



YASMIM PEREIRA RIBEIRO

**PARÂMETROS GENÉTICOS PARA
CARACTERÍSTICAS INDICADORAS DE FERTILIDADE EM
FÊMEAS DA RAÇA TABAPUÃ**

LAVRAS - MG

2020

YASMIM PEREIRA RIBEIRO

**PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS INDICADORAS DE
FERTILIDADE EM FÊMEAS DA RAÇA TABAPUÃ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao colegiado do curso de Zootecnia da Universidade
Federal de Lavras, como parte das exigências para
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Profa. Dra. Sarah Laguna Conceição Meirelles
Orientadora

Dra. Marielle Moura Baena
Coorientadora

LAVRAS - MG
2020

YASMIM PEREIRA RIBEIRO

**PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS INDICADORAS
DE FERTILIDADE EM FEMEAS DA RAÇA TABAPUÃ**

**GENETIC PARAMETERS FOR FERTILITY INDICATOR TRAITS IN
BREED TABAPUÃ FEMALE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao colegiado do curso de Zootecnia da Universidade
Federal de Lavras, como parte das exigências para
obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADA em 22 de dezembro de 2020.

Profa. Dra. Sarah Laguna Conceição Meirelles UFLA

Dra. Marielle Moura Baena UFV

Profa. Dra. Renata Maculan IFSULDEMINAS

Prof. Dra. Sarah Laguna Conceição Meirelles

Orientadora

Dra. Marielle Moura Baena

Coorientadora

LAVRAS - MG

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Jeová Deus, pela minha vida e por sempre me dar forças para ultrapassar todos os obstáculos durante a minha graduação. Obrigada Deus, por me guiar em busca dos meus objetivos e por me fornecer oportunidades únicas. Sou grata por Sr. ter colocado as pessoas certas no meu caminho nos momentos que eu mais precisava.

Aos meus pais (Sônia e Edmar), minhas irmãs (Pâmela e Grazielle) e ao meu noivo (João), pela compreensão de momentos de ausências e por me proporcionarem forças para vencer todas as batalhas diárias. Obrigada por vocês terem acreditado em mim. Agradeço os conselhos, o apoio e principalmente ao amor dedicados a mim.

Agradeço aos meus professores da graduação os quais me ajudaram e me forneceram um ensino de ótima qualidade, permitindo assim que eu me desenvolvesse como pessoa e como profissional. Em especial, aos meus orientadores Sarah Laguna Conceição Meirelles, Marielle Moura Baena, e ao Grupo de Melhoria Animal e Biotecnologia. Vocês foram essenciais na minha formação, me acompanharam desde o meu primeiro período da faculdade e sempre me ajudaram com muita paciência, carinho, dedicação e amizade. Sou grata por quem eu me tornei convivendo com vocês. À vocês, meu muito obrigada!

À Universidade Federal de Lavras, por toda sua estrutura física e organizacional que me proporcionou um amplo conhecimento, e pelo apoio financeiro recebido por meio de seus programas de bolsas institucionais durante toda a minha graduação.

À todas as pessoas queridas e amigas, que sempre conviveram comigo durante a minha rotina na universidade. Obrigada meus amigos pelas trocas de experiência, pelo companheirismo, pelos encorajamentos, pela união e principalmente pelos momentos divertidos e turbulentos que vivemos. Todos nós sabemos que não foi fácil, mas conseguimos. Vocês foram essenciais para minha formação e sou muito grata por isso. Cada um de vocês tem um espaço no meu coração.

À Professora Renata Maculan, Eula Carrara, ao Professor Fabyano Fonseca e a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho científico.

MANIFESTO MINHA ETERNA GRATIDÃO!

“A persistência é o caminho do êxito!”
(Charles Chaplin)

RESUMO

A busca por identificação de animais precoces vem avançando ao longo dos anos devido ao intenso crescimento populacional e aumento da demanda por proteína de origem animal. Com isso, visando acelerar o melhoramento genético de características reprodutivas, os produtores almejam identificar características que podem ser utilizadas como indicadoras de fertilidade dos animais a fim de facilitar o processo de seleção no campo. Neste intuito, o objetivo deste trabalho foi estimar as herdabilidades e as correlações genéticas entre características reprodutivas de fêmeas da raça Tabapuã. As características avaliadas foram: contagem folicular antral (CFA) e medições vulvares: comprimento de rima (CR) e largura da vulva (LV). Verificou-se informações de 575 animais, nascidos entre 1990 a 2012. Os parâmetros genéticos foram estimados pela abordagem bayesiana em análises bicaracterísticas. As características CR e LV foram estimadas pelo amostrador de GIBBSF90 e a característica CFA foi estimada pelo amostrador THRGIBBSF90. Tendo-se considerado para todas as características um modelo misto linear que incluiu os efeitos fixos de ano nascimento, fazenda, idade e paridade, sendo a idade linear do animal uma covariável do modelo e o efeito aleatório, o próprio animal. As médias de herdabilidade para as características, CFA, CR e LV foram respectivamente iguais a $0,27(\pm 0,11)$; $0,41(\pm 0,16)$; $0,39(\pm 0,13)$ indicando que as características possuem variação genética suficiente para uma boa resposta à seleção quando adicionadas em programas de melhoramento genético animal. As correlações genéticas estimadas entre CFA e medições vulvares foram: $-0,33(\pm 0,38)$ para a CFA e CR e $-0,10(\pm 0,39)$ para a CFA e LV, sendo estas possuindo valores muito discrepantes nos intervalos de credibilidade e com isso, deve-se inferir que possuem associação nula. Dessa forma, se o intuito do produtor é utilizar as medições vulvares como características indicadoras de fertilidade, deve-se focar a sua seleção para ambas as características em estudo, pois quando ocorrer a seleção praticada para LV e CR não ocorrerá nenhuma resposta a seleção da CFA para as condições deste experimento. Diante disso, pode-se verificar que as características CFA, CR e LV respondem à seleção, porém a CR e LV não são indicadoras de fertilidade, de acordo com o presente estudo. Para se confirmar se essas características são indicadoras de fertilidade há necessidade de aumentar o número de animais avaliados, afim de confirmar se existe ou não uma correlação genética entre as medições vulvares com a contagem folicular antral, podendo CR e LV serem dessa forma características indicadoras de fertilidade em zebuínos e incluídas nos programas de melhoramento.

