

**Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Veterinária  
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal**

**PUBERDADE E CARACTERÍSTICAS DA DINAMICA FOLICULAR DE  
NOVILHAS F1 HOLANDÊS X GIR COM FENÓTIPOS DIVERGENTES PARA  
CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL**

**Adolfo Pérez Fonseca**

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária - UFMG  
2017**

**Adolfo Pérez Fonseca**

**PUBERDADE E CARACTERÍSTICAS DA DINÂMICA FOLICULAR DE  
NOVILHAS F1 HOLANDÊS X GIR COM FENÓTIPOS DIVERGENTES PARA  
CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL**

Dissertação apresentada na Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Reprodução Animal

Orientador: Prof. Álan Maia Borges

Co-orientadores: Dra. Bruna R. Coelho  
Alves

Dra. Mariana Magalhães  
Campos

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária - UFMG  
2017**

F676p Fonseca, Adolfo Pérez, 1989-  
Puberdade e características da dinâmica folicular de novilhas F1 Holandês X Gir com  
fenótipos divergentes para consumo alimentar residual / Adolfo Pérez Fonseca. – 2017.  
60 p. : il.

Orientador: Álan Maia Borges

Co-orientadores: Bruna R. Coelho Alves, Mariana Magalhães Campos

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia

1. Novilho - Reprodução – Teses. 2. Reprodução animal – Teses. 3. Estro – Teses.  
4. Ovulação – Teses. 5. Alimentos – Consumo – Teses. I. Borges, Álan Maia. II. Alves,  
Bruna R. Coelho. III. Campos, Mariana Magalhães. IV. Universidade Federal de Minas  
Gerais. Escola de Veterinária. V. Título.

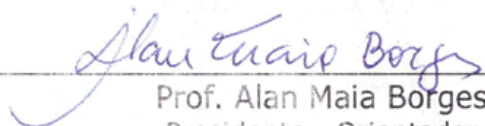
CDD – 636.208 926


## FOLHA DE APROVAÇÃO

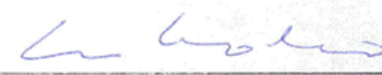
**ADOLFO PEREZ FONSECA**

Dissertação submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de MESTRE em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração REPRODUÇÃO ANIMAL.

Aprovada em 09 de Fevereiro de 2017, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof. Alan Maia Borges  
Presidente - Orientador

  
Prof. José Reinaldo Mendes Ruas  
Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES

  
Prof<sup>a</sup>. Sandra Gesteira Coelho  
Escola de Veterinária - UFMG

*Dedico este trabalho a DEUS*  
*meu pai Hernando Pérez*  
*minha mãe Benita Fonseca*  
*minhas irmãs Gisela e Maira*  
*por serem o motor da minha vida*  
*e que sempre estiveram presente*  
*para me dar apoio, força e motivação*  
*para poder alcançar os meus sonhos.*

---

## AGRADECIMENTOS

---

A realização dessa dissertação marca o fim de mais uma conquista e como não se tem conquista sem ajuda, queria agradecer a todos aqueles que contribuíram para a concretização desse trabalho.

A Deus, por me brindar o conhecimento e sabedoria para sempre escolher os caminhos que me levam ao triunfo.

À Escola de Veterinária da UFMG por ter possibilitado a realização do curso de Mestrado. A todos os professores e técnicos da Reprodução Animal, em especial ao meu orientador Professor Álan Maia Borges pelo esforço e paciência que teve durante todo este tempo para me orientar pelo caminho mais correto e pela paciência e sábios conselhos nos momentos mais difíceis.

Às Doutoradas Bruna Alves Rios Coelho e Mariana Magalhães Campos pela coorientação e ajuda durante o tempo experimental e redação deste trabalho.

À instituição de fomento CAPES pela bolsa de estudos.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que financiou o projeto de pesquisa protocolado sob o CEUA nº 3403210316.

A minha família, meus avós, meus primos, meus sobrinhos, meus tios e tias por sempre me apoiar.

A minha amiga Rilza Valentim, por ser uma das pessoas que acreditou em mim e me motivou para fazer o mestrado aqui no Brasil (*in memoriam*).

À minha família brasileira Márcia, César, Henrique, Guilherme, Carol, Gabriel, Simone por todo o apoio incondicional enquanto eu morava em Belo Horizonte.

Ao meu tio Yamil Abuabara, minha tia Eliana, meus primos Yamil, Tamara e Tahis, pelo apoio sempre.

A todos os funcionários da fazenda Dell, Geovanne, Luizinho, Verônica, Mengo, Amarildo, Seu Tetestco e Betinho pela ajuda. Aos estagiários Henrique, Amarildo, Paulo, Victor, Dante, Warley, Samuel, Rodrigo, Isabela, Luana, Taiane, Verônica, Ana Luiza que fizeram parte fundamental durante a fase experimental.

Aos meus companheiros e colegas de curso Luciano, Verônica, Philipe, Isabela, Lucas, Silvio, Gustavo, Telma, Ana Carolina, e Natália pela amizade e apoio.

Aos meus amigos na Colômbia Jorge Enrique, Álvaro, Nicolas, Luís Fernando, Júlio Cesar, Cristian, Samir, Alberto, Sergio e em especial ao meu primo Jorge Leonardo, pelo apoio, companhia e motivação nos momentos que mais os precisava.

Aos meus amigos em Belo Horizonte, José Azael, Andrés, Juan Felipe, Priscila, Lucas Marrugo, Mary, Carlos e Esteban.

Aos Estagiários da EMBRAPA Gado de Leite Daniele, Aloma, Milane, Rebeca, Raquel, Carina, Duarte, Elissa, Gabriela, Guilherme, Gustavo, Marina, Paulo, João, Sheila, Tainá, Rafael, Marco, Abias, Camila e Aline, pela companhia, amizade e apoio na minha estadia na fazenda.

Aos funcionários do Nutre Alexandre, Nédia, Claudia, Dona Luz e Jú pela receptividade.

Aos meus colegas e amigos na Colômbia Manuel Martinez, Carlos Iriarte, Luis Alberto Blanco e Carmen Rangel, por sempre acreditar em mim e pelo apoio.

A minha pátria Colômbia, sempre agradecido e orgulhoso de ser um Colombiano.

*“Fe es dar el primer paso, aunque no se vea la escalera entera”*  
(Martim Luther King)

---

## SUMÁRIO

---

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	Puberdade.....	14
<b>2.2</b>	Dinâmica folicular ovariana durante o ciclo estral em bovinos.....	17
<b>2.3</b>	Comportamento sexual em novilhas.....	19
<b>2.4</b>	Uso de protocolos hormonais para indução de estro e ovulação.....	19
<b>2.5</b>	Eficiência nutricional e parâmetros reprodutivos.....	20
<b>3.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>21</b>
	<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>4</b>	<b>Características reprodutivas de novilhas F1 HG da pré-puberdade à primeira gestação.....</b>	<b>27</b>
	Resumo.....	27
	Abstract.....	28
	Introdução.....	29
	Material e métodos.....	30
	Resultado e discussão.....	31
	Conclusão.....	48
	Referências bibliográficas.....	49
	<b>CAPITULO II</b>	
<b>5.</b>	<b>Características reprodutivas de novilhas leiteiras F1 HG com o fenótipo divergente para consumo alimentar residual.....</b>	<b>53</b>
	Resumo.....	53
	Abstract.....	54
	Introdução.....	55
	Material e métodos.....	55
	Resultado e discussão.....	57
	Conclusão.....	59
	Referências bibliográfica.....	59
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES FINAIS.....</b>	<b>60</b>



---

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1 - Composição química do concentrado, silagem e dieta total.....	30
Tabela 2 - Diâmetros médios do maior folículo e cornos uterinos em novilhas F1 HG pré-pubere e pós púbere.....	35
Tabela 3 - Parâmetros reprodutivos e da dinâmica folicular ovarina de novilhas F1 HG apresentando padrão de duas e três ondas foliculares.....	39
Tabela 4 - Parâmetros dos folículos dominantes de novilhas F1 HG apresentando padrão de crescimento de duas ou três ondas foliculares.....	40
Tabela 5 - Parâmetros de folículos subordinados de novilha F1 HG apresentando padrão de duas e três ondas foliculares.....	42
Tabela 6 - Parâmetros dos volumes dos corpos lúteos de novilhas F1 HG, apresentando padrão de duas ou três ondas foliculares.....	44
Tabela 7 - Parâmetros da área dos corpos lúteos de novilhas F1 HG, apresentando padrão de duas ou três ondas foliculares.....	45
Tabela 8 - Composição química do concentrado, silagem e dieta total nos ensaios de eficiência alimentar pós-desaleitamento e no pós-puberdade.....	56
Tabela 9 - Idade e peso à puberdade de novilhas leiteiras F1 HG com fenótipo divergente para consumo alimentar residual no pós-desaleitamento.....	58
Tabela 10 - Parâmetros reprodutivos de novilhas leiteiras F1 HG com fenótipo divergente para consumo alimentar residual no pós-puberdade.....	58

---

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 - Percentual de novilhas F1 HG que iniciaram manifestação de estro entre os diferentes horários do manejo de observação, de acordo com o estro natural ou induzido com PGF <sub>2α</sub> .....	36
Figura 2 - Caracterização da dinâmica folicular ovariana de novilhas F1 HG apresentando padrão de duas ondas.....	37
Figura 3 - Caracterização da dinâmica folicular ovariana de novilhas F1 HG apresentando padrão de três ondas foliculares.....	37
Figura 4 - Regressão quadrática da área e volume dos corpos lúteos de novilhas F1 HG apresentando padrão de duas ou três ondas foliculares, em função aos dias do ciclo estral.....	45
Figura 5 - Percentagem de novilhas que apresentam cio em relação ao horário do dia, após a retirada do implante de P4 e aplicação de cipionato de estradiol, no dia 9(D9) e no dia 10 (D10).....	46

## RESUMO

Este trabalho foi realizado com os seguintes objetivos: a) estudar e caracterizar os parâmetros reprodutivos até a primeira concepção, incluindo-se idade e peso à puberdade, comportamento de estro, dinâmica folicular, resposta a protocolos hormonais e fertilidade em novilhas F1 HG. A dinâmica folicular ovariana foi estudada durante o ciclo estral natural, após indução de estro com prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , e após protocolo com progesterona e estrógeno. A idade e peso a puberdade foram de  $340,2 \pm 27,6$  dias e  $342 \pm 25,0$  kg, respectivamente. Os percentuais de detecção de estro foram de 94%, 84% e 100% para estro natural, induzido com prostaglandina  $F_{2\alpha}$  e após protocolo com progesterona e estrógeno, respectivamente. O padrão de ondas foliculares durante o ciclo estral natural predominou com animais apresentando três (60,6%), com relação a animais com duas (39,4%), respectivamente. O intervalo de ovulações e o diâmetro do folículo ovulatório foram de  $18,8 \pm 1,0$  e  $21,8 \pm 1,8$  dias e de  $15,7 \pm 1,4$  e  $14,7 \pm 1,1$  milímetros para novilhas F1 HG com duas e três ondas, respectivamente. Os intervalos dos estros às ovulações foram de  $25,4 \pm 4,1$  e  $25,3 \pm 6,2$  horas para estros naturais ou induzido com  $PGF_{2\alpha}$ , respectivamente. A taxa de gestação à primeira inseminação artificial foi de 80% e não correram perdas embrionárias; b) relacionar a eficiência nutricional com idade e peso à puberdade e alguns parâmetros reprodutivos em novilhas F1 HG. Foram estudadas em 35 novilhas F1 HG que foram ranqueadas para eficiência alimentar utilizando como parâmetro o consumo alimentar residual (CAR). As novilhas apresentaram idade à puberdade, em média, aos 339,7; 346,4; 315,3 dias, para alta eficiência, eficiência intermediária e baixa eficiência, respectivamente, apresentando diferença estatística ( $P < 0,0001$ ). O peso à puberdade para novilhas com alta eficiência, eficiência intermediária e baixa eficiência foi, em média, de  $321 \pm 28,1$ kg não apresentando diferença entre os grupos de CAR. Diâmetro (mm) e taxa de crescimento (mm/dia) folicular não apresentaram diferença entre os grupos de CAR. Não foi observada nenhuma correlação entre os parâmetros reprodutivos de diâmetro folicular (mm), taxa de crescimento do folículo (mm/dia), número de ondas foliculares no ciclo estral natural e taxa de gestação na 1ª IA (%) com o grupo de CAR.

**Palavras-chaves:** dinâmica ovariana, puberdade, eficiência alimentar, reprodução.

## ABSTRACT

This paper was carried out with the following objectives: a) to study and characterize the reproductive parameters until the first conception including the age and weight at puberty, estrus comportment, follicular dynamics, response to hormone protocols and fertility. The ovarian follicular dynamic was studied during the natural estrous cycle, after induction of estrus with prostaglandin F<sub>2α</sub>, and after the protocol with progesterone and estrogen. The age and weight at puberty were  $340,2 \pm 27,6$  days and  $342 \pm 25,0$  kg respectively. The percentiles of estrus detection were of 94%, 84% and 100% for natural estrus, induced with prostaglandin F<sub>2α</sub>, and after the protocol with progesterone and estrogen, respectively. The pattern of follicular waves during the estrus cycles prevailed in animals presenting three (60,6%), in relation to animals with two (39,4%), respectively. The interval of ovulations and the diameter of the ovulatory follicle were of  $18,8 \pm 1,0$  and  $21,8 \pm 1,8$  days and of  $15,7 \pm 1,4$  and  $14,7 \pm 1,1$  millimeters for heifers F1HG with two and three waves, respectively. The gestation rate of the first artificial insemination was of 80% and there was no embryonic loss; b) to relate the nutritional efficiency with the age at puberty, weight at puberty and some reproductive parameters in F1 HG heifers. 35 heifers F1 HG were used, for each test, a food efficiency ranking was done, using as the parameter the residual feed intake (CAR). The heifers presented age at puberty averaging the 339,7; 346,4; 315.3 days, for heifers with high efficiency, intermediate efficiency and low efficiency, respectively, showing significant difference of puberty age between heifers ( $P < 0,0001$ ). The weight at puberty for heifers with high efficiency, intermediate efficiency and low efficiency was, in average,  $321 \pm 28,1$ kg, not showing difference between the CAR groups. No correlation was observed between the reproductive parameters of follicle diameter (mm), the follicle growth rate (mm/day), number of follicular waves in the natural estrous cycle and the gestation rate 1<sup>a</sup> IA with the CAR groups.

**Keywords:** ovarian dynamic, puberty, feed efficiency, reproduction.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção leiteira ocupa posição de destaque no Brasil, que é o quinto maior produtor mundial (IBGE, 2014). O Brasil, por se tratar de um país continental, ocupando 47% da superfície total da América do Sul, apresenta diversos climas e solos, o que dificulta a produção do leite utilizando somente uma raça específica, sem que haja intervenções ambientais que propiciem ao animal a expressão de suas potencialidades para a produção de leite ou carne. Em face desse cenário, uma grande porcentagem da produção nacional de leite é proveniente de bovinos obtidos através de cruzamentos de diferentes raças taurinas (*Bos taurus taurus*) e zebuínas (*Bos taurus indicus*), mais comumente das raças Holandês e Gir (HG), que geram produtos que agregam a rusticidade da raça Gir e a alta produtividade de leite da raça Holandês (Dias, 2012).

A partir do cruzamento Holandês x Gir, surgiu a raça Girolando, que hoje, em sua fase é constituída por diversas proporções de composição genética das duas raças (Silva *et al.*, 2016). A utilização da primeira geração do cruzamento entre Holandês e Gir, ou seja, animais F1, é vista como uma das estratégias para aumentar a produção e produtividade de leite nos países tropicais, incluindo todo o território brasileiro (Ruas *et al.*, 2015). Estudos indicam que vacas mestiças F1 HG possuem a capacidade de produzir alta quantidade de leite, mais que o dobro da média nacional, demonstrando potencial para aumentar a média de produção de leite e a lucratividade dos sistemas nacionais (Gloria *et al.*, 2010).

A produtividade leiteira é influenciada, dentre outros parâmetros, pelo desempenho reprodutivo das matrizes bovinas. A eficiência reprodutiva do rebanho é essencial para haver retorno econômico da atividade leiteira. Falhas no manejo reprodutivo podem diminuir a taxa de gestação, diminuindo assim o número de crias obtidas num período de tempo que conseqüentemente afetara a produtividade do rebanho (Vasconcelos, 1999). A idade à puberdade, idade à primeira concepção, idade ao primeiro parto e peso à puberdade são alguns parâmetros que podem refletir sobre a eficiência reprodutiva. Além disso, a resposta a protocolos hormonais utilizados para sincronização de estro ou ovulação, determina o potencial de fertilidade de fêmeas bovinas, o que influencia seu desempenho reprodutivo. O conhecimento dos parâmetros e características reprodutivas de fêmeas bovinas é fundamental para embasar a otimização do manejo reprodutivo e do uso das biotécnicas de reprodução em rebanhos leiteiros. No entanto, estudos científicos que contemplam o aprofundamento deste conhecimento referente aos animais mestiços HG e, especialmente aos F1 HG, ainda são escassos. É conhecido e amplamente citado na literatura que fêmeas das raças *taurinas* e *zebuínas*, apresentam diferenças em vários aspectos reprodutivos, como idade a puberdade, e padrão de dinâmica folicular. Porém, estes conhecimentos em raças produzidas a partir do cruzamento *Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus* é escasso.

A nutrição representa a principal variável de custo na produção de leite e, por isso, é importante conhecer e caracterizar os animais mais eficientes na conversão alimentar. Além disso, já é bem estabelecido que um manejo nutricional ideal na fase de recria leva ao início precoce da vida sexual de novilhas. Porém, ainda existe a questão de que a seleção de animais para maior eficiência na conversão alimentar poderia resultar na permanência de animais de menor potencial de fertilidade no rebanho. Existem estudos focados em responder essa pergunta nas raças taurinas de leite, porém isto ainda não foi investigado em animais F1 HG.

O objetivo dessa dissertação é abordar os parâmetros reprodutivos em novilhas F1 HG desde a puberdade até a primeira concepção e correlacionar a eficiência nutricional com alguns desses parâmetros.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A reprodução de fêmeas bovinas, sejam estas em fase anterior (novilhas) ou posterior (vacas) ao primeiro parto, caracteriza-se por eventos que incluem o desenvolvimento do trato genital, a primeira ovulação, o estabelecimento do padrão de ciclicidade ovariana, formação e regressão do corpo lúteo (CL), manifestação de estro, estabelecimento e manutenção da gestação. Dentre os fatores que mais afetam o desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas, destaca-se a nutrição. Esta revisão de literatura irá abordar conhecimentos relevantes na espécie bovina, relacionados aos fatores supracitados, levando-se em consideração, conforme disponibilidade e pertinência, a subespécie (*Bos taurus taurus* ou *Bos taurus indicus*), a raça e a especialização (corte ou leite) do rebanho estudado.

