

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**Indicadores de Precocidade Sexual em
Bovinos da raça Caracu**

Luiz Gustavo Cavalca

CAMPO GRANDE - MS
Dezembro / 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**Indicadores de Precocidade Sexual em Bovinos da raça
Caracu**

Luiz Gustavo Cavalca
Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Junior

Dissertação apresentada à Banca de
Qualificação da Universidade Federal do
Mato Grosso do Sul, como exigência parcial
para a obtenção do título de Mestre em
Ciência Animal.
Área concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE – MS

Dezembro/2017

Luiz Gustavo Cavalca

**Indicadores de Precocidade Sexual em Bovinos da raça
Caracu**

Dissertação apresentada à Banca de
Qualificação da Universidade Federal do
Mato Grosso do Sul, como exigência parcial
para a obtenção do título de Mestre em
Ciência Animal.

Área concentração: Produção Animal.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres
Junior

Embrapa - CNPGC

Prof. Dr. Fábio José Carvalho Faria

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Leonardo Martin Nieto

Universidade Católica Dom Bosco

Campo Grande, ____ de ____ de ____.

SUMÁRIO

1. RESUMO	1
2. INTRODUÇÃO	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 Precocidade Sexual em Fêmeas	3
3.2 Precocidade Sexual em Machos	5
3.3 Correlação entre Perímetro Escrotal e Características Reprodutivas	6
3.4 Correlação entre Perímetro Escrotal e Características Produtivas	8
3.5 Modelo de Limiar	8
3.6 Herdabilidade	11
3.7 Resposta correlacionada	12
3.8 Análise de Trilha	13
3.9 A raça Caracu	14
4. OBJETIVO	14
5. REFERÊNCIAS	14
6. ARTIGO	18
Indicadores de Precocidade Sexual em Bovinos da raça Caracu	
Resumo	18
Palavras Chave	18
Introdução	19
Material e Métodos	20
Resultados e Discussão	25
Conclusão	35
Referências	36

CAVALCA, L.G. Indicadores de Precocidade Sexual em Bovinos da raça Caracu. 2017. 42f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS 2017.

1. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar o uso do perímetro escrotal mensurado aos 12 meses, com o perímetro escrotal aos 12 meses ajustado, pelo modelo linear e pelo modelo multiplicativo, para o peso ao ano, como indicadores de precocidade sexual em fêmeas da raça Caracu, pertencentes ao projeto Taurino Tropical, desenvolvido no município de Diamantino, no estado do Mato Grosso. O arquivo de dados continha informações de animais nascidos entre 2003 e 2016, totalizando 12.329 animais avaliados. A precocidade sexual das fêmeas foi avaliada como a probabilidade de parto precoce (PPP), que por sua vez, foi identificada pela ocorrência do primeiro parto até os 28 meses de idade. O ajuste do perímetro escrotal em ambos os modelos, linear e multiplicativo, contribuiu para o aumento da herdabilidade da característica e sua correlação com a probabilidade de parto precoce.

Palavras-chave: perímetro escrotal, peso, probabilidade de parto precoce

2. INTRODUÇÃO

O Brasil detém atualmente o maior rebanho comercial do mundo, aproximadamente 215 milhões de cabeças (IBGE - 2015). Infelizmente este número expressivo mascara um sistema de produção muito aquém do seu verdadeiro potencial, nosso sistema de produção é caracterizado por baixos índices zootécnicos e com baixa rentabilidade.

Características de produtividade, fertilidade e precocidade, estão diretamente ligadas a diminuição de despesas e aumento da rentabilidade, portanto, a seleção genética de animais mais produtivos, férteis e mais precoces se torna cada vez mais importante para melhorar estes índices e incrementar a rentabilidade na pecuária de corte. De acordo com Guimarães et al. (2002) e Pereira (2008), a eficiência reprodutiva torna-se o aspecto mais importante nos programas de melhoramento genético, pois pode definir a quantidade de animais produzidos para o mercado, sendo considerada o fator determinante da lucratividade da atividade. Além disso, pode definir o número de candidatos a seleção e a eficiência dos programas de melhoramento.

Fêmeas sexualmente precoces começam a pagar seu custo ainda mais cedo, diminuem o tamanho do rebanho improdutivo (fêmeas que ainda não reproduzem), e principalmente diminuem o intervalo de geração, contribuindo para o progresso genético do rebanho.

Desenvolvida no Brasil, desde o período colonial, a raça Caracu passou por um processo de seleção natural ao longo destes anos, tornando-se uma raça adaptada às condições tropicais encontradas no Brasil, porém é uma raça que se mostra carente em trabalhos de seleção, principalmente por se tratar de um taurino adaptado que pode e deve ser utilizado em cruzamento industrial. Como parece existir uma

tendência mundial em diminuir a diversidade da utilização de raças bovinas, seus criadores precisam utilizar das tecnologias existentes para torna-lá cada dia mais competitiva. A raça necessita desenvolver constantemente características importantes quando se pensa em cruzamento industrial e também no desenvolvimento da própria raça, portanto este estudo tem como objetivo estudar a precocidade sexual, suas correlações com outras características de produção, tanto em machos como nas fêmeas da raça Caracu.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Precocidade Sexual em Fêmeas

Para ambos os sexos a idade à puberdade, é uma importante característica reprodutiva a ser considerada nos programas de melhoramento das raças zebuínas (Marcondes et al., 2000).

O início da puberdade nas fêmeas, têm sido considerada, como a idade na qual o animal ovula pela primeira vez com manifestação de estro (Bergmann, 1998).

A puberdade é um processo ocasionado por um complexo mecanismo neuro-endócrino, controlando uma série de eventos hormonais, com inúmeras alterações fisiológicas e morfológicas. É seguida da maturidade sexual, fase esta que se caracteriza pela transição entre um período de inatividade ovariana para um período de ovulações regulares.

A puberdade é influenciada por fatores genéticos, associado à taxa de crescimento e peso corporal, que também sofrem grande influência de fatores ambientais, dentre eles pode-se destacar o manejo nutricional. Maiores taxas de

ganho de peso durante a fase que antecede a entrada na reprodução proporcionam maior e mais rápido desenvolvimento do aparelho reprodutivo, levando à antecipação da puberdade (Brunes, 2017).

A herdabilidade da idade à puberdade é relativamente alta (0,61), segundo Bergmann et al., 1996, significando que esta idade pode ser reduzida através da seleção (Bergmann, 1998, Lôbo et al., 2000).

Devido a dificuldade de observação desta característica, a idade ao primeiro parto pode ser considerada como indicadora do início da atividade reprodutiva em fêmeas. Existe variabilidade genética para esta característica, mostrando ser uma característica passível de seleção, mas para isso, é preciso expor todas as fêmeas do rebanho ainda em tenra idade a reprodução.

Outra característica que pode contribuir com a precocidade sexual nas fêmeas, é o perímetro escrotal, por apresentar facilidade de medição, alta herdabilidade e correlação genética favorável com as características reprodutivas de fêmeas (Pereira et al., 2000).

Com o intuito de elevar índices zootécnicos, otimizar o sistema de produção, torna-se importante conhecer informações do potencial de ganho de peso (Rezende et al., 2014) e da precocidade reprodutiva (Silveira et al., 2014). As estimativas de parâmetros genéticos para características produtivas (Toral et al., 2014; Gonçalves et al., 2011) e reprodutivas (Dias et al., 2008) em bovinos são indicadores da resposta ao melhoramento genético a ser alcançado.

De acordo com a literatura, a estimativa de herdabilidade das características reprodutivas em bovinos de corte e de leite geralmente é de baixa magnitude. De acordo com Pereira et al. (1991) e Lôbo (1998), a idade ao primeiro parto apresentou herdabilidade de média a alta em bovinos de corte (0,29 a 0,46), por

sofrer influência direta da idade à puberdade, que, por sua vez, apresentou elevada herdabilidade. No entanto, baixas estimativas também já foram obtidas (0,12), havendo uma grande variação de resultados (Pereira et al., 2000; Guimarães et al., 2002).

3.2 Precocidade Sexual em Machos

Para os machos, a idade à puberdade tem sido considerada como aquela em que aparecem os primeiros espermatozoides no ejaculado (Bergmann, 1996).

Segundo Sesana et al. (2007), o perímetro escrotal apresenta crescimento linear com a idade do animal, tendo um crescimento acelerado entre 7 e 18 meses, desacelerando seu crescimento a partir daí até a idade adulta.

Dessa forma, a seleção para perímetro escrotal realizada aos 365 dias de idade está relacionada com a precocidade sexual, uma vez que a medida foi realizada antes do início da sua atividade reprodutiva, já a seleção aos 450 dias está relacionada à maior capacidade reprodutiva (Bergmann, 1999).

O perímetro escrotal é uma variável que vem sendo utilizada em diversos programas de melhoramento genético, pois é uma medida fácil de ser obtida e altamente herdável, além de estar correlacionada com características de crescimento e reprodução (Latimer et al., 1982)

Contudo, tem sido observado correlações de baixa magnitude em algumas populações e é uma característica mensurada apenas nos machos, sugerindo a necessidade de inclusão de outras características associadas ao perímetro escrotal e que possam ser mensuradas diretamente nas fêmeas, possibilitando assim a seleção para fertilidade e precocidade, atingindo a melhoria no desempenho reprodutivo do

rebanho (Brunes, 2017).

