivas foram descritas entre: peso corporal e circunferência escrotal, variando de (0,41 a 0,86); peso corporal e motilidade espermática progressiva retilínea (0,74); peso corporal e espermatozoides totais no ejaculado (0,78 a 0,82) e correlação negativa entre peso corporal e porcentagem de espermatozoides anormais (-0,13) (DIAS et al., 2008). As correlações fenotípicas de maiores magnitudes encontradas entre peso e características de biometria testicular, comparadas às correlações entre idade e características de biometria testicular, podem ser indicativas de que o peso tem maior influência no desenvolvimento testicular dos animais.

3.7. Fatores que afetam as características associadas à eficiência reprodutiva do touro

3.7.1. Efeito do mês ou época do ano

A reprodução na espécie bovina não é considerada sazonal, como é o caso das espécies ovina e caprina, consideradas sazonais, e em que a estação afeta tanto a quantidade como a qualidade do sêmen. No entanto, vários estudos encontraram evidências de que a

estação na qual a colheita de sêmen é feita influencia significativamente a produção de sêmen bovino, mas não há acordo sobre quais são os meses mais favoráveis (OKA et al., 2012).

Uma das características reprodutivas que podem ser afetadas pelo ambiente, é o comportamento sexual do touro europeu, que pode ser afetado pelo calor, porém os touros zebuínos não têm apresentado diminuição da libido quando expostos a altas temperaturas e umidade (BIGNARDE, 2008a).

No Paraguai, Oka et al. (2012) relataram maior porcentual de espermatozoides anormais perante altas temperaturas e umidade relativa do ar, e Silva (2009), em condições ambientais similares, observaram maior volume dos ejaculados nos períodos chuvosos.

Mohamed; Karoui (2009) relataram que touros da raça Holstein produzem sêmen mais concentrado durante a primavera e no inverno em países sazonais, enquanto George et al. (2015) relataram que touros *Bos indicus* sofreram de estresse térmico devido ao frio, o que se refletiu na qualidade do sêmen coletado nessa época do ano.

Conforme relatado por Mohamed e Karoui (2009) os efeitos nocivos do estresse térmico sobre o sêmen de touros ocorrem nas três primeiras semanas de espermatogênese e ocorrem inclusive em animais adaptados a climas tropicais.

Segundo Gressler; Gressler; Bergmann (2014) as condições ambientais podem influenciar as características seminais em algumas situações, desta forma torna-se importante o estudo destes fatores em cada região e em cada rebanho, a fim de determinar sua interação com o genótipo do animal.

3.7.2. Efeito da idade do animal

A idade do touro é um fator que afeta todas as características relacionadas a eficiência reprodutiva, sendo importante sua consideração nas práticas de manejo de reprodutores.

Os ejaculados produzidos no início da vida reprodutiva dos bovinos apresentam em média 50 milhões de espermatozoides por mililitro e motilidade espermática de 10%. Esses eventos começam a partir dos oito meses de idade em média, em bovinos de raças taurinas e zebuínas e, normalmente, os primeiros ejaculados têm grande porcentagem de anormalidades espermáticas (SILVEIRA et al., 2010).

O crescimento da CE apresenta comportamento curvilíneo em função da idade (FAIDER, 2017). Como acontece com o restante do corpo animal, os testículos crescem demonstrando um comportamento sigmoide em função da idade, com uma fase inicial lenta,

seguida de um pico que coincide com a puberdade e, posteriormente, um crescimento mais lento até atingir um platô na idade adulta. Segundo Faider (2017), a CE apresenta um crescimento linear com a idade do animal até os 18 meses de idade, desacelerando seu crescimento até a idade adulta. De acordo com o autor, tal fato evidenciaria que o maior crescimento do parênquima testicular ocorre próximo aos 12 meses de idade, sugerindo o início do período pre-púbere. Entretanto, alguns estudos sugerem que a seleção por meio da CE deve ser realizada em idades mais jovens, para, dessa forma, acelerar o ganho genético e reduzir os custos com a manutenção de animais improdutivos. Assim, alguns aspectos, como a idade mais adequada para medir a CE, merecem atenção para melhor utilização dessa característica nos programas de seleção das raças taurinas (SIQUEIRA; GUIMARÃES; PINHO, 2013b).

Dias et al. (2008) relataram que a CE foi altamente associada com a idade de reprodutores, apresentando correlações que variaram de 0,54, 0,77 e 0,95, dependendo das idades avaliadas. Durante o desenvolvimento reprodutivo em touros de corte (dos seis aos 24 meses), o crescimento testicular pode alcançar 90% do seu tamanho adulto, sendo a fase de maior crescimento do órgão. O tamanho do testículo durante o desenvolvimento reprodutivo pode servir como referência para seleção de touros com maior precocidade sexual (PÉREZ OSORIO et al., 2014). Tourinhos com testículos pequenos ou grandes aos 12 meses de idade terão também, proporcionalmente, testículos pequenos ou grandes aos 24 meses. Menegassi et al. (2011) relatara correlações que variaram de 0,76 a 0,80, entre CE e idade aos 12 e 24 meses, sendo de alta magnitude.

Hernández et al. (2010) avaliaram a produção seminal de touros da subespécie *Bos taurus taurus* de 12 a 60 meses de idade, mantidos em central de inseminação artificial divididos em classes de idade, e observaram efeito significativo da idade sobre o volume, a concentração, a motilidade e as anormalidades espermáticas.

Silveira et al. (2010) trabalhando com 24 tourinhos da raça Nelore mostraram que, aos 12 meses de idade, os animais classificados como superprecoces apresentam CE superior a 30 cm e os precoces com CE maior que 24 cm. Aos 18 meses de idade, esses animais já tinham alcançado a maturidade sexual, pois já possuíam motilidade maior que 50%, concentração acima de 50×10^6 espermatozoides por mililitro e CE acima de 31 cm.

4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABR. La raza Braford. Disponível em: <<https://www.braford.org.ar/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

ARECO, S. **A acumulação primitiva nos domínios ultramarinos: educação e trabalho nas reduções jesuíticas do Paraguai (1549-1767), o caráter singular e o universal.** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul centro de Ciências humanas e Sócias. 2013

BIGNARDE, G. **Avaliação reprodutiva de touros.** Universidade Castelo Branco. Rio de Janeiro, Brasil, 2008.

BOLIGON, A.A.; BALDI, F. e ALBUQUERQUE, L.G. Estimates of genetic parameters for scrotal circumference using random regression models in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 137, p. 205–209,2011.

