

ANA PAULA PEREIRA SCHMIDT

CARACTERIZAÇÃO PUBERAL DE NOVILHAS GIROLANDO 3/4 E 5/8

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Simone E. Facioni Guimarães

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2021**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

S349c
2021 Schmidt, Ana Paula Pereira, 1992-
Caracterização puberal de novilhas girolando 3/4 e 5/8 /
Ana Paula Pereira Schmidt. – Viçosa, MG, 2021.
1 dissertação eletrônica (45 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Simone Eliza Facioni Guimarães.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Veterinária, 2021.
Referências bibliográficas: f. 43-45.
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2021.153>
Modo de acesso: World Wide Web.

1. Girolando (Bovino). 2. Novilhos. 3. Puberdade.
I. Guimarães, Simone Eliza Facioni, 1966-. II. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Veterinária. Programa de
Pós-Graduação em Medicina Veterinária. III. Título.

CDD 22. ed. 636.2142

Bibliotecário(a) responsável: Alice Regina Pinto CRB6 2523

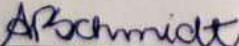
ANA PAULA PEREIRA SCHMIDT

CARACTERIZAÇÃO PUBERAL DE NOVILHAS GIROLANDO 3/4 E 5/8

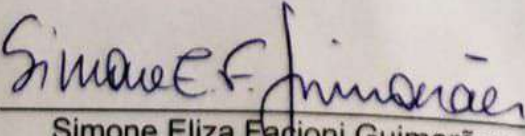
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 30 de julho de 2021.

Assentimento:



Ana Paula Pereira Schmidt
Autora



Simone Eliza Facioni Guimarães
Orientadora

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa e pela oportunidade de desenvolver o projeto de Mestrado em uma das mais renomadas Instituições de Ensino do País;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao apoio financeiro concedido pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) através da minha bolsa de estudos, fundamental para que eu pudesse me dedicar ao programa de pós-graduação e operacionalização dos estudos;

A Ouro Verde Agropecuária que possibilitou e apoiou o desenvolvimento do meu projeto de estudo, contribuindo para maior acervo e informações acerca da raça Girolando;

A minha orientadora Prof. Dra. Simone Facioni Guimarães por me aceitar e orientar da melhor forma possível, com paciência, compreensão, sabedoria e muito conhecimento teórico tanto sobre o tema escolhido para a dissertação quanto sobre tantos outros dentro da Veterinária;

Ao Prof. Dr. José Domingos pelo acompanhamento e auxílio na parte prática do experimento;

Ao Jurandy por toda ajuda fornecida sobre estatística;

Aos novos amigos que fiz na UFV, pelo acolhimento e companheirismo;

A minha família por me apoiar e incentivar, dando todo o suporte para que eu pudesse iniciar e terminar o mestrado, sem maiores dificuldades.

RESUMO

SCHMIDT, Ana Paula Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2021. **Caracterização puberal de novilhas girolando 3/4 e 5/8.** Orientadora: Simone Eliza Facioni Guimarães.

A partir da hipótese de que novilhas da raça Girolando pertencentes a dois grupos de constituição genética distintas tornam-se púberes em momentos diferentes, o presente projeto objetiva a identificação e a caracterização da puberdade nesses animais para aumento na eficiência da produção leiteira. Foram selecionadas 61 novilhas da raça Girolando, sendo 18 animais 3/4 e 43 5/8 de composição genética Holandes e Gir (CG) inicialmente com idade entre cinco e 12 meses. A cada 21 dias, se avaliava o trato reprodutivo e a atividade ovariana, as medidas corporais e o peso dos animais. Ao final do experimento, os dados coletados foram submetidos a análise estatística para avaliação dos resultados e pode-se concluir que não há diferença considerável acerca da puberdade de novilhas Girolando 3/4 e 5/8. Dentre as características avaliadas no momento da ovulação (altura de cernelha, garupa, distância entre os ílios, entre os ísquios, peso e idade), somente distância entre os ísquios e área da pelve apresentaram diferença estatística entre as duas CG.

Palavras-chave: Girolando. Novilhas. Puberdade.

ABSTRACT

SCHMIDT, Ana Paula Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2021. **Pubertal characterization of 3/4 and 5/8 Girolando heifers.** Adviser: Simone Eliza Facioni Guimarães.

Based on the hypothesis that Girolando heifers belonging to two groups of different genetic constitutions become pubescent at different times, this project aims to identify and characterize puberty in these animals to increase the efficiency of milk production. Sixty-one Girolando heifers were selected, being 18 animals 3/4 and 43 5/8 of Holandes and Gir genetic composition (CG), initially aged between five and 12 months. Every 21 days, the reproductive tract and ovarian activity, body measurements and animal weight were evaluated. At the end of the experiment, the collected data were submitted to statistical analysis to evaluate the results and, based on that, there is no considerable difference regarding puberty in Girolando 3/4 and 5/8 heifers. Among the characteristics evaluated at the time of ovulation (withers, rump, distance between the iliums, between the sitting bones, weight and age), only the distance between the sitting bones and the pelvis area showed a statistical difference between the two CGs.

Keywords: Girolando. Heifers. Puberty.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Desenho dos ossos que formam a pelve bovina, semelhante a um triângulo isósceles (A); e foto da garupa bovina (B), na qual se localiza a ossatura pélvica	21
Figura 2 – Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando altura de cernelha (cm) com idade em dias	27
Figura 3 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando altura de cernelha (cm) com idade em dias	27
Figura 4 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando tamanho de garupa (cm) com idade em dias	28
Figura 5 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando tamanho de garupa (cm) com idade em dias	28
Figura 6 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando distância entre os ílios (cm) com idade em dias	29
Figura 7 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando distância entre os ílios (cm) com idade em dias	29
Figura 8 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando distância entre os ísquios (cm) com idade em dias	30
Figura 9 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando distância entre os ísquios (cm) com idade em dias.....	30
Figura 10 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando área da pelve (cm ²) com idade em dias	31
Figura 11 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando área da pelve (cm ²) com idade em dias	31
Figura 12 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando peso (kg) com idade em dias	32
Figura 13 - Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando peso (kg) com idade em dias	32
Figura 14 - Curva <i>Kaplan-Meier</i> da sobrevivência de puberdade de novilhas Girolando 3/4 e 5/8, analisando juntamente ambas as composições genéticas	39
Figura 15 - Curva <i>Kaplan-Meier</i> da sobrevivência de puberdade de novilhas Girolando 3/4 e 5/8, analisando as composições genéticas separadamente	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média e desvio padrão de medidas corporais de novilhas Girolando 3/4 e 5/8 avaliadas conforme a idade em meses.....	25
Tabela 2 - Resultados dos modelos de regressão linear, para cada variável resposta (medida corporal) de acordo com a idade (Beta1) e composição genética de novilhas Girolando 3/4 e 5/8	33
Tabela 3 - Estimativas dos parâmetros (\pm erro-padrão) da regressão logística univariada de novilhas Girolando 3/4 e 5/8	34
Tabela 4 - Resultados da ANOVA comparando as medidas corporais e idade de novilhas Girolando 3/4 e 5/8 no momento da ovulação	35
Tabela 5 - Resultados dos testes de correlação, por idade e medida corporal de novilhas Girolando 3/4 e 5/8	38
Tabela 6 - Resultados do teste <i>log-rank</i> para comparação do tempo até a puberdade entre novilhas Girolando $\frac{3}{4}$ e 5/8	40

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEUA	Comitê de Ética no Uso de Animais
CG	Composição genética
CL	Corpo lúteo
cm	Centímetro
cm²	Centímetro quadrado
CRMV	Conselho Regional de Medicina Veterinária
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DVT	Departamento de Veterinária
ECC	Escore de condição corporal
FSH	Hormônio folículo estimulante
GH	Hormônio de crescimento
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofina
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGF-1	Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1
kg	Quilo
LH	Hormônio luteinizante
MHz	Megahertz
ng/mL	Nanograma por mililitro
NPY	Neuropeptídeo Y
°C	Graus Celsius
P₄	Progesterona
rBST	Somatotropina recombinante bovina
RNA	Ácido ribonucleico
UFV	Universidade Federal de Viçosa

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
±	Mais ou menos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5. CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Censo Agropecuário do IBGE (2017), o Brasil possui 171.858.168 bovinos e 2.521.249 estabelecimentos produtores, representando grande importância para a economia nacional. No rebanho bovino destinado à produção leiteira, percebe-se uma prevalência de raças mestiças originadas do cruzamento entre raças taurinas, especialmente a Holandesa, e raças zebuínas, como a Gir, dando origem, nesse caso, à raça Girolando. A partir dessa associação é possível obter um animal com boa produção leiteira e que, ao mesmo tempo, seja resistente, rústico e mais adaptado ao clima tropical do país.

Sabe-se que, quando as condições sanitárias, nutricionais e de bem-estar animal estão sendo atendidas, a eficiência reprodutiva do rebanho é fator limitante do sucesso do sistema produtivo (Fonseca, 2006). Um fator que influencia a eficiência reprodutiva é a idade à puberdade das fêmeas, evento que pode ser definido, de acordo com Senger (2003), como o processo de aquisição de competência reprodutiva em que o animal se torna capaz de realizar a reprodução com sucesso. A puberdade permite que as fêmeas maximizem a mineralização esquelética, contribuindo para uma formação pélvica ideal em termos de anatomia e tamanho e completem seu crescimento corporal. Desta forma, o animal torna-se apto para atender as demandas da gravidez e da lactação, possibilitando uma melhor criação da prole (Duittoz et al., 2016). A idade à puberdade varia entre as espécies e também entre os indivíduos da mesma espécie, sendo influenciada, principalmente, pela condição corporal do animal e por fatores ambientais e sociais aos quais ele é exposto (Senger, 2003).

A criação de novilhas necessita de altos investimentos em alimentação e manejo sanitário, constituindo uma das fases de maior custo dentro da bovinocultura leiteira. As fêmeas mais precoces, como as da raça Holandesa, não começam a produzir leite até aproximadamente dois anos de idade, não havendo retorno financeiro imediato (Macrina, 2011), a não ser que a novilha seja vendida. Entretanto, tais cuidados são importantes para que essas novilhas se tornem vacas de qualidade produtiva, contribuindo para o sucesso e a sustentabilidade do sistema de produção. Quanto mais cedo uma fêmea se torna púbere, mais rápido ela poderá ser incluída na estação reprodutiva e iniciar a produção leiteira, aumentando sua vida útil, reduzindo o intervalo entre gerações e retornando o investimento

econômico. A puberdade é um processo fisiológico que envolve diversos eventos endócrinos e neuroendócrinos, porém, ainda necessita de muitos estudos para esclarecer melhor sobre os mecanismos responsáveis pela maturação sexual.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A raça Girolando, de origem brasileira entre as décadas de 1940 e 1950, é proveniente do cruzamento entre as raças Holandesa e Gir, resultando em um produto caracterizado por rusticidade, fertilidade e aptidão leiteira. De forma a obter um gado produtivo e padronizado, em 1989, foram elaboradas normas para direcionar os acasalamentos, que podem ser realizados entre quaisquer combinações entre a raça Holandesa e a raça Gir, e, seus mestiços, e fixar o padrão racial no grau de 5/8 Holandês + 3/8 Gir para obtenção do Puro Sintético da Raça Girolando: a raça propriamente dita. Apesar de estar entre as raças bovinas tropicais mais importantes e ser a mais popular para a produção leiteira no Brasil, os dados científicos existentes ainda são restritos e mais voltados para nutrição e melhoramento genético, sendo importante haver mais investimento no conhecimento sobre a reprodução.

Um tema de grande interesse zootécnico e que tem sido bastante estudado por pesquisadores é a puberdade e a maturidade sexual de fêmeas. É importante que se compreenda melhor os eventos fisiológicos envolvidos para seu desencadeamento e, assim, determinar o melhor manejo para elevar a eficiência reprodutiva dos sistemas de produção bovinos.