Segundo Brito (1997), as medidas de perímetro escrotal devem ser padronizadas para uma idade ou peso corporal, pois, dessa forma, é possível obter progressos genéticos em precocidade sexual, sem acarretar, necessariamente, aumento no tamanho adulto dos animais.

Dias et al., (2003) afirma que o perímetro escrotal ajustado para idade e peso ao sobreano apresentou maior herdabilidade do que quando foi ajustado apenas para idade ou peso e pode ser utilizado como critério de seleção quando se busca, maior precocidade sexual.

3.3 Correlação entre Perímetro Escrotal e Características Reprodutivas

De acordo com Lima, Bergmann e Marques Junior (2013) a idade a puberdade de touros esta diretamente relacionada com o perímetro escrotal desses animais.

Além de indicador de precocidade sexual dos machos a circunferência escrotal também é utilizada na seleção indireta das fêmeas para precocidade sexual (Silva et al., 2000). Entretanto, alguns fatores podem afetar a puberdade nas fêmeas e consequentemente o aparecimento do cio. Dentre eles a idade da fêmea no início da estação de monta, estação de nascimento, taxa de crescimento, condições nutricionais e a própria genética do animal.

Existem trabalhos com zebuínos comprovando que o perímetro escrotal está correlacionado geneticamente com a idade à puberdade nos machos e fêmeas, com a fertilidade dos machos e das fêmeas aparentadas a estes machos (Bergmann, 1993).

A medida de perímetro escrotal também têm correlação com idade a

puberdade em machos e fêmeas Nelore (Bergmann et al., 1996).

Em animais da raça Canchim Silva et al. (2000) relataram correlação genética entre perímetro escrotal e idade ao primeiro parto de -0,47, indicando que a seleção para o incremento no perímetro escrotal pode levar a diminuição da idade ao primeiro.

Eler et al. (2004) encontraram correlação genética entre perímetro escrotal (PE) e probabilidade de prenhez precoce (PP14) de (0,20).

A correlação genética entre o perímetro escrotal medido aos 18 meses de idade e a data do primeiro parto foi desfavorável. Por outro lado, o perímetro escrotal medido aos 12 meses apresentou correlação genética favorável com a data do primeiro parto. A seleção do perímetro escrotal medido aos 12 meses seria mais efetiva que a seleção do perímetro medido aos 18 meses de idade, quando se deseja obter melhoria relacionada às características reprodutivas das fêmeas (Gressler, 2000).

É possível obter incremento das características reprodutivas das fêmeas via seleção para aumento do perímetro escrotal nos machos, e a idade mais apropriada para a seleção para perímetro escrotal seria aos 12 meses de idade (Gressler, 2000).

O perímetro pode ser utilizado como critério de seleção em programas de melhoramento genético, desde que ajustado ao peso, pois apresenta correlações genéticas favoráveis com as características do sêmen, à puberdade de machos e fêmeas e com as características de crescimento (Pimentel, 2010).

Terakado (2011), em seu estudo encontrou correlação genética entre o perímetro escrotal aos 12 meses e a probabilidade de prenhez precoce de 0,35.

Já para Grossi et al. (2009) afirma que a circunferência escrotal aos 365, 450, 550 ou 730 dias não deve causar alterações genéticas na idade ao primeiro

parto. Pois estes autores observaram correlações genéticas entre estas característica e idade ao primeiro parto de 0,10, 0,13, 0,13 e 0,06, respectivamente, comprovando essa afirmação.

3.4 Correlação entre Perímetro Escrotal e Características Produtivas

Apesar de a seleção para aumento do perímetro escrotal não trazer benefício econômico direto, este é geneticamente correlacionado com característica de ganho de peso (Bergmann et al., 1996, Pereira et al., 2000, Sesana et al., 2007).

A correlação genética favorável e de alta magnitude entre perímetro escrotal e peso é indicação de que o perímetro escrotal é parâmetro adequado para identificação de touros com maiores potenciais de ganho de peso (Salvador et al., 2002)

Dias et al. (2008) também encontraram correlações genéticas de alta magnitude entre perímetro escrotal e peso (0,72).

O perímetro escrotal, segundo Pereira et al. (2001) apresentou correlação negativa com peso ao nascimento(-0,16) e positiva com peso ao desmame (0,27), peso ao sobreano (0,25) e ganho de peso até os 345 dias. Estes resultados indicam que a seleção para perímetro escrotal e a seleção para características de desempenho ponderal são compatíveis, isto é, a seleção para maiores pesos e ganhos de peso levaria a maiores perímetros escrotais. Correlações positivas entre PE e pesos à desmama, ao sobreano e ganhos de peso foram descritas em vários trabalhos (Koots et al., 1994; Lôbo et al., 1994; Bergmann et al., 1996; Lôbo et al., 2000).

Laureano et al. (2011), encontrou correlação genética entre perímetro escrotal e peso a desmama (0,24), bem semelhante a Pereira et al. (2001).

3.5 Modelo de Limiar

Segundo Nieto et al. (2007) o fato das características reprodutivas não serem tão amplamente utilizadas no programas de melhoramento está relacionado principalmente as dificuldade para a aferição destas características à campo e a escassez de estudos que correlacionam as características reprodutivas a aquelas alvo do sistema de produção. Já pouco exploradas as características reprodutivas lineares, menos ainda são aquelas não-lineares, do tipo categórico ou de limiar, com o fenótipo geralmente expresso por poucas classes, tais como facilidade de parto, sucesso ou fracasso para determinada característica pré estabelecida, stayability, entre outras.

Luo et al. (2002) afirma que as características morfológicas não apresentam distribuição normal dos dados, e uma melhor atenção deve ser dada às análises genéticas, uma vez que os modelos lineares, usuais na avaliação genética, consideram tais características como contínuas, de modo que seja ignorada a natureza discreta dos dados.

A melhor predição linear não viesada (BLUP), conforme salientado por Thompson (1979), Gianola (1980, 1982) e Hoeschele (1986), não seria apropriada para as variáveis categóricas, pois elas violariam várias pressuposições existentes nas metodologias de modelos mistos. Os autores identificaram e discutiram alguns problemas nas análises de dados binomiais com modelo linear. Alguns dos problemas mais críticos são: 1) as variâncias das características categóricas são heterogêneas, 2) as soluções do BLUP não tomam em consideração a restrição de que a soma das probabilidades de resposta tenha que ser igual a 1 entre todas as

categorias de resposta, 3) a variância genética aditiva na escala observada depende da incidência da característica na população, 4) a possibilidade que o efeito genético não aditivo esteja presente na escala observada no caso em que toda a variação genética é aditiva na escala subjacente, e 5) quando a esperança condicional das predições dado os dados é não linear, as propriedades de classificação do melhor preditor linear não parecem ser otimizados.

Os procedimentos para análise de dados genéticos descontínuos estão divididos em dois grupos, e a distinção entre eles depende se se assume ou não a distribuição contínua subjacente. O primeiro grupo inclui métodos que ignoram a natureza discreta dos dados categóricos e a análise procede ao se usar o procedimento linear como se os dados fossem contínuos. O segundo envolve o conceito de limiar (ou threshold) (Falconer, 1989), que assume uma distribuição normal, não observável, subjacente para a variável discreta mensurada. A conexão da variável discreta e a escala contínua subjacente é gerada por um conjunto de limiares fixos. Enfim, a variável subjacente é descrita pelo modelo linear, mas a relação da subjacente e a externa ou escala observada é não linear.

Gianola & Foulleyem 1983 desenvolveram o modelo de limiar para avaliação genética de dados categóricos. Posteriormente, VanTassel et al.(1998) tornaram possíveis as análises multi-características que relacionam dados contínuos e categóricos. Os modelos de limiar admitem que existe uma variável subjacente de distribuição contínua, em relação à variável discreta e as estimativas referentes a uma determinada categoria são observadas se os valores da escala subjacente estiverem localizados entre os limiares que definem essa categoria. Assim, a distribuição de probabilidade das estimativas, para dados categóricos, depende da posição da média da distribuição subjacente contínua, em relação aos limiares fixos.

O programa MTGSAM Threshold (“multiple trait Gibbs sampler for animal models”), desenvolvido por Van Tassel et al. (1998), que utiliza a inferência bayesiana sob o enfoque da amostragem de Gibbs, tem sido utilizado na estimação de parâmetros genéticos para dados categóricos em modelo de touro e em modelo touro avô materno. Em modelo animal, alguns autores (Moreno et al., 1997, Phocas & Laloë, 2003) encontraram dificuldades para atingir a convergência da cadeia de Gibbs, uma vez que o algoritmo utilizado caracteriza-se como um processo iterativo.

3.6 Herdabilidade

O coeficiente de herdabilidade de uma característica é um parâmetro genético de grande importância, quando se vai determinar a estratégia a ser utilizada em seu programa de melhoramento, porque mede a capacidade de transmissão desse caráter à sua progênie (Karsburg, 2003). A herdabilidade é a fração da variância fenotípica atribuída à ação aditiva dos genes.