### 2.1 Puberdade

O termo puberdade é utilizado para definir o início da vida reprodutiva do macho ou da fêmea (Dukes, 2006). Do ponto de vista prático, um animal atinge a puberdade quando se torna capaz de liberar gametas e de manifestar sequências de comportamento sexual completo (Hafez, 2004). Do ponto de vista endócrino, a puberdade é definida como o primeiro estro comportamental, acompanhado por ovulação e desenvolvimento de um corpo lúteo, que é mantido durante período característico de uma determinada espécie (Kinder *et al.*, 1986).

Na fase pré-puberal, as concentrações circulantes de gonadotrofinas aumentam em consequência do aumento simultâneo da amplitude e da frequência dos pulsos periódicos do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) (Hafez, 2004). A secreção do (GnRH) ocorre em dois padrões distintos nas espécies de mamíferos, uma pela liberação na forma de ondas e a outra na forma de pulsos. O padrão de onda é necessário para a indução da descarga pré-ovulatoria de gonadotrofinas na maioria das espécies (Maeda *et al.*, 2010) e este é induzido pelo feedback positivo de estradiol secretado pelo folículo ovariano (Day *et al.*, 1987)). O modo de pulso da secreção de GnRH estimula a secreção tônica do hormônio luteinizante (LH) e a secreção de hormônio folículo estimulante (FSH), e ambas gonadotrofinas estimulam a gametogênese e a esteroidogênese (Maeda *et al.*, 2010).

Em bovinos, após o nascimento o estradiol secretado pelos folículos ovarianos é responsável pela supressão na secreção pulsátil de LH (Cardoso e Nogueira, 2007). Durante todo o período pré-púbere os ovários das fêmeas bovinas já apresentam crescimento folicular, porém, na ausência da liberação em alta frequência do GnRH e LH, esses folículos falham em ovular e sofrem atresia (Ball e Peters, 2006). No período pré-puberal ocorre redução no feedback negativo do estradiol sobre a secreção de LH pela hipófise, o que pode ser resultado da redução nas concentrações de sítios de ligação para estradiol no hipotálamo e/ou na hipófise (Day *et al.*, 1987). Rodrigues *et al.* (2002) não evidenciaram retorno do feedback negativo de estradiol (E2) sobre a secreção de LH, nem houve interrupção dos ciclos estrais nas novilhas *Bos indicus* e *Bos taurus*, após a puberdade.

Embora a diferenciação sexual comece durante a vida fetal, o desenvolvimento do útero, ovários e vagina continua após o estro puberal (Atkins *et al.*, 2013). Segundo Desjardins e Hafs (1969), citados por Moran *et al.* (1989), os ovários crescem três vezes mais rápido que o corpo até a puberdade. Outros parâmetros da genitália interna, tais como o peso da cérvix, útero, vagina e altura do epitélio luminal cresceram ao mesmo ritmo do corpo até os seis meses de idade, mas, dos seis meses até a puberdade inicia-se uma fase de crescimento muito rápido.

Um estudo utilizando o ultrassom como ferramenta para medir o diâmetro de estruturas da genitália de novilhas de corte foi realizado por Honaramooz *et al.* (2004). Nele foi observado que o diâmetro do útero aumenta de nove para 14 mm das duas a 10 semanas de idade e, posteriormente, continua crescendo mais lentamente até 24 semanas de idade, quando atinge 16

mm. O diâmetro uterino começa a aumentar novamente da 32<sup>a</sup> até a 60<sup>a</sup> semana de idade com diâmetro de 21 mm. Também foi observado que o padrão de crescimento do útero tinha forte correlação com o tamanho do maior folículo ovariano, sugerindo que o aumento do estradiol a partir dos folículos maiores estimula o crescimento e desenvolvimento do útero (Honaramooz *et al.*, 2004).

Vários critérios são utilizados para definir a puberdade em fêmeas bovinas. Um deles é definido como o primeiro cio ovulatório seguido de uma fase lútea de duração normal caracterizada pela espécie (Atkins *et al.*, 2013). Porém, a primeira ovulação geralmente não é acompanhada por comportamento estral, o que se conhece como “cio silencioso”. Assim, a idade ao primeiro estro pode não significar idade à puberdade (Senger, 2003). Outro critério considerado mais correto seria definir a idade da puberdade como foi proposto por Kinder *et al.* (1995) que argumenta que após a extinção das estruturas lúteas transitórias, a puberdade é atingida com a ocorrência do primeiro estro comportamental que é acompanhado pela ovulação e desenvolvimento de um corpo lúteo com uma vida útil típica da espécie. A determinação do momento da ovulação pode ser realizada por vários métodos, dentre eles a palpação retal e a utilização de ultrassonografia por via retal (Senger, 2003), porém estes métodos não têm aplicabilidade em condições da prática do manejo reprodutivo. Outro método pouco utilizado pelos veterinários no campo para determinar a idade à puberdade das novilhas é a mensuração de progesterona sanguínea (Archbold *et al.*, 2012), também considerada pouco prática e de custo elevado.

Um estudo feito na Irlanda por Archbold *et al.* (2012) teve como objetivo comparar as técnicas de diagnóstico usando a dosagem de progesterona e ultrassonografia, para detectar a puberdade de 1.657 novilhas. Os resultados obtidos indicam que a ultrassonografia foi a melhor ferramenta para determinar a presença de corpo lúteo em novilhas num único exame. A concentração de progesterona no sangue, com base em uma única mensuração, não fornece indicação precisa do estado lúteal (presença de corpo lúteo e progesterona plasmática acima a 1ng/ml), quando comparado com a ultrassonografia trans-retal.

Vários são os fatores que influenciam a idade à puberdade em novilhas, sendo que a raça, nutrição, taxa de crescimento, genótipo, sazonalidade e ambiente social são os principais (Kinder *et al.*, 1994; Hafez, 2004). Segundo Senger (2003), a raça Holandês é a mais precoce e apresenta idade média à puberdade aos oito meses, enquanto as raças Pardo Suíço, Angus, Hereford e Brahman apresentaram puberdade aos 12, 12, 13 e 17 meses de idade, respectivamente. Novilhas zebuínas (*Bos taurus indicus*) apresentam a puberdade mais tardiamente que novilhas taurinas (*Bos taurus taurus*) (Rodrigues *et al.*, 2002). De Lucia (2002) avaliaram o crescimento folicular ovariano do oitavo ao 16 mês de idade de novilhas da raça Nelore e foi observado que o folículo dominante apresentou maior tamanho com o avançar da idade. Também verificou que 32% das novilhas utilizadas no experimento se tornaram gestantes com 15 meses de idade, o que consideraram idade à gestação precoce para a subespécie.

Segundo Galina e Arthur (1989), a estimativa de puberdade em bovinos *Bos taurus indicus* no trópico e subtropical varia entre 16 e 40 meses de idade, com média de 25 meses. A grande variação se deve à diferença no mérito genético, regime e recursos alimentares, variação do clima, e a finalidade para os quais estejam sendo criados (Abeygunawardena e Dematawewa, 2004). Apesar das novilhas zebuínas necessitarem mais tempo para atingirem a puberdade, elas apresentam maior longevidade reprodutiva quando comparadas com novilhas taurinas (Aroeira *et al.*, 1977). Num estudo feito por Camilo (2013) com 66 novilhas Gir entre 14 e 24 meses de idade, criadas num regime semi-extensivo e submetidas à seleção para produção de leite, foi observado que 9,1% (6/66) das fêmeas foram consideradas púberes até os 24 meses de idade. Concluiu-se

que a idade à puberdade foi elevada e que o manejo semi-intensivo não se mostrou eficaz em estimular a precocidade sexual nas fêmeas de raça Gir.

De forma geral, em bovinos, a puberdade ocorre quando o peso das novilhas estiver entre 40 e 50% do peso corporal à idade adulta para a raça, independentemente da idade (Campos *et al.*, 2010). Segundo Hafez (2004), raças leiteiras atingem a puberdade quando o peso corporal representa 30 a 40% do peso adulto e, para gado de corte, essa porcentagem é maior, em torno de 45 a 55 % do peso adulto, independentemente da idade. As novilhas, quando crescem lentamente, podem atingir a puberdade por volta dos 18-20 meses de idade, quando o ganho médio de peso vivo diário é de 0,35 kg.

Em fazendas que utilizam nível baixo de manejo nutricional, animais F1 Holandês x Zebu apresentam maior desempenho reprodutivo, menor intervalo de partos, maior precocidade e peso ao início da função sexual, quando comparados com animais cruzados com maior porcentagem genética da raça Holandês (Teodoro, 1996). Em estudo inicial, realizado com fêmeas mestiças Holandês x Zebu (Teodoro *et al.*, 1984), observou-se que novilhas F1 apresentaram idade à puberdade com 23,83 meses, com um peso de 334 kg e idade a 1ª concepção com 25,41 meses. A idade ao primeiro parto em animais de fazendas com baixo nível de manejo foi de 3,26 anos para animais F1 Holandês x Gir e 3,68 anos para animais da raça Holandês (Teodoro *et al.*, 1984). Ruas *et al.*, (2007) reportou idade ao acasalamento em fêmeas F1 HG de  $22,23 \pm 2,35$  e  $25,98 \pm 5,39$  meses para novilhas nascidas na época seca e novilhas nascida na época de chuva, respectivamente. O peso à cobrição para novilhas F1 HG foi de  $370,74 \pm 34,26$  e para novilhas F1 Holandês x Guzerá foi de  $362,63 \pm 33,25$ .

## **2.2 Dinâmica folicular ovariana durante o ciclo estral**

O ciclo estral é o período que compreende o intervalo de dois estros que, na espécie bovina, pode variar de 17 a 24 dias, considerando-se 21 dias como o tempo médio (Rippe, 2009). O ciclo estral está regulado pela interação do hipotálamo, hipófise, ovário e útero, conhecido como o eixo hipotalâmico-hipofisiário-gonadal (Lamb *et al.*, 2010). Em bovinos o ciclo estral pode ser didaticamente dividido em duas fases, luteal (14-18 dias) e folicular (4-6 dias). A fase luteal corresponde ao período após a ovulação, quando começa a formação do corpo lúteo (metaestro) e quando se estabelece a massa lútea (diestro), enquanto que a fase folicular corresponde ao intervalo da regressão do corpo lúteo (luteólise) até a manifestação do estro (proestro e estro). Durante a fase final ocorre a maturação e ovulação do folículo dominante, liberando o oócito nas tubas uterinas, onde ocorre a fecundação (Forde *et al.*, 2011).

O desenvolvimento dos folículos ovarianos é um processo dinâmico que se caracteriza pela emergência de sucessivas ondas de crescimento folicular, quando um grupo de folículos antrais é recrutado a partir de estímulo gonadotrófico (Nascimento *et al.*, 2000). Após o recrutamento, um único folículo (em geral) é selecionado para exercer dominância sobre os demais, considerados subordinados, os quais são suprimidos em seu crescimento. Concomitantemente, ocorre inibição do recrutamento de um novo grupo de folículos (Ginther *et al.*, 1989). Rajakoski (1960) postulou que o crescimento folicular acontecia em duas ondas durante o ciclo estral de bovinos. Esta hipótese foi baseada em exame microscópico e histológico de ovários obtidos em diferentes momentos do ciclo estral. No final da década de 1980, o uso do ultrassom por via retal ajudou a esclarecer e compreender como acontece a dinâmica folicular ovariana em fêmeas bovinas (Pierson e Ginther, 1987; Ginther *et al.*, 1989). Em estudos envolvendo o monitoramento ultrassonográfico diário dos folículos entre duas ovulações foram observadas duas ondas ou três ondas foliculares (Knopf *et al.*, 1989; Pierson e Ginther 1988). A duração da fase luteal está relacionada com o número de ondas foliculares, sendo que animais com duas e três ondas foliculares apresentam regressão luteal por volta do 16º e 19º dia do ciclo estral, respectivamente



(Ginther *et al.*, 1989). A regressão do CL é caracterizada por uma rápida diminuição da produção de progesterona, seguida de uma regressão estrutural. A prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) produzida pelo endométrio, e levada aos ovários via mecanismos de contra-corrente, é a responsável pela regressão CL (Skarzynski *et al.*, 2013).

Para cada onda de crescimento, vários folículos antrais são recrutados a partir de aumento transitório prévio do FSH. A partir de três a quatro dias do início da onda ocorre a seleção folicular, quando se verifica mudança na dependência hormonal de FSH para o LH (Aerts e Bols, 2010). O folículo selecionado é aquele que adquire precocemente receptores para LH nas células da granulosa e que possui maior concentração intrafolicular de fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) livre. A partir deste momento, o maior folículo aumenta a produção de estradiol (E2) e inibina, responsáveis pela diminuição da concentração de FSH circulante, o que limita o crescimento dos folículos subordinados. Durante a dominância, os folículos subordinados regridem, enquanto o folículo dominante funcional, do ponto de vista endócrino, continua crescendo, impedindo o início de uma nova onda folicular. Na ausência da onda pré-ovulatória de liberação de LH, o folículo dominante se torna atrésico, as concentrações de estradiol e inibina são reduzidas, novo aumento de FSH ocorre e surge uma nova onda folicular (Atkins *et al.*, 2013). Em vacas, geralmente um único folículo do grupo recrutado terá a capacidade de adquirir a dominância, com consequente capacidade de maturação final e ovulação (Mihm *et al.*, 2002).

A dinâmica folicular ovariana foi bem caracterizada em bovinos de raças taurinas e raças zebuínas (Viana *et al.*, 1999), sendo verificadas diferenças no diâmetro máximo e na taxa de crescimento do folículo dominante (Barros *et al.*, 1998). Ginther *et al.* (1989) estudaram as diferenças entre novilhas da raça Holandês de 18 a 30 meses de idade apresentando duas ou três ondas foliculares e verificaram predomínio de novilhas com duas ondas (18/24), quando comparado com aquelas com três ondas (4/24) foliculares. O intervalo ovulatório foi maior no padrão de três, quando comparado com duas ondas foliculares. Também se observou diferença no tamanho do folículo ovulatório, encontrando maior diâmetro em padrões de duas ondas do que em três ondas. Vacas zebuínas das raças Gir e Nelore foram estudadas por Borges (2001), que encontrou mais animais com padrão de três ondas do que com duas ondas, nas duas raças. O intervalo ovulatório foi maior em vacas com três ondas que em vacas com duas ondas e o diâmetro máximo foi maior nas vacas com duas ondas do que nas vacas com padrão de três ondas foliculares, tanto na raça Gir quanto na raça Nelore.

### **2.3 Comportamento sexual e detecção de estro**

Nos mamíferos, o estro comportamental é uma manifestação externa dos eventos fisiológicos relacionados à ovulação, sendo uma estratégia para garantir que a fêmea seja copulada próximo à ovulação, permitindo com isso, a fecundação (Roelofs *et al.*, 2010). Em fêmeas bovinas, o folículo dominante da última onda folicular do ciclo estral é o responsável pelo aumento da produção de estradiol suficiente para induzir o estro e subsequentemente ovulação. O aumento da concentração de estradiol que desencadeia a onda pré-ovulatória de LH só se dá na ausência de progesterona, ou seja, quando o corpo lúteo for lisado pelo efeito da PGF2 $\alpha$  endometrial ou pela aplicação exógena da mesma (Vailes *et al.*, 1992). O estro comportamental ocorre quando as concentrações de estrógeno, especificamente o estradiol-17 $\beta$ , são elevados após um período de dominância de progesterona (Lyimo *et al.*, 2000). Em fêmeas mamíferas que apresentam manifestação de estro, o estradiol atua nos centros comportamentais do sistema nervoso central induzindo o comportamento de aceitação de monta, bem como outros comportamentos relacionados ao estro, sendo os mecanismos neuroendócrinos relacionados a estes padrões comportamentais ainda pouco conhecidos (Terasawa e Timiras, 1968). O estradiol também exerce influência sobre o trato genital, tornando-o edematoso, tônico e altamente secretor, em especial as glândulas cervicais,

levando a liberação do muco característico do estro (Roelofs *et al.*, 2010). O momento da ovulação está mais ligado ou relacionado ao aumento do LH do que ao comportamento estral (Gordon, 2011), e nas raças zebuínas, a ovulação ocorre cerca de 23 h horas após o final do estro (Borges, 2001).

Os sinais do estro em vacas leiteiras são observados com maior frequência no período noturno (Van Vliet e Van Eerdenburg, 1996). Os principais sinais de estro em animais taurinos são: secreção na mucosa vaginal, animal inquieto, cheirar a vulva de outras vacas, reflexo de Flehmen, pressão ou apoio de queixo em outra vaca, montar ou tentar montar as companheiras do rebanho, ficar cabeça com cabeça com outra vaca, e aceitar monta ficando totalmente imobilizada (Van Eerdenburg *et al.*, 1996). Aceitar parada a monta das outras companheiras do rebanho é importante sinal, mas não o único que deve ser usado para considerar uma vaca em estro (Lyimo *et al.*, 2000). Um estudo feito em fêmeas da raça Brahman não lactantes, entre cinco e oito anos de idade, foi observado e caracterizado durante um período de 40 dias contínuos, os principais comportamentos de vacas no estro (Solano *et al.*, 2005). Neste estudo, reportou-se que os principais comportamentos observados para esta raça foram: tentar montar as companheiras do rebanho, cheirar a vulva, lambe alguma parte do corpo de outra vaca e seguir às outras companheiras do rebanho e permanência na posição cabeça com cabeça com outra vaca, sendo este último comportamento o que mais prevaleceu no rebanho. Tem sido verificado que, durante o cio, as vacas mudam o comportamento alimentar e a produção de leite, com redução no tempo de alimentação e na produção de leite (Diskin e Sreenan, 2000). Em um estudo feito por Schofield *et al.* (1991) foi demonstrado que as vacas apresentam redução significativa da produção de leite no dia do estro.

A expressão do estro pode ser influenciada por vários fatores, tais como herdabilidade, número de dias no pós-parto, número de lactações, produção de leite, saúde, ambiente, gestação, tamanho do rebanho, dentre outros (Roelofs *et al.*, 2010). A duração e intensidade no comportamento de estro também pode ser influenciada pelo número de fêmeas em estro simultâneo e pela produção de leite (Van Vliet e Van Eerdenburg, 1996). Com o aumento na produção de leite tem sido observada diminuição no tempo de comportamento estral. Vacas com produção acima de 55 kg de leite por dia têm duração em torno de 2,8 horas de comportamento sexual, e vacas com produção média de 25 kg de leite ao dia, têm duração de 14,7 horas de comportamento estral (Lopez *et al.*, 2004). O estro de uma vaca pode persistir por pouco tempo e, o mais provável, é que aconteça entre as 18:00 e as 06:00 horas, quando comparado com outros períodos do dia (Ball, 1987). Vacas taurinas são montadas, em média,  $22,9 \pm 15,3$  vezes durante o período do estro (Wetteman *et al.*, 1998). Para novilhas, a duração do estro é um pouco mais longa, de 12 a 14 horas. Em bovinos de taurinos de corte foi relatado que o tempo do estro é inferior a 8,5 horas (Diskin, 2008). Segundo Van Eerdenburg *et al.* (1996), a duração do comportamento sexual de novilhas da raça Holandês no estro é de  $13,7 \pm 6,5$  horas. Em um estudo feito com vacas zebuínas foi reportado duração do estro de  $10,3 \pm 4,5$  horas, e 60% do comportamento sexual foi observado durante o dia, e apresentando-se maior frequência durante a época seca quando comparada com a época chuvosa (Lamothe-Zavaleta *et al.*, 1991).