De acordo com Senger (2003), a puberdade é definida como a aquisição de competência reprodutiva em que o animal se torna capaz de realizar a reprodução com sucesso. É um processo longo e gradativo que começa antes do nascimento e continua pelo período pré e peripubertal, culminando na manifestação do comportamento estral acompanhado de ovulação e manutenção de corpo lúteo funcional (Kinder et al., 1987). A puberdade permite que as fêmeas maximizem a mineralização esquelética, contribuindo para uma formação pélvica ideal em termos de anatomia e tamanho e completem seu crescimento corporal. Desta forma, o animal torna-se apto para atender as demandas da prenhez e da lactação, possibilitando uma melhor criação da prole (Duittoz *et al.*, 2016).

Em novilhas, características do rebanho como idade na primeira manifestação de cio e idade ao primeiro parto auxiliam na identificação e estudo do início da puberdade, ainda que não sejam tão evidentes e exatas. A maneira mais adequada para caracterização da puberdade em novilhas, apesar de mais cara e trabalhosa, é o exame ultrassonográfico para identificação da ovulação caracterizada pela

formação de corpo lúteo ovariano associado a dosagem da concentração plasmática de progesterona, que deve ser igual ou maior que 1 ng/mL (Day *et al.*, 1984).

A idade a puberdade varia não somente entre as espécies, mas também entre os indivíduos da mesma espécie. Ao contrário de novilhas taurinas que são mais precoces, novilhas mestiças oriundas do cruzamento entre as raças holandesa e zebuína são mais tardias, podendo não atingir a puberdade até os 24 meses de idade (Senger, 2003). Conseqüentemente, a idade ao primeiro parto normalmente ocorre entre 30 e 35 meses (Ruas *et al.*, 2004), o que reforça a importância da antecipação da puberdade para que haja um retorno mais rápido do investimento econômico durante a fase de recria. Recomenda-se realizar a cobertura das novilhas quando elas manifestarem o segundo estro, devido a baixa fertilidade do primeiro, o que significa dizer que é necessário que elas se tornem púberes antes do início da estação de monta (Byerley *et al.*, 1987). O ideal é que as novilhas se tornem gestantes no início da estação de monta, pois, além de desmamarem um número maior de bezerros e estes mais pesados (Lesmeister *et al.*, 1973), sua vida útil de produtividade leiteira será mais longa, permitindo maior intensidade de seleção, redução no intervalo entre gerações e, conseqüentemente, maior ganho genético e maximização da eficiência produtiva (Emerick *et al.*, 2009).

No caso de um estudo epidemiológico acerca da idade à puberdade de novilhas, para avaliarmos a variável resposta, no caso, a idade à puberdade, é necessário avaliar o tempo transcorrido até a ocorrência desse evento. Para isso, é utilizada a análise de sobrevivência. Cada indivíduo terá seu *tempo de sobrevivência* contado a partir do início do estudo (t_0), não sendo necessário entrarem ao mesmo tempo ou apresentarem a mesma idade e sem levar em consideração o que tenha acontecido antes disso. O evento final, no caso o início da puberdade, é chamado de *falha*, pois esse tipo de estudo normalmente é usado em avaliações de doenças e/ou morte. Quando a falha não é identificada em determinado tempo t de observação, essa perda no tempo é denominada *censura* e o estudo denominado “com observações incompletas” (Bustamante-Teixeira *et al.*, 2002).

O início da puberdade depende de um conjunto de interações hormonais e metabólicas responsáveis por regular o eixo reprodutivo endócrino e os mecanismos que controlam o início desses eventos ainda não estão completamente esclarecidos. Entretanto, sabe-se que é necessária a produção de hormônios liberadores de gonadotrofinas (GnRH) em frequência e quantidade suficientes para produzir e

manter a gametogênese e causar a ovulação. Antes da puberdade, a liberação de GnRH ocorre em pulsos de baixa frequência, impossibilitando a liberação de hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH) pela hipófise. Conseqüentemente, apesar de haver algum desenvolvimento folicular, não é o bastante para produzir altas concentrações de estradiol circulante, não atingindo o mínimo necessário para aumentar a liberação de GnRH, controlada por meio de *feedback* negativo e positivo a esteroides gonadais. Na fêmea pré-púbere, quando há baixas concentrações de estradiol, o centro tônico hipotalâmico, é altamente sensível ao *feedback* negativo, enquanto que o centro pulsátil é sensível ao *feedback* positivo. Durante a transição puberal, a sensibilidade do centro tônico diminui e quantidades cada vez maiores de GnRH vão sendo secretadas, ativando uma maior liberação de LH, que estimula a produção de estradiol pelos folículos ovarianos. Quando as concentrações deste hormônio atingem um determinado limite, o centro pulsátil hipotalâmico passa a conseguir responder ao *feedback* positivo causando, então, uma descarga maior de GnRH que permite a ocorrência da ovulação.

A liberação de GnRH para a ativação do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal é controlada por mecanismos que são tanto intrínsecos ao animal, quanto dependentes de fatores externos. Os principais fatores que vêm sendo estudados e reportados como determinantes para o início da puberdade são: crescimento/peso corporal adequado, interações sociais e condições ambientais, data de nascimento, constituição genética, além de indução hormonal (Senger, 2003).

Em estudo realizado por Gonzalez-Padilla et al. (1975) sobre indução de puberdade em novilhas de corte com a utilização de estrógeno e progesterona, foi observado dois picos de progesterona (P4) em torno dos dias 18 a 11 e o segundo dos dias 9 a 0 antes da puberdade, que poderiam ser provenientes de folículos ovarianos luteinizados, mesmo na ausência de ovulação. Mais tarde, Berardinelli et al. (1979), confirmaram a hipótese devido a diminuição da progesterona a níveis basais após a ovariectomia dos dois ovários. A utilização de implante de progesterona durante nove dias desencadeou a puberdade em 81% de novilhas em estudo realizado por Anderson et al. (1996). Durante o período de implante, a progesterona causou inibição da liberação de LH devido a redução no número de receptores de estrógeno no hipotálamo anterior e no hipotálamo médio basal, mas

após a sua retirada, houve liberação de LH que, por sua vez, promove maior desenvolvimento folicular e consequente produção de estrógeno.

Novilhas Girolando criadas a pasto foram submetidas a três estratégias de manejo com o objetivo de avaliar a função ovariana, em estudo realizado por Lima et al. (2008). Os tratamentos consistiam em bioestimulação (presença de rufião), adição de monensina sódica à dieta e/ou aplicação intramuscular de somatotropina recombinante bovina (rBST). O ganho de peso médio diário dos animais tratados com monensina isolada e/ou associada a rBST foi superior aos demais grupos e os animais tratados apenas com monensina também obtiveram maior peso aos 16 meses e maior concentração de sinais estrais aos 15 meses, compatível com a atividade ovariana, apresentando folículos antrais e/ou corpos lúteos. Concluíram que a adição de monensina sódica à alimentação de novilhas Girolando pré-púberes (isolada ou associada) torna a idade a puberdade mais homogênea além de reduzi-la, o que reflete na idade ao primeiro parto, constituindo uma estratégia que pode ser interessante para produtores de leite que trabalhem com o setor de recria.

Uma das formas de se avaliar subjetivamente o peso dos bovinos é através da sua condição corporal. A partir da avaliação visual ou da palpação de determinadas partes do corpo do animal, como costelas, garupa, anca, e inserção ou base da cauda, consegue-se estimar a quantidade de gordura ou de energia armazenada e classificá-lo dentro de uma escala numérica chamada escore de condição corporal (ECC). A condição corporal está diretamente relacionada com a reprodução, uma vez que aquela representa a situação energética do animal. O ECC é um método alternativo e/ou auxiliar a pesagem, muito útil para aferir e monitorar o manejo nutricional ao qual o rebanho foi submetido, possibilitando ajustes nutricionais a fim de maximizar o potencial produtivo e minimizar problemas reprodutivos (Ferreira, 2010). Handcock et al. (2019) investigaram a relação entre peso corporal e a produção de novilhas leiteiras puras e mestiças na Nova Zelândia e encontraram relações positivas. Independente da composição racial, novilhas mais pesadas apresentaram maior produção leiteira do que novilhas mais leves, concluindo que investir na alimentação para ganho de peso de novilhas com peso corporal médio ou abaixo da média durante a fase de recria resulta em maior peso corporal durante o pré-parto.

Quando o animal é submetido a condições de restrição alimentar e, conseqüentemente, peso corporal abaixo do desejado, o hormônio do crescimento

(GH) passa a ser liberado em maiores quantidades, ao contrário da insulina, que tem sua concentração diminuída. Ocorre inibição da expressão do RNA mensageiro para produção de receptores de GH no fígado e, conseqüentemente, a produção de IGF-I não é estimulada. Revertida a situação de subnutrição, a concentração de GH diminui, mas a produção de IGF-I aumenta, demonstrando maior sensibilidade do fígado ao hormônio de crescimento. As concentrações séricas e intra-foliculares de IGF-I são altamente correlacionadas, sendo responsável por acelerar a puberdade a partir do aumento na produção de estradiol pelos folículos ovarianos, devido ao aumento da responsividade às gonadotrofinas que promovem melhor proliferação e diferenciação das células da teca e da granulosa. Além disso, o IGF-I age no sistema nervoso central causando aumento da liberação de GnRH que, por sua vez, estimula o aumento da frequência dos pulsos de LH (Emerick, 2009).

A leptina é uma proteína produzida por adipócitos que regula o comportamento alimentar, assim como o balanço energético e o eixo neuroendócrino. A leptina se liga aos neurônios β -endorfina que, por sua vez, influenciam os neurônios produtores de GnRH e os neuropeptídeos Y (NPY), envolvidos no controle da saciedade. Fêmeas submetidas a restrição alimentar crônica apresentam redução no escore corporal resultando em menores concentrações de leptina e, conseqüentemente, mais NPY e menor liberação de GnRH, influenciando no ciclo estral (Williams et al., 2002). A leptina por si só não é capaz de induzir a puberdade, entretanto, atua como fator permissivo para que ela ocorra a partir da diminuição da inibição sobre os neurônios GnRH (Emerick, 2009).

As fêmeas bovinas não são consideradas animais de reprodução sazonal, ou seja, sua atividade reprodutiva não é limitada a uma época do ano específica. Considerando que a estação do ano pode influenciar na secreção hormonal do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, haveria um efeito na reprodução. Porém, deve-se considerar a data de nascimento do animal afim de garantir que de fato é uma influência da estação do ano e não a maturação sexual fisiológica, natural. Em um estudo realizado por Schillo et al. (1983), novilhas nascidas tanto nos meses de Março quanto Setembro foram expostas a partir de seis meses de idade a ambientes de temperatura e fotoperíodo controlados. As novilhas nascidas durante o outono atingiram a puberdade mais cedo do que as nascidas no inverno, indicando que as condições de ambiente natural às quais as novilhas foram expostas durante os seis

primeiros meses de vida influenciaram a idade à puberdade, sendo esta mais influenciada pela data de nascimento do que pela estação do ano em si.

Os ferormônios, substâncias emitidas através da urina, fezes, saliva e pelas glândulas sudoríparas, são capazes de induzir mudanças comportamentais imediatas ou na fisiologia do animal. O papel dessas substâncias na reprodução bovina ainda não é tão claro quanto para ovinos, caprinos e suínos, e ainda há muita divergência entre os resultados obtidos em pesquisas. Entretanto, sabe-se que eles influenciam no sistema hipotalâmico na liberação de GnRH. A simples presença de um touro vasectomizado foi capaz de acelerar o início da puberdade de novilhas, o que pode ocorrer devido a transmissão de ferormônios, e é uma estratégia de manejo para detecção de estro que pode ser usada em propriedades que fazem uso da inseminação artificial sem manter os reprodutores no local (Rekwot, 2001).

Em um estudo realizado por Fiol et al. (2017) o efeito da dominância social sobre a puberdade foi investigado. Novilhas leiteiras Holandesas e Holandesa x Jersey pré-púberes foram divididas em grupos homogêneos de acordo com raça, idade e peso corporal e alocadas em piquetes com separação de um metro uns dos outros e com acesso ao mesmo comedouro durante o experimento. Novilhas dominantes e subordinadas foram definidas de acordo com observação de interações agonísticas entre os animais, como brigas e cabeçadas em cada grupo, e foram coletadas amostras para avaliação de ganho de peso e status metabólico, endócrino e reprodutivo. Concluíram que as novilhas consideradas como dominantes são mais precoces do que as subordinadas, tornando-se púberes mais cedo, além de apresentarem maior crescimento corporal e concentrações de glicose. Por isso, práticas de manejo adequadas na criação de novilhas visando a minimização de situações de competição são de grande importância para evitar diferenças e prejuízos no crescimento e na performance reprodutiva dos animais.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Normas de Conduta para o Uso de Animais no Ensino, Pesquisa e Extensão do DVT/UFV

Todas as normas de conduta para o uso de animais no ensino, pesquisa e extensão do DVT/UFV foram seguidas rigorosamente. A Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Viçosa (CEUA-UFV) autorizou a realização do presente projeto (Protocolo nº 51/2019) e a responsável pela coordenação das atividades foi a Médica Veterinária e Professora do Departamento de Zootecnia Simone E. Facioni Guimarães, CRMV/07 N°5050.