Palavras-chave: Comprimento da rima. Contagem Folicular Antral. Correlação Genética. Herdabilidade. Largura da vulva.

ABSTRACT

The search for identification of early animals has been advancing over the years due to the intense population growth and increased demand for protein of animal origin. With this, accelerating the genetic improvement of reproductive traits, producers aim for traits that can be used as indicators of animal fertility in order to facilitate the selection process in the field. In this sense, the objective of this work was to estimate heritabilities and genetic correlations between the reproductive characteristics of reproductive of the Tabapuã breed. The traits evaluated were: antral follicular count (CFA) and vulvar data: rhyme length (CR) and vulva width (LV). There was information from 575 animals, born between 1990 and 2012. The genetic parameters were estimated using the Bayesian approach in two-trait analysis. The CR and LV traits were estimated by the GIBBSF90 sampler and a CFA trait was evaluated by the THRGIBBSF90 sampler. Having considered for all the traits of a mixed linear model that includes the fixed effects of birth year, farm, age and parity, the linear age of the animal being a covariate of the model and the random effect of the animal itself. The heritability averages for the traits, CFA, CR and LV were equal to 0.27 (± 0.11); 0.41 (± 0.16); 0.39 (± 0.13) indicating that the traits have sufficient genetic variation for a good response to selection when added to animal breeding programs. The estimated genetic correlations between CFA and vulvar vulnerabilities were: - 0.33 (± 0.38) for CFA and CR, and - 0.10 (± 0.39) for CFA and LV, these having values very discrepant in the credibility intervals and with that, it must be inferred that they have null association. Thus, if the intention of the producer is to use vulval measurements as traits that indicate fertility, the selection should be focused on both traits under study, because when the selection practiced for LV and CR occurs, there will be no response to the selection of the CFA for the conditions of this experiment. Therefore, it can be seen that the CFA, CR and LV traits respond to the selection, however the CR and LV are not indicators of fertility, according to the present study. To confirm whether these traits are indicative of fertility, there is a need to increase the number of animals evaluated, in order to confirm whether or not there is a genetic correlation between vulval measurements and antral follicle count, and CR and LV can thus be traits indicative of fertility in zebu cattle and included in breeding programs.

Keywords: Rhyme length. Antral Follicular Count Genetic Correlation. Heritability. Vulva width.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estatísticas descritivas das características comprimento de rima (CR) largura da vulva (LV) e idade na obtenção das medidas de fêmeas Tabapuã.....	9
Tabela 2- Estatísticas descritivas das classes de CFA e idades na obtenção das medidas de fêmeas Tabapuã.....	10
Tabela 3 – Análises de variancias das características contagem folicular antral (CFA), comprimento de rima (CR) e largura da vulva (LV) de fêmeas tabapuã.....	11
Tabela 4 – Estimativa das herdabilidades (diagonal) e correlações genéticas (acima e abaixo da diagonal) , com seus respectivos desvios das características contagem folicular antral (CFA), comprimento de rima (CR) e largura da vulva (LV) de fêmeas tabapuã.	12
Tabela 5: Intervalos de credibilidade (95%) das estimativas das correlações genéticas estimadas das características reprodutivas.....	12
Tabela 6: Intervalos de credibilidade (95%) das estimativas de herdabilidade estimada das características reprodutivas.	13

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Ilustração de medição do comprimento da rima com o paquímetro digital7
- Figura 2: Ilustração de medição da largura da vulva com o paquímetro digital7

LISTA DE SIGLAS

ABCZ	Associação Brasileira de Criadores de Zebu
CFA	Contagem Folicular Antral
CR	Comprimento da Rima
CV	Coefficiente de Variação
DP	Desvio Padrão
Dra.	Doutora
GL	Graus de Liberdade
GLM	Do inglês <i>General Linear Models</i>
HA	Hectare
IA	Inseminação Artificial Convencional
IATF	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
IF SUL DE MINAS	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de MG
LV	Largura da Vulva
MAX	Máximo
MG	Minas Gerais
MIN	Mínimo
MN	Monta Natural
N	Número de Observações
NGC	Número de Grupos Contemporâneos
P	Nível de significância
Profa.	Professora
R ²	Coefficiente de determinação
SAS	Do inglês <i>Statistical Analysis System</i>
SP	São Paulo
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFV	Universidade Federal de Viçosa
US	Ultrassonografia

LISTA DE SIMBOLOS

h^2	Herdabilidade
cm	Centímetro
mm	Milímetro
MHz	Megahertz
n	Número de observações
P	Probabilidade
r	Correlação
>	Maior
<	Menor
%	Por cento
±	Mais ou menos
V	Vaca
N	Novilha
n	Número
r	Coefficiente de correlação de Pearson

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	2
2.1	Características da raça Tabapuã.....	2
2.2	Parâmetros genéticos para características reprodutivas	2
2.3	Medições vulvares	3
2.4	Contagem folicular antral e sua importância na reprodução.....	4
3	MATERIAIS E MÉTODOS	6
3.1	Local de coleta de dados e manejo dos animais	6
3.2	Metodologias de avaliação da contagem dos folículos antrais.....	6
3.3	Metodologias de avaliação das medições vulvares.....	6
3.4	Análises estatísticas	7
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	9
5	CONCLUSÃO.....	14
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional, a demanda por proteína de origem animal vem aumentando e, conseqüentemente, os produtores rurais precisam se tornar mais eficientes na produção de produtos de origem animal, tanto em termos de quantidade e qualidade afim de atender essa demanda populacional de uma forma mais eficiente e sustentável. Com isso, a pecuária vem se reinventando e os produtores visam identificar em seus rebanhos, os animais que são mais férteis e precoces, a fim, de aumentar sua produção em um menor intervalo de tempo. Para a identificação de animais superiores para características reprodutivas, foi necessário a inclusão do uso de avaliações genéticas das matrizes, planejamentos de acasalamentos direcionados, uso de biotecnologias reprodutivas e, conseqüentemente, houve um início de uma maior pressão de seleção nos animais que eram identificados precoces para as características reprodutivas.