Para a ótima detecção do estro alguns fatores devem ser considerados. Primeiramente a vaca deve expressar o estro e, por outro lado, as pessoas envolvidas nessa função tem que ter a capacidade de detectá-lo. A observação do estro é um dos maiores pontos de estrangulamento da inseminação artificial, e este manejo depende da observação visual humana, embora o auxílio de rufiões seja recomendado (Vianna, 2007). O monitoramento constante da atividade sexual nem sempre pode ser feito devido às rotinas das propriedades. Durante a alimentação, e antes ou após a ordenha da manhã podem ser identificados 86% dos comportamentos de estro, quando os animais são monitorados continuamente (Van Eerdenburg *et al.*, 1996). No entanto, este último

estudo também reportou que quando a observação de estro é feita por 30 minutos, em dois períodos do dia, a taxa de identificação dos animais em estro é de 63%, quando monitorados continuamente.

Vários são os métodos disponíveis para auxiliar a detecção de estro, tais como: observação durante vários períodos de tempo ao dia por uma pessoa capacitada, pedômetro, dispositivos de montagem, temperatura corporal, dosagem hormonal, termografia infravermelha, acelerômetros e consumo alimentar, além de que alguns apresentam custos elevados e pouca sensibilidade (Kyle *et al.*, 1998; Simões *et al.*, 2014; Martello *et al.*, 2016; Talukder *et al.*, 2015). O pedômetro é uma ferramenta promissora que se utiliza para a previsão da ovulação e que pode contribuir para melhorar as taxas de fecundação, podendo indicar o melhor momento para a inseminação artificial (Roelofs *et al.*, 2010). Existe relação entre o número de passos medidos pelo pedômetro e os parâmetros comportamentais do estro. Foi verificado que o número de passos realizados por uma vaca durante o estro é entre duas e quatro vezes maior que o de vaca que não esteja no estro (Diskin e Sreenan, 2000; Roelofs *et al.*, 2005). Quando comparada com a observação do estro feito por pessoal treinado, a utilização do pedômetro como método para detecção do cio em vacas e novilhas foi considerado ser menos sensível (Holman *et al.*, 2011). Pedômetros são úteis, mas têm que ser lidos várias vezes ao dia. A alta correlação entre os sinais visuais do estro e as concentrações de estradiol indicam que a detecção do estro por meio da observação é uma das formas mais eficientes e confiáveis para determinar o momento certo para a inseminação artificial de bovinos (Lyimo *et al.*, 2000).

#### **2.4 Uso de protocolos hormonais para indução de estro e ovulação**

A inseminação artificial (IA) é uma técnica que permite melhorar rapidamente a genética do rebanho, porém a maioria das vezes o produtor relata a dificuldade na aplicação da técnica, principalmente quanto a observação do estro (Bilego, 2009). O controle farmacológico do ciclo estral resulta de amplo interesse, devido a que facilita a implementação de programas de IA nos rebanhos bovinos, conseguindo inseminar todos os animais num tempo fixo (IATF), sem a necessidade de observação do estro (Uslenghi *et al.*, 2010).

Vários são os protocolos hormonais utilizados atualmente para indução do estro e ovulação, entre eles estão a utilização de Prostaglandina F<sub>2α</sub> a partir de seis ou sete dias após a ovulação, outro protocolo é a aplicação de GnRH seguida de PGF<sub>2α</sub>, e um dos mais comuns é utilizar um implante de progesterona no primeiro dia, seguida de uma dose de PGF<sub>2α</sub> no dia 7 ou 8 e finaliza com umas doses menores de estradiol 24 horas mais tardes. A incorporação de técnicas desenhadas para controlar a dinâmica das ondas foliculares e ovulação tem reduzido os problemas associados com a detecção do cio, porém apresenta variabilidade nas respostas dos tratamentos e consequentemente na percentagem de gestação (Bó *et al.*, 2008). Estudo feito em novilhas da raça F1 HG com idade entre 18 e 24 meses, divididas em duas estações do ano, utilizaram um protocolo hormonal a base de GnRH seguida de PGF<sub>2α</sub> (Ovsynch), apresentou uma taxa de gestação de 45% e 11% na estação seca e chuvosa respectivamente. Esse mesmo estudo também mostrou que o tamanho dos folículos ovulatório na estação seca era entorno de 11 a 12mm e para a estação das águas entorno de 10 a 11mm (Bilego, 2009).

Peralta-Torres *et al.* (2010) compararam o efeito do cipionato e do benzoato de estradiol sobre a taxa de apresentação do estro, intervalo entre a retirada do implante de progesterona ao estro que um protocolo que consistia em após a retirada do CIDR se aplicavam 25 mg de cipionato de estradiol para um grupo e no outro grupo se aplicavam 25mg de benzoato de estradiol. A taxa de gestação em 227 fêmeas zebuínas (vacas e novilhas) também foi avaliada. A percentagem de estro foi de 72% e 79% para animais que receberam cipionato e benzoato de estradiol respectivamente. O intervalo entre a retirada do implante até ao estro foi de 42 e 45 horas para cipionato e benzoato

de estradiol, respectivamente. A taxa de gestação foi de 40% (91/227) não sendo diferente entre vacas e novilhas.

Uma das desvantagens dos protocolos de IATF é o número de vezes que o animal deve ser levado ao curral de manejo para a aplicação dos hormônios, gerando estresse e conseqüentemente diminuição da fertilidade e fracasso da técnica (Uslenghi *et al.*, 2010). Um estudo realizado para avaliar o efeito das diferentes doses de cipionato de estradiol administradas no momento da retirada do dispositivo intravaginal de progesterona, sobre a taxa de gestação em novilhas taurinas, mostrou que a administração de 0,5mg ou 1,0 mg de cipionato de estradiol produzia resultados similares à aplicação de benzoato de estradiol 24 horas depois da retirada do implante. As taxas de gestações foram similares nos protocolos testados, sendo de 69 % e 61% para novilhas que receberam 0,5mg e 1,0 mg de cipionato respectivamente e de 66% para novilhas que receberam benzoato 24 horas depois da retirada do dispositivo contendo P4 (Uslenghi *et al.*, 2010).

## **2.5 Eficiência nutricional e parâmetros reprodutivos**

A criação de novilhas leiteiras normalmente é negligenciada pelo produtor, uma vez que nas fases de cria e recria o retorno financeiro não é visto como imediato, quando comparado com a venda diária de leite na fase de lactação ou a venda do boi gordo em sistemas de criação para gado de corte. Em sistemas de produção de leite, a fase de recria vai desde a interrupção total do fornecimento do leite, seja no sistema de aleitamento natural ou no sistema de aleitamento artificial até a primeira inseminação artificial ou cobertura (Pereira, 2010). Estudo realizado por Sorensen *et al.* (1959) demonstrou que as novilhas atingem a puberdade quando possuem determinado peso vivo, e não em determinada idade. É bastante conhecido que a nutrição afeta a idade a puberdade, por tanto a nutrição de novilhas na fase de recria, deveria ser um fator a ser observado com mais critério, quando se deseja idade a puberdade mais precoce (Chelikani *et al.*, 2003). Num estudo feito com a raça taurina portuguesa Barrosã se observou que a incorporação de 30% de concentrado na dieta permitiu reduzir significativamente a idade à puberdade, quando comparado com dietas mais pobres utilizando apenas pastagem e feno. Nesse estudo, animais que receberam dietas para ganhos de 0,350 kg de peso vivo por dia tiveram a idade à puberdade com  $659 \pm 123$  dias, e animais que receberam dieta para ganhos de 0,590 kg de peso vivo por dia apresentaram idade à puberdade com  $488 \pm 56$  dias (Almeida *et al.*, 1999).

Em outro trabalho mais atual, utilizando se novilhas de corte com composição racial  $\frac{1}{4}$  *Bos indicus* (Brahman), Cardoso *et al.* (2015) afirma que o alto ganho de peso corporal, durante o período juvenil (4 a 8 meses), leva à maturação precoce do sistema neuroendócrino e reprodutivo, ao acelerar o início da liberação em alta frequência do hormônio liberador de gonadotrofinas. Segundo Sartori (2007) Novilhas leiteiras, quando manejadas adequadamente, podem atingir a idade da puberdade com menos de um ano e pesar mais do que 300kg de peso vivo.

A eficiência reprodutiva em vacas e novilhas também é altamente influenciada pela nutrição. Os níveis nutricionais podem afetar direta ou indiretamente o desenvolvimento e funcionamento dos órgãos reprodutivos (Fuck *et al.*, 2000). O crescimento do folículo dominante é parte fundamental do processo reprodutivo. O folículo dominante tem o papel de controlar o ciclo estral, determinar o comportamento sexual, garantir a competência oocitária e subsequente sobrevivência embrionária, e determinar, após a ovulação, a ótima funcionalidade do corpo lúteo e síntese de progesterona (Diskin *et al.*, 2003). A restrição de alimento pode levar à redução gradual da taxa de crescimento, no diâmetro máximo e na persistência do folículo dominante.

A re-alimentação de novilhas induzidas ao anestro nutricional resultou em aumento gradual na taxa de crescimento e do diâmetro máximo do folículo dominante, que esteve relacionado com

o aumento das concentrações periféricas de IGF-1 e estradiol e da frequência de pulso de LH (Diskin *et al.*, 2003). Do ponto de vista econômico, o manejo nutricional representa a maior variável de custo na produção de carne e leite. Contudo, a seleção genética tem focado mais no produto final, como crescimento, produção e qualidade do leite. O principal objetivo da indústria leiteira é melhorar a rentabilidade, que pode ser conseguida através da diminuição no custo de alimentação e aumento na produção de leite. Para atingir esses objetivos a indústria precisa selecionar animais que sejam mais eficientes na utilização de alimentos (Brown, 2005).

Existem vários métodos para avaliar eficiência alimentar em bovinos, que fornece informações de animais de maior ou menor eficiência. Estes métodos foram inicialmente utilizados em gado de corte e, mais recentemente, em gado leiteiro (Montanholi *et al.*, 2009; Connor *et al.*, 2012). Entre os parâmetros utilizados para avaliar a eficiência alimentar encontram-se o consumo alimentar residual (CAR) (Koch *et al.*, 1963). O CAR é definido como a diferença entre a ingestão real de matéria seca pelo animal e a ingestão de matéria seca esperada (Arthur e Herd, 2008). O cálculo do CAR requer a estimativa da ingestão de matéria seca esperada, que pode ser predita a partir de dados de produção, utilizando as normas e padrões de alimentação (por exemplo, NRC, 2001), ou por regressão, utilizando dados de alimentação real do ensaio (Arthur *et al.*, 2001). Connor *et al.*, (2012) estimaram o CAR em vacas da raça Holandês com até 90 dias de lactação, e observaram diferença de 3,7 kg/dia na ingestão de matéria seca real entre os animais, sendo que não houve diferença na média de peso corpóreo, ganho médio diário e produção de leite corrigida para gordura. Esses resultados indicam a promessa de usar CAR em bovinos leiteiros como parâmetro de seleção de animais com melhor conversão alimentar para a produção de leite. Num rebanho bovino, ao se selecionar animais de acordo com o CAR, espera-se manter no rebanho animais eficientes para conversão de nutrientes. Porém isto não necessariamente significa que estes animais serão eficientes com relação a outros parâmetros inter-relacionados à nutrição, como por exemplo, os parâmetros reprodutivos. Uma pesquisa realizada na Irlanda não apontou nenhuma associação estatisticamente significativa entre CAR e características de fertilidade, incluindo a taxa de gestação, mortalidade embrionária, taxa de descarte e a longevidade das vacas Holandês-Friesian (Coleman *et al.*, 2009). Até a presente data, não existem informações sobre a relação do CAR com idade e peso a puberdade.

## 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEYGUNAWARDENA, H.; DEMATAWEWA, C. M. B. Pre-pubertal and postpartum anestrus in tropical Zebu cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, v.82, p.373-387, 2004.
- AERTS, J. M. J.; BOLS, P. E. J. Ovarian follicular dynamics. A review with emphasis on the bovine species. Part II: Antral development, exogenous influence and future prospects. *Reprod. Domest. Anim.*, v. 45, n. 1, p. 180-187, 2010.
- ALMEIDA, J. C.; POTES, J. A.; VALENTIM, R.; et al. Efeito da dieta no peso e idade à puberdade em novilhas da raça Barrosã. In: II Congreso Ibérico de Reproducción Animal, 1999. Lugo-España: Editorial Herrado-Quintela Becerra, 1999. p. 585-587.
- ARCHBOLD, H.; BUCKLEY, F.; PIERCE, K. M.; et al. Ultrasonography and progesterone concentration at a single time point for the detection of puberty in dairy heifers. *Reprod. Domest. Anim.*, v. 47, n. 3, p. 407-411, 2012.
- AROEIRA, J.A.D.C.; SILVA, H.M.; FONTES, L.R.; et al. Idade ao primeiro parto, vida reprodutiva e expectativa de vida em vacas Zebu. *Arq. Esc. Vet. UFMG.*, v. 29, p. 301-309, 1977.

- ARTHUR, P.F.; HERD, R.M. Residual feed intake in beef cattle. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 37, p. 269-279, 2008.
- ARTHUR, P.F.; RENAND, G.; KRAUSS, D. Genetic parameters for growth and feed efficiency in weaner versus yearling Charolais bulls. *Aust. J. Agric. Res.*, v. 52, p. 471-476, 2001.
- ATKINS, J. A.; POHLER, K. G.; SMITH, M. F. Physiology and endocrinology of puberty in heifers. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.*, v. 29, n. 3, p. 479-492, 2013.
- BALL, P. Oestrus detection in dairy cattle. *In Pract.*, v. 9, n. 6, p. 223-228, 1987.
- BALL, P.J.H.; PETERS, A.R. *Reprodução em Bovinos*. 3. ed. São Paulo: Roca, 2006. 232p.
- BARROS, C. M.; MOREIRA, M. B. P.; FERNANDES, P. Pharmacological manipulation of the estrous cycle to improve artificial insemination or embryo transfer programs. *Arq. Facult. Vet. UFRGS*, v.26, n.1, p.179-198, 1998.
- BILEGO, U. O. *Avaliação ovariana de novilhas F1 HG submetidas ao protocolo ovsynch em duas estações do ano*. 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em ciência animal) - Universidade Federal de Goiás.
- BÓ, G. A.; CUTAIA, L. E.; SOUZA, A. H.; et al. Atualização sobre protocolo de IATF em bovinos de leite. In: *Proceedings of the 3th international symposium on animal reproduction applied*. Londrina, Brasil. 2008. p. 95-110.
- BORGES, A. M. *Influência de diferentes manejos e tratamentos hormonais na dinâmica ovariana durante o ciclo estral e no anestro pós-parto de vacas Gir e Nelore*. 2001. 136f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BROWN, E. G. *Sources of biological variation in residual feed intake in growing and finishing steers*. 2005. 131f. Tese (Doutorado em nutrição) - Texas A&M University.
- CAMILO, B. S. *Puberdade de fêmeas e machos em um rebanho da raça Gir*. 2013. 30f. Dissertação (Mestrado Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- CAMPOS, A. C. N.; CATUNDA, A. G. V. AGUIAR, G. V. Fisiologia da reprodução de fêmeas bovinas novilhas leiteiras. In: PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; DE QUEIROZ, A. C., et al. *Novilhas Leiteiras*. Fortaleza, Ceara: Graphiti gráfica e editora Ltda, 2010. p. 493-534.
- CARDOSO, D.; NOGUEIRA, G.P. Mecanismos neuroendócrinos envolvidos na puberdade de novilhas. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar, Umuarama*, v. 10, n. 1, p. 59-67, 2007.
- CARDOSO, R. C.; ALVES, B. R. C.; SHARPTON, S. M.; et al. Nutritional programming of accelerated puberty in heifers: Involvement of pro-opiomelanocortin neurones in the arcuate nucleus. *J. Endocrinol.* v. 27, n.8, p. 647-657, 2015.
- CHELIKANI P.K.; AMBROSE J.D.; KANNELLY J.J. Effect of dietary energy and protein density on body composition, attainment of puberty, and ovarian follicular dynamics in dairy heifers. *Theriogenology*. v. 60, n. 4, p. 707-725, 2003.
- COLEMAN, J.; PIERCE, K. M.; BERRY, D. P.; et al. The influence of genetic selection and feed system on the reproductive performance of spring-calving dairy cows within future pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.*, v. 92, n. 10, p. 5258-5269, 2009.
- CONNOR, E. E.; HUTCHISON, J. L.; OLSON, K. M.; et al. Triennial lactation symposium: Opportunities for improving milk production efficiency in dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 90, n. 5, p. 1687-1694, 2012.

- DAY, M. L.; IMAKAWA, P. L.; WOLFE, R. J.; et al. Endocrine mechanisms of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. *Biol. Reprod.*, v. 37, p. 1054-1065, 1987.
- DE LUCIA, R. F. S.; PEREIRA, F. V.; NOGUEIRA, G. P. Follicular population in precocious and non precocious Nelore heifers during prepubertal period. *Theriogenology*, v. 57, n. 1, p. 603, 2002.
- DIAS, J. C. Raças Bovinas para todos os deleites: F1 HG; A mais nova raça bovina. In: Dias, J.C. As raças leiteiras do Brasil. 1. ed. São Paulo: Editora Barleus, 2012. p. 53-71.
- DISKIN, M. G. Heatwatch: a telemetric system for heat detection in cattle. *Vet. Q.*, v. 30, p. 37-48, 2008.
- DISKIN, M. G.; MACKEY, D. R.; ROCHE, J. F.; et al. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 78, n. 3, p. 345-370, 2003.
- DISKIN, M. G.; SREENAN, J. M. Expression and detection of oestrus in cattle. *Reprod. Nutr. Dev.*, v. 40, n. 5, p. 481-491, 2000.
- DUKE, H. Fisiologia dos animais domésticos. 12.ed. Rios de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946p.
- FORDE, N.; BELTMAN, M. E.; LONERGAN, P.; et al. Oestrous cycles in Bos taurus cattle. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 124, n. 3, p. 163-169, 2011.
- FUCK, E. J.; MORAES, G. V.; SANTOS, G. T. Fatores nutricionais na reprodução das vacas leiteiras. I. Energia e proteína. *Rev. Bras. Reprod. Anim*, v. 24, n. 3, p. 147-161, 2000.
- GALINA, C. S.; ARTHUR, G. H. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 1. Puberty and age at first calving. *Anim. Breed. Abstr.*, v. 57, p. 583-590, 1989.
- GINTHER, O. J., KNOPF, L., KASTELIC, J. P. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J. Reprod. Fertil.*, v. 87, n. 1, p. 223-230, 1989.
- GINTHER, O. J.; KASTELIC, J. P.; KNOPF, L. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 20, n. 3, p. 187-200, 1989.
- GLORIA, J. R.; BERGMANN, J. A. G.; QUIRINO, C. R.; et al. Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças Holandes-Zebu. *R. Bras. Zootec.*, v. 39, n. 10, p. 2160-2165, 2010.
- GORDON, P. Oestrus detection in dairy cattle. *In practice*. v. 33, p. 352-546, 2011.
- HAFEZ, E.S.E. HAFEZ, B. Ciclos Reprodutivos. In: Hafez, E.S.E e Hafez, B. (Eds.) *Reprod. Anim.* 7. Ed. Barueri: Manole, 2004. p. 55-68.
- HOLMAN, A.; THOMPSON, J.; ROUTLY, J. E.; et al. Comparison of oestrus detection methods in dairy cattle. *Vet. Rec.*, v. 169, n. 2, p. 47, 2011.
- HONARAMOOZ, A.; ARAVINDAKSHAN, J.; CHANDOLIA, R. K.; et al. Ultrasonographic evaluation of the pre-pubertal development of the reproductive tract in beef heifers. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 80, n. 1, p. 15-29, 2004.