3.2. Local de Execução

O desenvolvimento do projeto foi realizado na Fazenda Ouro Verde Agropecuária, localizada na cidade de Guarani, no estado de Minas Gerais. O clima é caracterizado como tropical, com temperatura média anual em torno de 21,2°C, e altitude média de 440 metros do nível do mar. As visitas para coleta de amostras aconteceram em intervalos de 21 dias até que as novilhas atingissem a puberdade, ou seja, apresentassem corpo lúteo em um dos ovários. Cada animal foi devidamente contido em tronco de contenção para avaliação e coleta individual.

3.3. Animais

Foram selecionadas 61 novilhas da raça Girolando, sendo 18 animais 3/4 e 43 5/8 de composição genética Holandes e Gir (CG) inicialmente com idade entre cinco e 12 meses, de acordo com os registros de nascimentos da fazenda, identificadas individualmente com brincos na orelha. A criação dos animais na Fazenda Ouro Verde é em sistema semi-intensivo com os animais manejados em piquetes com capim tifton e recebendo, como suplementação alimentar, silagem de milho, farelo de soja, fubá e sal mineral.

3.4. Palpação retal e ultrassonografia

O estado do trato reprodutivo e a atividade ovariana foram avaliados por palpação retal seguida de ultrassonografia transretal a cada 21 dias, por um total de 15 sessões (11 meses). O exame ultrassonográfico foi conduzido com o uso do aparelho de ultrassom em modo B, com transdutor eletrônico transretal de 7.5 MHz (Mindray®, modelo DP 2200 Vet, Mainland, China) para identificação e avaliação de útero e ovário e acompanhamento visual de seu desenvolvimento, verificando a presença, quantidade e tamanho de folículos ovarianos e de corpo lúteo.

3.5. Medidas corporais

Assim como as análises ultrassonográficas, as medidas corporais eram avaliadas a cada 21 dias. Devido à falta de balança na fazenda, foi utilizada fita de estimativa de peso, contornando o perímetro torácico, para realização da pesagem dos animais, considerando os valores padronizados para raças médias. A altura de cernelha foi aferida com uso de hipômetro, medindo-se a distância do solo até a extremidade dorsal dos processos espinhosos das primeiras vértebras torácicas. O comprimento da garupa (distância entre ílio e ísquio) e as larguras entre os ílios e entre os ísquios foram mensurados utilizando régua graduada adaptada. A partir das medidas dos ossos pélvicos, calculou-se a área da pelve em cm³. Considerando que a pelve tem o formato de um trapézio isósceles (Figura 1), ou seja, com os dois lados de mesmo tamanho, utilizou-se a seguinte fórmula para calcular a área:

$$A = \frac{(B + b) \times h}{2}$$

em que A é a área do trapézio, ou seja, da pelve; B a base maior (distância entre os ílios), b a base menor (distância entre os ísquios) e h a altura do trapézio. Não aferimos a medida da altura do trapézio, mas ela pode ser obtida através da seguinte fórmula:

$$h = \sqrt{L^2 - \left[\frac{B - b}{2} \right]^2}$$

Em que L é a distância entre ílio e ísquio (garupa).

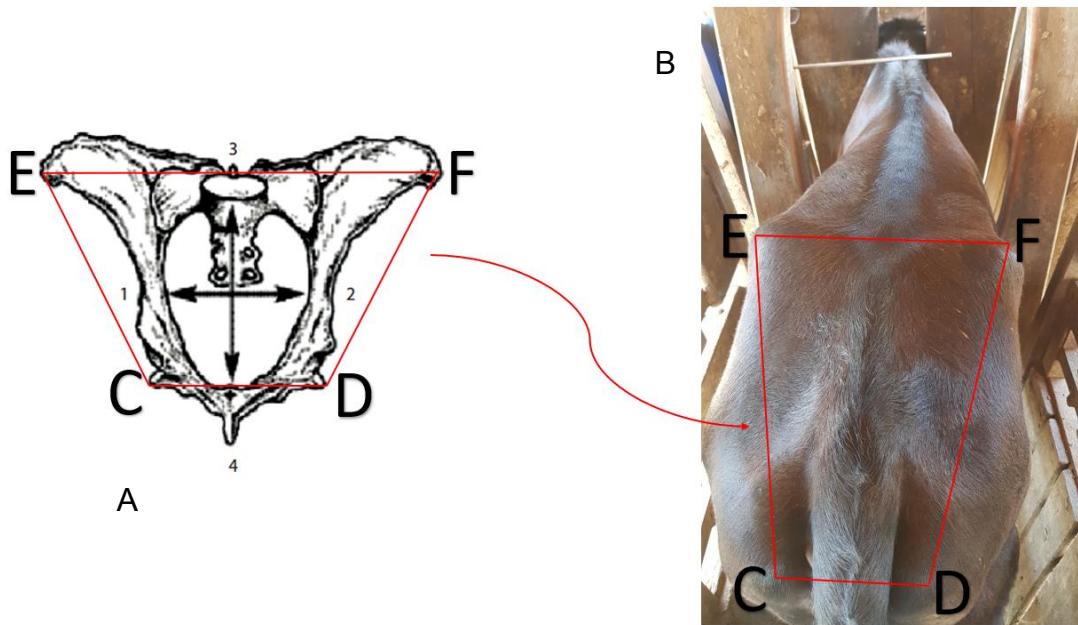


Figura 1 Desenho dos ossos que formam a pelve bovina, semelhante a um triângulo isósceles (A); e foto da garupa bovina (B), na qual se localiza a ossatura pélvica.

3.6. Análises estatísticas

3.6.1. Análise descritiva

Foi realizada uma análise descritiva dos resultados para a obtenção de gráficos com curvas médias de crescimento dos animais ao longo das coletas realizadas para cada medida corporal avaliada, diferenciando-os por composição genética (CG). O gráfico foi construído com o auxílio do ambiente estatístico R (*R Development Core Team, 2016*), versão 3.6.2.

3.6.2. Regressão linear simples

Com o intuito de avaliar o efeito da idade nas medidas corporais consideradas, foram ajustados modelos de regressão linear simples (*Reg Procedure, SAS University*), como apresentado a seguir:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_i + e_{ij}$$

em que Y_{ij} é a medida corporal em questão no tempo i , β_0 o intercepto, β_1 o coeficiente de inclinação, X_i a idade do animal, e e_{ij} o erro aleatório. Os modelos foram ajustados para cada CG, $\frac{3}{4}$ e $\frac{5}{8}$ separadamente, considerando todas as coletas realizadas de cada animal. A significância do efeito da idade foi avaliada por

meio do valor p, fixado o nível de 5% de significância, considerou-se tendência entre 5,0 e 10% de significância

3.6.3. Regressão Logística Univariada

A regressão linear simples foi utilizada para se obter curvas individuais (de cada fêmea) e usadas para predizer o valor das características morfométricas aos 365 dias de idade. Então, o efeito dos valores preditos para cada fêmea sobre a probabilidade de ovulação dentro do período experimental foi analisado por regressão logística univariada (*Logistic Procedure, SAS University*).

A probabilidade foi calculada pela fórmula:

$$P = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1)}}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1)}}$$

O valor assumido pela variável explicativa (x_1) para que o valor da probabilidade calculado pela regressão logística seja 50% foi calculado pela fórmula:

$$x_1 = \frac{\ln\left(\frac{0,5}{e^{\beta_0}(1 - 0,5)}\right)}{\beta_1}$$

3.6.4. Análise de Variância

Para avaliar as medidas corporais consideradas no momento da ovulação e compará-las entre as composições genéticas foram realizadas análises de variância (ANOVA) utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), calculado pela fórmula:

$$y_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

em que y_{ij} é o valor observado da característica estudada; m é a média geral de todas as observações; t_i é o efeito da composição genética sob a característica estudada e e_{ij} é o erro associado à y_{ij} . Foi utilizado o nível de 5% de significância.

3.6.5. Correlação

Para avaliar a relação entre as variáveis, ou seja, entre cada medida corporal e idade, foi aplicado o teste de correlação de Pearson. O coeficiente de correlação de Pearson (r), dado por:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n\hat{\sigma}_X\hat{\sigma}_Y}$$

Em que n é o número de observações, \bar{X} e \bar{Y} as médias aritméticas e $\hat{\sigma}_X$ e $\hat{\sigma}_Y$ os desvios padrões das variáveis X e Y respectivamente.

3.6.6. Análise de sobrevivência

A probabilidade de ocorrência de ovulação dos animais até um determinado tempo t , ou seja, o momento da ovulação caracterizado pela presença do corpo lúteo na avaliação ultrassonográfica, foi avaliada por análise de sobrevivência (*Lifetest Procedure, SAS University*) por meio do estimador não paramétrico de *Kaplan-Meier*. Na ausência de dados censurados, a estimativa da função de sobrevivência no tempo t é dada pela razão entre o número de observações que não falharam até o tempo t e o número total de observações. Na presença de dados censurados, como o caso deste estudo, de acordo com Giolo e Colosimo (2006), o estimador de *Kaplan-Meier* $\hat{S}(t)$ é dado por:

$$\hat{S}(t) = \prod_{j:t_j < t} \left(\frac{n_j - d_j}{n_j} \right) = \prod_{j:t_j < t} \left(1 - \frac{d_j}{n_j} \right),$$

em que $t_1 < t_2 < \dots < t_k$ são os k tempos distintos e ordenados de falha, d_j o número de falhas em t_j , $j = 1, \dots, k$ e n_j o número de animais sob risco em t_j , isto é, os animais que não falharam e não foram censurados até o instante imediatamente anterior a t_j .

Para comparar o momento da ovulação e criar as curvas de sobrevivência estimadas para os animais estudados foi utilizado o teste *log-rank*. O teste *log-rank* (Mantel, 1966), uma forma do teste de *Mantel-Haenszel* aplicado a dados de sobrevivência, tem a sua estatística de teste baseada na diferença entre o número observado de “falhas” em cada grupo e o número esperado sob a hipótese nula, de igualdade entre as curvas de sobrevivência, sendo a mesma dada por:

$$T = \frac{[\sum_{j=1}^k (d_{2j} - w_{2j})]^2}{\sum_{j=1}^k (V_j)_2},$$

em que d_{2j} é o número de falhas observado, w_{2j} é o número de falhas esperado (número de falhas vezes o número de animais, dividido pelo total de animais) e $(V_j)_2$ é a variância de d_{2j} , obtida a partir da distribuição hipergeométrica.

Assim, sob a hipótese nula de que o momento de ovulação seria igual para ambas as CG $S_1(t) = S_2(t)$ para todo t no período de acompanhamento, a estatística tem assintoticamente uma distribuição qui-quadrado com um grau de liberdade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise descritiva

A tabela 1 apresenta as médias e desvio padrão das novilhas, obtidas a partir da análise descritiva, divididas por CG e de acordo com cada medida corporal avaliada conforme a idade em meses. As Figuras 2 a 13 apresentam as curvas médias de crescimento dos animais obtidas a partir da análise descritiva, divididas por CG e de acordo com cada medida corporal avaliada conforme a idade em dias.