Visando acelerar o melhoramento genético de características reprodutivas, que são muito influenciadas pelo ambiente, os produtores precisam identificar os melhores animais de uma forma precoce. Desta forma, é possível iniciar o processo de seleção precocemente, diminuindo a idade de entrada dos animais na reprodução e, conseqüentemente, diminuindo o tempo de retorno do capital investido. Além disso, ocorre um aumento do ganho genético pois ocorre uma contribuição na redução do intervalo de geração e, conseqüentemente, uma maior produção de carne por hectare (ha) em menor tempo. Para ocorrer a seleção de animais precoces é necessário identificar quais são as características que podem ser utilizadas como indicadoras de fertilidade e que podem ser utilizadas na seleção destes animais.

O tamanho de estruturas reprodutivas pode ser utilizado como indicadores de fertilidade. Como vários estudos já comprovaram, o tamanho ovariano é um bom preditor da reserva folicular e da funcionalidade ovariana (MODINA et al., 2014; IRELAND et al., 2008). Porém, a visualização dos ovários para identificar a reserva folicular de uma fêmea é realizada a partir da contagem folicular antral (CFA) a qual, apresenta um custo bastante oneroso, devido a necessidade de ultrassonografia e mão de obra treinada para esta função. Com isso, encontrar características que conseguem prever essa CFA de uma forma mais simples, prática, barata e que seja possível a identificação em animais jovens é essencial para que o processo de seleção seja facilitado e acelerado. Diante disso, é possível selecionar os animais de uma forma precoce, antes mesmo deles entrarem em idade reprodutiva.

Estudos recentes demonstraram que as características de medições vulvares foram correlacionadas fenotipicamente com reserva ovariana de fêmeas bovinas (MACULAN et.al., 2018, MACULAN.,2018, PINTO.,2018, MESQUITA et.al.,2016). Porém, até o presente momento ainda não foi estudado se essas características possuem correlações genéticas e se respondem à seleção. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi estimar os parâmetros genéticos destas medições vulvares afim de identificar se elas podem ser utilizadas como indicadoras de fertilidade em fêmeas, visto que elas possuem uma alta aplicabilidade devido a fácil mensuração e diagnóstico em animais jovens. Além disso, será estimado as correlações genéticas entre medições vulvares e a contagem folicular antral, pois, sabe-se que as características reprodutivas geralmente apresentam baixos a médios valores de herdabilidade, demonstrando a importância de correlacioná-las com características que possuem maiores herdabilidades a fim de facilitar o processo de seleção.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Características da raça Tabapuã

Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Zebu (ABCZ), o Tabapuã é uma raça brasileira oriundo de cruzamentos entre o gado mocho nacional e animais de origem indiana. Além disso, as raças Nelore, Guzerá, Gir também fazem parte da formação do Tabapuã. A raça se originou no município de Tabapuã (SP) na década de 40 e em 1970, o Ministério da Agricultura recomendou que o Tabapuã fosse incluído entre as raças zebuínas. A Associação Brasileira de Criadores de Zebu, então, foi encarregada de realizar os registros genealógicos da espécie e em 1981 o Tabapuã foi reconhecido como raça.

As principais características interessantes da raça Tabapuã são o ótimo ganho de peso, o caráter mocho e a docilidade. Além disso, o Tabapuã possui fêmeas que se destacam em características reprodutivas. As matrizes possuem ótima habilidade materna garantindo bom desenvolvimento dos bezerros e elas possuem menor idade ao primeiro parto quando comparada a outras raças zebuínas. (ABCT)

2.2 Parâmetros genéticos para características reprodutivas

Os parâmetros genéticos mais utilizados são as herdabilidades e correlações genéticas. Com a estimativa dos parâmetros genéticos das características reprodutivas das fêmeas, é possível você direcionar os acasalamentos da melhor forma afim de obter um progresso genético nas características desejadas.

O termo herdabilidade (h^2) foi introduzido por Lush (1945). A herdabilidade é definida como a fração da variância fenotípica que é causada por diferença dos valores genéticos dos indivíduos. Assim, uma h^2 alta implica em uma grande variação genética aditiva e uma maior eficiência de ganho genético pela seleção. Quando a herdabilidade é alta, o valor fenotípico é um bom indicador do valor genético do animal. Ao contrário, quando baixa, o valor fenotípico não é um bom indicador do valor genético do animal, pois grande parte da variação da característica é devida às diferenças ambientais entre os indivíduos. (LOPES, et. al, 2005)

A herdabilidade pode variar de 0,0 a 1,00 ou de 0 a 100%. De modo geral, valores de herdabilidade de 0 a 20% são considerados baixos, de 20 a 40% moderados e acima de 40% altos (CARDELLINO & OSÓRIO, 1999).

Segundo Lopes et. al (2015), a estimativa de herdabilidade é válida apenas para a população usada no cálculo. Extrapolação para outras populações depende de como se assemelham as estruturas genéticas originais, precisão da medida, condições de meio, dentre outros fatores. Portanto, para se trabalhar com diferentes rebanhos, deve-se calcular a herdabilidade para cada um deles.

A correlação genética é um parâmetro que indica o quanto duas características são associadas geneticamente. O valor deste parâmetro fornece a informação do grau e o sentido da associação entre as características correlacionadas, variando de $-1,0$ a $1,0$. A principal causa da correlação genética é o pleiotropia, fenômeno genético pelo qual um único gene possui controle sobre às manifestações de várias características ao mesmo tempo. Outro fator que justifica a correlação genética, são as ligações gênicas, onde genes que estão próximos, quando um deles se expressa, o outro também irá se expressar, ocorrendo assim uma interação que irá determinar uma única característica. (Lopes et. al 2015)

Segundo Krapp 2018, os programas de melhoramento genético animal, utilizam o conhecimento da correlação genética entre características de interesse econômico para o processo de seleção, pois a seleção de uma dada característica tenderá a causar resposta em outra geneticamente correlacionada. Este fato influencia na determinação dos critérios e objetivos de seleção.