- IBGE. Disponivel em:  
<[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia)>.  
Accessado em: 09 de out. 2016.
- KINDER, J. E.; BERGFELD, E. G.; WEHRMAN, M. E.; et al. Endocrine basis for puberty in heifers and ewes. *J. Reprod. Fertil. Suppl.*, v. 49, p. 393-407, 1995.
- KINDER, J. E.; ROBERSON, M. S.; WOLFE, M. W.; et al. Management factors affecting puberty in the heifer. In: *Factors Affecting Calf Crop*. Florida: CRC, 1994. cap. 5. p. 69-89.
- KINDER, JAMES EDWARD; DAY, M. L.; KITTOCK, R. J. Endocrine regulation of puberty in cows and ewes. *J. Reprod. Fertil., Suppl.*, v. 34, p. 167-186, 1986.
- KNOPF, L.; KASTELIC, J. P.; SCHALLENBERGER, E.; et al. Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Domest. Anim. Endocrinol.*, v. 6, n. 2, p. 111-119, 1989.
- KOCH, R. M.; SWIGER, L. A.; CHAMBERS, D.; et al. Efficiency of feed use in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 22, p. 486-494, 1963.
- KYLE, B. L.; KENNEDY, A. D.; SMALL, J. A. Measurement of vaginal temperature by radiotelemetry for the prediction of estrus in beef cows. *Theriogenology*, v.49, n.8, p.1437-1449, 1998.
- LAMB, G.C.; M.F. SMITH, G.A.; PERRY, J.A. et al. Reproductive endocrinology and hormonal control of the estrous cycle. *Bovine Practitioners*. v. 44, n. 1, p. 18-26, 2010.
- LAMOTHE-ZAVALA, C.; FREDRIKSSON, G.; KINDAHL, H.; Reproductive performance of Zebu cattle in Mexico: 1. Sexual behavior and seasonal influence on estrous cyclicity. *Theriogenology*, v. 36, n. 6, p. 887-896, 1991.
- LOPEZ, H.; SATTER, L. D.; WILTBANK, M. C. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 81, n. 3, p. 209-223, 2004.
- LYIMO, Z. C.; NIELEN, M.; OUWELTJES, W.; et al. Relationship among estradiol, cortisol and intensity of estrous behavior in dairy cattle. *Theriogenology*, v. 53, n. 9, p. 1783-1795, 2000.
- MAEDA, K. I.; OHKURA, S.; UENOYAMA, Y.; et al. Neurobiological mechanisms underlying GnRH pulse generation by the hypothalamus. *Brain. Res.*, v. 1364, p. 103-115, 2010.
- MARTELLO, L. S.; E SILVA, S. D. L.; DA COSTA GOMES, R.; et al. Infrared thermography as a tool to evaluate body surface temperature and its relationship with feed efficiency in *Bos indicus* cattle in tropical conditions. *Int. J. Biometeorol.*, v. 60, n. 1, p. 173-181, 2016.
- MIHM, M.; CROWE, M. A.; KNIGHT, P. G.; et al. Follicle wave growth in cattle. *Reprod. Domest. Anim.*, v. 37, n. 4, p. 191-200, 2002.
- MONTANHOLI, Y. R.; SWANSON, K. C.; SCHENKEL, F. S.; et al. On the determination of residual feed intake and associations of infrared thermography with efficiency and ultrasound traits in beef bulls. *Livest. Sci.*, v. 125, n. 1, p. 22-30, 2009.
- MORAN, C.; QUIRKE, J. F.; ROCHE, J. F. Puberty in heifers: a review. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 18, n. 1, p. 167-182, 1989.
- NASCIMENTO F. M. M.; ALOIZIO, F. F.; ALVES, T. C. A.; et al. Dinâmica Folicular Ovariana de Vacas Leiteiras no pós-parto após Tratamentos com Buserelina (GnRH) e Cloprostenol (PGF2a). *Rev. Bras. Zootec.*, v. 29, n. 3, p. 725-737, 2000.



- N. R. C. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washington D. C.: National Academic Press, 2001. 408p.
- PERALTA-TORRES, J. A.; AKÉ-LÓPEZ, J. R.; CENTURIÓN-CASTRO, F. G.; et al. Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con CIDR en novillas y vacas Bos indicus. *Universidad y ciencia*, v. 26, n. 2, p. 163-169, 2010.
- PEREIRA J. C. Aspectos nutricionais e econômicos na criação de novilhas leiteiras. In: PEREIRA, E. S.; PIMENTEL P. G.; DE QUEIROZ, A. C.; et al. Novilhas Leiteiras. Fortaleza, Ceara: Graphiti gráfica e editora Ltda, 2010. p. 79-114.
- PIERSON, R. A.; GINTHER, O. J. Follicular populations during the estrous cycle in heifers. I. Influence of day. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 14, n. 3, p. 165-176, 1987.
- PIERSON, R. A.; GINTHER, O. J. Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle. *Theriogenology*, v. 29, n. 1, p. 21-37, 1988.
- RAJAKOSKI, E. The ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to seasonal, cyclical, and left-right variations. *Acta. Endocrinol. Suppl.*, v. 34, suppl. 52, p. 1-68, 1960.
- RIPPE C. A. El Ciclo Estral. In: Dairy Cattle Reproduction Conference. 2009. Minneapolis, MN. 2009. p.111-116, 2009.
- RODRIGUES, H. D.; KINDER, J. E.; FITZPATRICK, L. A. Estradiol regulation of luteinizing hormone secretion in heifers of two breed types that reach puberty at different ages. *Biol. Reprod.*, v. 66, n. 3, p. 603-609, 2002.
- ROELOFS, J. B.; VAN EERDENBURG, F. J.; SOEDE, N. M.; et al. Pedometer readings for estrous detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology*, v. 64, n. 8, p. 1690-1703, 2005.
- ROELOFS, J.; LÓPEZ-GATIUS, F.; HUNTER, R. H. F.; et al., When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. *Theriogenology*, v. 74, n. 3, p. 327-344, 2010.
- RUAS, J. R. M.; CARVALHO, B. C.; SILVA FILHO, J. M.; et al. Efeito da base genética materna e da estação de parição sobre variáveis produtivas de fêmeas primíparas Holandês x Zebu. *Arq. Bra. Med. Vet. Zootec.* v. 59, n. 1, p. 218-224, 2007.
- RUAS, J. R. M.; SILVA, E. A.; QUEIROZ, D. S.; et al. Considerações sobre a produção de leite com vacas F1 Holandês x Gir. *Informe Agropecuário*. v. 36, n.286, p. 51-58, 2015.
- SARTORI, R. Manejo reprodutivo da fêmea leiteira. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v. 31, n. 2, p. 153-159, 2007.
- SCHOFIELD, S. A.; PHILLIPS, C. J. C.; OWENS, A. R. Variation in the milk production, activity rate and electrical impedance of cervical mucus over the oestrous period of dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 24, n. 3, p. 231-248, 1991.
- SENGER, P. L. The organization and function of the male reproductive system. In: Senger P.L.: *Pathways to Pregnancy and Parturition*. 2ed. WA, USA: Current Conceptions Inc, Pullman, 2003. p. 129-143.
- SILVA, M. V. G. B.; MARTINS, M. F.; CEMBRANELLI, M. A. R.; et al. Programa de Melhoramento Genético da Raça F1 HG. Avaliação genética de vacas, 2016. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. 42p.

- SIMÕES, V. G.; LYAZRHI, F.; PICARD-HAGEN, N.; et al. Variations in the vulvar temperature of sows during proestrus and estrus as determined by infrared thermography and its relation to ovulation. *Theriogenology*, v. 82, n.8, p. 1080-1085, 2014.
- SKARZYNSKI, D. J.; PIOTROWSKA-TOMALA, K. K.; LUKASIK, K.; et al. Growth and regression in bovine corpora lutea: Regulation by local survival and death pathways. *Reprod. Dom. Anim.*, v. 48, (suppl. 1), p. 25-37, 2013.
- SOLANO, J.; ORIHUELA, A.; GALINA, C.S.; et al. Relationships between social behaviour and mounting activity of Zebu cattle (*Bos indicus*). *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v. 94, p. 197-203, 2005.
- SORENSEN, A. M.; HANSEL, W.; HOUGH, W. H.; et al. Causes and prevention of reproductive failures in dairy cattle. 1. Influence of underfeeding and overfeeding on growth and development of Holstein heifers. *Cornell Agric. Exp. Stat.* p.51, 1959.
- TALUKDER, S.; THOMSON, P. C.; KERRISK, K. L.; et al. Evaluation of infrared thermography body temperature and collar-mounted accelerometer and acoustic technology for predicting time of ovulation of cows in a pasture-based system. *Theriogenology*, v. 83, n. 4, p. 739-748, 2015.
- TEODORO, R. L.; LEMOS, A. M.; BARBOSA, E. T.; et al. Comparative performance of six holstein – friesian x Guzera grades in Brazil: 2 – Traits related the onset the sexual function. *Anim. Prod.*, v. 38, n. 2 p. 165-170, 1984.
- TEODORO, R. Pesquisa em cruzamentos: resultados zootécnicos. *Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG*, n. 18, p. 11-18, 1996.
- TERASAWA, E.; TIMIRAS P. S. Electrical activity during the estrous cycles of the rat: Cyclic changes in limbic structures. *Endocrinology*. v. 83, n. 2, p. 207-216, 1968.
- USLENGHI, G.; CHAYER, R.; CALLEJAS, S. Efectividad del cipionato de estradiol inyectado al final de un tratamiento con progesterona sobre la eficiencia reproductiva. *Rev. Vet.*, v. 21 n.1, p. 55-58, 2010.
- VAILES, L. D.; WASHBURN, S. P.; BRITT, J. H. Effects of various steroid milieus or physiological states on sexual behavior of Holstein cows. *J. Anim. Sci.*, v. 70, n. 7, p. 2094-2103, 1992.
- VAN EERDENBURG, F. J. C. M.; LOEFFLER, H. S. H.; VAN VLIET, J. H. Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. *Vet. Q.*, v. 18, n. 2, p. 52-54, 1996.
- VAN VLIET, J. H.; VAN EERDENBURG, F. J. C. M. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v. 50 n. 1, p. 57-69, 1996.
- VASCONCELOS, J. L. M.; Manejo reprodutivo de vacas leiteiras. *Cad. Tec. Vet. Zootec.* N. 29, p. 51-70, 1999.
- VIANA, J. H.; FERREIRA, A. M.; SÁ, W. F.; et al. Regressão luteal e dinâmica folicular após luteólise natural ou induzida por cloprostenol em vacas da raça Gir. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 51 n. 3, p. 257-262, 1999.
- VIANNA, E. Comportamento e eficiência reprodutiva. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v. 31, n. 2, p. 177-187, 2007.
- WETTEMANN, R. P.; LOOPER, M. L.; WARNER, M. L. Estrous behavior and time of ovulation in beef cows during the summer. *Anim. Sci.*, p. 227-231, 1998.

#### 4. Características reprodutivas de novilhas F1 HG da pré-puberdade à primeira gestação

*(Reproductive characteristics of the F1 HG heifers from pre-puberty to the first gestation)*

**RESUMO:** Utilizar raças ou cruzamentos mais rústicos, adaptados às condições tropicais e mais produtivos é uma das alternativas para aumentar os índices produtivos e reprodutivos dos rebanhos nacionais. Fêmeas da raça Girolando, composta a partir do cruzamento de animais das raças Holandês e Gir (HG), são as mais utilizadas no Brasil para a produção de leite, porém, existem poucos estudos descrevendo os aspectos reprodutivos desses animais. O objetivo deste trabalho foi estudar os parâmetros reprodutivos até a primeira concepção, incluindo-se idade e peso à puberdade, comportamento de estro, dinâmica folicular, resposta a protocolos hormonais e fertilidade. A dinâmica folicular ovariana foi estudada durante o ciclo estral natural, após indução de estro com prostaglandina  $F_{2\alpha}$  ( $PGF_{2\alpha}$ ), e após protocolo com progesterona e estrógeno. A observação de estro foi realizada três vezes ao dia (7:00 às 7:30 h; 12:00 às 12:30 h e 17:00 às 17:30h) e, após a detecção, as novilhas foram submetidas a exames ultrassonográficos a cada seis horas até ovulação e, posteriormente, uma vez ao dia durante todo o ciclo estral para caracterizar a dinâmica folicular ovariana. Novo estro foi induzido utilizando-se dose de 150  $\mu$ g de  $PGF_{2\alpha}$ , seguida por avaliação ultrassonográfica em intervalos de seis horas até ovulação. Ao final do experimento foi utilizado protocolo a base de progesterona e estrógeno visando inseminação artificial em tempo fixo, e as novilhas foram inseminadas 12 horas após a detecção do estro, utilizando-se sêmen de mesmo touro. Idade e peso a puberdade foram de  $340,2 \pm 27,6$  dias e  $342 \pm 25,0$  kg, respectivamente. Os percentuais de detecção de estro foram de 94%, 84% e 100% para estro natural, induzido com  $PGF_{2\alpha}$  e após protocolo com progesterona e estrógeno, respectivamente. O diâmetro dos cornos uterino em novilhas pre-puberes foi em média de  $14,7 \pm 2,4$ mm e em novilhas púberes o diâmetro dos cornos no estro e diestro foi de  $17,22 \pm 2,35$  e  $15,02 \pm 1,7$ mm. O padrão de ondas foliculares durante o ciclo estral natural predominou com animais apresentando três (60,6%), com relação a animais com duas (39,4%), respectivamente. O intervalo de ovulações e o diâmetro do folículo ovulatório foram de  $18,8 \pm 1,0$  e  $21,8 \pm 1,8$  dias e de  $15,7 \pm 1,4$  e  $14,7 \pm 1,1$  milímetros para novilhas com duas e três ondas, respectivamente. Os intervalos dos estros às ovulações foram de  $25,4 \pm 4,1$  e  $25,3 \pm 6,2$  para estros naturais ou induzido com  $PGF_{2\alpha}$ , respectivamente. O intervalo da aplicação da  $PGF_{2\alpha}$  ao estro foi de  $94,9 \pm 29,8$  horas. A duração e o dia do início da regressão do corpo lúteo foram de  $15,4 \pm 1,5$  e  $17,9 \pm 2,0$  dias e  $15 \pm 1,2$  e  $17,3 \pm 2$  dias para novilhas com duas e três ondas, respectivamente. A taxa de gestação à primeira inseminação artificial foi de 80% e não correram perdas embrionárias. Concluiu-se que novilhas F1 HG possuem a capacidade de atingir a puberdade antes do 1º ano de idade. Novilhas F1 HG apresentam padrões de ondas foliculares semelhantes aos encontrados em animais puros de raças taurinas e zebuínas, além de alta fertilidade após um protocolo indutor de ovulação com progesterona e inseminação artificial com detecção prévia do estro.

**Palavras-chave:** dinâmica ovariana, puberdade, reprodução, fertilidade.

**ABSTRACT:** Using races or more rustic crossbreeds, adapted to tropical and more productive conditions, is one of the alternatives to raise the productive and reproductive toll of the national herds. The F1 HG females, experienced in the crossing of animals of the races Holstein and Gir (HG) are the most used in Brazil for milk production, although there are few studies describing the reproductive aspects of the F1 HG heifers (F1 HG). The objective of this paper was studying the reproductive parameters until the first conception including the age and weight at puberty, estrus comportment, follicular dynamics, response to hormone protocols and fertility. The ovarian follicular dynamic was studied during the natural estrous cycle, after induction of estrum with prostaglandin  $F_{2\alpha}$ , and after protocol with progesterone and estrogen. The estrum observation was executed three times a day (7 to 7.30; 12 to 12.30 and 17 to 17.30) and, after the detection, the heifers were submitted to ultrasound exams every six hours until ovulation and, afterwards, once every day during the estrum cycle to characterize the ovarian follicular dynamics. New estrum was induced using a dose of  $150\mu\text{g}$  of prostaglandin  $F_{2\alpha}$ , ( $\text{PGF}_{2\alpha}$ ), followed through ultrasonography evaluation on intervals of six hours until ovulation. In the end of the experiment progesterone and estrogen was used foreseeing artificial insemination on a fixed time, and the heifers were inseminated 12 hours after the detection of the estrum, using semen from the same bull. The age and weight at puberty were  $340,2 \pm 27,6$  days and  $342 \pm 25,0$  kg respectively. The percentiles of estrum detection were of 94%, 84% and 100% for natural estrum, induced with prostaglandin  $F_{2\alpha}$ , and after protocol with progesterone and estrogen, respectively. The pattern of follicular waves during the estrum cycles prevailed in animals presenting three (60,6%), in relation to animals with two (39,4%), respectively. The interval of ovulations and the diameter of the ovulatory follicle were of  $18,8 \pm 1,0$  and  $21,8 \pm 1,8$  days and of  $15,7 \pm 1,4$  and  $14,7 \pm 1,1$  millimeters for heifers F1HG with two and three waves, respectively. The intervals from the estrums to the ovulations were of  $25,4 \pm 4,1$  and  $25,3 \pm 6,2$  for natural estrums or induced with  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , respectively. The interval of the application from the  $\text{PGF}_{2\alpha}$ , to the estrum was of  $94,9 \pm 29,8$  hours. The duration and the day of the beginning of the regression of the corpus luteum were of  $15,4 \pm 1,5$  and  $17,9 \pm 2,0$  days and  $15 \pm 1,2$  and  $17,3 \pm 2$  days for heifers with two and three waves respectfully. The gestation rate of the first artificial insemination was of 80% and there was no embryonic loss. The conclusion was that the F1 HG heifers have the ability to reach puberty before the first year of age. The F1 HG heifers demonstrate patterns of follicular waves similar to those found in pure animals of taurine and zebu races, besides the high fertility after the ovulation inductor protocol with progesterone and artificial insemination with previous detection of the estrum.