Tabela 1 Média e desvio padrão de medidas corporais de novilhas Girolando 3/4 e 5/8 avaliadas conforme a idade em meses

Idade (meses)	Composição genética	Cernelha (cm)	Garupa (cm)	Ílio-ílio (cm)	Ísquio-ísquio (cm)	Área (cm ²)	Peso (kg)
7	3/4	111 ± 2,94	37,68 ± 1,33	31,45 ± 1,06	23,2 ± 1,12	1024,1 ± 71,96	193,5 ± 19,12
		5/8	109,5 ± 3,51	37,56 ± 1,71	31,58 ± 1,58	21,65 ± 1,65	992,01 ± 87,03
8	3/4	113,33 ± 4,27	37,85 ± 2,90	34,53 ± 1,65	23,7 ± 1,81	1089,60 ± 100,65	215,83 ± 16,45
		5/8	108,03 ± 4,69	37,82 ± 1,53	31,65 ± 1,83	21,45 ± 1,53	996,73 ± 95,49
9	3/4	114,66 ± 3,20	39,12 ± 1,31	34,28 ± 1,66	23,57 ± 1,55	1121,88 ± 83,79	226,05 ± 18,79
		5/8	112,28 ± 3,35	38,63 ± 1,83	32,82 ± 1,68	22,64 ± 1,42	1063,47 ± 94,90
10	3/4	118,03 ± 3,66	40 ± 1,87	35,20 ± 2,74	23,56 ± 2,82	1173,54 ± 153,85	252,06 ± 27,97
		5/8	114,17 ± 3,92	39,05 ± 1,69	33,94 ± 1,94	21,55 ± 2,24	1070,29 ± 89,76
11	3/4	119,8 ± 4,36	41,39 ± 2,04	36,76 ± 2,34	24,1 ± 3,27	1247,72 ± 156,37	259,85 ± 30,23
		5/8	116,16 ± 4,20	40,29 ± 1,82	35,11 ± 1,99	22,98 ± 2,14	1159,16 ± 117,82
12	3/4	122,18 ± 5,48	42,62 ± 2,25	37,71 ± 2,73	25,17 ± 3,43	1329,35 ± 176,80	284,55 ± 31,89
		5/8	117,54 ± 5,84	41,15 ± 2,20	36,09 ± 2,35	23,63 ± 2,11	1217,71 ± 139,34
13	3/4	123,72 ± 4,90	43,33 ± 2,33	39,13 ± 2,49	26,53 ± 2,04	1411,03 ± 154	291,96 ± 36,83
		5/8	119,6 ± 5,02	41,77 ± 2,02	36,96 ± 2,26	23,49 ± 3,05	1248,77 ± 145,98
14	3/4	125,7 ± 5,26	44,06 ± 3,41	40,39 ± 3,66	26,89 ± 3,78	1473,89 ± 253,06	323,1 ± 55,96
		5/8	121,18 ± 5,12	42,53 ± 2,50	37,93 ± 2,66	24,27 ± 3,01	1310,62 ± 177,42
15	3/4	127,56 ± 5,04	44,78 ± 2,46	40,85 ± 2,68	27,34 ± 3,47	1513,83 ± 197,02	328,88 ± 46,27
		5/8	124,13 ± 5,15	44,02 ± 2,03	39,53 ± 2,47	25,97 ± 2,27	1427,37 ± 149,57

16	3/4	126,67 ± 3,67	44,19 ± 2,26	41,03 ± 3,43	27,58 ± 2,80	1503,05 ± 186,65	315 ± 41,38
	5/8	124,4 ± 4,05	44,08 ± 2,14	39,67 ± 2,13	26,53 ± 1,78	1444,59 ± 129,93	312,6 ± 35,32
17	3/4	126,3 ± 4,45	44,27 ± 2,41	40,24 ± 2,44	27,4 ± 1,31	1484,52 ± 149,89	321,8 ± 39,22
	5/8	125,29 ± 4,46	44,39 ± 1,54	40,15 ± 2,55	26,62 ± 1,79	1465,59 ± 113,06	316,13 ± 33,05
18	3/4	128,8 ± 5,97	44,8 ±2,74	41,14 ± 3,15	29,62 ± 2,93	1577,92 ± 225,84	321,8 ± 35,22
	5/8	124 ± 4,04	44,4 ± 1,55	39,97 ± 2,75	26,38 ± 2	1457,11 ± 123,54	310 ± 27,20
19	3/4	125,5 ± 3,04	43,93 ± 3,18	39,97 ± 2,30	28,4 ± 1,57	1492,47 ± 191,16	314 ± 37,03
	5/8	125,27 ± 3,26	45,15 ± 1,18	40,87 ± 1,79	26,7 ± 1,68	1507,26 ± 100,83	333,82 ± 17,45
20	3/4	127 ± 4,58	43,94 ± 2,44	40,38 ± 1,68	28,08 ± 0,59	1490,94 ± 124,64	325 ± 22,83
	5/8	126,5 ± 2,55	44,95 ± 1,36	41,14 ± 2,10	27,02 ± 2,45	1514,46 ± 128,95	330,5 ± 31,19

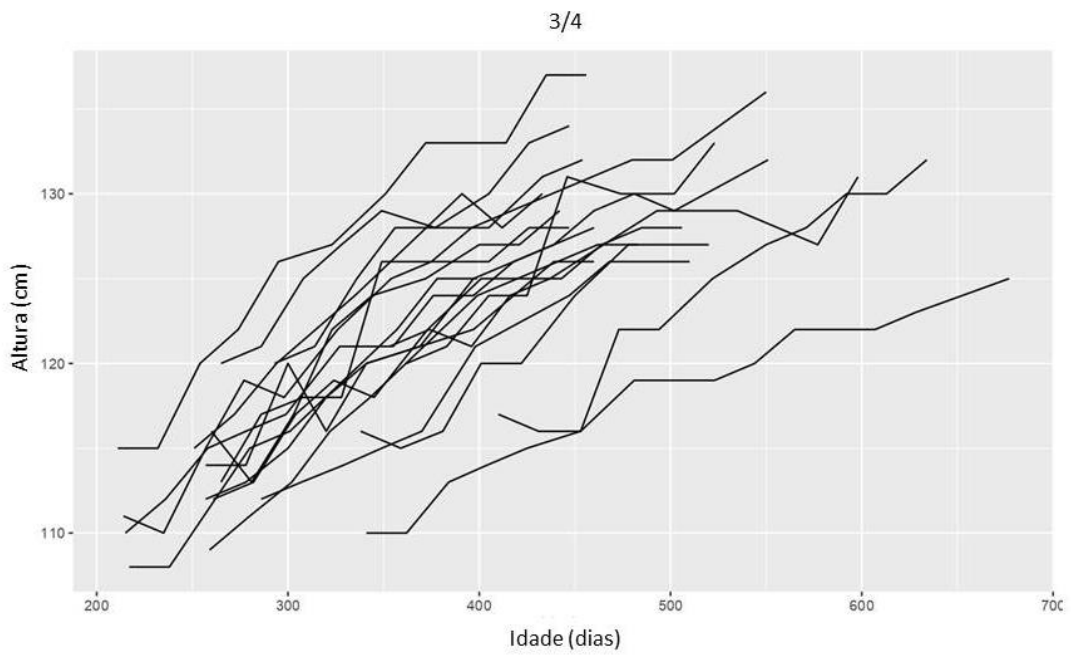


Figura 2 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando altura de cernelha (cm) com idade em dias.

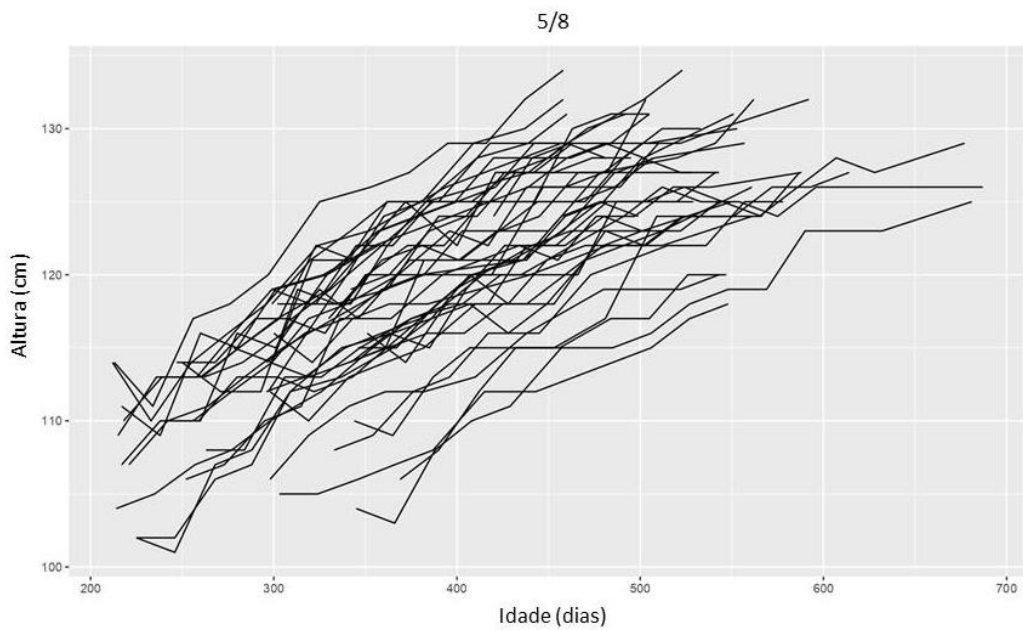


Figura 3 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando altura de cernelha (cm) com idade em dias.

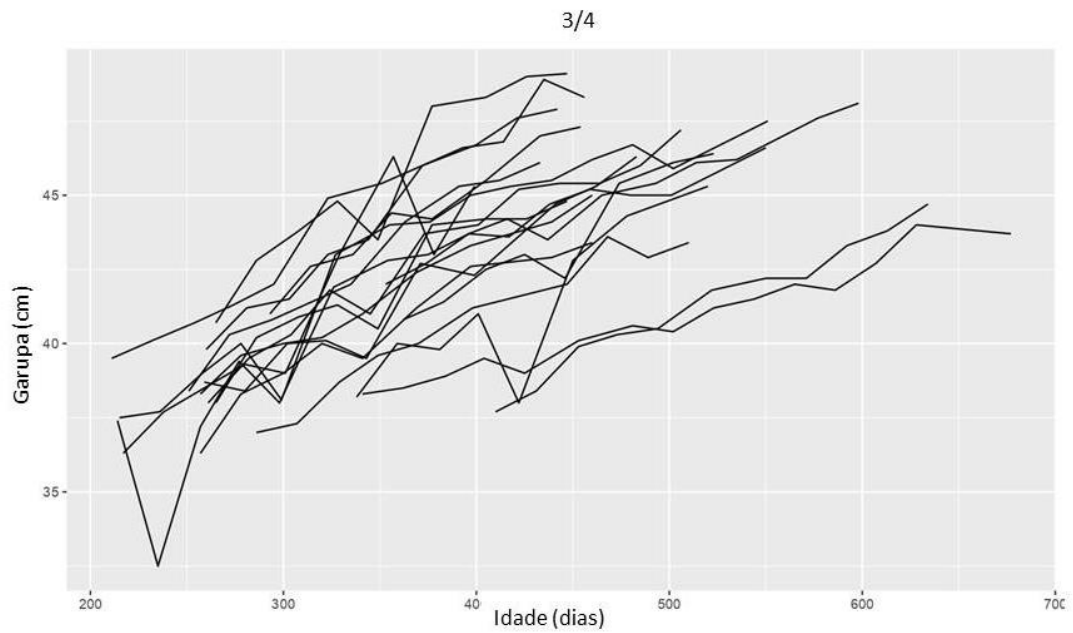


Figura 4 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando a medida da garupa (distância entre ílio e ísquio) com idade em dias.