CAPANDEGUY ISTEBOU, J.I. e MATTOS AMORIM, B. **Principales hallazgos en la evaluación andrológica en toros de campo.** Universidad de la República. Montevideo, Uruguay, 2014.

CESAR, J.; DE VENÍCIO, J.; MARTINS, A.M.; EMERICK, L.L. e RIBEIRO DO VALE FILHO, V. 2008. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 43: 53-59. 2008.

COLLADO SOZA, C.B. **Interpretación de la circunferencia escrotal y análisis de semen fresco para la evaluación de la fertilidad de toros de raza Cebú y Europea en la finca El Plantel.** Universidad Nacional Agraria, 2016.

DIAS, J.; ANDRADE, V.; MARTINS, J.; EMERICK, L. e VALE FILHO, V. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 43:53-59, 2008.

ESPINOLA RAMIREZ, C.J. e PANIAGUA ALCARAZ,P.L. Determinación de rendimento y calidad forrajera de espécies del género *Brachiaria*, em um suelo derivado del granito. **Investigación agraria**, v. 12, n. 1, p. 5–10, 2010.

FAIDER, A.C.V. **Desenvolvimento testicular, ponderal e uso de modelos não-lineares para descrever a curva de crescimento do perímetro escrotal em bovinos.** Universidade Federal de Viçosa, 2017.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em: <http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2019/pt/>. Acesso em: 24 fev.2019.

GEORGE, M.; CHACUR, M.; RYDYGIER, M.; OBA, E.; PUTTI, F. Influencia dos fatores climáticos no semen de touros Nelore. **Colloquium Agrariae** 11:81-87, 2015.

GONZÁLEZ, K. **Raza bovina Braford, un ganado híbrido de alto rendimiento.** Disponível em: <<https://zoovetespasion.com/ganaderia/razas-bovina/raza-bovina-braford/>>. Acesso em: 1 out. 2018.

GRESSLER,S.L.; GRESSLER, M.G.M; BERGMANN,J.A.G. Fatores ambientes e estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal na raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v. 66, n. 4, p. 986–994, 2014.

GUALANCAÑAY, G.B.V. **Manejo de toros donadores de semen**. Facultad de ciencias Pecuarias, 2012.

GUERRA,I.D.; GONZALEZ, P.D.; PINO PEREZ DE URETRA, M. Parámetros genéticos del crecimiento y la reproducción en ganado cebú. **Revista de Medicina Veterinaria**, n. 17, p. 77–84, 2009.

HENRY, M.; NEVES, J.P.; MASCARENHAS JOBIM, M.I. Manual para exames andrológico e avaliação de sêmen. 3 ed. Belo Horizonte: **Colégio Brasileiro de Reprodução Animal**, 104p. 2013.

HERNÁNDEZ, H.R.; NAZAR, P.M.; LLAVEN, M.A.O.; MICELI, F.A.; GUTIÉRREZ MARTINEZ, R.; HARO, J.G.H.; SESMA, D.L.R.; TIPACAMU, G.A.; VELASCO, H.L.; TRUJILLO, G.U.B.; MORENO, A. DE J.R.; MARTINEZ, C.E.I. E ENCISO, A.V. Caracterización reproductiva de toros Bos taurus y Bos indicus y sus cruizas en un sistema de monta natural y sin reposo sexual en el trópico Mexicano. **Udo Agrícola** 10:94-102,2010.

HOLGADO, F.D.; ORTEGA, M. F. caracterización de toros adultos de la raza criollo argentino: peso corporal, alzada y circunferencia escrotal. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA**, v. 6, p. 172–177,2015.

LAUREANO, M.M.; BOLIGON A.A.; COSTA,R.B.; FORNI, S.; SEVERO, J.L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 1, p. 143–152, fev. 2011.

LIMA, F.P.C.; XAVIER, P.R.; BERGMANN, J.A.G.; MARQUES JÚNIOR, A.P.V. Perímetro escrotal e características seminais de touros da raça Nelore selecionados para precocidade sexual. **Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec**. 65: 1603-1608, 2013.

LOPEZ, R.C.J.; RUGELES PINTO, C.C.; CASTAÑO VILLADIEGO, F.A.; TAMIRES GOMEZ, L.E.; MIRANDA, J.N.; GUIMARAES, D. Estadio de madurez sexual en toros de la raza nelore. **Rev.Med.Vet.**, v. 31, p. 11–22, 2016.

MENEGASSI, S.R.O.; BARCELLOS, J.O.J.; PERIPOLLI, V.; PEREIRA, P.R.R.X.; BORGES, J.B.S. E LAMPERT, V.N. Determinação da circunferência escrotal em touros de corte no Rio Grande do Sul, **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. 63:87-93, 2011.

MOHAMED, D.; KAROUI,S. **Estudio de efectos genéticos y ambientales de caracteres seminales de toros Holstein**. Universidad Politécnica de Valencia, 2009.

MORILLO, M.; SALAZAR, S. E CASTILLO, E. Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino. **INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias**. Maracay. Venezuela,2010..

OKA, Y.A.; OKA, H.A.; PRIETO C.; BRANDA L. N. Efecto de la temperatura ambiental en la calidad seminal de toros pampa chaqueño criados bajo condiciones de campo en la región occidental, chaco paraguayo, en las diferentes estaciones del año. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA**, v. 2, p. 181–184, 2012.

ORTIZ VEGA, W. H.; MACIEL JÚNIOR, V. L.; QUIRINO, C. R. Avaliações seminais e novas ferramentas genômicas na estimação da fertilidade em touros. **Spei Domus**, v. 11, n. 23, p. 1–13, 2016.

OSORIO, J.; MARC, H.; BERGMANN, J.; CARMO, A.; SOUZA, F. Desenvolvimento testicular e puberdade em machos da raça guzerá da desmama aos 36 meses de idade criados no cerrado mineiro. **Revista de Medicina Veterinária**, v. 24, p. 9–24, 2012.

PASTORE, A. A.; TONIOLLO, G.H.; LOBO, R.B.; FERNANDES, M.B.; VOZZI, P.A.; VILA, R.A.; GALERANI, M.A.V.; ELIAS, F.P.; CARDILLID, J. Características biométricas, testiculares, seminais e parâmetros genéticos de touros pertencentes ao programa de melhoramento genético da raça Nelore. **Ars Veterinaria**, v. 24, n. 2, p. 134–141, 1 abr. 2009

PÉREZ OSORIO, J.; CHACÓN JARAMILLO, L.; ARROYO OTERO J.R.; CARDONA ALVÁREZ, J. E ANDRADE SOUZA, F. Relación entre la circunferencia escrotal, el crecimiento testicular y parámetros de calidad de semen en toros de raza Guzerat, desde la pubertad hasta los 36 meses de edad. **Rev. Med. Vet.** 27:73-87. Bogotá, 2014.