**Keywords:** ovarian dynamic, fertility, puberty, reproduction.

## INTRODUÇÃO

Sistemas de produção de leite buscam aumentar o número de crias nascidas por ano, a produtividade e longevidade de suas vacas (Marques Júnior, 1993). A permanência de uma fêmea no rebanho está diretamente relacionada com a idade à puberdade, a idade ao primeiro parto, o período de serviço e o intervalo de partos (Borges e Martins, 2013). Antecipar a idade ao primeiro parto relaciona-se com o adiantamento do início da vida produtiva da matriz bovina, o que pode contribuir para aumento da produtividade e conseqüentemente, para a melhoria da rentabilidade do sistema de produção (Cardoso e Nogueira, 2007). A precocidade sexual, bem como a alta fertilidade das novilhas e vacas acarretam em maior número de bezerros nascidos dentro dos intervalos esperados e maior número de vacas em lactação, aumentando-se assim a o lucro no sistema de produção (Ferreira *et al.*, 2001). De maneira geral, recomenda-se que o primeiro parto de uma fêmea bovina ocorra quando esta apresentar peso equivalente a 80 a 90% do seu peso na idade adulta (Ruas *et al.*, 2014). Em sistemas de produção leiteira de raças taurinas, como a Holandês, este evento ocorre idealmente, entre 24 e 26 meses de idade, o que corresponde à primeira concepção ocorrendo aos 15 a 17 meses (Ferreira *et al.*, 2001). Os cruzamentos entre as raças taurinas (*Bos taurus taurus*) e zebuínas (*Bos taurus indicus*) é uma alternativa viável para os diversos sistemas de produção bovina que buscam redução no custo de produção a partir da utilização de animais rústicos, produtivos, resistentes, longevos e adaptados ao ambiente tropical (Ruas *et al.*, 2008). Sistemas de criação de bovinos utilizando-se a predominância de animais base zebuína são comumente adotados em locais de clima tropical, incluindo-se o Brasil (Vilela, 2003). Dentre as raças utilizadas como bases genéticas em sistemas leiteiros no Brasil, destacam-se raça a zebuína Gir, cujos produtos de cruzamento com a raça Holandês apresentam produção acumulada e persistência na lactação superior às fêmeas produzidas a partir de outras bases zebuínas (Santos *et al.*, 2012). A raça Girolando surgiu partir do cruzamento das raças Holandês e Gir, (Dias, 2012), e hoje, contempla animais de diversas proporções genéticas, incluindo-se os animais oriundos do primeiro cruzamento (ou seja, F1) das raças base (Silva *et al.*, 2016).

É amplamente conhecido que animais zebuínos, ou com predominância de composição genética zebuína, atingem a puberdade em idades mais tardias, em comparação aos animais taurinos, e tal fato reflete diretamente no atraso da idade ao primeiro parto (Cardoso e Nogueira, 2007). Dados obtidos de 37.555 fêmeas Girolando participantes do teste de progênie da raça apontam a idade ao primeiro parto sendo de  $37,2 \pm 11,1$  meses, e mais especificamente, das de composição F1 Holandês x Gir (denominada aqui F1 HG) de  $36,6 \pm 12$  meses (Silva *et al.*, 2016), valores consideravelmente acima do ideal proposto para a raça Holandês (Sartori, 2007). Em sistemas de criação a pasto, atualmente recomenda-se que novilhas F1 HG sejam acasaladas por volta dos 22 meses de idade, quando atingem peso corporal de 370kg (Martins e Borges, 2009). Dessa forma o peso ao primeiro parto ocorre em média aos 450 kg, o que geralmente corresponde a cerca de 80% do peso adulto (Ruas *et al.*, 2007). No entanto, é limitada a informação de que, se atingirem o peso limiar para a cobertura mais precocemente, novilhas F1 HG apresentariam desenvolvimento puberal que permitisse que a primeira concepção ocorra em idades semelhantes a animais taurinos.

Uma vez atingida a puberdade, caracterizada pela presença de um corpo lúteo e progesterona plasmática acima de 1ng/ml (Archbold *et al.*, 2012), a maturação sexual se completa e a fertilidade máxima é alcançada após o 3º ciclo estral (Spencer e Bazer, 2004). De fato, os animais mais férteis do rebanho são as novilhas após a puberdade, em razão destas não estarem sob influência de fatores da lactação que geralmente interferem negativamente com a reprodução (Sartori *et al.*, 2004). O potencial máximo de fertilidade de novilhas sexualmente maduras, bem como, as características inerentes ao comportamento estral e ao ciclo estral quando fora da influência da lactação, são características fisiológicas que servem como guia para a determinação de estratégias

de manejo para o acasalamento de animais dessa categoria, bem como, como base de conhecimento para se entender a fisiologia reprodutiva de fêmeas bovinas F1 HG. Estudos foram previamente conduzidos objetivando-se conhecer e entender as características reprodutivas de diferentes raças taurinas (Pierson e Ginther, 1987) e zebuínas (Borges, 2001) que são utilizadas no sistema de produção tanto de carne quanto do leite. Porém, estudos que contemplem a caracterização dos aspectos reprodutivos de novilhas F1 HG são escassos. Conhecer as características reprodutivas desses animais é importante para o aprimoramento seu manejo em rebanhos leiteiros, considerando-se diversos aspectos como alimentação, acasalamento e uso de biotécnicas reprodutivas. O manejo reprodutivo otimizado para novilhas resultaria em maior eficiência produtiva nos sistemas leiteiros. Por isso existindo a necessidade de conhecer e compreender o comportamento e as características reprodutivas, foi realizado o presente estudo objetivando-se avaliar os parâmetros reprodutivos em novilhas F1 HG desde a pré-puberdade até a primeira concepção.

## MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Gado de Leite, protocolo número nº 3403210316. Os dados do experimento foram coletados no período entre 20/08/2015 e 04/10/2016.

### Animais, Instalações e Dieta

O experimento foi conduzido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Coronel Pacheco-MG. Utilizaram-se 35 novilhas F1 HG, de composição genética 50% Holandês e 50% Gir, obtidas a partir do acasalamento de matrizes do rebanho com seis touros diferentes, sendo três da raça Holandês e três da raça Gir. O peso médio ao nascimento e desaleitamento (ocorrida aproximadamente aos 90 dias de idade) das bezerras foi de  $32,7 \pm 6,4$  kg e  $101,6 \pm 12,1$  kg respectivamente. Após desaleitamento, as bezerras foram mantidas em piquete de *Cynodon plectostachyus*, com área total de aproximadamente 0,2 ha, com fornecimento de água e alimentação em cocho à vontade. A dieta total fornecida (Tabela 1) continha 177,79 g PB / kg MS e era composta por 75 % silagem de milho e 25% de concentrado a base de soja e sal mineral.

**Tabela 1.** Composição química do concentrado, silagem e dieta total.

Componentes	Concentrado	Silagem	Dieta Total
MS, g/kg	918,6	277,9	438,1
PB, g/kg <sup>1</sup>	459,5	80,2	175,0
EE, g/kg <sup>1</sup>	21,2	25,1	24,1
FDN, g/kg <sup>1</sup>	147,5	513,2	421,7
FDA, g/kg <sup>1</sup>	76,3	291,6	237,8
EB, MJ/kg <sup>1</sup>	18,4	16,7	17,1

<sup>1</sup>Matéria seca (MS); PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN= fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; EB = energia bruta.

O consumo alimentar individual foi mensurado diariamente durante todo o período experimental, de forma automatizada utilizando sistema de monitoramento Intergado®, validado anteriormente por Chizzotti et al. (2015). As sobras foram mantidas entre 10 a 15 % da quantidade fornecida para garantir o consumo *ad libitum* da dieta. Os animais eram pesados diariamente em balança acoplada ao cocho de água, também de forma automatizada.

### **Período peri-púbere**

Durante esta fase experimental, a cada sete dias, os animais foram pesados em balança acoplada ao tronco de contenção e amostras de sangue foram coletadas em tubos contendo EDTA. Após a coleta as amostras de sangue foram centrifugadas a 1500g durante 15 minutos, o plasma foi separado e conservado a -20°C. A partir do peso de  $266,8 \pm 13,9$  kg (min. 244 kg e máx. 303 kg), os animais foram submetidos à avaliação ginecológica, a cada 14 dias, por dois operadores treinados, com a utilização de ultrassonografia transretal (AQUILA modelo-410853) acoplado com um transdutor linear de 7,5MHz. No exame ginecológico foram avaliados a presença de corpo lúteo (CL), o diâmetro do maior folículo ovariano e o diâmetro médio dos cornos uterinos, acessado logo após a bifurcação dos mesmos.

As dosagens de progesterona foram realizadas nas amostras de plasma, tomando-se como guia as datas de detecção do CL, por meio de radioimunoensaio, realizado em uma única vez, utilizando-se kit comercial (ImmuChem Coated Tube, ICN Pharmaceuticals, Inc., CA, EUA), segundo as instruções do fabricante. O coeficiente de variação intra-ensaio foi 12%.

Animais foram considerados púberes na data da primeira elevação da progesterona acima de 1ng/ml, desde que na semana subsequente houvesse CL confirmado pelo exame de ultrassom ou novamente progesterona acima de 1ng/ml. Todos os animais foram avaliados por ultrassom pelo menos 28 dias antes da data da puberdade. Dos animais do grupo, dez foram excluídos da análise de puberdade, em decorrência de problema de saúde (n=1), perda de amostra ou erro na dosagem de progesterona (n=7), porque apresentava elevação de progesterona acima de 1 ng/mL na data da primeira dosagem de sangue (sete dias anteriores à primeira avaliação ultrassonográfica) e apresentou CL na primeira avaliação ultrassonográfica ou por finalização do período experimental quando o animal estava aos 365 dias de idade (n=1). Dessa forma, o n utilizado para as análises referentes à idade à puberdade foi de 25 animais.

### **Período pós púbere**

As avaliações do período pós-púbere foram realizadas nas 35 novilhas, a partir da idade de  $17,69 \pm 0,93$  meses, peso vivo (PV) de  $415,06 \pm 34,84$  kg e escore corporal (ECC) de  $3,76 \pm 0,37$ . As avaliações ginecológicas realizadas durante o período, conforme descrito posteriormente, foram realizadas através de exames ultrassonográficos por via transretal, utilizando-se aparelho portátil de marca MINDRAY, modelo DP-2200 acoplado a um transdutor linear de 7.5MHz. Um único operador treinado executou os exames.

### **Avaliação do estro e ovulação**

Durante o período de avaliação, a manifestação do estro foi monitorada visualmente durante 30 minutos por período, três vezes ao dia: manhã (7:00 as 7:30), meio dia (12:00 as 12:30) e a tarde (17:00 as 17:30), exceto nos dias que sucederam a utilização de protocolo com progesterona e estradiol, quando as avaliações foram realizadas conforme descrito posteriormente. As observações foram realizadas a 100 metros de distância do piquete onde estavam as novilhas, com o objetivo de não interferir no comportamento natural. Foi utilizado binóculos para facilitar a visualização das novilhas que foram identificadas por marcações únicas feitas na região da costela e na garupa por meio da descoloração dos pelos. Foram considerados em estro aqueles animais que aceitaram monta pelas companheiras de rebanho.

Os animais detectados em estro foram submetidos à ultrassonografia com intervalo de seis horas a partir da detecção, até o momento em que o folículo ovulatório não foi mais detectado. O momento da ovulação foi considerado como sendo o intervalo médio de tempo entre a última

detecção do folículo e seu desaparecimento do ovário. A partir desta informação, calculou-se o intervalo (horas) da detecção do estro à ovulação.

### **Dinâmica folicular**

Foram realizados exames ultrassonográficos diários entre 13:00 e 15:00h, a partir do dia da detecção do estro e, subsequentemente, durante um ciclo estral completo. Foram registrados os diâmetros máximos do maior folículo e do segundo maior folículo de cada ovário, bem como as mensurações da área (cm<sup>2</sup>) e volume (cm<sup>3</sup>) dos corpos lúteos (CL). Obtidos os dados foram tabulados para representação gráfica da dinâmica folicular ovariana dos animais.

O intervalo ovulatório foi definido como o número de dias compreendidos entre duas ovulações consecutivas, caracterizado pela não detecção do folículo de maior diâmetro e pela formação do CL (Borges, 2001). O dia 0 foi considerado como o dia do estro. Nos dias 0 (estro) e 10 (diestro) do ciclo estral, os animais foram avaliados quanto ao diâmetro médio dos cornos uterinos, segundo metodologia utilizada no período peri-púbere.

A emergência da onda folicular foi estabelecida como o primeiro dia em que se observou um folículo com diâmetro entre 4 e 5 mm. Cada onda foi dividida em fase de crescimento, estática e regressão. A fase de crescimento compreendeu o período do dia da detecção do folículo até o dia em que cessou o seu crescimento. A fase estática foi considerada como o período entre o último dia de crescimento até o início do crescimento da próxima onda folicular, e a fase de regressão entre o último dia do diâmetro estático até chegar ao diâmetro de 4 ou 5 mm (Ginther *et al.*, 1989).

O folículo dominante (FD) de cada onda foi mensurado, sendo definido como aquele folículo de maior diâmetro que excedia o diâmetro dos folículos subordinados. A taxa de crescimento folicular foi calculada pela diferença dos diâmetros finais e iniciais, dividida pelo número de dias (Borges *et al.*, 2001).

A duração da onda de crescimento folicular correspondeu ao número de dias entre emergência e a regressão do folículo dominante, até o diâmetro de 4 ou 5 mm. O dia da divergência folicular foi definido como o dia em que o folículo dominante e o subordinado diferiram em suas curvas de crescimento. A partir desse dia, calculou-se a duração da dominância folicular, que correspondeu ao intervalo do dia da divergência até o dia do surgimento de uma nova onda folicular (Borges *et al.*, 2001).

### **Indução de estro com prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>)**

Após o período de avaliação de dinâmica folicular ovariana durante um ciclo estral natural, no décimo dia após a ovulação, os animais receberam injeção intramuscular de 150 µg de D-cloprostenol (análogo de PGF<sub>2α</sub>- Croniben®, Lab. Biogenesis Bagó, Brasil). As avaliações de estro e ultrassonografias foram realizadas conforme descrito anteriormente. Foram acompanhados 30 estros induzidos com PGF<sub>2α</sub> e, a partir das informações, foram calculados o intervalo da aplicação do agente luteolítico à detecção do estro e da ovulação.

### **Indução de estro e ovulação com protocolo a base de progesterona e estrógeno, associado com duas doses de PGF<sub>2α</sub>**

Em dia aleatório do ciclo estral, as novilhas receberam protocolo hormonal, comumente utilizado para inseminação artificial em tempo fixo (IATF), a base de progesterona e estradiol. O protocolo consistia na utilização de implante intravaginal contendo 1g de progesterona (P4) (Sincrogest®, Lab. Ouro Fino, Brasil) e aplicação de 2mg de benzoato estradiol (BE) (Estrogin®, Lab. Farmavet, Brasil) no dia 0 (D0) pela manhã (8:00), aplicação de D-cloprostenol (Croniben®, Lab. Biogenesis Bagó, Brasil) em duas doses, ou seja, 150 µg pela manhã (8:00) e 150 µg pela



tarde (17:00) no D7, aplicação de 1 mg de cipionato de estradiol (ECP) (SincoCP®, Lab. Ouro Fino, Brasil) e retirada do implante intravaginal contendo progesterona no D8 pela manhã (8:00). Após este último procedimento, foram avaliadas e medidas as estruturas de cada um dos dois ovários, obtendo-se o tamanho do maior folículo (pré-ovulatório) e caso houvesse presença de CL, era medida sua área (cm<sup>2</sup>) e volume (cm<sup>3</sup>). A partir do D8 do protocolo, após a retirada do implante, foi observado o comportamento sexual das novilhas no piquete a cada seis horas. A partir das 7:00 da manhã do D9 do protocolo, começou-se a observação de cio contínua, até a detecção do último animal em estro. A inseminação artificial foi realizada 12 horas após a detecção da primeira aceitação de monta com o sêmen de um único touro da raça Holandês. O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia, após 28 dias da inseminação, e foi reconfirmado aos 60 dias de gestação.

### **Análises estatísticas**

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* SAEG versão 9.1, Fundação Arthur Bernardes, viçosa, Brasil.

Dados de diâmetro de cornos uterinos e dos folículos ovarianos no período pre-púbere foram agrupados em três idades (-49-42, -35-28 e -21-14 dias) e juntamente com os dados obtidos no d0 e d10 do período pós-púbere, foram comparados, levando-se em consideração o período de mensuração como variável independente, por ANOVA, utilizando-se o teste Student Newman Keuls (SNK) para se testar as diferenças de médias caso detectadas. Foi também realizada análise de Correlação de Pearson entre os diâmetros de corno uterino e os diâmetros do maior folículo ovariano detectado no mesmo momento de análise.

As médias de intervalos da detecção do estro à ovulação, intervalo ovulatório, foram comparadas em função tipo de estro (natural x induzido com agente luteolítico), pelo teste F. As variáveis relacionadas à dinâmica folicular e características de corpo lúteo foram comparadas, em função do padrão de onda folicular (2 x 3 ondas), pelo teste F.

Para a área e volume do corpo lúteo aplicou-se análise de regressão, tendo como fonte de variação os dias do ciclo estral e o padrão de ondas foliculares.

Os demais dados foram submetidos a análises descritivas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Idade a puberdade**

A idade à puberdade das 25 novilhas F1 HG foram, em média, de  $340,2 \pm 27,6$  dias (11,3  $\pm$  1,0 meses), sendo a idade mínima de 287 dias ou 9,5 meses e máxima de 387 dias ou 12,9 meses. Novilhas da raça Holandês quando submetidas a regime nutricional de alto ganho de peso, tem a capacidade de atingir a puberdade entre nove e 12 meses (Chelikani *et al.*, 2003). Camilo (2013) avaliou 66 novilhas da raça Gir com idade entre 14 e 24 meses, criadas num sistema semiextensivo e observou que só 9,1% (6/66) apresentaram-se púberes. Com base nesses resultados o autor considerou as novilhas sexualmente tardias, devido a que apresentavam peso corporal condizente com a sua faixa etária, e sendo bem manejadas no aspecto de bem-estar animal, sanidade e nutrição. Para novilhas da raça Gir mantidas em plano nutricional para ganho de peso médio diário de 0,316 kg, Ledic (1993) verificou intervalo do nascimento à concepção foi de 38,8 meses. Novilhas zebuínas (*Bos taurus indicus*) apresentam puberdade mais tardia quando comparadas com as novilhas de origem taurina (*Bos taurus taurus*) (Rodrigues *et al.*, 2002). No sistema estudado, a idade a puberdade das novilhas F1 HG foi igual às encontradas em animais das raças Holandês.

O peso à puberdade foi  $324,2 \pm 25,0$  kg (mínimo de 287 e máximo de 391 kg), o que corresponde a 61,7% do peso adulto de uma fêmea F1 HG. Teodoro et al. (1984) verificaram, em animais F1 HG, idade e peso a puberdade de 725 dias e 334 kg, respectivamente. Diante dos dados, verifica-se que um dos fatores mais importantes para atingir a puberdade é o peso, e não a idade, como já descrito na raça Holandês (Chelikani *et al.*, 2003) ou outras raças zebuínas (Galina e Arthur 1989).