Os valores de herdabilidade podem variar de 0,0 a 1,0 ou de 0 a 100%. Quando a herdabilidade de uma característica é baixa (0,0 a 0,1) significa que grande parte da variação da característica é devido às diferenças ambientais entre os indivíduos, e a seleção não será efetiva; quando alta (acima de 0,3), significa que diferenças genéticas entre os indivíduos são responsáveis, em grande parte, pela variação da característica. Quando apresenta valores entre 0,1 e 0,3, é considerada apenas mediana (Pereira, 1999).

A seleção nada mais é do que a escolha dos animais que serão pais da próxima geração e, para a identificação desses animais, faz-se necessário determinar

o seu mérito genético (Bocchi, 2003). Quando se utilizar simultaneamente várias características para construir um índice de seleção, as correlações são importantes para decidir quais características serão incluídas e que peso relativo será dado a cada uma delas (Cardellino e Rovira, 1983), visto que, quando se realizar a avaliação genética simultânea de várias características, a informação de uma delas irá influenciar a determinação do mérito genético da outra.

3.7 Resposta correlacionada

Quando temos duas ou mais variáveis sendo estudadas simultaneamente, logo perguntamos se há alguma relação entre essas variáveis de interesse.

Segundo Paul G. Hoel (1961) em seu livro Estatística Elementar, o estudo de duas ou mais variáveis e suas correlações ocorre, pois, havendo qualquer relação esta pode ser usada para ajudar a fazer estimativas ou previsões sobre uma variável particular.

Conforme explica Murray R. Spiegel em seu livro Estatística(1970), correlação ou grau de relação entre as variáveis, procura determinar quão bem uma equação linear, ou de outra espécie, descreve ou explica a relação entre as variáveis.

Quando temos somente duas variáveis, fala-se em correlação e regressão simples. Quando se trata de mais de duas variáveis, fala-se correlação e regressão múltipla.

Estatisticamente, a correlação pode ser definida como a dependência entre as funções de distribuição de duas ou mais variáveis aleatórias, em que a ocorrência do valor de uma favorece a ocorrência de um conjunto de valores das outras. As causas de correlação genética entre duas características podem ser permanentes ou

transitórias. A causa permanente para que os caracteres sejam correlacionados geneticamente é a pleiotropia, em que o grau de correlação originado expressa a intensidade pela qual duas características são influenciadas pelos mesmos genes (Falconer, 1987). A causa transitória é a ligação gênica ou *linkage* que acontece quando genes que estão muito próximos no cromossomo agem conjuntamente. Neste caso, a correlação causada pela proximidade tende a desaparecer com o tempo à medida que o *crossing - over* vai separando os genes que estavam originalmente próximos no cromossomo (Cardellino e Rovira, 1983; Falconer, 1987).

A correlação pode variar de - 1 a 1. Quando positiva, o aumento em uma delas leva ao aumento na outra e, quando negativa, o aumento em uma delas leva à diminuição na outra. Essas correlações podem ser consideradas favoráveis ou desfavoráveis de acordo com o que se espera das características analisadas conjuntamente (Cardellino e Rovira, 1983). A magnitude e o sentido das respostas correlacionadas são determinados, principalmente, pela correlação genética entre as características envolvidas (Pereira, 1999).

A origem e a grandeza da relação existente entre as características são de grande importância no melhoramento em geral, pois visam aprimorar o material genético de um conjunto de caracteres que agem simultaneamente. Por exemplo, quando duas características economicamente importantes evidenciam correlação positiva, a ênfase na seleção poderá ser endereçada para uma, visando o melhoramento de ambas (Falconer, 1987).

A correlação quantifica a associação entre duas variáveis quaisquer. Portanto, não permite inferências sobre causa e efeito, impossibilitando o conhecimento de qual tipo de associação governa o par de caracteres (Furtado et al., 2002). A análise de trilha, proposta por Wright (1921), permite particionar o

coeficiente de correlação em efeitos diretos e indiretos (coeficiente de trilha).

3.8 Análise de Trilha

A correlação quantifica a associação entre duas variáveis quaisquer. Portanto, não permite inferências sobre causa e efeito, impossibilitando o conhecimento de qual tipo de associação governa o par de caracteres (Furtado et al., 2002)

Com o intuito de entender melhor as causas envolvidas nas associações entre caracteres, Wright (1921) propôs um método denominado de análise de trilha (path analysis) que desdobra as correlações estimadas em efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica.

O sucesso da análise de trilha reside basicamente na formulação do relacionamento causa-efeito entre as variáveis (Schuster, 1996).

Na mensuração dos efeitos diretos e indiretos de um conjunto de caracteres sobre uma variável básica, faz-se necessário estimar coeficientes de trilha, obtidos por meio de equações de regressão em que as variáveis são previamente padronizadas.

3.9 A raça Caracu

Desenvolvida no Brasil desde o período colonial, a partir das raças portuguesas do tronco aquitânico (Minhoto e Alentejo), o Caracu é a raça adaptada às condições tropicais encontradas no Brasil, são bovinos de pelo liso, curto e avermelhados, sendo a maioria dos animais apresentam cor amarela ou baia.

Originalmente desenvolvida no vale do rio Pardo (MG/SP), foi também bastante utilizada no Paraná, região de Palmas, onde se localiza atualmente a Associação Brasileira de Criadores de Caracu. A associação da raça (herd book / registro) teve início em 1916, mas teve seus trabalhos interrompidos em 1965, e só sendo retomado em 1980, com a criação da Associação Brasileira dos Criadores de Caracu. Na década de 1990, foi aprovado um Herd Book especial para o Caracu Mocho, obtido por meio de cruzamento com animais da raça Mocho Nacional.

Com mais de 14 anos o Projeto Taurino Tropical, produz, avalia e seleciona animais da raça Caracu, levando em conta o desempenho produtivo e reprodutivo, a funcionalidade e a conformação de carcaça do animais. O Projeto Taurino Tropical possui autorização ou reconhecimento do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) quanto ao seu projeto de seleção e melhoramento genético de animais da raça Caracu, e concede o Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP), aos 20% dos melhores animais.

4. OBJETIVO

Avaliar se o perímetro escrotal é um bom indicativo de probabilidade de parto precoce. Comparar o perímetro escrotal ajustado para peso ao ano, pelos modelos linear e multiplicativo e ver qual melhor indicativo para probabilidade de parto precoce. Definir qual destas características utilizar como critério de seleção, almejando obter por resposta correlacionada, fêmeas mais precoces.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGMANN, J. A. G.. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em

bovinos de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, , n.4, p. 70-86, 1993.

BERGMANN, J. A. G.; ZAMBORLINI, L. C. ; PROCÓPIO, C. S. O. ; ANDRADE, V. J. ; VALE FILHO, V. R. . Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 48, n.1, p. 69-78, 1996.

BERGMANN, J. A. G..Indicadores de precocidade sexual em bovinos de corte. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuinas, Uberaba, MG. **Anais...** p. 145-155, 1998.

BRITO, F.V. Influência da idade e peso corporal sobre o perímetro escrotal em touros Hereford – Estimativas de fatores de correção. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34.,**Anais**. 1997.

BRUNES, L.C..Estudo genético-quantitativo de características de crescimento, reprodução, carcaça e escores visuais em um rebanho Nelore sob seleção para precocidade sexual. **Dissertação** (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO, 2017.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6,p 1878-1882, 2003.

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

ELER, J.P.; SILVA, J.A.I.V.; EVANS, J.L.; FERRAZ, J.B.S.; DIAS, F.; GOLDEN, B.L. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle. *J Anim Sci*, v.82, p.2519 - 2527, 2004.

FALCONER, D.S. Introduction to Quantitative Genetics.3.ed. New York: **Longman Scientific and Technical**. 1989.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F.C. Introduction to quantitative genetics. **Harlow: Longman**. P.464, 1996.

FURTADO, M.R.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A.; COELHO, A.D.F.; PETERNELLI, L.A. Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, p.217-220, 2002

GRESSLER, S. L. ; BERGMANN, J. A. G. ; PEREIRA, C. S. ; PENNA, V. M. ; PEREIRA, J. C. C.; GRESSLER, M. G. DE M. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 29, n.2, p. 427-437, 2000.

GROSSI, D.A. Genetic associations between age at first calving and heifer body weight and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal Animal Breeding Genetic**.126, p. 387–393, 2009.

GIANOLA, D. A method of sire evaluation for dichotomies. **Journal Animal Science**, v.51, p.1266, 1980.

GIANOLA, D. Theory and analysis of threshold characters. **Journal Animal Science**, v.54, p.1079-1096, 1982.

GUIMARÃES, J.D.; ALVES, N.G.; COSTA, E.P.; SILVA, M.R.; COSTA, F.M.J.; ZAMPERLINI, B..Eficiências reprodutiva e produtiva em vacas das raças Gir, Holandês e cruzadas Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.641-647, 2002.^[1]_{SEP}

GONÇALVES, F.M.; PIRES, A.V.; PEREIRA, I.G.; GARCIA, D.A.; FARAH, M.M.; MEIRA, C.T. E CRUZ, V.A.R..Avaliação genética para peso corporal em um rebanho Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 63: 594-598, 2011.