PERUMAL, P. Scrotal Circumference and Its Relationship with Testicular Growth, Age, and Body Weight in Tho Tho (*Bos indicus*) Bulls. **Int. Sch. Res. Not.** 2014:1-6, 2014.

RAMIREZ GIMENEZ, J.C. Raza bovina Braford. **Pregon agropecuario**. URL: <http://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=8587> (accessed 2.12.19), 2016.

RAMÓN, J. Relación y correlación existente entre circunferencia escrotal, peso corporal y edad, en toros Brahman de 18 a 60 meses de edad e la provincia de Chiriquí. **Revista electrónica de Veterinaria**, v. 12, n. 1, p. 9, 2011.

REZENDE DE PAULA, P.L.; RESTLE, J. P.; FERNANDEZ, J. T.; DE RESENDE, J.J.; DIAS DE FREITAS, N.M. e DUARTES ALVES, F.B. Morfometria testicular de bovinos mestiços jovens submetidos a diferentes estratégias de suplementação energética de pastagem de brachiaria brizantha. **Ci. Anim. Bras.**, v. 11, n. 4, p. 817–824, 2010.

RIBEIRO SILVA, M. **Estudo genético quantitativo das características andrológicas de touros jovens da raça Nelore**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, Brasil, 2009.

RODRIGUEZ, D.; FOGLIATTI, G. Sumario de padres 2018. **Revista Asociación Braford Argentina**. Disponível em: <www.braford.org.ar>. Acesso em: 23 jan. 2019, 2018.

SILVA, M.R. **Estudo genético quantitativo das características andrológicas de touros jovens da raça Nelore**. Universidade Estadual Paulista. São Paulo, Brasil, 2009.

SILVA, M.R.; PEDROSA, V.B.; SILVA, JBC.; HERRERA, L.G.G.; ELER, J.P.; ALBUQUERQUE, L.G. Parâmetros genéticos de las características andrológicas en la especie

bovina. **Archivos de medicina veterinaria**, v. 44, n. 1, p. 1–11, 2012a.

SILVEIRA, S.; SIQUEIRA, J.; ELIZA, S.; GUIMARÃES, F.; ANTONIO, T.; PAULA, R.; NETO, T.M. E GUIMARÃES, J.D. Maturação sexual e parâmetros reprodutivos em touros da raça Nelore criados em sistema extensivo. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:503-511,2010.

SIQUEIRA, J.B.; GUIMARÃES, J.D E PINHO, R.O. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão. **Rev. Bras. Reprod. Anim.** 37: 3-13,2013.

VILLAASANTI, L.E. **Introducción a Paraguay y su sector Cárnico Abril 2017**. Paraguay, 2017.

Evaluation of testicular biometry of Braford bulls raised in a semi-extensive system

Araceli Rocio Marisel González¹, Celia Raquel Quirino¹, Gustavo Ángel Crudeli², Miguel Alejandro Silva Rua¹, Caroline Marçal Gomes David¹, Wilder Hernando Ortiz³, José Luis Konrad², Roberto Yuponi²

¹*Laboratory of Animal Reproduction and Genetic Improvement, Northern Rio de Janeiro State University (Universidade Estadual do Norte Fluminense/UENF).*

²*Cátedra de Teriogenología-Facultad de Ciencias Veterinarias (Universidad Nacional del Nordeste/UNNE).*

³*Center of Agrarian and Biological Sciences, Department of Animal Science, State University of Vale do Acaraú-UVA, Betânia, CEP:62040-370,Sobral,CE,Brazil.*

*Corresponding author: Araceli Rocio Marisel González, Laboratory of Animal Reproduction and Genetic Improvement, Northern Rio de Janeiro State University (Universidade Estadual do Norte Fluminense/UENF), Av. Alberto Lamago, 2000, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brazil. E-mail: aracelygonzalez_18@hotmail.com.

** CNPq fellowship, crq@uenf.br.

Abstract

The Braford is a very important breed in Paraguay, but there is very little information about these animals' productive and reproductive performance, thus requiring research to increase their production. Testicular biometry is a relevant tool to assess bull fertility. The aim of this study was to evaluate testicular characteristics and calculate correlations between testicular traits in Braford bulls. Data on body weight and testicular biometry (scrotal circumference, testis length, testis width, testis volume) were collected from Braford bulls from age one to three years old and in different seasons of the year from 2015 to 2018. Statistical analysis was performed to evaluate the effect of season and age on each bull's reproductive characteristics. Significant effects were observed of season and age on weight and scrotal circumference ($P < 0.05$). There was interaction between year of evaluation and season regarding scrotal circumference and body weight ($P < 0.05$). Age influenced testis length, width and volume ($P < 0.05$). High correlations were observed among weight, scrotal circumference, age and testis measures. The pattern of testicular biometry was established for Braford bulls raised under semi-extensive system at three representative ages in a herd in Paraguay. This information can be used as a base for genetic improvement programs. The correlations of testicular biometry lead to a possibility of selecting characteristics of growth and fertility simultaneously.

Key words: Bovine; Testicle; Selection.

1. Introduction

The Braford breed was brought to Paraguay 30 years ago, after first being developed in Florida, USA. It results from crossing of the Hereford with Brahman breeds, and is now the

second leading breed in terms of animals exported from the country (Villasanti, 2017). Despite the remarkable growth of the herd in Paraguay, there is a need to apply actions through the productive chain to support profitability, because in recent years the livestock productiveness in Paraguay has been declining.

The reproductive characteristics are very important for the production of bovine livestock and can help increase the profitability of beef cattle (Baldi et al., 2008). Bulls are responsible for half of the genetic potential and their productive and reproductive traits have a strong influence on the following generations. Furthermore, bulls need to be properly selected in accordance with the established production goals. For this selection to be efficient, the animals have to be submitted to andrological examination (Silva, 2009).

Testicular biometry is an extremely important tool to select bulls for breeding. Measurements such as testicular length and circumference have a high correlation with sperm production (Cesar et al., 2008). Of the tested biometric measurements performed, the most common is scrotal circumference (SC), because it is easier to perform than the other measurements and shows high heritability and repeatability (Lima et al., 2013). Another factor to consider about the SC is the positive correlation with the body weight at different ages. Hence, this trait is one of the best criteria for bull selection for breeding (Perumal, 2014).