O ganho de peso da desmama à puberdade foi, em média, de  $0,83 \pm 0,08$  kg, sendo o ganho mínimo diário de 0,65 kg e o máximo de 1,0 kg. Novilhas que são submetidas a baixo ganho médio diário de peso (0,350 kg) atingem a puberdade por volta de 19 meses de idade, quando comparado com novilhas ganhando peso vivo igual ou superior a 1 kg/dia, ou seja, atingem a puberdade até os nove meses de idade (Chelikani *et al.*, 2003). Em novilhas F1 HG com ganho de peso de 0,52 kg/dia, foi observado que o apenas 50% dos animais apresentavam atividade ovariana aos 15 a 16 meses de idade (Lima et al., 2008). Cardoso *et al.* (2014), utilizando um modelo escalonado de alimentação para ganho de peso até a puberdade em novilhas mestiças de corte ( $\frac{1}{2}$  Angus,  $\frac{1}{4}$  Hereford e  $\frac{1}{4}$  Brahman) observaram que 75% das novilhas das novilhas que receberam dieta a base de concentrado e forragem para promover alto ganho de peso diário (1kg) até os 14 meses de idade, atingiram a puberdade aos 12 meses, em contraste, com 35% de novilhas alimentadas com dieta para ganho de peso de 0.5 kg/dia. Segundo Cardoso *et al.* (2015), o aumento no ganho de peso corporal durante o período pré-púbere leva à maturação precoce do sistema neuroendócrino reprodutivo e à puberdade, por antecipar o início da liberação em alta frequência do hormônio liberador de gonadotrofinas. O presente estudo mostrou que as novilhas F1 HG apresentaram resposta favorável ao sistema nutricional que foram submetidas, atingindo idade a puberdade em média com  $11.3 \pm 1.0$  meses.

### **Características ovarianas e desenvolvimento uterino**

Os diâmetros do maior folículo observado nos ovários em diferentes dias dos períodos pré e pós-púbere encontram-se na Tabela 2. Nota-se que, desde aproximadamente 50 dias antes da puberdade, já é possível se observar folículos com tamanho compatível com os atingidos no período pré-ovulatório. Tamanhos inferiores foram encontrados em novilhas Gir pré-puberes em que foram observados diâmetros de folículos dominantes com tamanhos de 9,4 10,4 e 11,6mm para a primeira, segunda e terceira onda folicular anovulatória respectivamente (Silva *et al.*, 2005). Em novilhas púberes mestiças Holandês-zebu Borges *et al.*, (2001) reportaram tamanhos de folículos dominantes de 13,3 e 11,8mm para novilhas com ciclos de duas ondas e três ondas respectivamente.

Os diâmetros médios dos cornos uterinos nas novilhas pré-puberes e pós púberes encontram-se nas Tabela 2. Os diâmetros mensurados nas idades de -49 a -28 dias anteriores á puberdade foram semelhantes, porém inferiores aos diâmetros mensurados no período pós-púbere. Observou-se aumento do diâmetro dos cornos a partir dos 21 dias anteriores à puberdade. No período pós púberes, foi observada diferença ( $p < 0,05$ ) no diâmetro médio dos cornos em função do período do ciclo, caracterizado pelo aumento de cerca de 15% durante o estro, em relação ao diâmetro mensurado no momento do diestro. A maturação uterina completa depende do estímulo da alternância de estrógeno e progesterona, que só acontece depois do primeiro CL formado. (Spencer e Bazer, 2004).

**Tabela 2.** Diâmetros médios do maior folículo (mm) e cornos uterinos (mm) em novilhas F1 HG pré-pubere e pós-púbere.

Momento da mensuração		Diâmetro do maior folículo ovariano (mm)				Diâmetro dos cornos uterinos (mm)		Correlação diâmetros de folículo e corno		
		n	mínimo	média	máximo	n	média ± dp	n	valor correl.	p
Pré-pubere (dia referente à puberdade)	-49 a -42	19	5,0	10,3 <sup>B</sup>	13,0	20	13,4 ± 2,3 <sup>C</sup>	67	0,122	0,16
	-35 a -28	22	7,1	10,9 <sup>B</sup>	15,7	25	13,2 ± 1,9 <sup>C</sup>			
	-21 a -14	24	7,3	11,2 <sup>B</sup>	16,5	25	14,1 ± 1,9 <sup>BC</sup>			
Pós-púbere* (período do ciclo estral)	Estro (Dia 0)	31	11,6	15,1 <sup>A</sup>	17,6	30	17,2 ± 2,3 <sup>A</sup>	59	0,237	0,04
	Diestro (D10)	32	7,5	11,7 <sup>B</sup>	16,8	29	14,9 ± 1,7 <sup>B</sup>			

\* Período mínimo de 4 meses após puberdade  
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si (p<0,05).

Um experimento feito em novilhas Hereford mostrou que o padrão de crescimento do útero, tinha forte correlação com o tamanho do maior do folículo ovariano, sugerindo que o aumento de estradiol a partir dos folículos maiores estimula o crescimento e desenvolvimento do útero (Honaramooz *et al.* (2004). No presente experimento, esta correlação não foi observada no período pré-puberal, mas foi observada no período pós-púbere, que correspondeu a, no mínimo, 4 meses após a data da puberdade, quando se espera que as novilhas já tivessem atingido a maturidade sexual. O anterior ocorre devido à maior responsividade uterina aos esteroides, o que ocorre após alternância de estímulos dos mesmos no útero. Outras partes da genitália interna, tais como o peso da cérvix, útero, vagina e altura do epitélio luminal cresceram ao mesmo ritmo do corpo até os seis meses de idade, mas, dos seis meses até a puberdade inicia-se uma fase de crescimento muito rápido (Moran *et al.*, 1989).

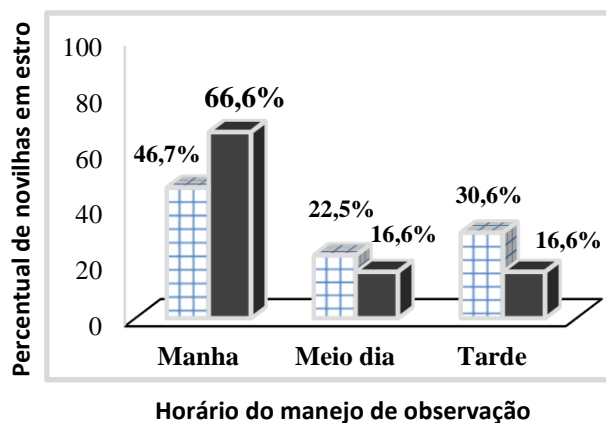
### Detecção do estro das novilhas

Quando a observação de estro foi realizada por três períodos diários, a detecção do estro foi de 94% (33/35) após o estro natural ou 84% (30/35) após estro induzido com PGF<sub>2α</sub>. Apesar do regime de observação de três vezes diárias, após indução de estro com agente luteolítico, em 16% dos animais (5/35) não foi observado comportamento sexual. Hemorragia de metaestro foi detectada em duas novilhas que não haviam sido previamente detectadas em estro. Tal achado indica que houve aumento de estradiol compatível com o período de estro, e que, provavelmente, este comportamento pode ter ocorrido, porém, devido ao esquema de observação, não se pode detectá-lo. As outras três novilhas não apresentaram regressão do corpo lúteo após 170 horas ou sete dias da aplicação do agente luteolítico. Falhas semelhantes na indução da luteólise também foram observadas por Viana *et al.* (1999) em vacas da raça Gir a pesar de que se aplicar detecção de estro três vezes ao dia, nem todos os estros são detectados.

Estudos envolvendo comportamento sexual de vacas leiteiras (Van Vliet *et al.*, 1996) e de corte (Wattemann *et al.*, 1998), com regime de observação visual durante 30 minutos, duas vezes no dia, mostraram taxa de detecção de estros de 74% e 76%, respectivamente. Os resultados do presente estudo para a detecção visual do estro natural foram superiores a outros dados de literatura e, dentre os fatores relacionados pode-se considerar: maior número de observações do estro durante o dia; número de novilhas públicas ciclando dentro do mesmo grupo; e a manutenção de certa distância (100 metros) dos animais com observação por meio de binóculos, visando não interferir na atividade do comportamento do grupo sexualmente ativo. As pesquisas que envolvem

observação de cio natural geralmente são realizadas em dois períodos distintos do dia, manhã e noite, e as baixas taxas de detecção do estro podem ser devidas ao longo intervalo entre observações, que gera perda de detecção de alguns animais em estro.

O percentual de novilhas F1 HG que iniciaram manifestação de estro nos diferentes horários do manejo de observação (manhã, meio-dia e tarde), de acordo com o estro natural ou induzido com PGF<sub>2α</sub> administrada às 8:00h são apresentados na figura 1.

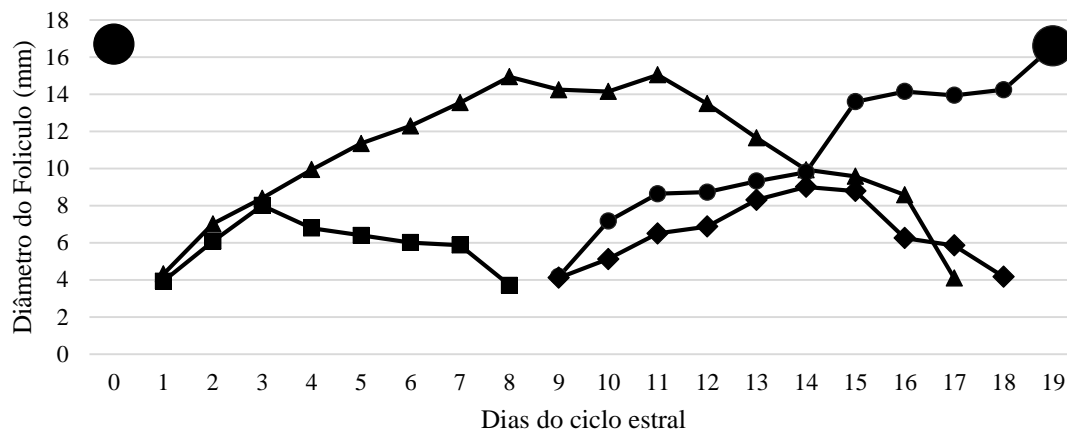


**Figura 1.** Percentual de novilhas F1 HG que iniciaram manifestação de estro, nos diferentes horários do manejo de observação (manhã, meio-dia e tarde), de acordo com o estro natural (quadriculado) ou induzido com PGF<sub>2α</sub> (preto).

Os períodos da manhã e da tarde foram os horários de maior frequência do início do estro das novilhas F1 HG, porém, vale ressaltar a importância do horário de observação intermediário, pois nele foi detectado 22,5% para o estro natural e 16,6% para o induzido com prostaglandina, aumentando o número de animais identificados no cio. Diferença entre raça, estado fisiológico, produtivo e reprodutivo do animal também pode interferir na manifestação e no período do comportamento sexual. Novilhas F1 HG podem apresentar vantagem em condições tropicais devido sua rusticidade e menor sensibilidade às elevadas temperaturas ambientais herdadas do *Bos indicus*, e características de animais *Bos taurus* para as baixas temperaturas, evitando, assim, que mudanças acentuadas de temperatura afetem o comportamento e a produtividade.

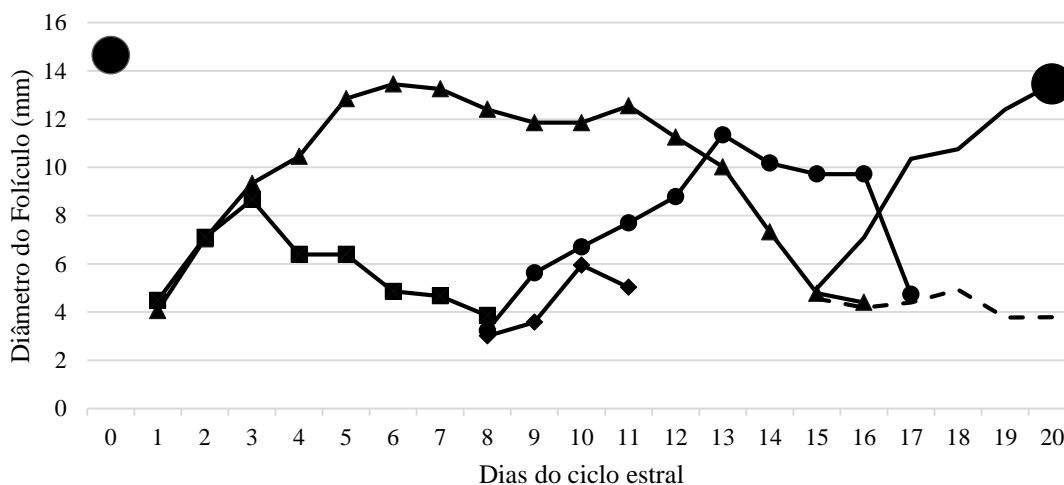
#### **Dinâmica folicular ovariana de novilhas F1 HG**

Das 35 novilhas F1 HG utilizadas no experimento, duas foram retiradas das análises. Para o estudo da dinâmica folicular ovariana foram utilizadas 33 novilhas, sendo que o percentual de ciclos estrais com duas e três ondas foliculares foram de 39,4% e 60,6%, respectivamente. Os padrões de dinâmica folicular de dois animais representativos, apresentando duas, ou três ondas foliculares estão ilustrados, respectivamente, nas Figuras 2 e 3. (Fig. 2; Fig.3). Dados semelhantes foram encontrados por Borges (2001) em vacas das raças Gir, quando foi verificado vacas com ciclos de duas (24%) e três (68%) ondas foliculares, que também observaram animais com uma ou quatro ondas, o que não foi verificado no presente estudo. Em vacas da raça Guzerá (Coutinho *et al.*, 2007) também foi observando maior número de animais com padrão de três ondas (50%), em relação aos com duas ondas foliculares (35,7%).



**Figura 2.** Caracterização da dinâmica folicular ovariana de novilhas F1 HG apresentando padrão de duas ondas. As linhas com triângulos e círculos representam o crescimento dos folículos dominantes da primeira e segunda ondas foliculares; e linha com quadrados e losangos representam os folículos subordinados das respectivas ondas.

Novilhas de raças taurinas apresentaram 42,3% de ciclos com duas e 57,7% com três ondas foliculares, sem diferença estatística entre os padrões do número de ondas durante o ciclo estral (Kornmatitsuk *et al.*, 2009). Ao contrário, Alves *et al.* (2002), estudando vacas Holandês e mestiças Holandês x Zebu durante dois ciclos estrais, observaram maior predominância de ciclos de duas (78%) e menor de três ondas foliculares (16%), respectivamente.



**Figura 3.** Caracterização da dinâmica folicular ovariana de novilhas F1 HG apresentando padrão de três ondas foliculares. As linhas com triângulos, círculos e sem símbolos representam o crescimento dos folículos dominantes da primeira, segunda e terceira ondas foliculares; e linhas com quadrados, losangos e tracejada representam os folículos subordinados das respectivas ondas.

Vacas Holandês apresentaram mais ciclos com padrão de duas (90%), do que com três ondas (10%) foliculares (Knopf *et al.*, 1989).

Em novilhas púberes da raça Nelore foram encontrados maior percentual de animais com duas (80%) em relação a três ondas (20%) foliculares (Rezende, 2006). Um estudo com vacas F1 HG

(5/8 HG), foi observado maior número de vacas com padrões de duas ondas (62,5%) do que vacas com padrões de três ondas foliculares (37,5%) (Santo Filho *et al.*, 2001).

Existem variações no número de ondas entre o mesmo indivíduo em diferentes ciclos, animais da mesma raça, estado fisiológico, vacas ou novilhas, e estado corporal do animal (Alves *et al.*, 2002; Neto, 2013; Santos Filho *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2005). Ainda não se sabe o que exatamente determina o número de ondas foliculares durante o ciclo estral de bovinos. Alguns autores atribuem a diferença de acordo com a condição lactacional ou a ingestão do animal (Coutinho *et al.*, 2007); e outros (Ginther *et al.*, 1989) afirmam que a diferença entre fêmeas com ciclos de duas ou de três ondas foliculares está associada com a maior duração da fase lútea. Ciclos com padrão de uma onda (3%) em vacas Holandês e em vacas mestiças HZ (6%) (Alves *et al.*, 2002). Ciclos com padrões de quatro ondas foliculares também foram observados para raça Gir (8%) e para raça Nelore (6,6%), porém em menor porcentagem (Borges, 2001).

O número de ondas foliculares define o comprimento do ciclo estral. Espera-se que animais com menor número de ondas tenham um ciclo estral mais curto quando comparadas com animais com três ou mais ondas. Os intervalos entre um ciclo e outro podem ser definidos utilizando o intervalo inter-estral ou o intervalo inter-ovulatório. O primeiro é muito difícil de mensurar, pois muitas vezes não é observado o começo do ciclo estral, que é caracterizado com o comportamento sexual do animal. O segundo é mais fácil de avaliar com o uso da ultrassonografia, pode se ter precisão do intervalo médio da ovulação.

Os parâmetros reprodutivos e da dinâmica folicular ovariana de novilhas F1 HG são apresentados na tabela 3.

Os intervalos ovulatórios médios de novilhas F1 HG com padrões de duas e três ondas foliculares diferiram ( $P < 0,00001$ ) e foram de  $18,85 \pm 1,07$  e  $21,80 \pm 1,82$  dias, respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Borges (2001) em vacas das raças Nelore e Gir, em que os intervalos ovulatórios foram de  $19,7 \pm 0,8$  e  $21,8 \pm 1,1$ ;  $19,7 \pm 0,8$  e  $21,6 \pm 1,3$  dias, respectivamente para animais de duas ondas com três ondas. Valores de intervalo ovulatórios diferentes foram encontrados em vacas Holandês e mestiças Holandês x zebu com padrão de duas ( $21,83 \pm 1,77$  dias) e de três ( $25,33 \pm 4,37$  dias) ondas foliculares respectivamente (Alves *et al.*, 2002).

No presente estudo, independentemente do número de ondas foliculares, o início da primeira onda folicular ocorreu no primeiro dia do ciclo estral após a ovulação. O surgimento da segunda onda folicular para novilhas com duas ondas foi o dia  $9,2 \pm 1,1$ , e para novilhas com três ondas foi de  $8,4 \pm 1,3$  dias, não diferindo ( $P > 0,05$ ) entre os dois padrões. Novilhas com três ondas foliculares tiveram a última emergência folicular no dia  $15,3 \pm 1,5$ . Resultados semelhantes foram encontrados em vacas F1 HG (5/8 HG), quando se verificou emergências da primeira e segunda ondas nos dias 1 e 9 para vacas com padrões de duas, e nos dias 1, 10 e 16 para a primeira, segunda e terceira ondas foliculares de vacas com três foliculares, respectivamente (Santo Filho *et al.*, 2001). Em novilhas da raça Nelore, a emergência de cada onda folicular ocorreu nos dias 1,6 para a primeira onda, e 11 para a segunda onda para novilhas com padrões com duas ondas; e para novilhas com três ondas foliculares nos dias 0,5, 8,5 e 15,5 para a primeira, segunda e terceira ondas foliculares, respectivamente (Rezende, 2006). Observa-se que independente da raça ou estado fisiológico, os dias das emergências foliculares aconteceram em dias semelhantes, tanto para animais com duas quanto três ondas foliculares durante o ciclo estral.