HOESCHELE, I.; GIANOLA, D. Bayesian versus maximum quasilielihood methods for sire evaluation with categorical data. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.1569-1577, 1989.

KOOTS, K.R., GIBSON, J.P., WILTON, J.W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits: 2. Phenotypic and genetic correlations. **Animal Breeding Abstracts.**, v.62, p.825-853, 1994.

LATIMER, F.G.; WILSON, L.L.; CAIN, M.F. et al. Scrotal measurements in beef bulls: heritability estimates, breed and test statios effects. **Journal of Animal Science**, v.54, n.3, p.475-479, 1982.

LIMA, F.P.C.; BERGMANN, J.A.G.; MARQUES JUNIOR, A.P. 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, 2013.

LÔBO, R.B., REYES, A., FERRAZ, J.B.S. et al. Bivariate animal model analysis of growth weights and scrotal circumference of Nellore cattle in Brazil. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 5, Guelph, 1994. **Proceedings**® Guelph, 1994. p.199-202.

LÔBO, R.N.B. Genetic parameters for reproductive traits of zebu cows in the semi-arid region of Brazil. **Livestock Science**, v.55, p.245-248, 1998.^[1]_{SEP}

LÔBO, R.B.; REYES, A.B.; BEZERRA, L.A.F. Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes. Ribeirão Preto – SP- Departamento de Genética – FMRP-USP, 67,p.2000.

LUO, M.F.; BOETTCHER, P.J.; SCHAEFFER, L.R. Estimation of genetic

parameters of calving ease in first and second parities of Canadian Holsteins using Bayesian methods. **Livestock Production Science**, v.74, p.175-184, 2002.

MARCONDES, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; PEREIRA, J.C.C.; PENNA, V.M. Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, supl.1, p83-89, 2000.

MORENO, C.; SORENSEN, D.; GARCIA- CORTÉS, L.A. et al. On biased inferences about variance components in the binary threshold model. **Genetic Selection Evolution**, v. 29, p. 145-160, 1997.

NIETO, L.M.; SILVA, L.O.C.; MARCONDES, C.R.; ROSA, A.N.; MARTINS, E.N.; TORRES JUNIOR, R.A.A. Herdabilidade da habilidade de permanência no rebanho em fêmeas de bovinos da raça Canchim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v42, n.10, 2007.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1676-1683, 2000.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de algumas características reprodutivas e suas relações com o desempenho ponderal na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n. 6, 2001.

PEREIRA, J.C.C. Melhoramento Genético Aplicado a Produção Animal. Belo Horizonte: **FEPMVZ**, 2008, 570p.

PHOCAS, F.; LALOË, D. Evaluation models and genetic parameters for calving difficulty in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.81, p.933-938, 2003.

REZENDE, M.P.G.; SILVEIRA, M.V.; SILVA, R.M.; SILVA, L.O.C.; GONDO, A.; RAMIRES, G.G. E SOUZA, J.C. Pre and post weaning weight gain in Nelore cattle raised in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil). **CienciaAnimal**, 24: 20-27, 2014.

SALVADOR, D.F.; DIAS, J.C.; VALE FILHO, V.R.; ANDRADE, V.J.; SILVA, A.S.; NOGUEIRA, E. Perfil andrológico de touros da raça Nelore com três e quatro anos de idade, criados extensivamente em condições do Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.26, p. 64-67, 2002.

SCHUSTER, I. Correlações, coeficientes de trilha, composição de gluteninas e qualidade do trigo para panificação. **Viçosa: UFV**, p. 98, 1996.

SESANA, R.C.; ALBUQUERQUE, L.G.; SILVA, J.A.V.; SESANA, J.C. Estimativas de herdabilidade e correlação genética do perímetro escrotal, medido em diferentes idades, em animais Nelore. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais**, 44, 2007.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; BARBOSA, R.T.; BARBOSA, P.F.; OLIVEIRA, M.C.S.; CORRÊA, L.A.; NOVAES, A.P.; TULLIO, R.R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p. 2223-2230, 2000.

SILVEIRA, M.V.; SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; FREITAS, J.A.; GONDO, A.B. E FERRAZ FILHO, P.B. 2014. Interação genótipo x ambiente sobre características produtivas e reprodutivas de fêmeas Nelore. **Archivos de Zootecnia**, 63: 223-226, 2014.

TERAKADO, A.P.N. Associações genéticas entre perímetro scrotal e características reprodutivas de fêmeas na raça Nelore. **Dissertação** (Mestrado em Genética e melhoramento Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Jaboticabal, 2011.

THOMPSON, R. Sire evaluation. **Biometrics**, v.35, p.339-353, 1979.

TORAL, F.L.B.; PEREIRA, J.C.C.; BERGMANN, J.A.G. E JOSAHKIAN, L.A. Parâmetros genéticos do peso desde o nascimento até 730 dias de idade na raça Indubrasil. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, 49: 595-603. 2014.

VAN TASSELL, C.P.; VAN VLECK, L.D.; GREGORY, K.E. Bayesian analysis of twinning and ovulation rates using a Multiple-Trait Threshold Model and Gibbs Sampling. **Journal Animal Science**, v.76, p.2048-2061, 1998.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-585, 1921.

Indicadores de Precocidade Sexual em Bovinos da raça

Caracu

RESUMO

Atualmenteem quase todas as raças de bovinos de corte bem como nos seus cruzamentos a precocidade de crescimento e a precocidade sexual, têm ocupado lugar de destaque nos programas de melhoramento, seja para contribuir na melhora da qualidade da carne, seja para aumentar o desfrute ou para acelerar o ganho genético. Na raça Caracu também se faz necessário este delineamento de seleção, uma vez que a maioria de seus tourinhos serão utilizados no cruzamento industrial, buscando produzir animais precoces para o abate, e dentro de um programa de seleção da raça, a precocidade sexual de suas fêmeas também se torna uma importante ferramenta para acelerar o ganho genético. O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar o uso do perímetro escrotal mensurado aos 12 meses, com o perímetro escrotal aos 12 meses ajustado, pelo modelo linear e pelo modelo multiplicativo, para o peso ao ano, como indicadores de precocidade sexual em fêmeas da raça Caracu, pertencentes ao projeto Taurino Tropical, desenvolvido no município de Diamantino, no estado do Mato Grosso. O arquivo de dados continha informações de animais nascidos entre 2003 e 2016, totalizando 12.329 animais avaliados. A precocidade sexual das fêmeas foi avaliada como a probabilidade de parto precoce (PPP), que por sua vez , foi identificada pela ocorrência do primeiro parto até os 28 meses de idade. O ajuste do perímetro escrotal, tanto pelo modelo linear como pelo modelo multiplicativo, contribuiu para o aumento da herdabilidade da característica e sua correlação com a probabilidade de parto precoce.

Palavras-chave: perímetro escrotal, peso, probabilidade de parto precoce

Introdução

Toda a bovinocultura de corte, seja ela destinada a produção de animais para o abate, bem como para a seleção de animais geneticamente superiores, ambas tem seu início com um parto. Portanto, o desempenho produtivo de um sistema de criação de gado de corte depende, principalmente, do desempenho das vacas, pois sua função é basicamente produzir um bezerro bom a cada ano (Dias et al., 2004; Borba et al., 2011; Laureano et al., 2011; Bresolin et al., 2015; Mello, 2016).

O melhoramento genético é uma prática utilizada em diversos países, tornou-se uma ferramenta útil, que envolve reprodução, biotecnologias e coleta e análise adequada dos dados disponíveis (Gressler et al., 2000). Segundo Dionello et al. (2008), para obter material genético de qualidade são necessários ferramentas básicas do melhoramento genético animal bem fundamentados, embasados em parâmetros genéticos acurados, pois a partir destas informações serão estabelecidos os critérios de seleção, seja para renovação dos plantéis ou para o descarte, podendo assim auxiliar no incremento da produtividade dos rebanhos de corte e de leite.

Quanto maior a taxa de crescimento dos animais, mais curto o seu ciclo de produção e maior a possibilidade de reduzir os custos de manutenção na propriedade (Marcondes et al., 2000), já as características reprodutivas são de grande importância para os programas de melhoramento de bovinos de corte, pois, podem interferir no intervalo de gerações, limitar a intensidade de seleção, em consequência de um menor número de animais candidatos à seleção, além de terem relação econômica com o sistema de produção (Kluska, 2017).

Para ambos os sexos a idade à puberdade, é uma importante característica reprodutiva. Para os machos, a idade à puberdade é considerada como aquela em

que aparecem os primeiros espermatozóides no ejaculado. Para as fêmeas, essa característica é a idade na qual o animal ovula pela primeira vez com manifestação de estro. Devido a dificuldade de observação desta característica, a idade ao primeiro parto pode ser considerada como indicadora do início da atividade reprodutiva em fêmeas. Conforme Silva et al. (2004) e Faria (2008), a característica prenhez em novilhas já tem sido empregada como objetivo de seleção em alguns programas de melhoramento.

A herdabilidade da idade à puberdade é relativamente alta, significando que esta idade pode ser reduzida através da seleção (Bergmann, 1998; Lôbo et al., 2000).