The SC has been related to testis volume and area of the testicular parenchyma, where the hormone androgen and spermatozoa are produced (Dias et al., 2008; Siqueira et al., 2013)

There are few studies about testicular characteristics in Paraguayan Braford bulls. The aim of this study was to evaluate the testicular biometry of Braford bulls and the correlations of testicular traits.

2. Material and Methods

2.1. Animals and study design

This experiment was conducted in a commercial herd of Braford cattle located in Caazapã, 235 km from Paraguay's capital, Asuncion (22° 0' to 27° 30' South latitude and 54 ' to 58' West longitude). This area has mountains with maximum elevation of 800 meters above sea level. The climate in this region is subtropical, with two defined seasons, the dry season (DS) from March to August and the rainy season (RS) from September to February. The annual rainfall varies between 1,300 mm to 1,900 mm and the average monthly temperature varies between 17 °C and 27 °C. The area used to raise the cattle covers 2,800 hectares, of which 600 hectares correspond to planted pastures.

The 584 animals evaluated in this study were kept on 3,000 hectares of grazing land. The farm has a semi-extensive system, where the animals are raised in natural pastures of *Kavaju*, *Jesuïta*, *Kapi-i-pyta*, *Clavel* and planted pastures of *Brachiaria sp*, *Panicum maximum* and *Tanzânia*, with rotational grazing of pastures. The animals are kept in rotational grazing during a period of three days in spring, and during the spring the animals were supplemented with silage. The feed supplied to the animals thus was composed of a mixture of silage, concentrate and protein-salt. The animals were fed 6% of their body weight.

The sanitary plan consisted of the standard practice of beef cattle, including deworming, vaccination, vitamin supplementation and drug treatment when necessary assisted by a veterinarian.

Births occurred between the months of July and December from 2014 to 2017. The calves were managed carefully, mainly regarding nutrition and hygiene, until weaning after approximately 6 months. After weaning, the male calves were identified, weighed and classified according to the Braford breed pattern.

Initially, the animals were selected according the body weight (BW), presence of breed characteristics and absence of physical defects. At 24 months of age, the animals were selected according to their scrotal circumference (SC), body conformation and andrological results. The objective was the production of bulls for reposition in the farm system and to sell the surplus animals.

For this study, testis biometry traits were recorded from 2015 to 2018, in the two seasons (dry and rainy).

The date of birth of each animal was then compared with the date of measurements to provide the age of each bull. The animals were then separated into age classes: 365 animals with age between 363 and 580 days, 730 animals with age between 580 and 850 days; and 1,095 animals with 850 to 1100 days of age.

The animals' weights were obtained from a mechanical scale three times a month, with the bulls being held in adequate position by the same person.

The scrotal circumference (SC), testis length (TL) and testis width (TW) were measured and the testis volume (TV) was calculated.

The SC was measured with the use of a metric tape in the medial position of the scrotal sac, on the biggest dimension point involving the two testes and scrotal skin. The measurements were performed in centimeters, as also performed by Dias et al. (2008).

The two-dimensional measurement of testis length and width from the left and right testes were performed with a caliper. Each testicle was measured individually. The testis length was measured in the longitudinal direction (dorsoventral) of the gonad including the epididymis head but excluding the epididymis tail. The width was measured from the biggest portion of the gonads in the lateromedial direction.

The testis volume was calculated using the formula presented by Toelle and Robison (1985), considering the symmetry of both testes.

The formula used was:

$$\text{Testis volume} = [(\text{diameter})^2 / 2] \times \text{length}$$

Preliminary analysis was performed to verify the data consistency and normality by PROC UNIVARIATE and the descriptive statistics were calculated by PROC MEANS (SAS, 2016). Analysis of variance was performed on the characteristics data to verify the fixed effects of season, years of evaluation (YE) and age of the animals. The simple interaction of these effects was also analyzed by PROC MIXED (SAS, 2016). The LSMEANS were compared by the PDIFF adjusted Tukey test. The pairwise correlations between the traits calculated using the PROC CORR (SAS, 2016).

3. Results

Age affected the SC and BW of the animals ($P < 0.05$). Table 1 shows the Lsmeans and standard deviations of the body weight (BW) and the scrotal circumference (SC) in relation to the animals' age.

The lowest means of BW and SC were observed in the animals with 365 days of age and the highest means in the animals with 1,095 days of age.

The amplitude between maximum and minimum in all ages was approximately 60 kg for BW and approximately 5 cm for SC.

Table 1. Means(\bar{x}), standard deviation (SD), minimum and maximum values of body weight (BW) and scrotal circumference (SC) in relation to age of Braford bulls.

Age (days)	N	BW (kg) $\bar{x} \pm \text{SD}$	SC (cm) $\bar{x} \pm \text{SD}$
365	332	357.5 \pm 11.7 ^c (320-385)	25.0 \pm 1.07 ^c (23-27)
730	132	569.2 \pm 18.6 ^b (536-600)	31.9 \pm 1.39 ^b (30-36)

1095	120	641.1±12.1 ^a (620-670)	35.3±1.07 ^a (33-37)
------	-----	--------------------------------------	-----------------------------------

Means with different superscripts in the same column represent a difference ($P < 0.05$).

Number of observations (N).

There was no interaction between years of evaluation and age of the animals ($P > 0.05$). However, the interaction between the year of evaluation with season (dry or rainy season) was statistically significant, presenting differences in the traits BW and SC ($P < 0.05$).

Table 2 shows the means of year and season of evaluation on the characteristics weight and scrotal circumference of Braford bulls.

In general, during all years the highest means were measured during the dry season for both characteristics (BW and SC).

Regarding the rainy season, the highest means of live weight and scrotal circumference occurred in 2018. The highest means of BW and SC observed in the dry season also occurred in 2018, but the lowest means of BW and SC occurred in 2017.

Table 2. Lsmeans(\bar{x}), standard deviation (SD) of the body weight (BW) and scrotal circumference (SC) in relation to season and year of evaluation (YE).