**Tabela 3.** Parâmetros reprodutivos e da dinâmica folicular ovarina de novilhas F1 HG apresentando padrão de duas e três ondas foliculares

<b>Parâmetros reprodutivos e dinâmica folicular</b>	<b>2 Ondas (n=13)</b>	<b>3 Ondas (n=20)</b>
Intervalo ovulatório (dias)	18,85 ± 1,07a	21,80 ± 1,82b
Dia da emergência folicular		
1ª onda	1,0 ± 0,0aA	1,1 ± 0,4aA
2ª onda	9,2 ± 1,1bB	8,4 ± 1,3bB
3ª onda	-----	15,3 ± 1,5C
Duração da onda (dias)		
1ª onda	16,2 ± 2,5aA	14,0 ± 3,3bA
2ª onda	9,1 ± 2,6cB	11,2 ± 2,8dB
3ª onda	-----	6,6 ± 1,9C
Dia da divergência folicular após o surgimento da onda		
1ª onda	3,0 ± 1,1aA	3,5 ± 1,6aA
2ª onda	3,6 ± 1,3aA	2,6 ± 1,4aA
3ª onda	-----	3,4 ± 1,0A

<sup>a,b,c</sup> Médias seguidos por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de SNK; <sup>A,B,C</sup> Médias seguidos letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de SNK.

A duração das ondas foliculares em novilhas F1 HG apresentando padrão de duas e três ondas foi de  $16,2 \pm 2,5$  e  $9,1 \pm 2,6$ , e de  $14,0 \pm 3,3$ ,  $11,2 \pm 2,8$  e  $6,6 \pm 1,9$  dias respectivamente. Alves *et al.* (2002) encontraram duração de ondas menores em vacas Holandês e mestiças Holandês x zebu, quando comparadas com as observadas no presente trabalho, com valores de  $11,15 \pm 1,65$  e  $12,07 \pm 2,32$  dias para a primeira e segunda ondas foliculares em ciclos estrais com duas ondas, e  $11,0 \pm 3,69$ ;  $7,19 \pm 1,60$ ;  $8,5 \pm 1,52$  dias para a primeira, segunda e terceira ondas foliculares em vacas com ciclos de três ondas foliculares, respectivamente.

A duração da primeira e da segunda onda diferiu ( $P < 0,00001$ ) quando se compara os animais com padrão de duas e três ondas foliculares. Essas diferenças entre duração da primeira em relação à segunda e/ou terceira ondas se deve ao período de funcionalidade, entre crescimento e regressão do corpo lúteo, e o aumento ou redução na gradual na concentração sanguínea de progesterona, que inibe o crescimento do folículo dominante por meio do *feedback* negativo ao LH (Alves *et al.*, 2002).

Animais com padrão de duas ondas foliculares tem a segunda onda coincidindo com o início da regressão do corpo lúteo, diminuindo a concentração plasmática de progesterona. Isso permite o aumento na frequência de liberação de LH que leva ao crescimento, à maturação final e ovulação do folículo dominante, com diminuição na duração da onda, quando comparado com a primeira onda folicular. Pelas mesmas razões, para animais com padrão de três ondas, verifica-se que a última onda possui menor duração quando comparada com a primeira e segunda ondas.

O dia da divergência folicular, após a emergência da onda, foi nos dias  $3,0 \pm 1,1$  e  $3,6 \pm 1,3$  e  $3,5 \pm 1,6$ ;  $2,6 \pm 1,4$  e  $3,4 \pm 1,4$  para primeira e segunda ou primeira, segunda e terceira ondas, respectivamente para ciclos com duas e três ondas foliculares. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os animais com padrões de duas ondas e três ondas, nem entre as ondas foliculares dentro do mesmo ciclo estral.

Dados similares foram encontrados em vacas das raças Gir e Nelore (Borges, 2001) e em novilhas mestiças Holandês x zebu por Borges *et al.*, (2001), que também não encontraram diferença entre raças, padrões de ondas, e entre ondas do mesmo ciclo estral. A divergência

folicular se dá porque, durante a fase de seleção, um folículo tem a vantagem competitiva sobre os folículos subordinados. O folículo selecionado é aquele que adquire mais precocemente receptores para o hormônio luteinizante (LH) nas células da granulosa e mais IGF-1 livre, os quais tornam o folículo selecionado mais sensível às gonadotropinas, de modo que seja capaz de produzir mais estradiol e inibina em um ambiente de FSH baixo, fazendo com que os outros entrem em atresia (Atkins *et al.*, 2013).

Os parâmetros dos folículos dominantes de novilhas F1 HG são apresentados na tabela 4.

**Tabela 4.** Parâmetros dos folículos dominantes de novilhas F1 HG apresentando padrão de crescimento de duas ou três ondas foliculares.

<b>Parâmetros do folículo dominante</b>	<b>2 Ondas (n=13)</b>	<b>3 Ondas(n=20)</b>
Duração do crescimento (dias)		
1° Folículo	7,5 ± 1,9bB	6,2 ± 1,7bA
2° Folículo	9,7 ± 0,9aA	6,1 ± 2,0bA
3° Folículo	-----	6,5 ± 1,7A
Taxa de crescimento (mm/dia)		
1° Folículo	1,4 ± 0,5aA	1,4 ± 0,4aAB
2° Folículo	1,1 ± 0,2aA	1,2 ± 0,4aB
3° Folículo	-----	1,6 ± 0,4A
Diâmetro máximo (mm)		
1° Folículo	14,4 ± 1,7aA	13,4 ± 1,5aA
2° Folículo	15,7 ± 1,4aB	11,6 ± 1,5dB
3° Folículo	-----	14,7 ± 1,1C
Dia do diâmetro máximo		
1° Folículo	8,2 ± 1,6aA	7,6 ± 2,0aA
2° Folículo	18,9 ± 1,2aB	14,5 ± 2,2bB
3° Folículo	-----	21,7 ± 1,7C
Duração da dominância (dias)		
1° Folículo	4,5 ± 1,8aA	3,6 ± 1,8aA
2° Folículo	6,2 ± 1,5aB	3,8 ± 1,9bA
3° Folículo	-----	3,1 ± 1,6A
Dia do início da atresia		
1° Folículo	11,2 ± 3,2a	9,8 ± 1,6aA
2° Folículo	-----	16,1 ± 2,2B
3° Folículo	-----	-----
Taxa da atresia (mm/dia)		
1° Folículo	1,3 ± 0,8a	1,1 ± 0,5aA
2° Folículo	-----	1,2 ± 0,3A
3° Folículo	-----	-----
Duração da atresia (dias)		
1° Folículo	8,8 ± 2,7a	7,7 ± 2,6aA
2° Folículo	-----	5,7 ± 2,2B
3° Folículo	-----	-----

<sup>a, b</sup> Médias seguidos por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem (P<0,05) pelo teste de SNK;  
<sup>A,B,C</sup> Médias seguidos letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste de SNK.

O diâmetro máximo dos folículos dominantes da primeira onda foi em média de 13,9 ± 1,6mm para as novilhas com padrão de duas ondas e três ondas foliculares, não se apresentando diferença (P>0,05). Para folículos da segunda onda, o diâmetro dos folículos dominantes entre novilhas com padrão de duas (15,7 ± 1,4mm) e três ondas (11,6 ± 1,5mm) apresentou diferença (P<0,0001). Quando se compara o primeiro (14,4 ± 1,7mm) e o segundo folículo (15,7 ± 1,4mm) de animais com duas ondas, se encontrou uma diferença entre os diâmetros (P<0,0001). Animais com padrão



de três ondas foliculares apresentaram diâmetros de  $13,4 \pm 1,5$ mm,  $11,6 \pm 1,5$ mm e  $14,7 \pm 1,1$ mm apresentando diferença entre os folículos dominante de cada onda ( $P < 0,0001$ ).

O diâmetro de folículos dominantes semelhantes foi encontrado em vacas F1 HG 5/8 com valores de  $13,8 \pm 1,4$  e  $13,8 \pm 0,7$ mm para vacas com duas ondas respectivamente. Em vacas com três ondas os valores foram  $11,8 \pm 0,8$ ,  $12,0 \pm 0,6$  e  $12,4 \pm 0,9$ mm respectivamente (Santos *et al.*, 2012). Valores inferiores foram encontradas em novilhas mestiças HZ no ciclo de duas ondas foram de 12,7 e 13,3mm e de 12,2, 10,0 e 11,7mm para os ciclos de três ondas (Borges *et al.*, 2001). Estudo feito em vacas Gir mostrou que novilhas com duas ondas foliculares apresentavam folículos de tamanhos semelhantes aos encontrados no presente estudo em novilhas F1 HG ( $13,2 \pm 1,3$  e  $15,0 \pm 14,4$ ) porém, vacas Gir com três ondas foliculares apresentaram tamanhos inferiores ( $12,9 \pm 2,2$ ,  $9,8 \pm 1,5$  e  $12,8 \pm 1,4$ ) (Borges, 2001).

O dia do diâmetro máximo dos folículos dominantes para animais com padrões de duas e três ondas foram de  $8,2 \pm 1,6$ mm e  $18,9 \pm 1,2$ mm e  $7,6 \pm 2,0$ mm,  $14,5 \pm 2,2$ mm e  $21,7 \pm 1,7$ mm para a primeira e segunda, e primeira, segunda e terceira ondas, respectivamente para ciclos com duas e três ondas foliculares.

O dia e tamanho máximo do folículo dominante encontrado na segunda onda folicular de novilhas F1 HG, coincide com o dia da maior concentração de progesterona em vacas mestiças (Almeida *et al.*, 1998). Do mesmo modo Alves *et al.* (2002) encontrou que o tamanho inferior do folículo dominante da segunda onda folicular em animais com padrão de três ondas pode ocorrer em razão das maiores concentrações de progesterona plasmática, devido a um maior *feedback* negativo de progesterona sobre a produção de LH.

A taxa de crescimento dos folículos dominantes não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre ondas, independente do perfil de duas ou três ondas foliculares sendo, em média,  $1,3 \pm 0,4$  mm/dia. A duração do crescimento do folículo dominante para novilhas com padrão de duas e três ondas foi de  $7,5 \pm 1,9$  e  $9,7 \pm 0,9$  dias, e  $6,2 \pm 1,7$ ;  $6,1 \pm 2,0$  e  $6,5 \pm 1,7$  dias para a primeira e segunda, e primeira, segunda e terceira ondas, respectivamente para novilhas com perfil de duas e três ondas foliculares.

A duração da dominância para novilhas com duas ondas foliculares foi de  $4,5 \pm 1,8$  e  $6,2 \pm 1,5$  dias, para a primeira e segunda onda respectivamente. Para novilhas com padrão de três ondas foliculares a duração da dominância foi de  $3,6 \pm 1,8$ ,  $3,8 \pm 2,0$  e  $3,1 \pm 1,3$  dias, para a primeira, segunda e terceira ondas foliculares, respectivamente. A duração do crescimento e da dominância para a primeira onda folicular de novilhas com duas e três ondas foliculares não diferiu ( $6,9 \pm 2,0$ ). Para folículos dominantes da segunda onda folicular, verificou-se diferença ( $P < 0,0001$ ) tanto na duração de crescimento quanto na duração da dominância, quando comparado com novilhas de duas e três ondas foliculares, respectivamente. A diferença no padrão de duração de crescimento e dominância depende do período de vida do corpo lúteo, que bloqueia mais ou menos a liberação de LH e, portanto, permite que o folículo cresça mais ou menos.

O início da atresia do primeiro folículo dominante em novilhas com padrão de duas e três ondas aconteceu, em média, no dia  $12,5 \pm 3,6$  e não diferiu ( $P > 0,05$ ). Para o folículo dominante da segunda onda em novilhas com três ondas, a atresia ocorreu no dia  $16,1 \pm 2,2$ . A taxa de atresia não diferiu ( $P > 0,05$ ) tanto entre novilhas dos padrões de duas e três ondas foliculares, quanto entre as ondas do mesmo ciclo estral. A duração do período de atresia do folículo dominante da primeira onda folicular foi maior em animais com padrão de duas ( $8,8 \pm 2,7$  dias) e três ondas ( $7,7 \pm 2,6$  dias), quando comparado com a atresia do folículo dominante da segunda onda folicular ( $5,7 \pm 2,2$  dias) em novilhas com três ondas foliculares. Dados semelhantes de atresia do folículo dominante foram encontrados em novilhas da raça Gir (Rezende, 2006).

O dia do início da atresia do folículo dominante está relacionado com a função e tamanho do corpo lúteo observados no presente estudo. A presença de corpo lúteo de maior volume e funcionalidade refletem na maior concentração de progesterona e, como consequência, maior *feedback* negativo sobre a produção de gonadotrofinas (Alves *et al.*, 2002). A baixa concentração de gonadotrofinas fará com que o folículo tenha baixas concentrações de estradiol e, consequentemente, baixas concentrações de LH. Na ausência de aumento de LH, o folículo dominante se torna atrésico. Quando o folículo sofre atresia, as concentrações de estradiol e inibina caem, o FHS aumenta, fazendo com que surja nova onda folicular (Atkins *et al.*, 2013).

Os parâmetros dos folículos subordinados de novilhas F1 HG são apresentados na tabela 5.

**Tabela 5.** Parâmetros de folículos subordinados de novilha F1 HG apresentando padrão de duas e três ondas foliculares.

<b>Parâmetros do folículo subordinado</b>	<b>2 Ondas (n=13)</b>	<b>3 Ondas (n=20)</b>
Taxa de crescimento (mm/dia)		
1º Folículo	1,30 ± 0,66aA	1,04 ± 0,44abA
2º Folículo	0,75 ± 0,38abA	1,19 ± 0,71aA
3º Folículo	-----	0,78 ± 0,31C
Diâmetro máximo (mm)		
1º Folículo	7,6 ± 1,1aA	7,3 ± 1,6aA
2º Folículo	6,5 ± 1,7abA	6,2 ± 1,1bB
3º Folículo	-----	6,7 ± 1,3AB
Dia do diâmetro máximo		
1º Folículo	4 ± 1,08aA	4,4 ± 1,5aA
2º Folículo	12,54 ± 1,66bB	10,85 ± 1,81cB
3º Folículo	-----	18,40 ± 1,88C
Persistência folicular (dias)		
1º Folículo	6,46 ± 1,71aA	5,9 ± 1,8aA
2º Folículo	6,38 ± 1,80aA	4,65 ± 1,18bB
3º Folículo	-----	5,25 ± 1,12AB
Duração do crescimento (dias)		
1º Folículo	3 ± 1,08aA	3,3 ± 1,38aA
2º Folículo	3,54 ± 0,78aA	2,5 ± 1,36aA
3º Folículo	-----	3,25 ± 0,91A
Dia do início da atresia		
1º Folículo	4,34 ± 1,19aA	4,85 ± 1,53aA
2º Folículo	13,08 ± 1,98bB	11,1 ± 1,77cB
3º Folículo	-----	18,8 ± 1,70C
Taxa da atresia (mm/dia)		
1º Folículo	1,43 ± 1,26aA	1,45 ± 0,84aA
2º Folículo	1,05 ± 0,59aA	0,99 ± 0,52aA
3º Folículo	-----	1,10 ± 0,51A
Duração da atresia (dias)		
1º Folículo	3,13 ± 1,80aA	2,40 ± 1,31aA
2º Folículo	2,92 ± 1,38aA	2,05 ± 0,89aA
3º Folículo	-----	2,0 ± 0,73A

a, b, c Médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de SNK.

A, B, C Médias seguidas letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de SNK.

Os diâmetros máximos dos folículos subordinados foram de 7,6 e 6,2 mm. Os maiores diâmetros registrados em animais com duas ondas foliculares foram nos dias 4 e 12,5 para a primeira e segunda onda, respectivamente e, para novilhas com três ondas foliculares foram nos dias 4,4; 10,85 e 18,40 para a primeira, segunda e terceira ondas foliculares, respectivamente.

O folículo subordinado persistiu por 4,65 a 6,46 dias. Os valores de diâmetro, dia do diâmetro máximo e persistência de folículos subordinados também foram semelhantes aos encontrados em vacas das raças Gir e Nelore (Borges, 2001). Segundo Atkins *et al.* (2013), durante a fase de seleção, um folículo dominante tem a vantagem competitiva sobre os folículos subordinados. O folículo já selecionado adquire receptores para LH nas células da granulosa e mais IGF-1 livre, os quais tornam o folículo selecionado capaz de produzir E2 e inibina em um ambiente de FSH baixo.

#### **Momento da ovulação no estro natural e induzido com PGF<sub>2α</sub>**

O intervalo do início do estro à ovulação de novilhas F1 HG foi de 25,44 horas o estro natural e 25,30 horas para o estro induzido com o agente luteolítico, respectivamente, não apresentando diferença ( $P>0,05$ ) entre eles. Borges (2001) encontrou menor intervalo estro-ovulação durante a estação de inverno para vacas da raça Nelore quando comparado com a época do verão. No mesmo estudo não encontrou diferença no intervalo para fêmeas da raça Gir.

Em vacas de corte taurinas submetidas a elevadas temperaturas do verão foi verificado 32 horas do início do estro natural à ovulação (Wettermann *et al.*, 1998). Esse dado, obtido a partir de vacas taurinas, foi obtido a partir do monitoramento com sensores que identificavam as vacas em estro e sua duração, o que aumenta a precisão aos resultados, quando comparados com a observação visual do estro três vezes ao dia, como foi realizado no presente experimento. Todavia, a observação do estro é a ferramenta mais utilizada nas propriedades, e estas informações contribuiriam para demonstrar o intervalo do início do estro até a ovulação.

Os intervalos da aplicação da PGF<sub>2α</sub> ao início do estro e à ovulação das novilhas F1 HG foram de  $94,90 \pm 29,87$  horas ( $3,95 \pm 1,24$  dias) e  $120,20 \pm 20$  horas ( $5,01 \pm 1,23$  dias), verificando desvios-padrão elevados. Diante desses resultados, torna-se difícil recomendar horário fixo para a inseminação artificial em protocolos de IATF só com prostaglandina. Embora a metodologia utilizada para o dia (10, 11 e 12 do ciclo) da indução do estro com PGF<sub>2α</sub> no estudo de Borges (2001) tenha sido diferente do presente estudo, os resultados foram muito similares, de  $91,6 \pm 28,0$  horas ( $3,8 \pm 1,2$  dias) e  $113,1 \pm 30,2$  horas ( $4,7 \pm 1,3$  dias) para os intervalos da aplicação de PGF<sub>2α</sub> ao estro e à ovulação, respectivamente. Em outro estudo com novilhas mestiças leiteiras foi observado intervalo de  $2 \pm 0,7$  e  $3,5 \pm 0,7$  dias da aplicação do luteolítico até a estro e à ovulação, respectivamente (Kornmatitsuk *et al.*, 2009). A principal fonte de variação no intervalo da aplicação de PGF<sub>2α</sub> até a manifestação do estro e/ou ovulação se deve à presença ou não de um folículo dominante funcional no momento da luteólise (Viana *et al.*, 1999).