A facilidade de medição, o baixo custo, a alta confiabilidade e as correlações genéticas com a precocidade sexual em ambos os sexos, fazem do perímetro escrotal o critério de seleção mais utilizado para melhoria da eficiência reprodutiva em gado de corte.(Siqueira et al., 2013). Conforme Pimentel (2010), o perímetro escrotal pode ser utilizado como critério de seleção em programas de melhoramento genético, desde que ajustado ao peso, pois apresenta correlações genéticas favoráveis com as características do sêmen, à puberdade de machos e fêmeas e com as características de crescimento.

O presente trabalho tem por objetivo identificar a melhor estratégia para avaliar precocidade sexual em fêmeas bovinos da raça Caracu, utilizando-se de características observadas, mensuradas e avaliadas nos machos. Comparar a características de perímetro escrotal (PE) aos 12 meses, com perímetro escrotal aos 12 meses ajustado para o peso ao ano, pelos modelos linear e multiplicativo, ver qual é o melhor indicador para a precocidade sexual nas fêmeas. Verificar o quanto da adição do peso na medida do perímetro escrotal contribui para a qualidade de avaliação de probabilidade de parto precoce (PPP). Identificar o valor herdabilidade

da probabilidade de parto precoce, para saber se justifica seu uso como identificador de precocidade sexual nas fêmeas.

Materiale Métodos

Foram utilizados dados de animais da raça Caracu, pertencentes ao Projeto Taurino Tropical, desenvolvido na Fazenda Arinos, no vale do rio Arinos, localizada no município de Diamantino, na região norte do estado de Mato Grosso, com relevo de planalto, e clima sub-úmido com 5 meses de seca, de maio a setembro. Possui uma precipitação anual média de 1.750mm, com intensidade máxima em janeiro, fevereiro e março. A temperatura anual média é de 24°C (IBGE, 2015).

O projeto tem o reconhecimento e a autorização do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), produzindo animais superiores geneticamente e tendo seus melhores animais (cerca de 20% dos superiores), possuidores do Certificado Especial de Identificação e Produção (CEIP).

Os animais foram criados de forma extensiva em pastagens de Urochloa brizantha (*Brachiaria brizantha*) e fornecimento de suplemento mineral e água ad libitum. Após a desmama os machos são recriados no mesmo sistema extensivo e depois de 12 meses foram para um sistema de semi-confinamento onde recebem silagem de Megathyrsus maximus (capim mombaça), suplemento mineral e uma ração proteica com 18% de proteína bruta. Permaneceram neste sistema enquanto estavam sendo avaliados e até o momento em que foram vendidos. As fêmeas permaneceram em sistema extensivo de pastagem por toda sua vida produtiva.

O arquivo de dados continha registros de animais nascidos entre 2003 à 2016, totalizando 12.329 animais que foram avaliados dentro do seu grupo contemporâneo e quando incluiu-se a genealogia dos animais avaliados totalizou 15.887 registros de animais. A definição de grupo contemporâneo incluiu as variáveis: sexo, ano e época de nascimento.

O rebanho de matrizes foi submetido a estação de monta que compreende do início de novembro até o final de fevereiro, sendo que todas as bezerras foram expostas a mesma estação de monta das demais fêmeas.

Todos os animais foram pesados ao nascimento, ao desmame (8 meses), ao ano (12 meses) e ao sobreano (18 meses).

Na avaliação ao ano foi feito a medida do perímetro escrotal. As medidas de perímetro escrotal aos 12 meses foram feitas por médico veterinário da propriedade e/ou um funcionário capacitado, com o auxílio de fita própria para esta medição, na porção medial da bolsa testicular.

Ao sobreano todos os animais foram avaliados dentro do seu respectivo grupo contemporâneo, quanto ao tipo frigorífico da carcaça, que compreende basicamente sua convexidade e musculossidade, e quanto a sua funcionalidade por meio de escores visuais, numa escala de 1 a 6, sendo o 6 a maior expressão da característica. O escore de funcionalidade envolve simultaneamente aspectos ligados aos aprumos, cascos, comprimento de pelo, pigmentação de mucosa, tamanho de umbigo / presença de prolapso, defeitos no aparelho reprodutivo, dimorfismo sexual, resistência a carrapato, aspecto geral do animal.

Para se avaliar a precocidade sexual nos machos, considerou o perímetro escrotal mensurado aos 12 meses, bem como o perímetro escrotal ajustado para o peso nesta mesma idade, pelos modelos linear e multiplicativo. As equações do

perímetro escrotal ajustado para o peso ao ano, pelos modelos linear e multiplicativo foram obtidas através da regressão linear do perímetro escrotal e logaritmo do perímetro escrotal em função do peso e logaritmo do peso, para 5.212 pares de perímetro escrotal e peso.

As equações são apresentadas abaixo, sendo 255 o peso médio obtido para os machos aos 12 meses.

Modelo Linear:

Perímetro escrotal ajustado pelo modelo linear (PEajL)

$$PEajL = \text{Perímetro escrotal} - 0,0525 \times (\text{Peso} - 255)$$

Modelo Multiplicativo:

Perímetro escrotal ajustado pelo modelo multiplicativo (PEajM)

$$PEajM = \text{Perímetro escrotal} \times (255/\text{Peso})^{0,5705}$$

Para descrever a precocidade sexual de fêmeas, optou-se por utilizar a ocorrência do primeiro parto até 28 meses. Todas as fêmeas desmamadas participaram juntamente das demais matrizes na mesma estação de monta, ou seja, foram desafiadas quanto à precocidade sexual, já no mesmo ano em que foram desmamadas, conforme preconiza Silva (2005), para selecionar precocidade sexual, é necessário expor todas as fêmeas em idades jovens.

A descrição do modelo adotado é:

$$y_{ij} = \mu + GC_i + b_i(I_{ij} - \bar{I}_i) + a_j + e_{ij}$$

Em que y_{ij} :

μ é uma constante

GC_i é o efeito fixo do grupo contemporâneo, definido como a combinação de ano, época e sexo.

b_i é o efeito linear de idade dentro do grupo de contemporâneos i , o qual ajusta efeitos de idade e data juliana de nascimento.

I_{ij} e $\bar{I}_i$ são a idade do animal j pertencente ao GC_i e a média de idade do GC .

a_j é o valor genético aditivo do animal j , sendo que

$$\mathbf{a} = \{a_j, j = 1 \dots N\} \sim MVN(\mathbf{0}, A\sigma_a^2)$$

e_{ij} é o resíduo aleatório, $e_{ij} \sim i.i.d. N(0, \sigma_e^2)$

As herdabilidades, as correlações genéticas e residuais foram estimados por inferência bayesiana utilizando procedimento de Monte Carlo, baseado em Cadeias de Markov denominado amostrador de Gibbs implementado no software Gibbs1F90 e Thrgibbs1F90, quando a estimação envolvia pelo menos uma característica de limiar, Misztal (1998).

Na implementação da Amostragem de Gibbs, foi utilizado um tamanho de cadeia de 5.500.000 ciclos, com descarte inicial de 50.000 ciclos e as amostras retiradas a cada 50 ciclos.

A Tabela (1), a seguir apresenta a estatística descritiva das variáveis mensuradas e utilizadas para os cálculos, tendo a quantidade de animais avaliados

em cada característica, sua média geral e de acordo com o sexo, quando possível, bem como o desvio padrão, o valor mínimo e o valor máximo encontrados para cada uma das características.

Tabela 1. Estatísticas descritivas para o perímetro escrotal (PE), perímetro escrotal ajustado para peso pelo modelo linear (PEajL), perímetro escrotal ajustado pelo modelo multiplicativo (PEajM), peso ajustado aos 550 dias (P550), escore de conformação de carcaça (Tipo), escore de funcionalidade (Func) e probabilidade de parto precoce (PPP).

	N	Média			DP	Min	Max
		Geral	Machos	Fêmeas			
PE	5.212	23,72	23,72	-	2,92	13,00	35,00
PEajL	5.212	23,60	23,60	-	2,27	15,01	32,27
PEajM	5.212	23,66	23,66	-	2,27	15,60	33,70
P550	10.428	345,57	370,44	320,72	49,73	170,79	535,90
Tipo	10.428	3,19	3,25	3,13	1,20	1,00	6,00
Func	10.428	3,85	3,71	3,98	1,45	1,00	6,00
PPP	4.739	0,22	-	0,22	0,48	0,00	1,00

DP- desvio padrão, Min – mínimo valor encontrado para a característica, Max – máximo valor encontrado para a característica.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, a seguir, são apresentadas as herdabilidades, as correlações genéticas e residuais e a variância fenotípica encontradas para uma das características estudadas.

Tabela 2. Herdabilidades (diagonal), correlações genéticas (acima da diagonal), correlações residuais (abaixo da diagonal) e variância fenotípica (coluna da direita) para o perímetro escrotal, perímetro escrotal ajustado para peso pelos modelos linear e multiplicativo, peso ajustado aos 550 dias, escore de tipo frigorífico, escore de funcionalidade e probabilidade de parto precoce.