YE	Seasons	N	BW (kg) ($\bar{x} \pm SD$)	SC (cm) ($\bar{x} \pm SD$)
2015	RS	45	355.2±11.4	25.7±0.9
2016	RS	37	356.08±15.85 ^b	30.3±4.86 ^b
	DS	45	566.8±126.19 ^a	32.5±1.11 ^a
2017	RS	58	399.5±104.6 ^b	26.3±4.05 ^b
	DS	123	505.55±126.2 ^a	30.3±4.86 ^a
2018	RS	237	446.54±118.9 ^b	28.3±4.61 ^b
	DS	39	639.07±12.2 ^a	35.3±1.1 ^a

Means with different superscripts in the same column represent a difference between seasons ($p < 0.05$).

Number of observations (N), rainy season (RS) and dry season (DS).

Table 3 reports the means and standard deviations of the testis biometry, such as scrotal circumference, testis length, testis width and total testis volume. The lowest means

were observed in the animals with 365 days of age and the highest means in the animals with 1,095 days of age.

There was an increase of the means values of the testis biometry traits in relation to age. In addition, it is important to highlight the large standard deviations presented for the testis volume.

Table 3. Lsmeans(\bar{x}), standard deviation (SD) of the testis length (TL), testis weight (TW) and testis volume (TV) in relation to the age of Braford bulls.

Age (days)	SC ($\bar{x} \pm$ SD)	TL ($\bar{x} \pm$ DP)	TW ($\bar{x} \pm$ DP)	TV ($\bar{x} \pm$ DP)
365	25.0 \pm 1.07 ^c	8.9 \pm 1.5 ^c	6.7 \pm 1.2 ^c	435.5 \pm 225.1 ^c
730	31.9 \pm 1.39 ^b	9.9 \pm 1.3 ^b	7.6 \pm 0.7 ^b	587 \pm 176.7 ^b
1095	35.3 \pm 1.07 ^a	10.4 \pm 1.6 ^a	8 \pm 1.5 ^a	726.7 \pm 326.2 ^a

Means with different superscripts in the same column represent a difference ($P < 0.05$).

Table 4 shows the pairwise correlations of the testis biometry traits (scrotal circumference, testis length, testis width, testis volume) with the weight and age of the Braford bulls.

There was a high correlation between SC and BW ($r=0.96$) as well as between TV and TW ($r=0.96$), while lower correlations were observed between SC and TL and TW and TV. The age of the animals showed high correlation with all testis biometry traits.

Table 4. Simple correlation between testis biometry traits, body weight and age of Braford bulls.

	BW	SC	TL	TW	TV	Age
BW	-					
SC	0.96 [*]	-				
TL	0.39 [*]	0.37 [*]	-			
TW	0.41 [*]	0.40 [*]	0.85 [*]	-		
TV	0.41 [*]	0.39 [*]	0.92 [*]	0.96 [*]	-	
Age	0.97 [*]	0.94 [*]	0.40 [*]	0.41 [*]	0.43 [*]	-

Body weight (BW), scrotal circumference (SC), testis length (TL), testis width (TW), testis volume (TV).

* Significant ($P < 0.01$).

4. Discussion

The means of body weight and scrotal circumference the bulls (Table 1) increased as the age of the animals increased, as expected according to the literature (NAVA TRUJILLO et al., 2017). The values of BW and SC at 365 days of age were higher than those reported by Crudeli et al. (2005), of 340.8 kg for LW and of 27.4 cm for SC in Braford bulls with age ranging from 14 to 21 months.

The increases of LW and SC of the animals of this study were similar to those observed by Ramirez Gimenez (2016) in Braford bulls. Those authors reported that Braford bulls from northern Argentina presented good body conformation regarding the patterns of the breed association, good growth capability, vigor, health, resistance to adverse environments and excellent results in growth and finish for beef cattle. The same author reported that the males presented fast feed conversion and good finishing performance in an extensive system, with 440 kg to 460 kg of live weight at 660 days of age.

The Braford bulls in this study showed higher means for BW and SC compared to other breeds of bulls reported by Nava Trujillo et al. (2017), evaluating weight and SC of Brahman, Criollo Limonero and Brown Swiss bulls in Venezuela. We suggest that those differences between studies could be due to different breeds with distinct animal body conformation (Menegassi et al., 2011; Ripoll et al., 2018), as well as management system and environment.

Acuña et al. (2012) reported that Braford bulls from northern Argentina reach puberty at 13.1 months of age, with an average weight of 333 kg and scrotal circumference of 27.5 cm. These results are similar to those observed in this study for animals of the same age.

Hernández et al. (2010) observed similar values to those found in this study for *Bos Taurus*, *Bos indicus* and the crossbreeds at 940 days of age in Mexico.

The SC values of the Braford bulls in this study were of 31.9 ± 1.39 cm and 35.3 ± 1.97 cm for animals with ages of two and three years, respectively. Menegassi et al. (2011) evaluated the SC of bulls of the same ages in Rio Grande do Sul, Brazil, comparing European breeds, crossbreeds and zebuine breeds. They observed for two-year old bulls means of 36.43 ± 3.19 cm for Hereford and 34.93 ± 2.91 cm for Braford breed. However, at three years of age, the Hereford and Braford animals had values of 37.08 ± 3.0 cm and 35.99 ± 2.99 cm, respectively. The European breeds presented higher SC values than the crossbreed. However, the Braford bulls presented higher SC than zebuine breeds and lower than taurine breeds.

The increase of SC is associated with gonadotrophic hormonal secretion and steroids. These hormones increase progressively in the prepubertal phase and remain the same until the adult phase (DEVKOTA et al., 2008). During the first months of life, the testis growth is slow and the concentrations of luteinizing hormones (LH) are low. In the prepubertal and pubertal periods, the concentrations of LH tend to increase along with testosterone. Testosterone acts on spermatogenesis and increases the testis parenchyma by the growth of the seminiferous tubules, and also increases the number of Leydig and Sertoli cells (ENGLISH et al., 2018). The same authors reported that the nutrition associated with the body condition of the males can influence the testicular growth and sexual maturation. In this study, the weight increased until adult age, with a progressive increase of the SC. Nava Trujillo et al. (2017) also reported that the metabolic hormones such as insulin, leptin, and insulin growth factor 1 (IGF-1), participate in the testis growth as the animal approaches puberty. This is also related to nutrition and weight gain of the animals.

Regarding the interaction between year of collection and season (dry or rainy), Table 2 shows that the BW and SC had the highest Lsmeans in the rainy season and dry season in

2018. This occurred because the animals went through two phenotypical selections, in 2016 and 2017, regarding BW and SC, breed pattern and body condition.