2.3 Medições vulvares

A obtenção de medições da genitália das fêmeas, foi descrita a primeira vez por Mesquita et al. (2016), onde o comprimento da rima, foi considerado o comprimento entre as

comissuras dorsais e ventrais da fenda vertical da vulva do animal e a largura da vulva foi obtida entre a distância das laterais da vulva a partir do ponto médio da rima em um ângulo de 90 graus.

Segundo Maculan (2018), alguns fatores podem interferir nas medições vulvares, dentre eles, pode-se citar: estado fisiológico (gestação), o período do ciclo reprodutivo, genética das fêmeas, presença de edema vulvar característico de um sinal do estro e o escore de condição corporal.

Fêmeas da raça Tabapuã que continham maior largura vulvar, apresentaram menor intervalo de parto ($r=-0,210$; $P=0,0008$) e maior eficiência reprodutiva ($r=0,173$; $P=0,0544$), entretanto, não houve correlação com idade ao primeiro parto. (MACULAN et al., 2018). Além disso, nesse mesmo estudo, a autora encontrou que a largura da vulva foi maior ($P=0,05$) nas fêmeas de alta ($8,81\pm 0,12$) em relação às classes de baixa ($8,38\pm 0,13$) e média ($8,42\pm 0,11$) CFA. (MACULAN et al., 2018).

Maculan et al. (2018) analisando dados de fêmeas Tabapuã, encontraram que o comprimento de rima vulvar foi menor em nulíparas ($P<0,001$) em comparação com vacas primíparas e múltíparas, entretanto, não houve efeito da paridade sobre a largura da vulva. Já quando a autora Maculan (2018) analisou fêmeas Brahman, Angus e Simental, a largura da vulva em fêmeas nulíparas e primíparas foi inferior às múltíparas

Alguns trabalhos encontrados na literatura onde foi realizado estudos de associações fenotípicas destas características, demonstraram correlações positivas entre medições vulvares e CFA. Pinto (2018) encontrou correlação positiva para a raça Holandesa ($r = 0,26$; $P = 0,02$) e para raça Girolando ($r = 0,53$; $P < 0,0001$). Maculan et. al (2018) encontraram correlação positiva analisando fêmeas Tabapuã ($r=0,08$; $P=0,05$) e para fêmeas expostas, Maculan (2018) encontrou correlação positiva ($P=0,16$ $P<0,0001$) para fêmeas zebuínas e taurinas.

Pode-se notar que poucos trabalhos foram realizados com medidas de rima ou largura vulvares, sendo, portanto, necessário que mais pesquisas sejam feitas com o objetivo de mostrar se essas medidas podem ser utilizadas como indicadores de fertilidade em fêmeas nos programas de seleção.

2.4 Contagem folicular antral e sua importância na reprodução

A fertilidade dos animais é essencial para que os produtores consigam aumentar a produção animal por ha. Diante disso, a CFA está sendo utilizada como um critério de seleção para a identificação de animais superiores geneticamente para as características reprodutivas visto que a CFA possui uma alta variabilidade entre os indivíduos e repetibilidade em um mesmo indivíduo, e com isso, o seu uso como característica indicadora de fertilidade vem crescendo. Além disso, o uso da CFA é vantajoso visto que apenas um exame ultrassonográfico, independente da fase do ciclo reprodutivo, é possível para estimar a CFA das fêmeas (Ireland et al., 2007, Morotti et al., 2017).

Segundo Morotti et al., 2016, a grande variabilidade das CFAs entre os estudos, é devido a diferenças entre os rebanhos, categorias, manejo, sanidade, alimentação e principalmente, a falta de padronização nos critérios de classificação dos grupos, tornando-se ainda mais difícil o conhecimento da CFA sobre a fertilidade de fêmeas.

Ireland et al. (2007) observaram uma maior quantidade de oócitos recuperados e número de embriões produzidos a partir de doadoras com alta CFA quando comparada com aquelas de baixa CFA. Para confirmar este exposto, Morotti et al (2015) também identificaram que fêmeas que apresentaram maior CFA, tiveram vantagens em relação a produções de embriões quando comparado com fêmeas de menor CFA. Já Maculan (2018), analisando fêmeas zebuínas e taurinas, encontrou maiores números de oócitos viáveis ($P < 0,05$) nas fêmeas da classe de largura vulvar grande ($18,86 \pm 1,76$; $n=38$) comparada à classe pequena ($10,15 \pm 1,49$; $n=53$).

Maculan (2018) analisando fêmeas da raça Brahman, Angus e Simental, não observou ($P > 0,05$) efeitos das classes da largura da vulva e CFA com os índices de eficiência reprodutiva. Porém, foi encontrado que a CFA foi correlacionada com a largura vulvar ($P < 0,0001$; $r = 0,16$) em ambos os grupos genéticos, sendo que, a largura vulvar foi maior em fêmeas na classe de CFA alta (MACULAN, 2018). Outros autores avaliando fêmeas encontraram que aquelas que possuíam maior largura vulvar, também apresentaram maior CFA. (MACULAN et al., 2018, PINTO et al., 2018, MESQUITA et al., 2016). Para confirmar o exposto, Vasconcelos (2020) analisando fêmeas Brahman e Simental, encontrou que a CFA na classe largura da vulva grande ($44,29 \pm 0,87$) foi superior ($P < 0,001$) quando comparou com às demais classes de largura vulvar (média: $35,86 \pm 0,75$ e pequena: $27,46 \pm 0,69$).