	PE	PEajL	PEajM	P550	Tipo	Func	PPP	σ_p^2
PE	0,4374	-	-	0,3634	-0,0815	0,2200	0,0419	6,6536
PEajL	-	0,5081	-	-0,2062	-0,3059	-0,0254	0,3684	4,7632
PeajM	-	-	0,5221	-0,2176	-0,3195	-0,0408	0,3859	4,7914
P550	0,4469	0,0765	0,0768	0,3734	0,4853	0,6040	-0,3444	1178,22
Tipo	0,2589	0,0450	0,0481	0,5400	0,2327	0,7265	-0,2255	1,0040
Func	0,2646	0,1560	0,1578	0,3096	0,3362	0,1435	-0,0577	0,6942

PPP	ne	ne	ne	0,5683	0,2399	0,1869	0,3594	1,5658
-----	----	----	----	--------	--------	--------	--------	--------

PE - perímetro escrotal, PEajL - perímetro escrotal ajustado para peso ao ano pelo modelo linear, PEajM - perímetro escrotal ajustado para peso ao ano pelo modelo multiplicativo, P550 - peso ajustado aos 550 dias, Tipo - escore de tipo frigorífico de carcaça, Func - escore de funcionalidade, PPP - probabilidade de parto precoce, ne - não estimável.

A herdabilidade do perímetro escrotal aos 12 meses de idade estimada neste trabalho foi de (0,44) que é bem próximo ao (0,40) encontrado por Alencar et al. (1993) trabalhando com animais da raça Canchim, porém diverge do (0,30) encontrado por Silva et al. (2000) trabalhando também com a raça Canchim e do (0,25) encontrado por Lôbo et al., (1994) em animais da Raça Nelore.

Pereira et al. (2000) e Penã et al. (2001) mostram herdabilidade alta para perímetro escrotal em Nelore, Queiroz et al. (2001) também relatam alta herdabilidade na raça Caracu, corroborando com a herdabilidade encontrada neste trabalho. Yokoo et al. (2007) encontraram herdabilidade também de alta magnitude (0,48).

Segundo Pena et al. (1999) a idade e o peso dos animais são importantes fontes de variação e devem ser incluídos no modelo, principalmente, quando o PE for considerado como critério de seleção para melhorar geneticamente a precocidade sexual. Esta afirmação corrobora Brito (1997), que sugere que as medidas de PE sejam padronizadas para uma mesma idade ou peso corporal, obtendo progressos genéticos em precocidade sexual.

O perímetro escrotal ajustado para o peso aos 12 meses, pelo modelo linear, aumentou em 7 pontos percentuais sua herdabilidade, (0,51 PEajL), já pelo modelo multiplicativo, aumentou 8 pontos percentuais (0,52 PEajM), evidenciando ser uma característica passível de melhor resposta a seleção. O que corrobora com Dias (2003), Latimer (1982) e Dal Fara (1998) que também obtiveram um acréscimo na herdabilidade quando ajustaram o perímetro escrotal para idade e peso.

A correlação genética entre PE e P550 encontrada foi 0,36 e a correlação residual foi 0,45. A associação genética positiva entre perímetro escrotal e peso ajustado para 550 dias, ratifica Sesana (2007) e Dias (2008) onde afirmam que a seleção para perímetro escrotal têm como resposta correlacionada o aumento do peso e do ganho de peso.

A correlação genética encontrada neste trabalho, mostra que quanto maior o perímetro escrotal, mais pesado o animal, já a maior correlação residual, mostra que o perímetro escrotal pode ser bastante influenciado pelo peso, nutrição e manejo, corroborando com Mello (2013) onde firma que a medida do PE, é uma característica muito influenciada além de características genéticas, por manejo nutricional e raça. Corroborando assim, a performance das características de crescimento e reprodutivas na bovinocultura de corte sofrem influências ambientais (Fialho et al., 2015; Oliveira et al., 2015), podendo ser determinante na lucratividade da produção (Laureano et al., 2011).

Quando se ajusta o perímetro escrotal para o peso ao ano, esta correlação genética passa a ser negativa (-0,21 PEajL e -0,22 PEajM), e a correlação residual (0,08 PEajL e 0,08 PEajM) passa a ser praticamente nula, o que corrobora com Peña et al., (2001), onde afirmam ser possível diminuir esta resposta correlacionada entre perímetro escrotal e peso ajustado aos 550 dias, conduzindo à seleção com base no PE ajustado para idade e peso corporal.

A correlação genética entre perímetro escrotal e probabilidade de parto precoce (0,04) é praticamente nula para este rebanho estudado, apoiando Van Melis (2010) quando afirma que seleção para perímetro escrotal, pode não melhorar a prenhez precoce. Ao contrário do que afirmam Silva et al. (2000), Boligon, Rorato e Albuquerque (2007), que encontraram correlação favorável, afirmando que seleção

para maior perímetro escrotal aos 12 meses, pode por resposta correlacionada diminuir a idade do primeiro parto.

Apesar da consolidação da seleção dos machos para perímetro escrotal à desmama e ao sobreano nos programas de melhoramento de bovinos de corte, pouca certeza ainda se tem sobre a sua real eficiência na seleção indireta para precocidade sexual nas fêmeas, pois, um grande número de autores vem defendendo que a relação de genes que afetam concomitantemente as duas características não é capaz de reduzir a IPP através do incremento da circunferência escrotal (Grossi et al., 2009).

Já as correlações genéticas entre perímetro escrotal ajustado para peso aos 12 meses, em ambos os modelos (linear e multiplicativo) já se mostram melhores (0,37 PEajL e 0,39 PEajM), como indicativo para probabilidade de parto precoce.

Os resultados encontrados com este rebanho Caracu divergem de Gressler et al., (2000), onde afirmam que a seleção para PE aos 12 meses, tem correlação negativa e favorável com a idade ao primeiro parto (-0,08), e afirmam ainda que a seleção de animais com maior PE aos 12 meses de idade estaria associada à escolha de animais que apresentam maiores níveis de hormônios gonadotróficos, culminando com a puberdade em machos e fêmeas.

A herdabilidade encontrada neste trabalho para o peso ajustado aos 550 dias, foi de 0,37 ou seja herdabilidade de média magnitude, a mesma magnitude encontrada por Garnero et al., (2001) trabalhando com animais da raça Nelore.

Sendo a correlação genética com probabilidade de parto precoce, negativa (-0,34), o que corrobora, porém em menor magnitude, com Silva et al. (2000) a seleção para peso aos 12 meses nos machos pode levar a respostas correlacionadas desejáveis nas características idade ao primeiro parto nas fêmeas, uma vez que, a

correlação entre esta característica e a idade ao primeiro parto, relatada pelos autores foi de -0,58, indicando que o incremento no peso aos 12 meses, poderia levar a redução da idade ao primeiro parto.

Já a correlação residual positiva (0,57) mostra que animais que se apresentam mais pesados aos 550 dias, tem maior chance de manifestarem o parto precoce, e como o efeito residual é maior, observa-se que a utilização de touros para produzir animais mais pesados aos 550 dias, está influenciando negativamente esta precocidade sexual. O que diverge de Boligon (2010) quando afirma que os animais com maior ganho de peso do desmame ao ano, tendem a ganhar mais peso nas idades subsequentes e a precocidade sexual avaliada pela idade ao primeiro parto parece estar associada a maiores taxas de crescimento corporal em animais jovens da raça Nelore.

A herdabilidade encontrada para tipo frigorífico de carcaça foi 0,23 com correlação genética negativa de -0,22 com probabilidade de parto precoce, sinalizando que touros que produzem animais com carcaça mais musculosa e de perfil mais convexo não estão contribuindo para a precocidade sexual destas fêmeas. Já a correlação residual entre tipo frigorífico de carcaça e probabilidade de parto precoce obtida foi de 0,24 mostrando que animais com boa carcaça tem maior probabilidade de parto precoce.

A herdabilidade encontrada para funcionalidade foi de 0,14. Com correlação genética de -0,06 praticamente nula com a probabilidade de parto precoce, mas com correlação residual de 0,19 apontando que animais com melhor funcionalidade têm maior probabilidade de parto precoce, divergindo de Boligon e Albuquerque (2010), quando afirmam que a seleção quanto aos escores visuais deverá promover mudanças genéticas favoráveis à idade ao primeiro parto e ao perímetro escrotal de

animais da raça Nelore. No rebanho Caracu estudado, a correlação genética destes escores visuais para funcionalidade com a probabilidade de parto precoce foi praticamente nula, mas a correlação residual mostrou que animais mais funcionais tem seu parto mais precoce.

A herdabilidade para probabilidade de parto precoce foi de 0,36, divergindo tanto de Eler (2002) que encontrou 0,57, alta herdabilidade na raça Nelore, como das herdabilidades para idade ao primeiro parto de 0,15, Boligon, Albuquerque e Rorato (2008) valores de 0,14, Boligon et al. (2010) herdabilidade de 0,17, e Mercadante, Lôbo e Oliveira, (2000) de 0,28, comprovando a baixa proporção de variância genética aditiva desta característica. Em nosso estudo a herdabilidade foi de moderada magnitude, o que mostra que responde a seleção, corroborando com Shiotsuki et al. (2009) onde os resultados mostram que a prenhez precoce pode ser incluído em programas de criação de animais para aumentar a fertilidade nas fêmeas.