In Paraguay, the rainy season occurs in spring and summer and the dry season occurs in winter. The driest months are July and August and the rainiest are October and February. The rains in summer are usually abundant, especially in the eastern region where the animals of this study were kept (PAGLIALUNGA, 2019). During the study period, 2015 to 2018, the highest precipitation was observed during 2017, coinciding with the highest air humidity. The mean annual temperatures were not different among the years according to Mariscal (2018). Another environmental factor that influences the feed intake of animals in extensive systems is the air humidity associated with solar radiation and wind (Araujo, 2005). The same author reported that evaporation through the skin and lungs decreases the body temperature. However, the higher the humidity, the slower the evaporation of sweat is, so the decrease of body temperature will be less, causing thermal stress and decreased food intake (ARAUJO, 2005). The consequence of these factors is lower weight and testis development (RAMÓN, 2011). Thus, we can suggest that the high humidity and warm weather during the rainy season observed in this study could have caused stress and consequently decreased the food intake, causing lower weight and scrotal circumference.

According to Hahn et al. (2003), the environmental factors that affect cattle involve complex interactions among air temperature, air humidity, radiation, wind velocity, rainfall, atmospheric pressure, ultraviolet incidence, and dust, all of which occur differently between seasons. This could explain why in this present study the animals presented lower BW and SC during the rainy season in all years of evaluation, although the breed is adapted for diverse climates.

George et al., (2015) studied the SC and testis length of Brangus bulls at 36 months of age and observed means of 37.8 ± 0.79 cm for SC and 13.01 ± 0.37 and 12.92 ± 0.36 cm for

left and right testis length respectively. These values are higher than those observed in the present study for animals at 36 months of age. Although the Brangus breed is a synthetic beef breed like the Braford, there were differences in the SC. This could be occurred due to management or different criteria for selection of the animals.

The means of testis length, testis width and testis volume (Table 3) increased with age, as expected and according to Neves Alves (2007). Dias et al., (2007) studied SC, testis length, testis width and testis volume in Nelore bulls at ages of two and three years and observed difference in the testis shape between the two ages. With the advance of the age, the testes become more spherical than elongated. In Braford bulls, the testis biometry traits were higher than in Nelore bulls. This difference could be due to the elongated shape in zebuine breeds, while in the Braford breed, the testes presented spherical shape, as also observed in other European breeds (RIBEIRO SILVA, 2009).

The characterization of the testis shape aims to obtain new concepts to assist evaluation of bulls. According to Silva et al. (2012), bulls with lower SC and more elongated testicles present higher testis volume compared to bulls with ovoid and spherical testes, with more production of spermatozoa. Spherical testicular shape is more common in *Bos taurus* than *Bos indicus*, where elongated testicles are more common (SILVEIRA et al., 2010). In addition, elongated testicles have larger surface areas and more uniform distribution of blood vessels and testis parenchyma (Silva et al., 2012). Thus, there is better temperature control inside the testicles, providing better thermoregulation and hence better spermatogenesis in tropical conditions (Silva et al., 2012).

Pérez Osorio et al. (2014), studying reproductive characteristics of the Guzerá breed in Minas Gerais, Brazil, observed lower means of testicular volume compared to our results. We can suggest that the difference occurred due to different breeds and environment in the two studies, as also suggested by Neves Alves (2007).

In young bulls, the measures of testis biometry traits are different among breeds, including body weight and age of puberty (SILVEIRA et al., 2010). The testis growth during puberty is maximal and the nutrition plays a fundamental role in this (DEVINCENZI, 2012). Each testicular gram contains 87% of parenchyma and each parenchyma gram produces 10 to 15 million spermatozoa per day (MORILLO; SALAZAR; CASTILLO, 2010). Thus, selection of bulls by their testis biometry, mainly by scrotal circumference, causes indirect selection for spermatozoa production. According to Cesar et al. (2008), SC presents high correlation with testicular parenchyma weight ($r=0.95$). Additionally, the testicular parenchyma is strongly related to the potential for spermatozoa production. Hence, bulls with bigger scrotal circumference produce higher concentration of spermatozoa compared to bulls of the same breed and age but with smaller testicles.

According to Capandeguy Istebot and Mattos Amorim (2014), measurements of one-year-old bulls can allow predicting how the testis will develop in the future and the testis size in adult bulls, also considering the adequate weight for the specific breed at a given age.

The correlation between SC and BW of the animals was high and positive (Table 4). According to Cesar et al. (2008), the high correlation between SC and body weight indicates that SC is an adequate parameter to identify bulls with better potential for weight gain. Dias et al., (2008) also observed high correlations between SC and body weight, suggesting the existence of common genetic bases between the two traits.

In this study, the correlation between SC and the age of the bulls was positive and high ($r=0.94$). This result was similar to that reported by Pérez Osorio et al. (2014) ($r=0.92$) evaluating Guzerat bulls from puberty to 36 months of age in Minas Gerais, Brazil. Neves (2007) also observed high correlation between SC and age in Nelore bulls with ages from 5 to 70 months and bred in an extensive system in Brazil.

The correlations between scrotal circumference on the one hand and testis length, testis width, and testis volume on the other were medium, indicating that SC can be an adequate parameter to predict testis size in Braford bulls. In the study of Da Silva Silveira et al. (2009) with Nelore bulls, bred in extensive system at 21 months of age, the correlation between SC and testis width was higher than the correlation between SC and testis length, suggesting that the SC is influenced mainly by the width instead of length. Regarding that, the SC is measured on the biggest diameter of the testis, so animals with bigger testis width are expected to have larger SC.

Dias et al. (2008) evaluated Nelore bulls at two and three years of age, kept in an extensive system in Brazil, for biometry traits and observed association among SC, testis length, testis width, and testis volume. They also reported that this could indicate that SC is a suitable parameter to predict testis size.

According to Siqueira, Guimarães and Pinho (2013b), positive and high genetic correlations between SC on the one hand and LW, testis volume, testis length and testis width on the other, indicate the possibility to selection for body growth and fertility bull selection programs.

5. Conclusion

The pattern of testicular biometry was established for Braford bulls raised under semi-extensive system at three representative ages in a herd in Paraguay. This information can be used as a base for genetic improvement programs. The correlations of testicular biometry lead to a possibility of selecting characteristics of growth and fertility simultaneously.

Acknowledgements

This work was supported by a grant from CAPES (a Brazilian federal agency to support university research within the Ministry of Education). We are also thankful for the support of the Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and to “La Golondrina” of PAYCO S.A. farm, UNNE and the people who work there, along with Alberto Jacquet.