Percebe-se que é essencial o estudo de como a contagem folicular antral pode ser utilizada como uma característica indicadora de fertilidade, pois evidencia-se que os estudos apontam associações da CFA com várias características de eficiência reprodutiva, porém os

estudos analisando os parâmetros genéticos e o mérito genético desta característica são escassos na literatura.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de coleta de dados e manejo dos animais

O banco de dados analisado, continha informações de características reprodutivas de fêmeas bovinas da raça Tabapuã provenientes de quatro fazendas situadas nos estados do Rio de Janeiro (Fazenda Rodeio Gaúcho), Minas Gerais (Fazenda Chapadão e Fazenda Quatro Irmãs) e São Paulo (Fazenda Água Milagrosa). As 575 fêmeas possuíam registrado na Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ) e possuíam idades variando entre dois a 21 anos.

Os dados foram coletados nos anos de 2013 e 2014. Os animais eram nascidos entre 1990 a 2012, onde foram criados exclusivamente em regime extensivo de pastagem com suplementação mineral. As fêmeas possuíam pai e mãe conhecidos e foram provenientes de monta natural (MN), inseminação artificial convencional (IA) ou em tempo fixo (IATF).

As fêmeas foram classificadas por paridade, sendo divididas em novilhas (sem nenhum parto) e vacas (um ou mais partos). O arquivo zootécnico de dados continha informações de características reprodutivas, sendo estas, contagem folicular antral (CFA) e medições vulvares como comprimento da rima (CR) e largura da vulva (LV).

3.2 Metodologias de avaliação da contagem dos folículos antrais

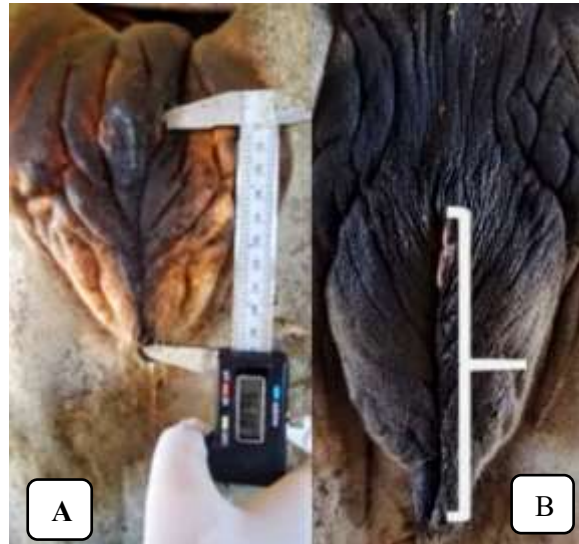
A contagem dos folículos antrais maiores ou iguais a 3mm de diâmetro dos ovários direito e esquerdo foi realizada por ultrassonografia transretal modelo Aloka 500- SSD com sonda linear de 5.0 MHz. Para a análise de CFA foram criadas três classes, de acordo com a metodologia proposta por Maculan et al. (2015) adaptada de acordo com a metodologia desenvolvida por Burns et al. (2005), onde as classes foram divididas da seguinte maneira: classe baixa < 32 folículos, classe média entre 32 e 48 folículos e classe alta > 48 folículos.

3.3 Metodologias de avaliação das medições vulvares

As medições vulvares (comprimento da rima e largura da vulva) foram obtidas utilizando um paquímetro digital, nas quais foram realizadas segundo a metodologia descrita por Mesquita et al. (2016).

O comprimento da rima foi considerado o comprimento entre as comissuras dorsais e ventrais da fenda vertical da vulva do animal (Figura 1) e a largura da vulva foi obtida entre a distância das laterais da vulva a partir do ponto médio da rima em um ângulo de 90 graus (Figura 2).

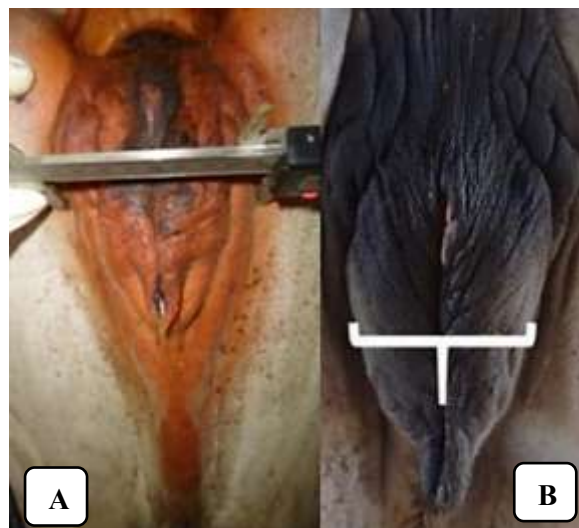
Figura 1: Ilustração de medição do comprimento da rima com o paquímetro digital



Legenda: Mensuração do comprimento da rima com o paquímetro (A); ilustração do local de posicionamento do paquímetro (B).

Fonte: Maculan (2015) e Mesquita (2016)

Figura 2: Ilustração de medição da largura da vulva com o paquímetro digital



Legenda: Mensuração da largura da vulva com o paquímetro (A); ilustração do local de posicionamento do paquímetro (B).

Fonte: Maculan (2015) e Mesquita (2016)

3.4 Análises estatísticas

Primeiramente os dados foram analisados utilizando o programa estatístico SAS (SAS, 2010) afim de identificar as restrições, as limitações e a consistência das informações dos dados analisados. Após essa análise inicial, foi encontrado e retirado as informações discrepantes, denominadas “outliers” de acordo com a metodologia descrita por Freitas et al. (2008).

Em seguida foram definidos os grupos contemporâneos (GC) e as covariáveis incluídas nos modelos para as determinações dos parâmetros genéticos. Os grupos de contemporâneos foram formados pelas seguintes variáveis: ano de nascimento, fazenda, e paridade, onde aqueles GC que continham apenas uma observação foram eliminados. As informações de genealogia, data de nascimento, grupo de contemporâneo, paridade e fazenda foram consideradas na estimação da herdabilidade e das correlações genéticas entre as características reprodutivas.