Segundo Pereira, Eler e Ferraz (2002), quando as novilhas foram expostas aos 14 meses foi possível identificar maior proporção de variância genética aditiva, indicando que maiores ganhos são obtidos se a seleção for praticada com base na exposição aos 14 meses.

Segundo Mello (2016), a avaliação da eficiência reprodutiva, tais como idade ao primeiro parto e intervalo entre partos, podem fornecer um indicativo da situação do manejo reprodutivo da propriedade, que pode e deve ser modificado para se alcançar melhores produções.

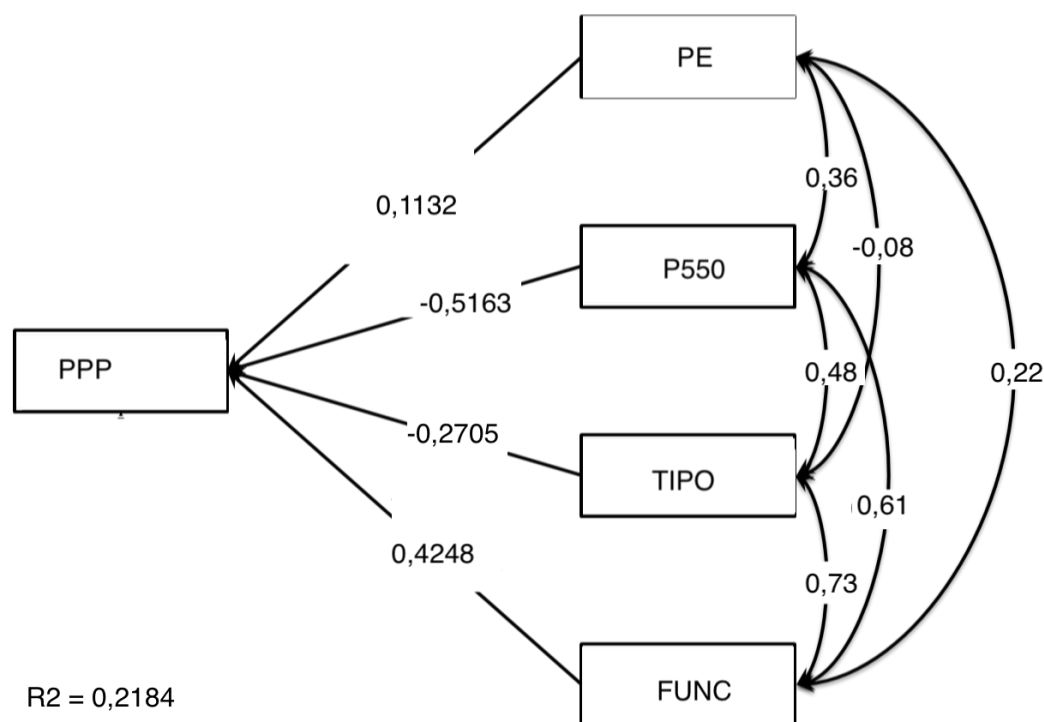


Figura 1: Diagrama de Trilha para probabilidade de parto precoce (PPP) em função do perímetro escrotal (PE), peso ajustado aos 550 dias (P550) e para os escores de tipo frigorífico de carcaça (TIPO) e funcionalidade (FUNC)

Fazendo análise de trilha podemos observar que as características envolvidas estão explicando 21,84 % das diferenças genéticas para probabilidade de parto precoce, mas a contribuição do perímetro escrotal com a probabilidade de parto precoce é de 0,11 ou seja o perímetro escrotal está influenciando muito pouco precocidade sexual das fêmeas deste rebanho. Animais mais pesados (-0,52) e com carcaça mais musculosa (-0,27) também são os mais tardios sexualmente. Já os animais mais equilibrados, com melhores escores para funcionalidade são os que apresentam maior precocidade sexual (0,42), porém como a funcionalidade apresentou baixa herdabilidade (14%), o fenótipo não é um bom indicador do genótipo.

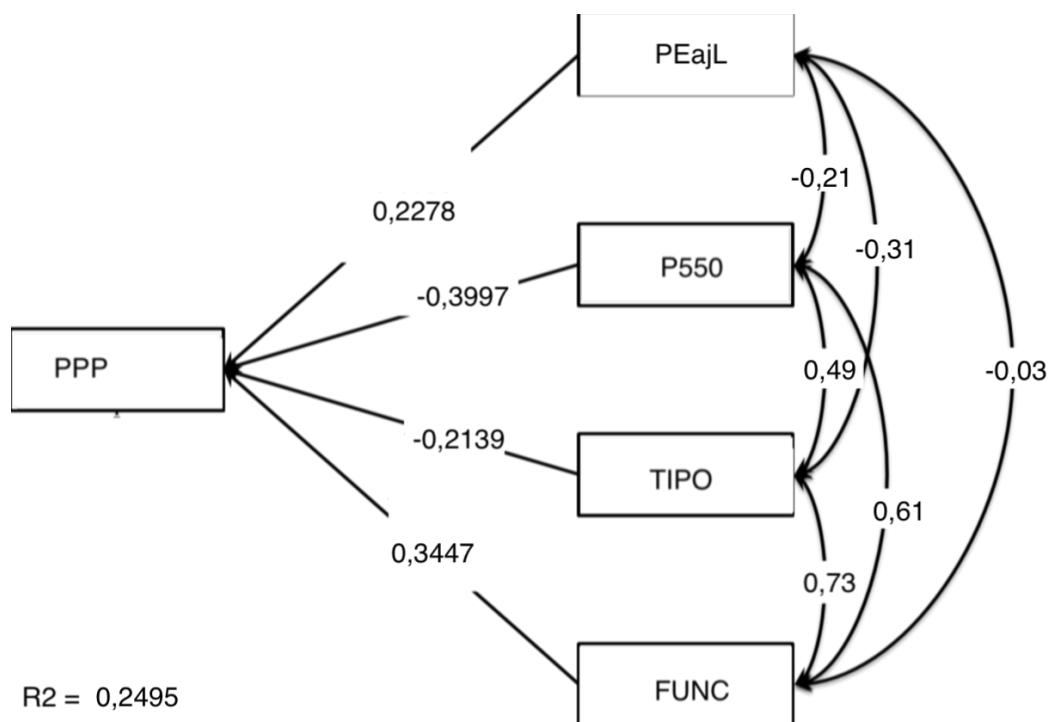


Figura 2: Diagrama de Trilha para probabilidade de parto precoce (PPP) em função do perímetro escrotal ajustado ao peso aos 12 meses pelo modelo linear (PEajL), peso ajustado aos 550 dias (P550) e para os escores de tipo frigorífico de carcaça (TIPO) e funcionalidade (FUNC)

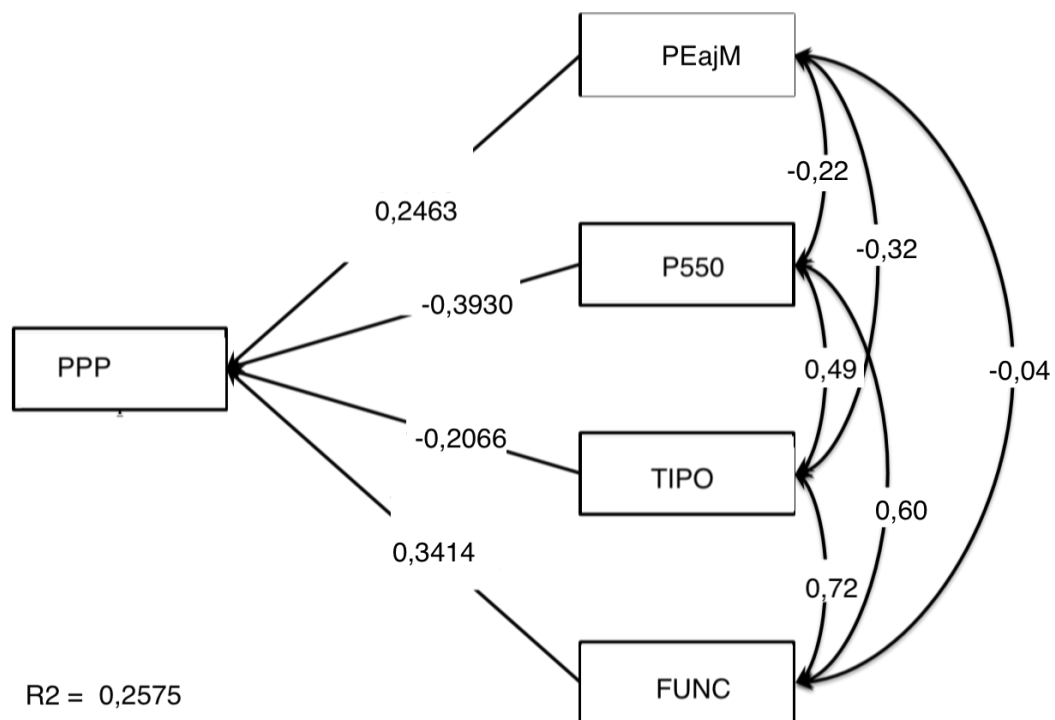


Figura 3: Diagrama de Trilha para probabilidade de parto precoce (PPP) em função do perímetro escrotal ajustado ao peso aos 12 meses pelo modelo multiplicativo (PEajM), peso ajustado aos 550 dias (P550) e para os escores de tipo frigorífico de carcaça (TIPO) e funcionalidade (FUNC)

Quando substituímos na análise de trilha o perímetro escrotal pelo perímetro escrotal ajustado em qualquer modelos, linear e multiplicativo, (figuras 2 e 3), observa-se que as características envolvidas estão explicando praticamente o mesmo valor da análise com o perímetro escrotal mensurado. Porém a relação do perímetro escrotal ajustado com a probabilidade de parto precoce praticamente dobrou seu valor, mostrando ser o perímetro escrotal ajustado uma característica mais indicada, para este rebanho, a ser utilizada neste programa de melhoramento genético onde também se busca melhorar a precocidade sexual das fêmeas.