6. References

ABR. **La raza Braford**. Disponível em: <<https://www.braford.org.ar/>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

ACUÑA, M. B. et al. Inicio de pubertad y caracteres reproductivos en toritos Braford del nordeste argentino. **Revista Veterinaria**, v. 23, n. 2, p. 100–103, 2012.

ARAUJO, O. **Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales**. X Seminario de pastos y Forrajes. **Anais...**Maracaibo, Zulia. Venezuela: 2005Disponível em:

<http://www.avpa.ula.ve/eventos/ix_seminario_pastosyforraje/Conferencias/C1-OmarAraujo.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2019

ARECO, S. **UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO SILVINO ARÉCO A ACUMULAÇÃO PRIMITIVA NOS DOMÍNIOS**. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL, 2013.

BIGNARDE, G. **Avaliação reprodutiva de touros**. [s.l.] Universidade Castelo Branco, 2008a.

BIGNARDE, G. **AVALIAÇÃO REPRODUTIVA DE TOUROS - PDF**. [s.l.: s.n.].

BOLIGON, A. A.; BALDI, F.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimates of genetic parameters for

scrotal circumference using random regression models in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 137, p. 205–209, 2011.

CAPANDEGUY ISTEBOU, J. I.; MATTOS AMORIM, B. **PRINCIPALES HALLAZGOS EN LA EVALUACION ANDROLOGICA EN TOROS DE CAMPO**. [s.l.] UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA, 2014.

CESAR, J. et al. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 53–59, 1 jan. 2008.

COLLADO SOZA, C. B. **Interpretación de la circunferencia escrotal y análisis de semen fresco para la evaluación de la fertilidad de toros de raza Cebú y Europea en la finca El Plantel**. [s.l.] UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, 2016.

CRUDELI, G. et al. **Análisis de las variables biométricas circunferencia escrotal y volumen testicular en toros de la raza Braford**. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste: [s.n.]. Disponible em:

<<http://www.revistacyt.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/4-Veterinaria/V-051.pdf>>.

Acesso em: 23 jan. 2019.

DE PAULA REZENDE, P. L. et al. MORFOMETRIA TESTICULAR DE BOVINOS MISTIÇOS JOVENS SUBMETIDOS A DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA DE PASTAGEM DE *Brachiaria Brizantha*. **Ci. Anim. Bras.**, v. 11, n. 4, p. 817–824, 2010.

DEVINCENZI, J. B. **Evaluación de la aptitud reproductiva potencial y funcional del toro: capacidad de servicio**. Chile: [s.n.]. Disponible em:

<http://www.biblioteca.uach.cl/biblioteca_virtual/libros/2007/636.20824BOG.pdf>. Acesso em: 28 set. 2018.

DEVKOTA, B. et al. Relationships Among Age, Body Weight, Scrotal Circumference,

Semen Quality and Peripheral Testosterone and Estradiol Concentrations in Pubertal and Postpubertal Holstein Bulls. **Theriogenology**, v. 70, n. 1, p. 119–121, 2008.

DIAS, J. et al. Correlações genéticas e fenotípicas entre características reprodutivas e produtivas de touros da raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 53–59, jan. 2008.

DIAS, J. C. et al. Biometria testicular e aspectos andrológicos de touros Nelore (*Bos taurus indicus*), de dois e três anos de idade, criados extensivamente. **Vet Not**, v. 13, n. 2, p. 31–37, 2007.

ENGLISH, A. M. et al. Effect of Early Calf-Hood Nutrition on the Transcriptional Regulation of the Hypothalamic-Pituitary-Testicular axis in Holstein-Friesian Bull Calves. **Scientific Reports**, v. 8, p. 1–10, 2018.

ESPINOLA RAMIREZ, C. J.; PANIAGUA ALCARAZ, P. L. Determinación de rendimiento y calidad forrajera de especies del género *Brachiaria*, en un suelo derivado de granito. **Investigación agraria**, v. 12, n. 1, p. 5–10, 2010.

FAIDER, A. C. V. **DESENVOLVIMENTO TESTICULAR, PONDERAL E USO DE MODELOS NÃO-LINEARES PARA DESCREVER A CURVA DE CRESCIMENTO DO PERÍMETRO ESCROTAL EM BOVINOS**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2017.

FAO. **Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura**. Disponível em: <<http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2019/pt/>>. Acesso em: 24 fev. 2019.

FCA. **Anatomía testicular del toro**. Disponível em:

<<http://www.fca.proed.unc.edu.ar/mod/book/view.php?id=5302&chapterid=622>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

GEORGE, M. et al. Influencia dos fatores climáticos no semen de touros Nelore (*Bos taurus indicus*). **Colloquium Agrariae**, v. 11, p. 81–87, 2015.

GLAUBER, C. E.; ACOSTA, A. P. G.; REPETTO, I. M. A. CIRCUNFERENCIA ESCROTAL EN TOROS BOS INDICUS Y DERIVADOS. **Vet. Arg.**, v. 7, n. 122671, p. 466–472, 2008.

GONZÁLEZ, K. **Raza bovina Braford, un ganado híbrido de alto rendimiento**. Uruguay: [s.n.]. Disponível em: <<https://zoovetesmipasion.com/ganaderia/razas-bovina/raza-bovina-braford/>>. Acesso em: 1 out. 2018.

GRESSLER, S. L.; GRESSLER, M. G. M.; BERGMANN, J. A. G. Fatores ambientes e estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal na raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 66, n. 4, p. 986–994, 2014.

GUALANCAÑAY, G. B. V. **MANEJO DE TOROS DONADORES DE SEMEN**. [s.l.] FACULTAD DE CIENCIAS PEPCUARIAS, 2012.

GUERRA, I. D.; GONZALEZ, P. D.; PINO PEREZ DE UTRERA, M. Parámetros genéticos del crecimiento y la reproducción en ganado cebú. **Revista de Medicina Veterinaria**, n. 17, p. 77–84, 2009.

HAHN, G.; MADER, T.; EIGENBERG, R. **Perspectives on development of termal indices for animal studies and management**. Egipto: [s.n.].

HENRY, M.; PEREIRA NEVES, J.; MASCARENHAS JOBIM, M. I. **Manual para Exame Andrológico e avaliação de sêmen animal**. 3. ed. Belo Horizonte: [s.n.].

HERNÁNDEZ, H. R. et al. Caracterización reproductiva de toros Bos taurus y Bos indicus y sus cruasas en un sistema de monta natural y sin roposo sexual en el trópico Mexicano. **UDO Agrícola**, v. 10, n. 1, p. 94–102, 22 jun. 2010.