Para identificar quais efeitos ambientais influenciavam significativamente ($P < 0,05$) as características avaliadas, foram executadas análises de variância, realizadas pelo método dos quadrados mínimos, utilizando-se do procedimento GLM do software SAS (SAS, 2010) onde considerou-se um modelo com efeitos fixos de fazenda, paridade, ano de nascimento e idade linear como covariável.

Os parâmetros genéticos para as características reprodutivas (CR e LV) foram estimados mediante análises bayesianas bicaracterísticas, por meio do programa computacional GIBBSF90 (Misztal et al., 2002), por serem características contínuas. Foi considerado um modelo misto (modelo animal) que incluiu o efeito fixo de grupo de contemporâneos, sendo a idade linear do animal como covariável do modelo e o efeito aleatório o próprio animal.

Os parâmetros genéticos para a característica contagem folicular antral (CFA) foi estimado mediante análise bayesianas bicaracterísticas, por meio do programa computacional THRGIBBSF90 (Misztal et al., 2002), que permite o estudo de características contínuas e categóricas na mesma análise. Para todas as características, as estimativas posteriores foram obtidas com a utilização do aplicativo POSTGIBBSF90 (Misztal et al., 2002). Considerou-se também um modelo misto linear que incluiu o efeito fixo de grupo de contemporâneo sendo a idade do animal como covariável do modelo linear e o efeito aleatório o próprio animal.

As amostras dos componentes de (co)variância foram obtidas de cadeias de um milhão de iterações, em que as 100.000 iterações iniciais foram descartados (burn-in) e as amostras foram retiradas a cada 5 ciclos (thinning interval). Para realizar os testes de convergência foram utilizados os métodos Geweke, Heidel & Raftery e Raftery & Lewis utilizando o pacote “boa” do programa R (a R v. 3.5.0 (R Core Team, 2018)).

O modelo estatístico utilizado, na forma matricial, é descrito abaixo:

$$y = X\beta + Za + e \quad (1.0)$$

em que: y = vetor das variáveis dependentes; X = matriz de incidência dos efeitos fixos; β = vetor de efeitos fixos; Z = matrizes de incidência dos efeitos aleatórios; α = vetor de efeitos genéticos aditivos diretos; e = vetor de erros aleatórios residuais associados às observações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises descritivas das características utilizadas neste estudo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Estatísticas descritivas das características contagem folicular antral (CFA), comprimento de rima (CR) largura da vulva (LV) e idade na obtenção das medidas de fêmeas Tabapuã.

Característica	N	Média	DP	CV	Mínimo	Máximo	NGC
CFA	400	45.99	18.87	41.02	22.00	97.00	51
CR (cm)	572	9.53	1.58	16.64	4.85	14.80	57
LV (cm)	574	8.52	1.74	20.37	4.20	17.07	58
Idade (dias)	573	382.57	109.55	28.63	227.00	714.00	58

N = Número de observações; DP = desvio -padrão, CV = coeficiente de variação e NGC = número de grupos contemporâneos.

Em relação ao valor médio observado da CFA no presente estudo ($45,99 \pm 18,87$), este foi semelhante ao descrito por Rodrigues et al. (2015), que relataram média de $44,27 (\pm 0,89)$ folículos oscilando de 8 a 145 folículos para a raça Nelore. Em contrapartida, Faria (2020) relatou média de $29,14 (\pm 14,61)$ folículos, possuindo uma variação de uma 5 a 71 folículos para a raça Senepol.

Essas diferenças encontradas entre os autores citados, pode ser explicado por fatores genéticos entre as raças, pois de acordo com Sartori et al. (2016), animais *Bos indicus* apresentam maior número de folículos quando comparado com *Bos taurus*. Confirmando esse fato, Maculan (2018) quando estudou as raças Brahman, Angus e Simental, encontrou em seu estudo, que fêmeas zebuínas possuíam $36,30 (\pm 1,34)$ folículos, oscilando de 4 a 119 folículos, quando comparada às taurinas $22,09 (\pm 1,67)$ folículos, com oscilação de 1 a 88 folículos.

Tabela 2- Estatísticas descritivas da contagem folicular antral (CFA) dentro de cada classe de CFA e idades na obtenção das medidas de fêmeas Tabapuã.

Classe alta						
	N	Média	DP	CV	Mínimo	Máximo
CFA	136	68.34	12.66	18.52	51.00	97.00
Idade (dias)	135	375.16	97.96	26.11	233.00	680.00
Classe média						
CFA	185	38.77	5.73	14.77	29.00	50.00
Idade (dias)	184	372.80	111.00	29.76	227.00	677.00
Classe baixa						
CFA	79	25.04	1.88	7.52	22.00	28.00
Idade (dias)	79	379.92	104,52	27.51	251.00	657.00

N = Número de observações; DP = desvio -padrão, CV = coeficiente de variação

De acordo com a tabela 2, pode-se observar de forma geral, que a idade média observada foi similar entre as classes demonstrando que a característica CFA apresenta grande variação na população estudada conforme observado na tabela 1. Observou-se também quanto maior a classe, maior é a variação na CFA dentro da classe.

Em vários estudos analisando essa característica, foi utilizado diferentes classificações das contagens baixas, intermediárias e altas, dificultando assim a comparação entre os resultados. Como exemplo, os autores Rodrigues et al. (2015) classificaram a subespécie *Bos indicus* como: baixa ≤ 32 folículos, média entre 32 e 48 e alta ≥ 48 . Por outro lado, Faria (2020) classificou a subespécie *Bos taurus* como: CFA baixa ($20 \leq$ folículos antrais), CFA intermediária ($\geq 25 \leq 45$ folículos antrais) e CFA alta (≥ 50 folículos antrais).