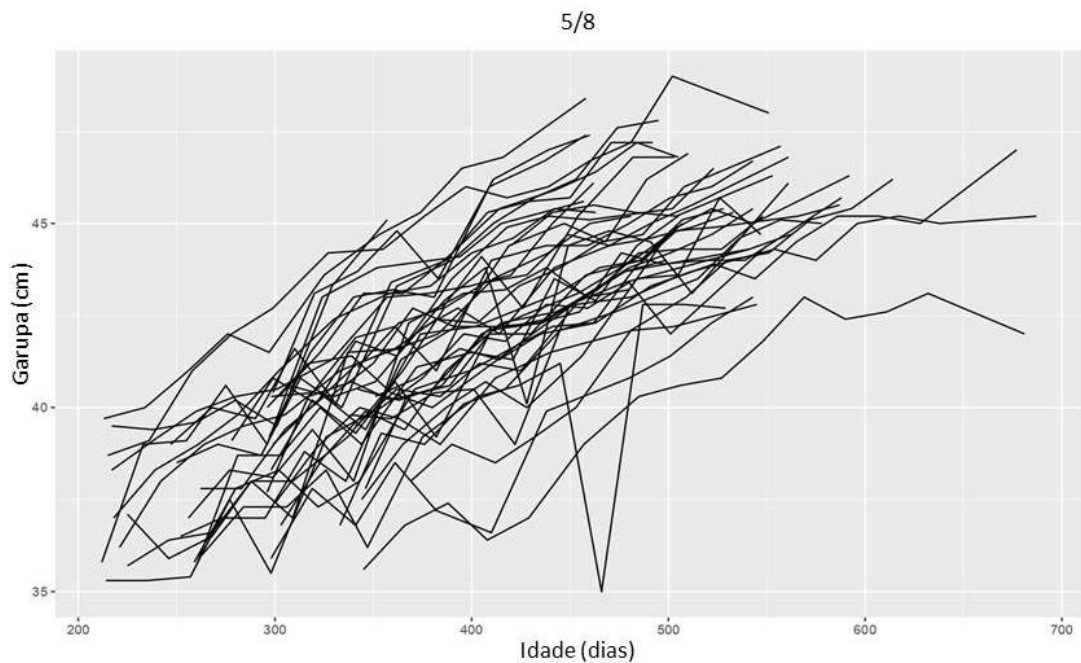


Figura 5 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando a medida da garupa (distância entre ílio e ísquio) com idade em dias.

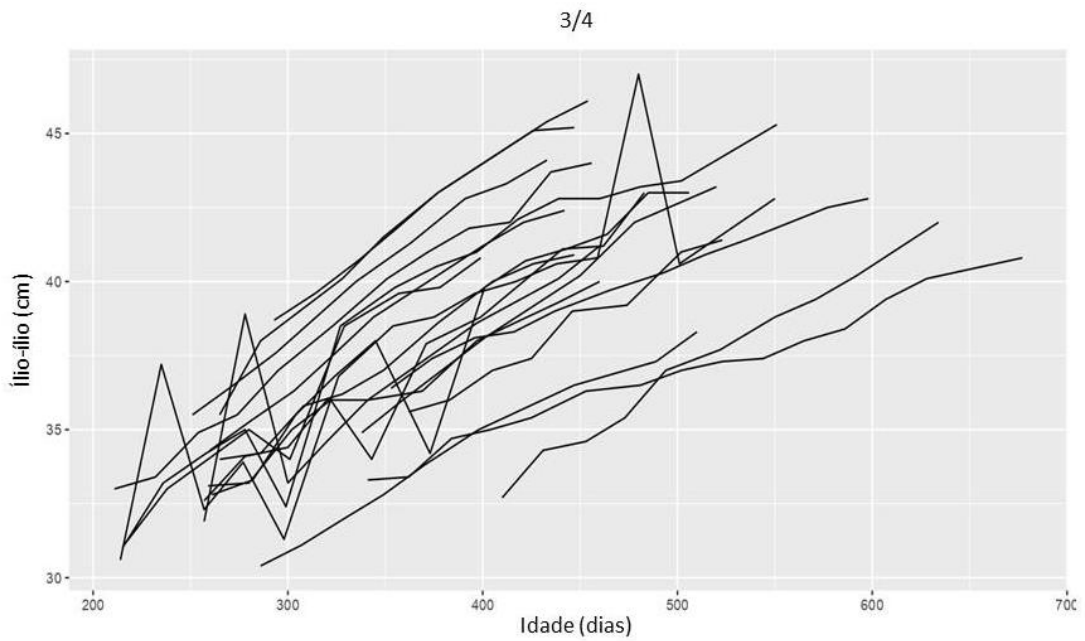


Figura 6 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando a distância entre os ílios com idade em dias.

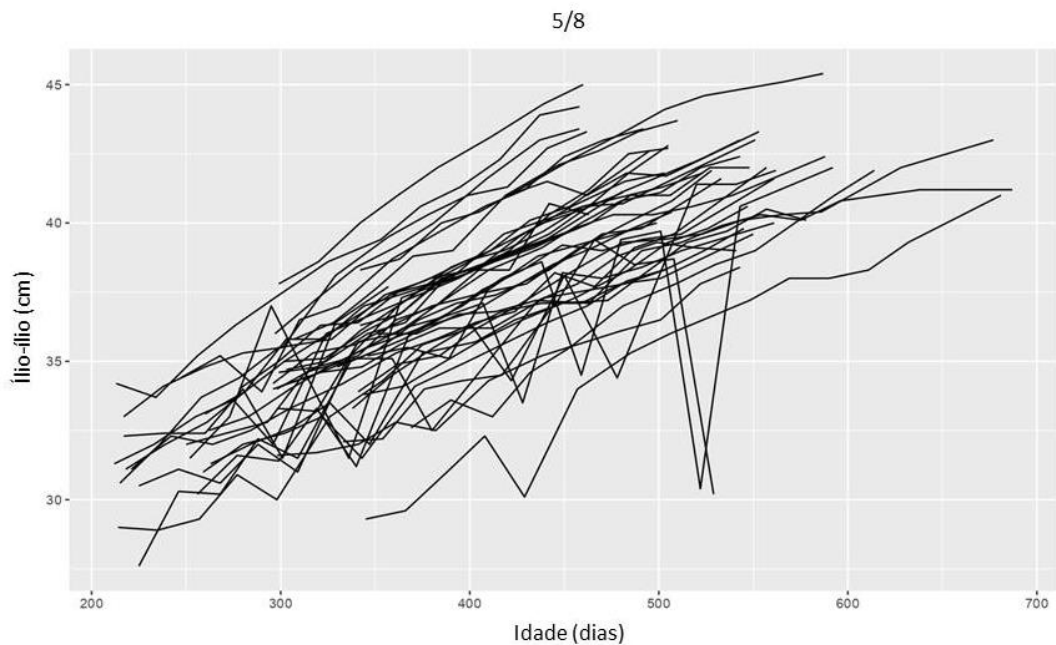


Figura 7 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando a distância entre os ílios (cm) com idade em dias.

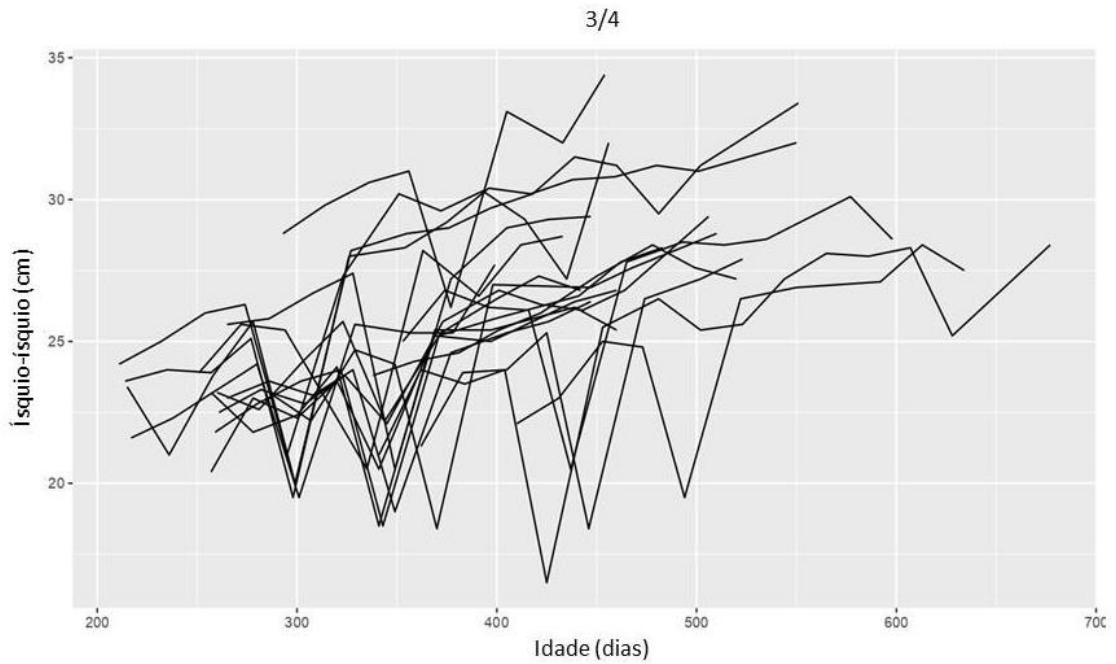


Figura 8 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando a distância entre os ísquios com idade em dias.

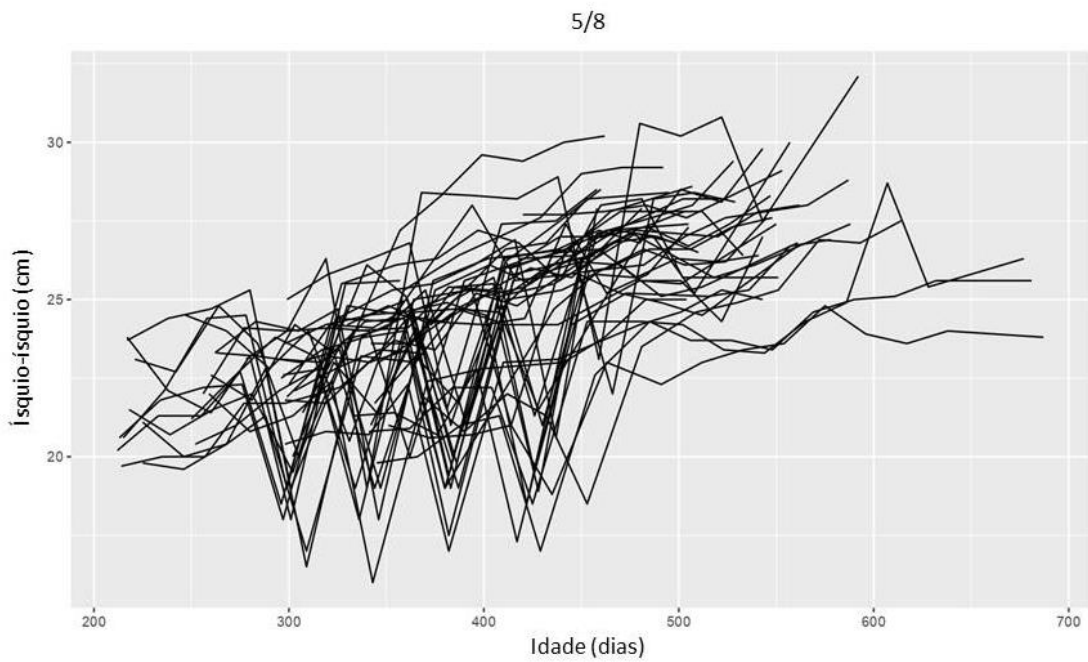


Figura 9 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando a distância entre os ísquios com idade em dias.

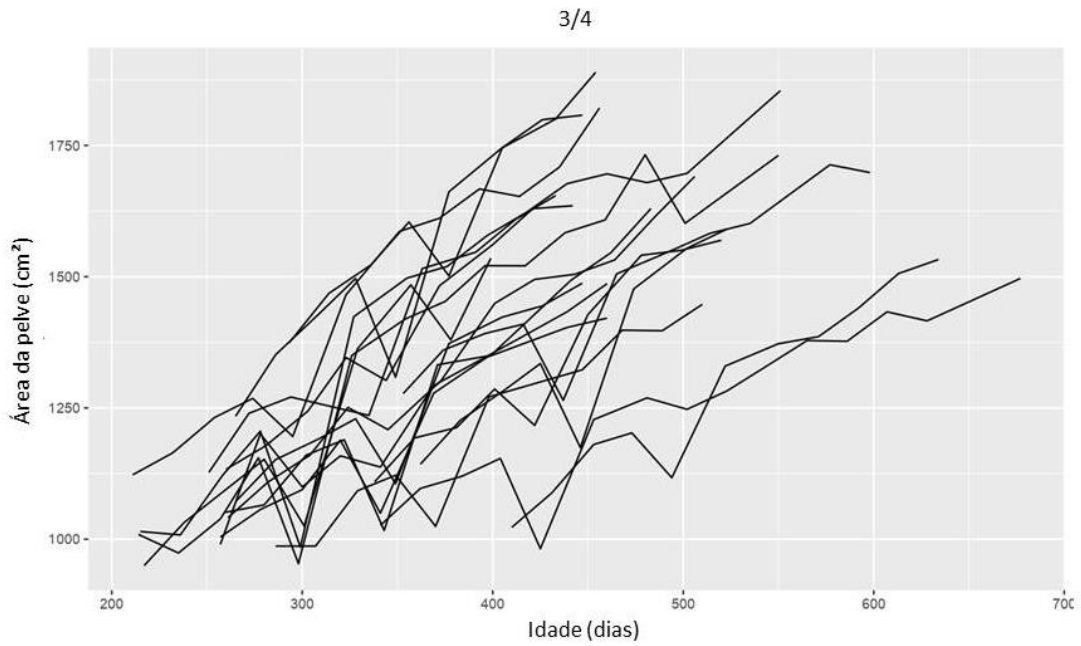


Figura 10 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando a área da pelve com idade em dias.