HOLGADO, F. D.; ORTEGA, M. F. CARACTERIZACIÓN DE TOROS ADULTOS DE LA RAZA CRIOLLO ARGENTINO: PESO CORPORAL, ALZADA Y CIRCUNFERENCIA ESCROTAL. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA**, v. 6, p. 172–177, 2015.

- LAUREANO, M. M. . et al. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 1, p. 143–152, fev. 2011.
- LIMA, F. P. C. et al. Perímetro escrotal e características seminais de touros da raça Nelore selecionados para precocidade sexual. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 6, p. 1603–1608, dez. 2013.
- LÓPEZ, R. C. J. et al. Estadio de madurez sexual en toros de la raza nelore. **Rev.Med.Vet.**, v. 31, p. 11–22, 2016.
- MARISCAL, E. **Resumen climatologico Paraguay**. Asunción. Paraguay: [s.n.].
- MENEGASSI, S. R. O. et al. **Determinação da circunferência escrotal em touros de corte no Rio Grande do Sul** **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v63n1/v63n1a14.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2019a.
- MENEGASSI, S. R. O. et al. Bioeconomic impact of bull breeding soundness examination in cow-calf systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 441–447, fev. 2011b.
- MOHAMED, D.; KAROUI, S. **Estudio de efectos genéticos y ambientales de caracteres seminales de toros Holstein**. [s.l.] Universidad Politécnica de Valencia, 2009.
- MORILLO, M.; SALAZAR, S.; CASTILLO, E. **Evaluación del potencial reproductivo del macho bovino**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://sian.inia.gob.ve/pdfpnp/Eval_poten_repro_macho_bovino.pdf>. Acesso em: 28 set. 2018.
- NAVA TRUJILLO, H. et al. Relacion entre la circunferencia escrotal, racial, la edad, el escorral la ganancia diaria dep eso en toros. **Revista Científica**, v. XXVII, n. 1, p. 62–67, 2017.
- NEVES ALVES, L. A. **Biometria e morfologia testicular em bovinos da raça nelore criados a pasto**. [s.l.] Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2007.

OKA, Y. A. et al. Efecto de la temperatura ambiental en la calidad seminal de toros Pampa Chaqueño criados bajo condiciones de campo en la región occidental, Chaco Paraguayo, en las diferentes estaciones del año. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA**, v. 2, p. 181–184, 2012.

ORTIZ VEGA, W. H.; MACIEL JÚNIOR, V. L.; QUIRINO, C. R. Avaliações seminais e novas ferramentas genômicas na estimação da fertilidade em touros. **Spei Domus**, v. 11, n. 23, p. 1–13, 2016.

OSORIO, J. et al. Desenvolvimento testicular e puberdade em machos da raça guzerá da desmama aos 36 meses de idade criados no cerrado mineiro. **Revista de Medicina Veterinária**, v. 24, p. 9–24, 2012.

PAGLIALUNGA, V. **Características climáticas del Paraguay**. Disponível em:

<<http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/caracteristicas-climaticas-del-paraguay-1522521.html>>.

PASTORE, A. A. et al. Características biométricas, testiculares, seminais e parâmetros genéticos de touros pertencentes ao programa de melhoramento genético da raça Nelore. **Ars Veterinaria**, v. 24, n. 2, p. 134–141, 1 abr. 2009.

PÉREZ OSORIO, J. et al. Relación entre la circunferencia escrotal, el crecimiento testicular y parámetros de calidad de semen en toros de raza Guzerat, desde la pubertad hasta los 36 meses de edad. **Revista de Medicina Veterinaria**, v. 27, p. 73–87, 2014.

PERUMAL, P. Scrotal Circumference and Its Relationship with Testicular Growth, Age, and Body Weight in Tho Tho (*Bos indicus*) Bulls. **International Scholarly Research Notices**, v. 2014, p. 1–6, 29 out. 2014.

RAMIREZ GIMENEZ, J. C. **Raza bovina Braford**. Disponível em:

<<http://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=8587>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

RAMIREZ, J. C. **RAZA BOVINA BRAFORD**. Uruguay: [s.n.]. Disponível em:

<<http://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=8587>>. Acesso em: 1 out. 2018.

RAMÓN, J. Relación y correlación existente entre circunferencia escrotal , peso corporal y edad , en toros Brahman de 18 a 60 meses de edad e la provincia de Chiriquí. **Revista electrónica de Veterinaria**, v. 12, n. 1, p. 9, 2011.

RIBEIRO SILVA, M. **Estudo genético quantitativo das características andrológicas de touros jovens da raça Nelore**. [s.l: s.n.].

RIPOLL, G. et al. Colour variability of beef in young bulls from fifteen European breeds. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 12, p. 2777–2785, 2018.

RODRIGUEZ, D.; FOGLIATTI, G. **Sumario de padres 2018**. Argentina: [s.n.]. Disponível em: <www.braford.org.ar>. Acesso em: 23 jan. 2019.

SAS. **Statistical analyses sistem**Cary, NC, USASAS institute incorporation, , 2012.

SILVA, M. et al. Parâmetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina. **Archivos de medicina veterinaria**, v. 44, n. 1, p. 1–11, 2012a.

SILVA, M. R. et al. Parâmetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina. **Arch Med Vet**, v. 44, p. 1–11, 2012b.

SILVA, R. **Estudo genético quantitativo das características andrológicas de touros jovens da raça Nelore**. [s.l.] Universidade estadual paulista, 2009.

SILVEIRA, S. et al. Maturação sexual e parâmetros reprodutivos em touros da raça Nelore criados em sistema extensivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 503–511, 2010.

SIQUEIRA, J. B.; GUIMARÃES, J. D.; PINHO, R. O. **Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão****Rev. Bras. Reprod. Anim.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.cbpa.org.br>. Acesso em: 26 nov. 2018a.

SIQUEIRA, J. B.; GUIMARÃES, J. D.; PINHO, R. O. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão Relationship

between scrotal circumference and productive and reproductive traits in beef cattle: a review.

Rev. Bras. Reprod. Anim, v. 37, n. 1, p. 3–13, 2013b.

TOELLE, V. D.; ROBISON, O. W. Estimates of Genetic Correlations between Testicular Measurements and Female Reproductive Traits in Cattle. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 1, p. 89–100, 1 jan. 1985.

VILLASANTI, L. E. **Introducción a Paraguay y su Sector Cárnico Abril 2017**. Paraguay: [s.n.]. Disponível em: <www.arp.org.py>. Acesso em: 28 set. 2018.