Em relação ao valor médio observado da característica CR e LV (tabela 1), pode-se observar que os valores de coeficiente de variação foram de baixa magnitude. Semelhantemente, Maculan et al. (2018) analisando fêmeas Tabapuã, encontraram no seu estudo que a largura da vulva variou de 4,20 a 17,07 cm (média: $8,57 \pm 1,72$ cm) e o comprimento da rima de 4,85 a 17,79 cm (média: $9,80 \pm 0,18$ cm). A mesma autora, quando avaliou fêmeas das raças Brahman, Angus e Simental encontrou que fêmeas zebuínas possuem maior largura da vulva

(106,94±15,83cm) em comparação com as taurinas (69,78±14,11), sendo a variação de 35,15 a 99,24 mm nas fêmeas taurinas e de 67,67 a 143,37mm nas zebuínas (MACULAN, 2018).

Na tabela 3 são apresentadas as análises de variância, dos efeitos ano de nascimento, fazenda, idade e paridade sobre as características relacionadas a reprodução das fêmeas e seus níveis de significância.

Tabela 3 – Análises de variâncias das características classe contagem folicular antral (CFA), comprimento de rima (CR) e largura da vulva (LV) de fêmeas tabapuã.

Fonte de variação	Quadrados médios			
	GL	Classe CFA	CR (cm)	LV (cm)
Ano nascimento	15	0.87*	2.34	6.60*
Fazenda	3	3.20*	8.75*	43.28*
Idade	1	0.35	0.00	0.80
Paridade	1	0.17	28.57*	1.78
CV (%)		37.46	15.58	18.42
R ² (%)		11.25	15.91	21.46

*P<0,05; GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação; R² = coeficiente de determinação.

Foram encontrados efeitos da fazenda para todas as características (P<0,05). Isso pode ser explicado pelo fato de os animais receberem manejo, alimentação e controle sanitário, diferentes e com isso, ocorre a contribuição para que esse efeito influência consideravelmente as características reprodutivas dos animais.

Semelhantemente no estudo de Maculan et. al (2018) com fêmeas Tabapuã, o efeito paridade foi significativo para comprimento de rima (P <0,001) e não houve efeito da paridade sobre a largura da vulva. Além disso, Maculan (2018) não encontrou (P=0,14) influência da paridade das fêmeas sobre a CFA em zebuínos e taurinos.

O efeito idade não foi significativo para nenhuma das características em análise, sugerindo que é necessário mais estudos para verificar como a idade pode influenciar estas características reprodutivas.

Percebe-se que o coeficiente de determinação apresentou valores entre 11 a 21%. Esses valores baixos podem ser explicados pela falta de inclusão de algum efeito ambiental desconhecido e que poderia ter sido utilizado nos modelos das análises e não foi. Logo, é necessário mais estudo para identificar outros efeitos que podem influenciar estas características reprodutivas.

Na tabela 4, são apresentadas as estimativas das herdabilidades e correlações genéticas das características reprodutivas

Tabela 4 – Estimativa das herdabilidades (diagonal) e correlações genéticas (acima e abaixo da diagonal) , com seus respectivos desvios das características contagem folicular antral (CFA), comprimento de rima (CR) e largura da vulva (LV) de fêmeas tabapuã.

	CFA	CR (cm)	LV (cm)
CFA	0.27 ($\pm 0,11$)	-0.33 ($\pm 0,38$)	-0.10 ($\pm 0,39$)
CR (cm)	-0.33 ($\pm 0,38$)	0.41 ($\pm 0,16$)	0.61 ($\pm 0,26$)
LV (cm)	-0.10 ($\pm 0,39$)	0.61 ($\pm 0,26$)	0.39 ($\pm 0,13$)

Na tabela 5 e 6, são apresentados os intervalos de credibilidade (95%) das estimativas dos parâmetros genéticos estimados das características reprodutivas.

Tabela 5: Intervalos de credibilidade (95%) das estimativas das correlações genéticas estimadas das características reprodutivas.

	CR x CFA	LV x CFA	CR x LV
Intervalo de credibilidade da r	-1.00 a 0.31	-0.99 a 0.55	0.13 a 1.00

r = correlação genética CFA=contagem folicular antral; CR = comprimento da rima; LV= largura da vulva

Tabela 6: Intervalos de credibilidade (95%) das estimativas de herdabilidade estimada das características reprodutivas.

	CFA	CR	LV
Intervalo de credibilidade da h^2	0,072 a 0,49	0,099 a 0,71	0,053 a 0,62

h^2 = herdabilidade CFA=contagem folicular antral; CR = comprimento da rima; LV= largura da vulva

A estimativa de herdabilidade para CFA encontrada ($0,27 \pm 0,11$), corrobora com o valor relatado por WALSH et. al. (2014) de $0,31 (\pm 0,14)$ para vacas e $0,25 (\pm 0,13)$ para novilhas da raça Holandesa.

Em relação a estimativa de herdabilidade para as medições vulvares, não há dados na literatura que permitam comparações da mesma natureza, sendo esse estudo o primeiro a abordar as herdabilidades dessas características.

De modo geral, as estimativas de herdabilidades para características reprodutivas nesse estudo, foram de magnitudes moderadas a altas, demonstrando que essas características possuem variabilidade genética e permitem a obtenção de ganho genético quando estas forem submetidas a seleção.

A correlação genética entre CFA e as medições vulvares foram de baixas a moderadas magnitudes, sendo a correlação desta característica com largura da vulva estimada em $-0,10 (\pm 0,39)$ e com comprimento de rima estimada em $-0,33 (\pm 0,38)$. O número de animais utilizados para a estimativa entre CFA e LV foi de 399 animais e para a estimativa entre CFA e CR foi de 397 animais. Como pode-se observar na tabela 5, os intervalos de credibilidade para as características associadas a CFA, foram muito discrepantes e com isso, deve-se inferir que essa associação é nula, ou seja, elas não possuem associação genética entre elas de acordo com as condições deste experimento. Esse fato pode ser explicado devido ao baixo tamanho de amostra utilizado neste presente estudo. Além disso, pode-se ter adição de algum outro efeito fixo (ambiental) desconhecido e não contabilizado no modelo, o que pode ter contribuído para este valor discrepante.