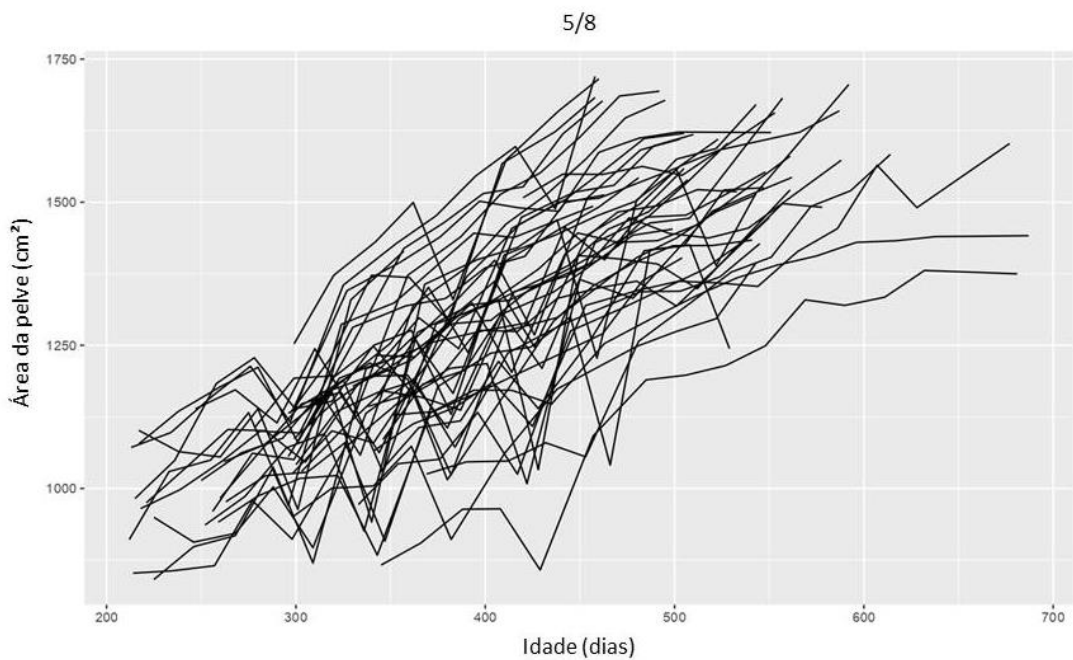


Figura 11 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando a área da pelve com idade em dias.

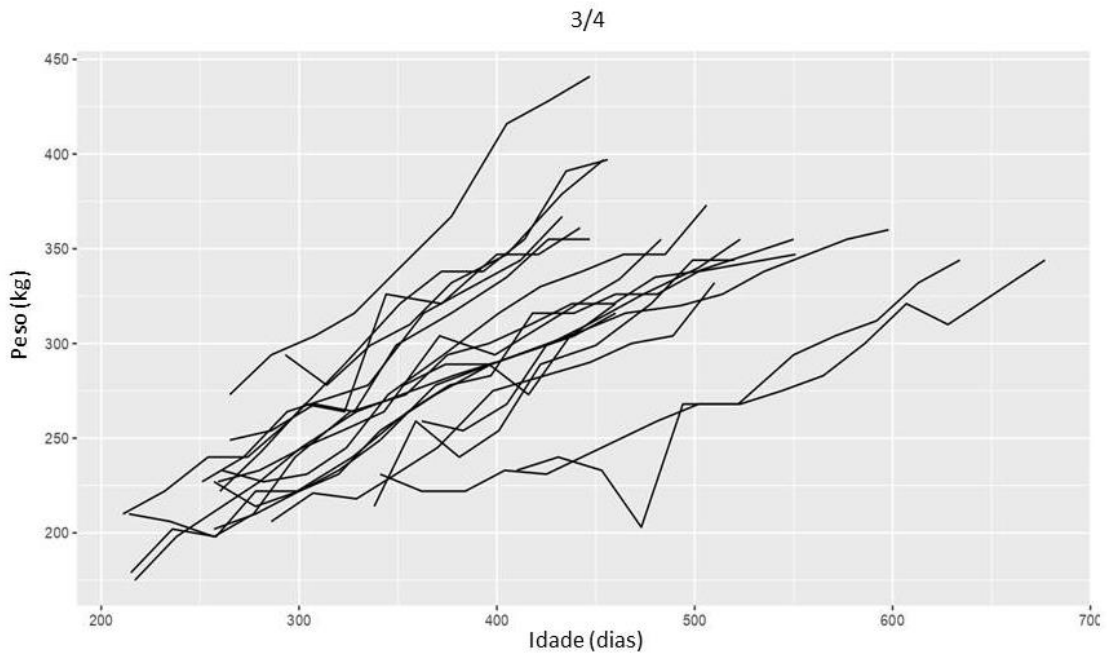


Figura 12 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 3/4 obtida através de análise descritiva comparando peso com idade em dias.

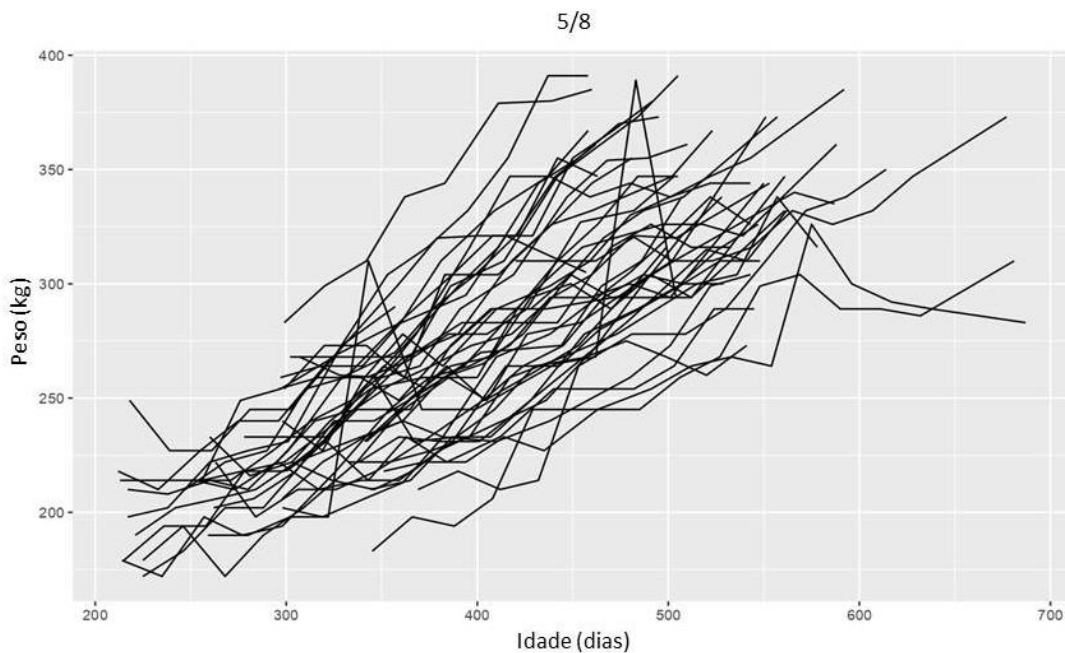


Figura 13 Curva média de crescimento de novilhas Girolando 5/8 obtida através de análise descritiva comparando peso com idade em dias.

De acordo com as médias das medidas corporais obtidas de acordo com a idade das novilhas, demonstradas na tabela 1 e nas figuras de 2 a 13, percebe-se que o crescimento corporal não aconteceu de forma crescente. Toda e qualquer alteração no ambiente em que a novilha é criada pode influenciar na sua taxa de crescimento, como, por exemplo, clima, condição sanitária, tipo de sistema de criação, condição

corporal, ingestão hídrica entre outros. A composição da dieta das fêmeas em fase de recria vai influenciar no ganho médio diário de peso delas e, conseqüentemente, na idade ao primeiro parto que varia em, aproximadamente 24 e 34 meses de idade em rebanhos leiteiros (Campos et al., 2005). Criações extensivas, como era o caso da criação do experimento, estão mais sujeitas a variações do que as intensivas, nas quais o monitoramento, controle e ajuste podem ser feitos de forma mais adequada às necessidades do animal.

Apesar de poucas novilhas terem apresentado CL na avaliação ultrassonográfica, ou seja, se tornado púberes, desde o início do experimento todas elas apresentavam grande quantidade de folículos ovarianos de tamanho médio a grande. A baixa incidência de novilhas púberes provavelmente está relacionada com o peso e ECC dos animais, que se manteve abaixo do esperado e, por isso, influenciando negativamente no eixo neuroendócrino hipotalâmico-hipofisário-gonadal.

4.2. Regressão

Para avaliar o efeito da idade nas medidas corporais dos animais de cada CG, foram ajustados modelos de regressão linear considerando tal variável como preditora, cujos resultados são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 Resultados dos modelos de regressão linear, para cada variável resposta (medida corporal) de acordo com a idade (β_1) e composição genética de novilhas Girolando 3/4 e 5/8

Variável	Composição genética	Intercepto	β_1	R^2
Cernelha (cm)	3/4*	105,25 ± 1,48	0,04 ± 0,004	0,43
	5/8*	100,01 ± 0,93	0,05 ± 0,002	0,5
Garupa (cm)	3/4*	35,04 ± 0,75	0,02 ± 0,002	0,35
	5/8*	33,05 ± 0,4	0,02 ± 0,001	0,52
Ílio (cm)	3/4*	29,03 ± 0,85	0,02 ± 0,002	0,39
	5/8*	26,09 ± 0,45	0,03 ± 0,001	0,56
Ísquio (cm)	3/4*	19,23 ± 0,85	0,02 ± 0,002	0,25
	5/8*	17,58 ± 0,46	0,02 ± 0,002	0,32

			0,001	
Área da pelve (cm ²)	3/4*	791,26 ± 53,86	1,44 ± 0,13	0,37
	5/8*	649,21 ± 26,84	1,57 ± 0,06	0,55
Peso (kg)	3/4*	148,23 ± 11,91	0,35 ± 0,03	0,42
	5/8*	118,6 ± 6,49	0,38 ± 0,02	0,55

*P valor<0,0001

Como já era esperado e confirmado pelos resultados da análise de regressão apresentados na tabela 2, observa-se que o efeito da idade se mostrou significativo em todas as medidas corporais avaliadas, para ambas as CG ($p < 0,0001$), sendo positivo em todos os casos. Avaliando a magnitude dos coeficientes estimados, nota-se que valores similares foram obtidos para as duas CG.

4.3. Regressão logística

Pelos resultados da análise de regressão logística apresentados na tabela 3, as variáveis garupa, ílio-ílio, área da pelve e peso corporal, com valores ajustados para 365 dias de idade, apresentaram efeito significativo ($p < 0,05$) sobre a probabilidade de ovulação durante o período experimental para ambos os grupos genéticos.