Conclusão

O ajuste do perímetro escrotal em ambos os modelos, seja multiplicativo ou linear, aumentou a herdabilidade do perímetro escrotal e a correlação com a probabilidade de parto precoce. Entretanto o ajuste não contribui para o aumento da capacidade preditiva de um modelo com perímetro escrotal, peso, tipo e funcionalidade.

Neste rebanho Caracu estudado, o perímetro escrotal está associado a probabilidade de parto precoce (precocidade sexual das fêmeas), mas em menor magnitude quando comparado ao encontrado na literatura.

Referências Bibliográficas

ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F.; BARBOSA, R.T. Parâmetros genéticos para peso e circunferência escrotal em touros da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.572-583, 1993.

BERGMANN, J. A. G..Indicadores de precocidade sexual em bovinos de corte. In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuinas, Uberaba, MG. **Anais...** p. 145-155, 1998.

BOLIGON, A.A; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L. G. de.Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.565-571, 2007.

BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; RORATO, P.R.N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.596-601, 2008.

BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre escores visuais e características reprodutivas em bovinos Nelore usando inferência bayesiana.**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.12, p.1412-1418, 2010.

BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B. Study of relations among age at first calving, average weight gains and weights from weaning to maturity in Nelore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.39 no.4 Viçosa Apr. 2010.

BORBA, L.H.F.; REY, F.S.B.; SILVA, L.O.C.; BOLIGON, A.A.; ALENCAR, M.M. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodução de bovinos da raça Canchim. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.46, p.1570-1578, 2011.

BRESOLIN, T.; EVERLING, D.M.; BRAZ, C.U.; BREDAS, F.C.; RORATO, P.R.N. Componentes de (co)variância para idade ao primeiro e ao segundo partos de fêmeas da raça Nelore criadas no Sul do Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v.16, p.474-480, 2015

BRITO, F.V. Influência da idade e peso corporal sobre o perímetro escrotal em touros Hereford – Estimativas de fatores de correção. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34.,**Anais**. 1997.

DAL-FARRA, R.A.; FRIES, L.A.; LOBATO,J.F.P. Fatores de correção do perímetro escrotal para efeitos de idade e peso ao sobreano de tourinhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1092-1096,1998.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6,p 1878-1882, 2003.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G..Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, p.97-102, 2004.

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

DIONELLO, N.J.L.; CORREA, G.S.S.; SILVA, M.A. Estimativas da trajetória genética do crescimento de codornas de corte utilizando modelos de regressão aleatória. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.454-460, 2008.<sup>[17]
[SEP]</sup>

ELER, J.P.; SILVA, J.A. II V.; FERRAZ, J.B.S.; DIAS, F.; OLIVEIRA, H.N.; EVANS, J.L.; GOLDEN, B.L. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. **Journal Animal Science**, 80:951-954, 2002.

FARIA, C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; LOS REYES, A. BEZERRA, L.A.F.; LÔBO, R.B. Análise genética de escores de avaliação visual de bovinos com modelos bayesianos de limiar e linear. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.835-841, jul. 2008.

FIALHO, F.R.L.; REZENDE, M.P.G.; SOUZA, J.C.; SILVA, R.M.; OLIVEIRA, N.M. E SILVEIRA, M.V.. Performance in preweaning pure and crossbred calves in the Mato Grosso do Sul Pantanal region, Aquidauana, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Acta Science, Animal Science**, 37: 437-442, 2015.

GARNERO, A.V.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N. Comparação entre Alguns Critérios de Seleção para Crescimento na Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(3):714-718, 2001.

GRESSLER, S. L. ; BERGMANN, J. A. G. ; PEREIRA, C. S. ; PENNA, V. M. ; PEREIRA, J. C. C.; GRESSLER, M. G. DE M. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 29, n.2, p. 427-437, 2000.

GROSSI, D.A. Genetic associations between age at first calving and heifer body weight and scrotal circumference in Nelore cattle. **Journal Animal Breeding Genetic**.126, p. 387–393, 2009.

KLUSKA, S..Análise de características reprodutivas, tratadas como variáveis categóricas, em bovinos da raça Nelore. **Dissertação** (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, 2017.

LATIMER, F.G.; WILSON, L.L.; CAIN, M.F. et al. Scrotal measurements in beef bulls: heritability estimates, breed and test statios effects. **Journal of Animal Science**, v.54, n.3, p.475-479, 1982.

LAUREANO, M.M.M.; BOLIGON, A.A.; COSTA, R.B.; FORNI, S.; SEVERO, J.L.P., 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, p.143-152, 2011.

[L]
[SEP]

LÔBO, R.B.; REYES, A.L.; MAGNABOSCO, C.V. Variância e covariância genética para circunferência scrotal e peso em rebanhos Nelore. In: Reunião Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais**, p. 163, 1994.

LÔBO, R.B.; REYES, A.B.; BEZERRA, L.A.F. Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes. Ribeirão Preto – SP- Departamento de Genética – FMRP-USP, 67,p.2000.

MARCONDES, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; PEREIRA, J.C.C.; PENNA, V.M. Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, supl.1, p83-89, 2000.

MELLO, R.R.C. Puberdade e maturidade sexual em touros bovinos. **Revista ACSA**, v.10, n.3, p. 11-28, 2013.

MELLO, R.R.C. Análise multivariada de características reprodutivas em fêmeas e avaliação da produção in vitro de embriões na raça Sindi (Bos indicus). 2016. 71p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016. [L]
[SEP]

MISZTAL, I., D. GIANOLA, AND J. L. FOULLEY. Computing aspects of nonlinear methods of sire evaluation for categorical data. **Journal Dairy Science**. 72:1557–1568,1989

OLIVEIRA, N.M.; REZENDE, M.P.G.; ABREU, U.G.P.; ROSA, A.N.; STERZA, F.A.M. E FIALHO, A.L.L. Environmental effects on reproductive performance of Nelore cows widely raised in the Cerrado/Pantanal ecotone. **Acta Science, AnimalScience**,37: 77-82, . 2015.

ORTIZ PENÃ, C.D.; QUEIROZ, S.A.; FRIES, L.A. Estimativas de fatores de correção do perímetro scrotal para idade e peso corporal em tourinhos Nelore. In: Reunião Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais**, 36 ,1999.

ORTIZ PEÑA, C.D.; QUEIROZ, S.A.; FRIES, L.A. Comparação entre Critérios de Seleção de Precocidade Sexual e a Associação destes com Características de Crescimento em Bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(1):93-100, 2001.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1676-1683, 2000.

PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p. 703-708, 2002.

QUEIROZ, S.A.; PELICIONI, L.C.; SESANA, J.C. Estimativas de herdabilidade e correlação genética entre perímetro escrotal corrigido para idade e peso corporal de bovinos Caracu. In: Reunião Annual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 38, 2001 **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia. P 524-525, 2001.

SESANA, R.C.; ALBUQUERQUE, L.G.; SILVA, J.A.V.; SESANA, J.C. Estimativas de herdabilidade e correlação genética do perímetro escrotal, medido em diferentes idades, em animais Nelore. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais**, 44,2007.

SHIOTSUKI, L.; SILVA, J.A.V.; ALBUQUERQUE, L.G. Associação genética da prenhez aos 16 meses com o peso à desmama e o ganho de peso em animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p. 1211-1217, 2009.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; BARBOSA, R.T.; BARBOSA, P.F.; OLIVEIRA, M.C.S.; CORRÊA, L.A.; NOVAES, A.P.; TULLIO, R.R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p. 2223-2230, 2000.

SILVA, J.A.V.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo da prenhez aos 18 meses e idade ao primeiro parto em novilhas Nelore. In: V Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, **Anais** 2004.

SIQUEIRA, J.B.; GUIMARÃES, J.D.; PINHO, R.O. Relação entre perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas em bovinos de corte: uma revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.37, n.1, p. 3-13, 2013.

VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; ROSA, G.J.M.; FERRAZ, J.B.S.; FIGUEIREDO, L.G.G.; MATTOS, E.C.; OLIVEIRA, H.N. Additive genetic relationships between scrotal circumference, heifer pregnancy, and stayability in Nelore cattle. **Journal Animal Science**, 88:3809-3813, ^[L]_[SEP] 2010.