Dessa forma, de acordo com o presente estudo, se o intuito do produtor é utilizar as medições vulvares como características indicadoras de fertilidade, deve-se focar a sua seleção para ambas as características pois, quando ocorrer a seleção praticada para LV e CR não ocorrerá nenhuma resposta a seleção da CFA. Além disso, é importante ressaltar que é necessário maior número de animais avaliados para que se possa confirmar esses resultados.

Em contrapartida, os trabalhos encontrados na literatura onde foram realizados estudos de associações fenotípicas entre a característica CFA e medições vulvares, demonstraram correlações positivas entre medições vulvares e CFA. Pinto (2018) encontrou correlação positiva para a raça holandesa ($r = 0,26$; $P = 0,02$) e para raça Girolando ($r = 0,53$; $P < 0,0001$). Maculan (2018) analisando fêmeas Tabapuã, encontrou correlação positiva ($r=0,08$; $P=0,05$) assim como para fêmeas zebuínas e taurinas ($r= 0,16$ $P<0,0001$;). Além disso, fêmeas que possuíam maior largura vulvar, também apresentaram maior CFA (MACULAN et.al., 2018, PINTO et. al., 2018, MESQUITA et. al., 2016).

Pode-se notar que esses valores encontrados na literatura, possuem correlações fenotípicas de baixa a moderada magnitude. Com isso, é necessário a realização de experimentos com maior número de animais e que estimam os parâmetros genéticos afim de certificar-se realmente essas características de medições vulvares podem ser incluídas em programas de seleção.

5 CONCLUSÃO

Contagem folicular antral, comprimento da rima e largura da vulva respondem à seleção nesta população de fêmeas da raça Tabapuã por apresentarem herdabilidade moderadas à alta, demonstrando que possuem variabilidade genética e permitem a obtenção de ganho genético. Porém, é importante ressaltar que há necessidade de aumentar o número de fêmeas avaliadas para que se confirme se existe ou não uma correlação genética entre as medições vulvares com a contagem folicular antral, podendo CR e LV serem dessa forma características indicadoras de fertilidade em zebuínos.

Além disso, é necessário também que se realizem experimentos avaliando como a idade e estado fisiológico reprodutivo afetam as mensurações vulvares, auxiliando qual é a melhor fase para se coletar essas medidas.

Entender melhor o que pode influenciar as medições vulvares possibilitará oportunidades dessas características serem incluídas em programas de seleção, visto que são características de fácil mensuração e que podem estar correlacionadas com a fertilidade de fêmeas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURNS, D. S. et al. Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: Evidence for High variation among animals, very high repeatability in individuals and an inverse association with serum follicle-stimulating hormone concentrations. *Biology of Reproduction*, Champaign, v. 73, n. 1, p. 54-62, jul. 2005.

CUSHMAN, R. A. et al. Evaluation of antral follicle count and ovarian morphology in crossbred beef cows: Investigation of influence of stage of the estrous cycle, age, and birth weight. *Journal Animal Science*, Champaign, v.87, n. 6, p.1971–1980, 2009.

FARIA, A. C. F. et al. Influência do número de folículos antras na eficiência reprodutiva de fêmeas da raça senepol. 2020. 45 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020).

FREITAS, A. R. et al. Técnicas de análises exploratórias em dados de cultivares de alfafa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 37, n. 9, p. 1532- 1532, 2008.

IRELANDO, J.L.H et. al. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in ovaries of young adult cattle. *Biol. Reprod.* 79, 1219–1225.

KRAPP, A. Parâmetros genéticos para características de carcaça, peso corporal e idade ao primeiro parto em bovinos da raça Nelore.2018. 38 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, Mato Grosso, 2018).

LOPES, P. S. et al. Teoria do melhoramento animal. – Belo Horizonte: FEPMVZ- Editora, 2005.118p.

MACULAN, R. et al. 2018 Anti-Müllerian Hormone (AMH), antral follicle count (AFC), external morphometrics and fertility in Tabapuã cows. *Ani.Reprod. Sci.* 189, 84–92.

MACULAN, R. Características indicadores de fertilidade em fêmeas da raça tabapuã. 2015. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015).

MACULAN, R. Utilização de características indicadoras de fertilidade na predição do potencial reprodutivo de fêmeas e machos *Bos taurus* e *Bos indicus*. 2018. 97 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018).

MESQUITA, N.F. et al. Vulvar width and rimalenght as predictors of the ovarian follicular reserve in bovine females. *J. Reprod. Develop.* 62 (6), 587-590, 2016.

MODINA, S. et al. Reductions in the number of mid-sied antral follicle are associated with markers of premature ovarian senescence in dairy cows. *Reproduction, Fertility and Development*, v. 26, p. 235-244, 2014.

MOROTTI F. Z. et al. Antral follicle count in cattle: advantages, challenges, and controversy. *Anim Reprod*, v.14, n.3, p.514-520, 2017.

MOROTTI F. S. et al. Is the number of antral follicles an interesting selection criterium for fertility in cattle? *Anim Reprod*, v.12, n.3, p.479-486, 2015.

PINTO, T. L. C. Relações entre população folicular antral, hormônio anti-Mülleriano, mastite e fertilidade em bovinos. 2018. 68 p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinária– Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

RODRIGUES, A. S. et al. Antral follicle count in nelore females subjected to fixed-time artificial insemination. *Ciência Rural*, v. 45, n. 4, p. 711-717, 2015.

SAROTILI, R. et al. Metabolic and endocrine differences between *Bos taurus* and *Bos indicus* females that impact the interaction of nutrition with reproduction. *Theriogenology*, v.86, n.1, p.32-40, 2016.

VASCONCELOS, G.L. . Relação entre qualidade oocitária, produção in vitro de embriões e características de fertilidade em vacas Brahman e Simental.2017. 151 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Universidade Federal de Lavras,Lavras 2017.

WALSH, S. et al. Heritability and impact of environmental effects during pregnancy on antral follicle count in cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 97, p. 4503-4511, 2014.