Tabela 3 Estimativas dos parâmetros (\pm erro-padrão) da regressão logística univariada de novilhas Girolando 3/4 e 5/8 com valores ajustados para 365 dias

Parâmetro	Estimativa	Valor P	C ¹	Valor de x_1 para P = 50%
Intercepto (β_0)	-11,95 ± 8,65	0,17		
Cernelha (β_1)	0,09 ± 0,07	0,22	0,605	135,44
Intercepto (β_0)	-17,95 ± 7,67	0,02		
Garupa (β_1)	0,40 ± 0,18	0,03	0,726	45,39
Intercepto (β_0)	-14,99 ± 5,86	0,01		
Ílio-ílio (β_1)	0,37 ± 0,16	0,02	0,733	40,98
Intercepto (β_0)	-9,42 ± 4,27	0,03		
Ísquio-ísquio (β_1)	0,33 ± 0,17	0,06	0,724	28,62
Intercepto (β_0)	-8,96 ± 3,36	0,01		
Área da pelve	0,01 ± 0,003	0,02	0,743	1513,58

(β_1)				
Intercepto (β_0)	-6,91 \pm 2,81	0,01		
Peso corporal	0,02 \pm 0,01	0,04	0,707	338,91
(β_1)				

1 Área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*)

Identificamos e confirmamos ideias já afirmadas em estudos anteriores que o peso e ECC têm uma influência muito maior sobre o início da puberdade do que a idade cronológica dos animais. Por outro lado, novas medidas como aquelas relacionadas à formação óssea da pelve foram identificadas como marcadores morfológicos, passíveis de validação em estudos mais amplos, para se qualificarem como ferramentas de seleção para características reprodutivas na raça Girolando.

4.4. Análise de Variância

Avaliando o efeito da CG nas medidas corporais e idade das novilhas no momento da ovulação, os resultados dos modelos ANOVA aplicados são apresentados na Tabela 4. Ao nível de 5% de significância, as medidas corporais que apresentam diferença estatística foram a distância entre os ísquios e a área da pelve ($p = 0,05$).

Tabela 4 Resultados da ANOVA comparando as medidas corporais e idade de novilhas Girolando 3/4 e 5/8 no momento da ovulação

Variável	Composição genética	Média	F	Valor p
Altura (cm)	3/4	129 \pm 1,05	1,90	0,2
	5/8	125,43 \pm 2,03		
Garupa (cm)	3/4	45,98 \pm 0,24	1,91	0,2
	5/8	45,19 \pm 0,45		
Ílio-ílio (cm)	3/4	42,4 \pm 0,43	1,49	0,25
	5/8	41,67 \pm 0,4		
Ísquio-ísquio (cm)	3/4	29,14 \pm 0,62	4,77	0,05
	5/8	26,27 \pm 1,01		
Área da pelve (cm²)	3/4	1627,14 \pm 16,83	4,85	0,05
	5/8	1513,32 \pm 41,47		
Peso (kg)	3/4	337,6 \pm 7,19	0,03	0,86
	5/8	340 \pm 10,11		
Idade (dias)	3/4	452,8 \pm 20,18	0,54	0,48
	5/8	481,14 \pm 28,99		

Quando se avalia o efeito da composição genética nas medidas corporais no momento da ovulação, apresentado na tabela 4, conclui-se que, do ponto de vista estatístico, elas não diferem com exceção da distância entre os ísquios e a área da pelve ($p = 0,05$). Para a distância entre os ísquios foram encontrados os valores

29,14 ± 0,62 cm e 26,27 ± 1,01 cm para novilhas Girolando 3/4 e 5/8, respectivamente; para a área da pelve, 1627,14 ± 16,83 cm² e 1513,32 ± 41,47 cm². Estas diferenças precisam ser melhor avaliadas em estudos com um número amostral mais elevado, de modo que possam ser validadas como marcadores morfológicos e biométricos para idade a puberdade e maturação sexual na raça Girolando.

A idade à puberdade média das novilhas Girolando 3/4 e 5/8 foi de 452,8±20,18 e 481,14±28,99 dias, respectivamente. Esta idade difere da encontrada no estudo de Fonseca et al (2020), que encontrou a idade a puberdade de novilhas mestiças F1 Holandês x Gir de 339,7; 346,4 e 315,3 dias para novilhas de alta, intermediária e baixa eficiência na produção leiteira, respectivamente. Novilhas F1 Holandês x Gir apresentam o máximo grau de heterose e, por isso, tendem a apresentar, em média, melhores características e índices zootécnicos do que as outras composições genéticas.

De acordo com Campos et al (2005), o início da puberdade depende muito mais do tamanho ou do peso da novilha do que da sua idade cronológica e que o peso à puberdade de novilhas mestiças Holandês-Zebu é entre 300 e 310kg para que na primeira cobrição elas tenham, idealmente, 330kg. O presente estudo verificou que, além do peso, as variáveis garupa, ílio-ílio, área da pelve também apresentam efeito significativo sobre a probabilidade de ovulação.

O peso médio para as novilhas Girolando se tornarem púberes foi de 337,6 ± 7,19 kg para as 3/4 e 340 ± 10,11 kg para as 5/8, sem diferença estatística entre as duas CG. As fêmeas utilizadas no experimento passaram por um período de seca e uma alteração no manejo alimentar que resultou em uma perda de peso muito acentuada. A condição corporal representa a situação energética dos bovinos e está diretamente relacionada com a reprodução (Ferreira, 2010). A dieta deve ser formulada de forma que elas atinjam o peso à puberdade para a primeira cobrição o mais cedo possível. Não obtendo uma nutrição balanceada que atenda às necessidades do animal, há alteração na homeostase e na produção hormonal e, conseqüentemente, na regulação do eixo reprodutivo endócrino, contribuindo para um início de puberdade mais tardio (Senger, 2003; Emerick, 2009). É de extrema importância que se faça um monitoramento do manejo nutricional e do ganho de peso, seja através da pesagem (com balança ou fita de estimativa de peso) ou da avaliação do escore corporal dos animais, possibilitando a antecipação da tomada

de decisões no que diz respeito a esse assunto. Fêmeas submetidas a uma dieta balanceada apresentam condição corporal adequada e apresentam maiores chances de expressar o seu máximo potencial produtivo, tanto no que diz respeito a reprodução, quanto a produção de leite. É fundamental que haja investimento na alimentação para ganho de peso de novilhas com peso corporal médio ou abaixo da média durante a fase de recria para que elas atinjam maior peso corporal durante o pré-parto e, dessa forma, produzam mais leite (Handcock et al., 2019).

4.5. Correlação

Os resultados dos testes de correlação aplicados entre as medidas corporais avaliadas são apresentados a seguir na tabela 5, tanto considerando a amostra em geral, quanto por raça:

Tabela 5 Resultados dos testes de correlação, por idade e medida corporal de novilhas Girolando 3/4 e 5/8

Composição genética	Variável	Idade (dias)	Cernelha (cm)	Garupa (cm)	Ílio (cm)	Ísquio (cm)	Área da pelve (cm ²)	Peso (kg)
3/4 e 5/8	Idade	1,00						
	Cernelha	0,66*	1,00					
	Garupa	0,68*	0,88*	1,00				
	Ílio	0,70*	0,85*	0,89*	1,00			
	Ísquio	0,51*	0,68*	0,72*	0,71*	1,00		
	Área da pelve	0,68*	0,88*	0,95*	0,94*	0,87*	1,00	
	Peso	0,70*	0,88*	0,89*	0,88*	0,68*	0,90*	1,00
3/4	Idade	1,00						
	Altura	0,65*	1,00					
	Garupa	0,59*	0,90*	1,00				
	Ílio	0,62*	0,88*	0,90*	1,00			
	Ísquio	0,50*	0,68*	0,71*	0,73*	1,00		
	Área da pelve	0,61*	0,89*	0,95*	0,94*	0,87*	1,00	
	Peso	0,65*	0,90*	0,92*	0,91*	0,66*	0,90*	1,00
5/8	Idade	1,00						
	Altura	0,70*	1,00					
	Garupa	0,72*	0,88*	1,00				
	Ílio	0,75*	0,84*	0,89*	1,00			
	Ísquio	0,57*	0,67*	0,73*	0,69*	1,00		
	Área da pelve	0,74*	0,87*	0,96*	0,93*	0,86*	1,00	
	Peso	0,74*	0,87*	0,88*	0,87*	0,69*	0,89*	1,00

*valor $p < 0,05$.

Considerando tanto as raças separadamente quanto conjuntamente, observa-se na Tabela 5 que as correlações entre todas as medidas corporais se mostraram significativas, ao nível de 5% de acordo com o teste de correlação de Pearson, sendo todos os coeficientes positivos, o que indica que quanto maior o valor de uma medida corporal do animal, maior tende a ser o valor de outra medida. As correlações mais fortes referentes a área da pelve com a garupa e com a distância entre os ílios, apresentando coeficientes de correlação de Pearson iguais ou superiores a 0,90, estão relacionadas ao desenvolvimento da anatomia e do tamanho da pelve. A variável que tem maior influência na dificuldade de parto é a área pélvica (Oliveira, 2008), que deve apresentar tamanho e abertura suficientes para o desenvolvimento da gestação e para a passagem do bezerro no momento do parto. Nos bovinos de nove a 24 meses de idade, a área da pelve cresce de forma quase constante, sendo um pouco mais acelerada entre 10 e 15 meses e diminuindo dos 16 aos 24 meses (Oliveira, 2008). Para novilhas de 10 a 14 meses de idade, a taxa de crescimento da área da pelve é de $0,27\text{cm}^2/\text{dia}$ (KO e Ruble, 1990).

Ainda com relação às medidas da pelve, além da descrita associação entre esta mensuração e facilidade de parto, o presente trabalho mostra que existe associação estatística entre medidas de pelve e idade a puberdade na raça Girolando, estando estas mensurações mais associadas com a puberdade do que ECC, altura de cernelha e peso. Estes achados corroboram futuras iniciativas nesta raça e em outras para se validar estes achados como marcadores morfológicos e ferramentas de seleção para idade a puberdade e outras características reprodutivas na raça Girolando e outras raças.

4.6. Análise de sobrevivência

A seguir, é apresentada a análise de sobrevivência por meio do estimador de *Kaplan-Meier*, referente ao tempo decorrido até a puberdade, sendo que a puberdade (considerada quando as novilhas apresentam corpo lúteo em um dos ovários) foi observada em 12 dos 61 animais (19,67%), enquanto os demais tempos foram considerados censurados.

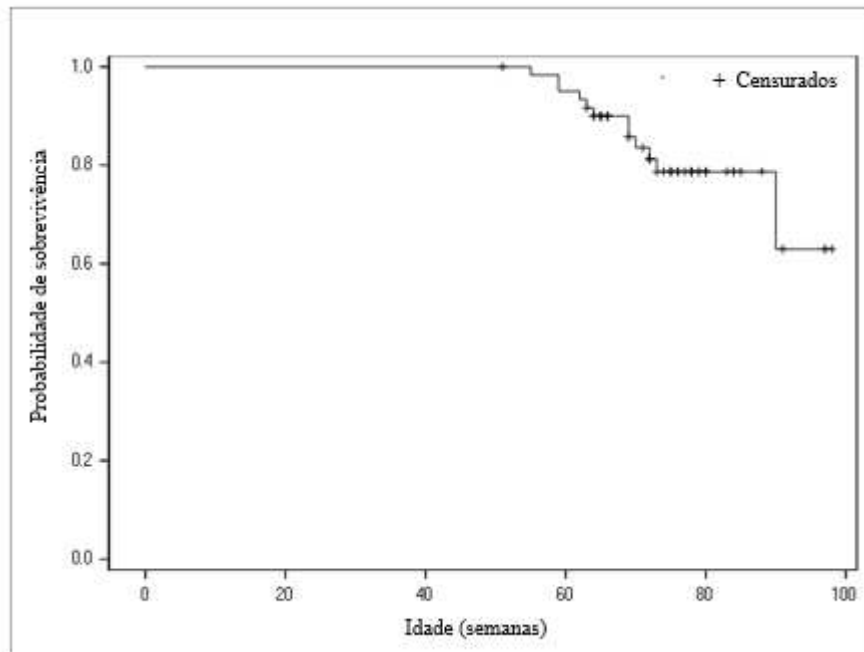


Figura 14 Curva *Kaplan-Meier* da sobrevivência de puberdade de novilhas Girolando 3/4 e 5/8, analisando juntamente ambas as composições genéticas

A curva *Kaplan-Meier* dos 61 animais com 12 animais atingindo a puberdade é apresentado na Figura 2, sendo que a taxa de sobrevivência, que no caso indica a probabilidade dos animais não terem atingido a puberdade em determinada semana, começa a decrescer apenas a partir na 55ª semana de idade, ou seja, aproximadamente 13 meses, independente da CG, sendo essa a idade mínima em que foi observada a puberdade entre as novilhas amostradas, embora para uma delas a informação tenha sido cesurada na 51ª semana. A taxa de sobrevivência atinge 89,97% na 64ª semana e chega a 78,70% na 73ª semana, mantendo-se constante até a 90ª semana, a partir da qual atinge 62,96%. Devido a questões logísticas e de manejo das novilhas dentro da propriedade, o início da puberdade não pode ser identificado para todos os animais e, por isso, o estudo apresenta observações incompletas.

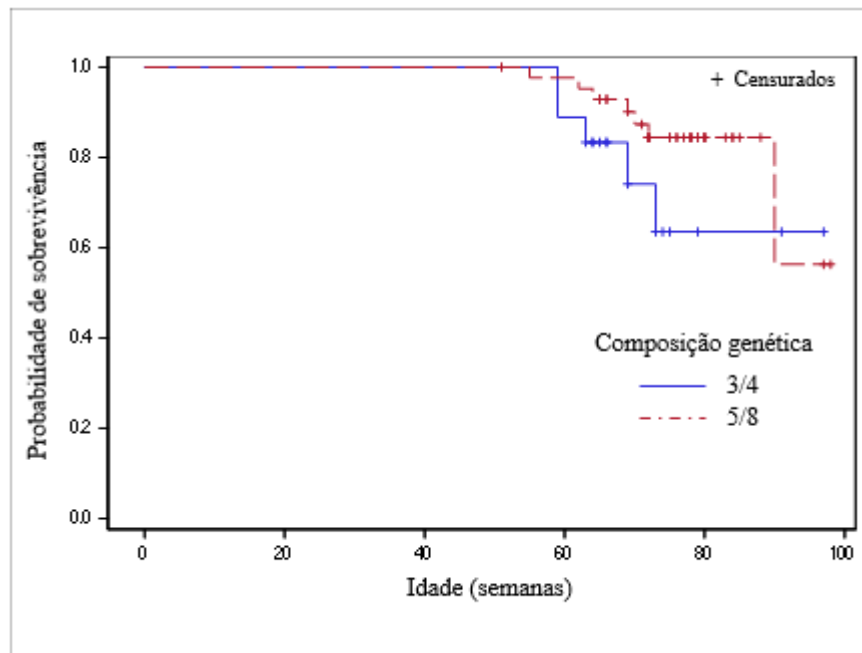


Figura 15 Curva *Kaplan-Meier* da sobrevivência de puberdade de novilhas Girolando 3/4 e 5/8, analisando as composições genéticas separadamente

Avaliando a curva de sobrevivência estimada pelo método de *Kaplan-Meier* para os animais 3/4 e 5/8 separadamente (Figura 3), nota-se que as taxas de sobrevivência variam entre os grupos ao longo do tempo. A curva dos animais 3/4 apresenta uma queda mais acelerada até a semana 73, atingindo 63,49%. Já os 5/8 permanecem com taxa de sobrevivência acima de 84% até a 90ª semana, terminando o período com uma taxa de sobrevivência de 56,27%. Para avaliar se a diferença entre as curvas de sobrevivência é significativa, foi aplicado o teste *log-rank*, cujos resultados são apresentados a seguir na tabela 6.

Tabela 6 Resultados do teste *log-rank* para comparação do tempo até a puberdade entre novilhas Girolando 3/4 e 5/8

Composição genética	n	Puberdade*		Tempo até a puberdade (semanas)		Teste log-rank	
		n	%	Média	Erro padrão	χ^2	Valor p
3/4	18	5	27,78%	70,51	1,28	1,51	0,21
5/8	43	7	16,28%	86,22	1,56		
Total	61	12	80,33%	84,85	1,46	-	-

*considerando puberdade a ocorrência da primeira ovulação

De acordo com a Tabela 6, observa-se que dos 61 animais inicialmente selecionados, 18 pertencem composição genética 3/4 (29,51%), enquanto que 43 pertencem à CG 5/8 (70,49%). Desses 61, apenas 12 atingiram a puberdade em um período de um ano de experimento. Embora o número absoluto de animais que atingiram a puberdade para ambos os grupos seja próximo, proporcionalmente, a quantidade de animais 3/4 na puberdade (27,78%) é maior do que a de 5/8

(16,28%), mas não há evidências amostrais suficientes para afirmar que existe diferença estatística entre elas. De acordo com os resultados do teste *log-rank*, o tempo médio para que as fêmeas $\frac{3}{4}$ atinjam a puberdade é de 70 semanas e as $\frac{5}{8}$ 86 semanas, com diferença não significativa entre elas ao nível de 5% de significância (valor $p = 0,21$).

Apesar do n amostral inicial ter sido amplo, poucas novilhas entraram na puberdade durante o período experimental, o que pode ter contribuído negativamente para os resultados obtidos. Além disso, o número de novilhas para cada constituição genética não foi igual, assim como a idade das novilhas, sendo necessária a realização de muitos ajustes nas análises estatísticas. Ainda assim, o presente estudo contribuiu para o aumento do acervo de dados científicos sobre produção e reprodução de bovinos da raça Girolando, podendo auxiliar em futuros experimentos acerca do tema.

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que não há diferença considerável acerca da puberdade de novilhas Girolando 3/4 e 5/8. Dentre as características avaliadas no momento da ovulação (altura de cernelha, garupa, distância entre os ílios, entre os ísquios, peso e idade), somente distância entre os ísquios e área da pelve apresentaram diferença estatística entre as duas CG.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, L.H.; MCDOWELL, C.M.; DAY, M.L. Progesterin-induced puberty and secretion of luteinizing hormone in heifers. **Biology of Reproduction**, v.54, p.1025–1031, 1996.
- BERARDINELLI, J.G.; DAILEY, R.A.; BUTCHER, R.L.; INSKEEP, E.K. Source of progesterone prior to puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.49, p.1276-1280, 1979.
- BUSTAMANTE-TEIXEIRA, M.T.; FAERSTEIN, E.; LATORRE, M.R. Técnicas de análise de sobrevida. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 8, n. 3, p.579-593, 2002.
- BYERLEY, D.J.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLI, J.G.; SHORT, R.E. Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. **Journal of Animal Science**, v.65, p. 645-650, 1987.
- [CAMPOS, O. F. DE](#); [LIZIEIRE, R. S.](#); [CAMPOS, A. T.](#); [CAMPOS, A. T. DE](#). Recria em rebanhos leiteiros. **Circular Técnica da Embrapa**, v.84, ISSN 1517-4816, 2005.
- DAY, M.L.; IMAKAWA, K.; GARCIA-WINDER, M.; ZALESKY, D. D.; SCHANBACHER, B. D.; KITTOK, R. J.; KINDER, J. R. Endocrine mechanisms of puberty in heifers: estradiol negative feedback regulation of luteinizing hormone secretion. **Biology of Reproduction**, v.2, p.332-341, 1984.
- DUITTOZ, A.H.; TILLET, Y.; LE BOURHIS, D.; SCHIBLER, L. The timing of puberty (oocyte quality and management). **Anim. Reprod.**, v.13, n.3, p.313-333, Jul./Sept. 2016
- EMERICK, L.L.; DIAS, J.C.; GONÇALVES, P.E.M.; MARTINS, J.A.M.; LEITE, T.G.; ANDRADE, V.J.; VALE FILHO, V.R. Aspectos relevantes sobre a puberdade em fêmeas. **Rev Bras Reprod Anim**, v.33, n.1, p.11-19, jan./mar. 2009.
- FERREIRA, A.M. **Reprodução da fêmea bovina**. 1a edição. Juiz de Fora, MG: Editar Editora Associada, p. 422, 2010.
- FIOL C.; CARRIQUIRY, M.; UNGERFELD, R. Social dominance in prepubertal dairy heifers allocated in continuous competitive dyads: Effects on body growth, metabolic status, and reproductive development. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 3, p. 2351–2359, 2017.
- FONSECA, A.P.; ALVES, B.R.C.; CAMPOS, M.M.; COSTA, R.M.; MACHADO, F.S.; PEREIRA, L.G.R.; TOMICH, T.R.; BRANDÃO, F.Z.; BORGES, A.M. Idade à puberdade e características reprodutivas de novilhas mestiças F1 Holandês x Gir com fenótipos divergentes para consumo alimentar residual. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.72, n.4, p.1093-1101, 2020.
- FONSECA, J.F. Otimização da Eficiência Reprodutiva em Caprinos e Ovinos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS, 1, Campina Grande, 2006. **Anais**. Campina Grande: SEDAP; SEBRAE; INSA; ARCO, 2006. 10 f.

GONZALEZ-PADILLA, E.; RUIZ, R.; LEFEVER, D.; DENHAM, A.; WILTBANK, J.N. *Journal of Animal Science*, v. 40, n. 6, p.1110–1118, 1975.

HANDCOCK, R.C.; LOPEZ-VILLALOBOS, N.; MCNAUGHTON, L.R.; BACK, P.J.; EDWARDS, G.R.; HICKSON, R.E. Positive relationships between body weight of dairy heifers and their first-lactation and accumulated three-parity lactation production. *Journal of Dairy Science*, v. 102, n. 5, p. 4577–4589, 2019.

KINDER, J.E.; DAY, M.L.; KITTOK, R.J. Endocrine regulation of puberty in cows and ewes. *J. Reprod. Fertil.*, n. 34, p.167-186, 1987.

KO, J.C.H.; Ruble, M.V. Using maternal pelvis size and fetal hoof circumference to predict calving difficulty in beef cattle. *Veterinary Medicine: Food Animal Practice*, v. 85, p.1030-1036, 1990.

LESMEISTER, J.L.; BURFENING, P.J.; BLACWELL, R.L. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *Journal of Animal Science*, v.36, p.1-6, 1973.

LIMA, C.S.; GAMBARINI, M.L.; VIU, M.A.O.; FILHO, B.D.O.; SANTOS, F.C.; CAIXETA, L.S. Efeito da bioestimulação, monensina e somatotropina recombinante bovina sobre o ganho médio diário e início da puberdade em novilhas girolando criadas a pasto. *Archives of Veterinary Science*, v.13, n.2, p.93-97, 2008.

MACRINA, A.L.; KENSINGER, R.S.; TOZER, P.R. Induced lactation in pubertal heifers: efficacy, response to bovine somatotropin, and profitability. *Journal of Dairy Science*, v. 94, n. 3, p. 1355–1364, March 2011.

OLIVEIRA, L. **Pelvimetria e escore de dificuldade de parto em vacas da raça Holandesa**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, p. 60, 2008.

REKWOT, P.I.; OGWU, D.; OYEDIPE, E.O.; SEKONI, V.O. The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Animal Reproduction Science*, v.65, p.157-170, 2001.

RUAS, J.R.M.; BORGES, L.E.; MARCATTI, N.A.; AMARAL, R. Cria e recria de fêmeas F1: Holandês x Zebu para produção de leite. *Informe Agropecuário*, v.25, p. 40-46, 2004.

SCHILLO, K.K.; HANSEN, P.J.; KAMWANJA, L.A.; DIERSCHKE, D.J.; HAUSER, E.R. Influence of Season on Sexual Development in Heifers: Age at Puberty as Related to Growth and Serum Concentrations of Gonadotropins, Prolactin, Thyroxine and Progesterone. *Biology of Reproduction*, v.28, n.2, p. 329–341, March 1983.

SENGER, P.L. **Pathways to pregnancy and parturition**. 2 ed. Washington, USA: Current Conceptions, Inc., 2003. 373 p.

WILLIAMS, G.L.; AMSTALDEN, M.; GARCIA, M.R.; STANKO, R.L.; NIZIELSKI, S.E.; MORRISON, C.D.; KEISLER, D.H.; Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle. *Domestic Animal Endocrinology*, v.23, n.1, p.339-349, 2002.

ZANTON, G. I.; HEINRICHS, A. J. Meta-Analysis to Assess Effect of Prepubertal Average Daily Gain of Holstein Heifers on First-Lactation Production. **Journal of Dairy Science**, v.88, p. 3860-3867, 2005.