#### **Parâmetros ultrassonográficos de corpos lúteos de novilhas F1 HG**

A maioria dos parâmetros ultrassonográficos dos corpos lúteos avaliados neste trabalho não diferiram entre novilhas apresentando padrões de duas e três ondas foliculares, apenas sendo verifica diferença na duração do corpo lúteo e no dia do início da regressão.

A duração dos corpos lúteos de novilhas F1 HG apresentando padrões de duas e três ondas foliculares foram de  $15,38 \pm 1,50$  e  $17,9 \pm 2,02$  dias, respectivamente, diferindo ( $P=0,00057$ ) entre eles. Em estudo realizado com vacas da raça Guzerá foi observado, por meio de ultrassonografia, que a duração do corpo lúteo foi de  $15,37 \pm 2,6$  dias, apesar de ter sido verificado que as concentrações de progesterona mantiveram superiores a 2ng/ml até o dia  $13,37 \pm 2,72$ , ou seja, embora a estrutura luteal estivesse morfológicamente presente, não significa que funcionalmente esteja (Coutinho *et al.*, 2007).

Em novilhas mestiças leiteiras, foi avaliada a presença do corpo lúteo por  $19,1 \pm 2,7$  e  $20,4 \pm 2,3$  dias para fêmeas com padrões de duas e três ondas, respectivamente (Kornmatitsuk *et*

al.,2009), diferindo do encontrado no presente estudo. Vários estudos foram realizados para elucidar o mecanismo relacionados à menor duração do corpo lúteo, verificando-se que a secreção prematura de PGF<sub>2α</sub> pelo útero tem papel fundamental nesse processo, e que essa secreção é induzida pela ação da ocitocina nas células endometriais (Niswender *et al.*, 2000; Acosta e Miyamoto, 2004; Sá Filho *et al.*, 2008).

A detecção do CL, após a ovulação, ocorreu, em média, no dia  $3,24 \pm 0,83$  tanto para novilhas com padrões de duas ou três ondas foliculares, não apresentando diferença ( $P > 0,05$ ) entre eles. Na avaliação ultrassonográfica, o volume inicial médio foi de  $1,37 \pm 0,89 \text{ cm}^3$  e a área inicial de  $1,49 \pm 0,51 \text{ cm}^2$  para animais com duas e três ondas, respectivamente, não apresentando diferença ( $P > 0,05$ ). O volume máximo ( $7,4 \pm 1,54 \text{ cm}^3$ ) do corpo lúteo foi alcançado, em média, no dia  $9,2 \pm 1,91$  para novilhas com padrões de duas e três ondas, respectivamente, não se apresentando diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre dos dois grupos.

Kornmatitsuk *et al.* (2009) também não verificaram diferenças no volume máximo (7,9 e 7,7  $\text{cm}^3$ ) de corpos lúteos de novilhas mestiças leiteiras com padrões de duas e três ondas, respectivamente, semelhante ao reportado no presente estudo.

Parâmetros dos volumes dos corpos lúteos de novilhas F1 HG, são apresentados na tabela 6.

**Tabela 6.** Parâmetros dos volumes dos corpos lúteos de novilhas F1 HG, apresentando padrão de duas ou três ondas foliculares

Parâmetros dos corpos lúteos	2 ondas foliculares	3 ondas foliculares
Dia de detecção	$3,15 \pm 0,90a$	$3,30 \pm 0,80a$
Volume inicial ( $\text{cm}^3$ )	$1,60 \pm 1,27a$	$1,23 \pm 0,53a$
Taxa de crescimento ( $\text{cm}^3/\text{dia}$ )	$1,09 \pm 0,48a$	$1,06 \pm 0,41a$
Maior Volume ( $\text{cm}^3$ )	$7,36 \pm 1,74a$	$7,47 \pm 1,44a$
Dia de volume máximo	$8,76 \pm 1,58a$	$9,50 \pm 2,09a$
Início da regressão (dias)	$15 \pm 1,2a$	$17,3 \pm 2,05b$
Taxa de regressão ( $\text{cm}^3/\text{dia}$ )	$0,61 \pm 0,27a$	$0,57 \pm 0,27a$
Volume final ( $\text{cm}^3$ )	$1,92 \pm 1,05a$	$1,54 \pm 0,68a$

<sup>a,b</sup> Médias seguidos por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si ( $P < 0,05$ ), pelo teste de F.

Parâmetros da área dos corpos lúteos de novilhas F1 HG, apresentando padrão de duas ou três ondas foliculares são apresentados na tabela 7.

A área máxima foi registrada, em média, no dia  $9,21 \pm 1,96$ , tanto para novilhas com padrão de duas quanto três ondas foliculares, não apresentando diferença ( $P > 0,05$ ) entre os grupos. A área máxima foi, em média, de  $4,72 \pm 0,61 \text{ cm}^2$  para padrões de duas ondas e padrões de três ondas.

Em animais mestiços  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{3}{4}$  Holandês x Zebu foi verificada área de corpo lúteo inferior, quando comparados com animais Holandeses e  $\frac{7}{8}$  Holandês x Zebu, porém, quando avaliadas a área e as concentrações plasmáticas de progesterona não foram encontradas diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os grupos genéticos (Alves *et al.*, 2002).

Em vacas da raça Guzerá, Coutinho *et al.* (2007), por meio de ultrassonografia, detectou os corpos lúteos aos  $4,0 \pm 1,31$  dias após a ovulação. Esses valores são próximos aos encontrados no presente estudo ( $3,15 \pm 0,90$  dias) e aos encontrados ( $2,6 \pm 0,7$  dias) por Borges (2001) em vacas das raças Nelore e Gir. A primeira visualização do CL após a ovulação pode variar entre dois e cinco dias, e depende da habilidade do técnico que realiza o exame, da qualidade da imagem do ultrassom, e da técnica que esteja utilizando para identificar a estrutura luteal.

**Tabela 7.** Parâmetros da área dos corpos lúteos de novilhas F1 HG, apresentando padrão de duas ou três ondas foliculares

Parâmetros do corpo lúteo	2 ondas foliculares	3 ondas foliculares
Dia de detecção	3,15 ± 0,90a	3,30 ± 0,80a
Área inicial (cm <sup>2</sup> )	1,54 ± 0,7a	1,46 ± 0,33a
Taxa de crescimento (cm <sup>2</sup> /dia)	0,62 ± 0,25a	0,60 ± 0,23a
Maior área (cm <sup>2</sup> )	4,69 ± 0,76a	4,75 ± 0,59a
Dia de área máxima	8,69 ± 1,60a	9,55 ± 2,14a
Início da regressão (dias)	15,2 ± 1,2a	17,65 ± 1,66b
Taxa de regressão (cm <sup>2</sup> /dia)	0,31±0,14a	0,29±0,11a
Área final (cm <sup>2</sup> )	2,01 ± 0,57a	1,66 ± 0,45a

<sup>a,b</sup>Media seguida por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si (P<0,05), pelo teste de F.

O início da regressão do corpo lúteo, tanto para novilhas com duas quanto três ondas foliculares, aconteceu nos dias 15 ± 1,2 e, 17,3 ± 2,0, respectivamente, apresentando diferença (P<0,05) entre os dois grupos. A taxa de regressão foi de 0,58 ± 0,26 cm<sup>3</sup>/dia para o volume e 0,29 ± 0,12 cm<sup>2</sup>/dia para a área do corpo lúteo, não apresentando diferença estatística (P>0,05) entre os padrões de ondas foliculares.

As regressões quadráticas da área (cm<sup>2</sup>) e volume (cm<sup>3</sup>) dos corpos lúteos de novilhas F1 HG, são apresentadas na figura 4.

**Volume CL – novilhas com duas ondas**

$$\hat{Y} = 0,776 + 0,121D - 0,683D^2$$

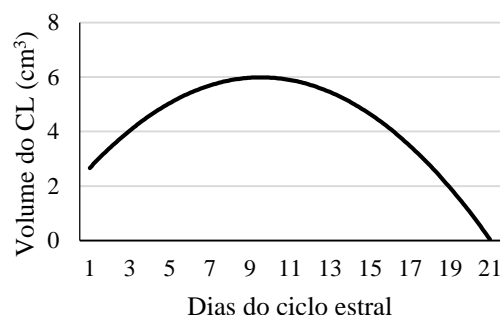
$$R^2 = 0,94 \text{ (P=0,00003)}$$



**Volume CL – novilhas com três ondas**

$$\hat{Y} = 0,141 + 0,103D - 0,549D^2$$

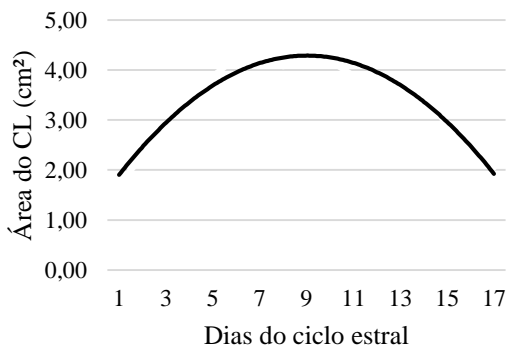
$$R^2 = 0,85 \text{ (P=0,00000)}$$



**Área do CL – novilhas com duas ondas**

$$\hat{Y} = 0,124 + 0,680D - 0,379D^2$$

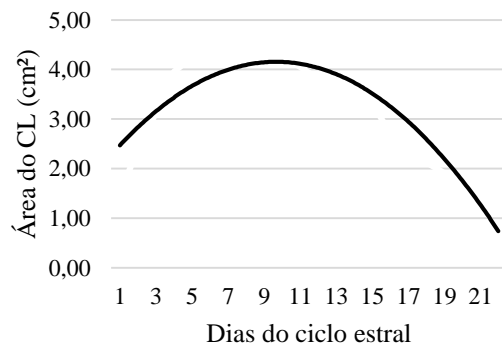
$$R^2 = 0,94 \text{ (P=0,00003)}$$



**Área do CL – novilhas com três ondas**

$$\hat{Y} = 0,162 + 0,582D - 0,039D^2$$

$$R^2 = 0,86 \text{ (P=0,00000)}$$



**Figura 4.** Regressão quadrática da área (mm<sup>2</sup>) e volume (cm<sup>3</sup>) dos corpos lúteos de novilhas F1 HG apresentando padrão de duas ou três ondas foliculares, em função aos dias do ciclo estral.

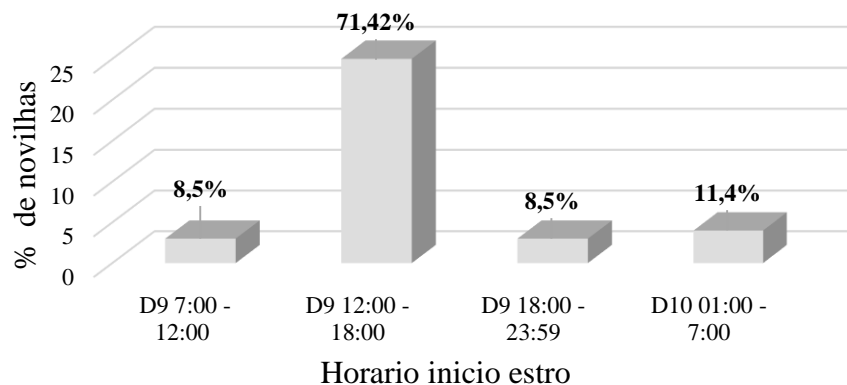
Em novilhas Holandês foi verificado que o início da regressão do corpo lúteo ocorria nos dias 19,1 e 20,4, para animais com duas e três ondas, porém sem diferenças estatísticas entre os dois grupos (Kornmatitsuk *et al.*, 2009). Em vacas zebuínas foi observada a regressão morfológica no dia 15,37 e a regressão funcional no dia 13,37 (Coutinho *et al.*, 2007).

### Sincronização do estro após protocolo hormonal com progesterona

Foi utilizado um protocolo hormonal para induzir o cio e a ovulação nas novilhas, as quais foram inseminadas após 12 horas do início da apresentação do cio. O padrão que foi escolhido para identificar às novilhas que estava no cio, era quando esta aceitava a monta por sua companheira de rebanho pela primeira vez. A primeira novilha que apresentou o início do comportamento sexual, o apresentou no dia 9 (D9) as 7:15, ou seja, aproximadamente 22 horas após a retirada do implante de progesterona (P4) e a aplicação de 1mL de cipionato de estradiol (D8). A última das novilhas, que apresentou início do comportamento sexual foi no dia 10 (D10) as 7:24, ou seja, aproximadamente 46 horas após a retirada de implante P4 e aplicação intramuscular de ECP. Todas as 35 (100%) novilhas utilizadas nesta parte do experimento apresentaram comportamento sexual.

A porcentagem de novilhas que apresentaram comportamento estral após a retirada do implante de P4 e aplicação do ECP, de acordo com o momento de início do estro, encontra-se na figura 5. Observa-se que a maioria das novilhas apresentaram o início do estro no D9, ou seja, um dia após a retirada do implante de P4 e a aplicação intramuscular de ECP. Todas as novilhas foram inseminadas 12 horas após a manifestação de estro, sendo a primeira no D9 às 19:15 e última, no D10 às 19:11. O crescimento do folículo ovulatório, que foi medido no D8 após a retirada do implante de P4 e da aplicação do ECP, até o momento da inseminação foi de  $3,01 \pm 1,83$ mm. A taxa de crescimento foi de 0,07mm/hora até a ovulação.

Estudo feito em novilhas zebuínas utilizando ECP ou benzoato de estradiol (BE) num protocolo de IATF observaram que um total de 62% das novilhas protocoladas apresentaram comportamento sexual, 72% quando usado o ECP e 79% quando utilizado o BE (Peralta-Torres *et al.*, 2010). Estes resultados diferem com os apresentados neste trabalho, devido a que a observação do estro neste estudo foi observada por 24 horas contínuas, enquanto o feito em raças zebuínas foi observado três vezes ao dia (6:00-12:00 e 18:00) após a retirada do implante contendo P4.



**Figura 5.** Percentagem de novilhas que apresentam cio em relação ao horário do dia, após a retirada do implante de P4 e aplicação de cipionato de estradiol, no dia 9(D9) e no dia 10 (D10).

No D8 após a retirada do implante de P4 não se observou presença de estrutura lútea aparentemente funcional em nenhum dos ovários das novilhas. Uma significativa diminuição na concentração plasmática de progesterona é observada nos primeiros 30 minutos depois da aplicação de PGF2  $\alpha$  (Acosta e Miyamoto, 2004). Neste estudo se observou que o tecido lútea

apresentou regressão nas 24 horas após a aplicação da primeira dose de um análogo de PGF2 $\alpha$ . Os rápidos declínios na secreção e concentração de progesterona durante a luteolise não são acompanhados da modificação morfológica do CL, que apresenta um volume reduzido pela metade, somente 12 horas após a aplicação da PGF2 $\alpha$  (Acosta e Miyamoto, 2004). A PGF2 $\alpha$  natural ou sintética apresenta ação anti-estereidogênica que resultam na indução efetiva da regressão tecidual do corpo lúteo (Viana *et al.*, 1999). O processo de angiogênese, característico da luteinização é o responsável pelo aspecto hipocogênico do corpo lúteo quando este é observado no ultrassom (Tom *et al.*, 1998).

A média do tamanho do folículo dominante no D8 após a retirada do implante de P4 e aplicação de ECP foi de  $12,2 \pm 2,53$  mm e o diâmetro do mesmo folículo no momento da inseminação foi de  $15,40 \pm 2,21$  mm. Colazo *et al.* (2015) utilizaram GnRH em um protocolo para IATF fazendo a aplicação no início e observaram que o diâmetro médio do folículo ovulatório foi de 16,4mm, ressaltando que os diâmetros mais comuns foram 15, 16 e 17mm, resultados similares aos encontrados neste trabalho. Novilhas F1 HG entre 18 e 24 meses, submetidas a um protocolo Ovsynch em duas estações do ano, época chuvosa e época seca, apresentaram folículos ovulatórios de menor tamanhos aos encontrados neste trabalho. Os tamanhos dos folículos encontrados foram de 11,88 mm em estação seca e 10,13mm para estação chuvosa (Bilego, 2009). Foi observado no presente trabalho a presença de folículos que, após a retirada do implante, encontravam-se com diâmetros de 8 e 9 mm, mas que após a aplicação do ECP apresentaram aumento em seu tamanho até o dia da inseminação de até 4 a 5 mm.

Cabe ressaltar que uma novilha do experimento com tamanho de folículo de 6,97 mm no D8 e no momento da inseminação no D10 estava com tamanho de 8,73 mm, ficou gestante após a confirmação de gestação dos 30 dias e 60 dias. Se observaram novilhas com crescimento entre o D8 até a inseminação de 5,20 mm, ou seja, uma taxa de crescimento de 0,12 mm/hora e também se observaram novilhas onde o tamanho do folículo no D8 foi o mesmo do que o tamanho na hora da inseminação.

Colazo *et al.*, (2015) encontraram folículos ovulatórios de 11mm e também folículos ovulatório de 25mm, relacionando os folículos de maior tamanho a uma perda embrionária entre os dias 32 e 60 após a inseminação. Tamanhos ovulatórios menores foram associados com gestação após da inseminação artificial e não foram associados com perda de gestação. Uma razão da perda embrionária é devido a que quanto maior tempo demore o folículo em ficar dominante, este pode comprometer a qualidade e viabilidade do oócito e posteriormente comprometer a sobrevivência embrionária, dado a que os oócitos sofrem uma maturação prematura (Revah e Butler 1996; Mihm *et al.*, 1999).

O intervalo entre a retirada do implante de P4, aplicação do ECP e o estro foi de  $31,6 \pm 5,18$  horas e o intervalo da retirada de P4 e aplicação de ECP a inseminação foi de  $43,6 \pm 5,18$  horas. Intervalos em novilhas e vacas zebuínas desde a retirada do implante de P4 e aplicação de ECP até o estro foi de 42 a 45 horas quando utilizando ECP e BE respectivamente, dados superiores aos encontrados neste trabalho (Peralta-Torres *et al.*, 2010).

A porcentagem de animais confirmados gestantes com a utilização de ultrassom transretal no dia 28 foi de 80% (28/35), não havendo nenhuma morte embrionária até 60 dias de gestação. Em novilhas taurinas utilizaram-se duas doses de ECP (0,05 e 1 mg) um para cada grupo de animal, no dia da retirada do implante e uma dose de BE (1mg) 24 horas após o implante, para saber o efeito das diferentes doses sobre a porcentagem de prenhes. As taxas de gestação para as novilhas foram 50%, 46,2 % e 59,3% para as duas doses de ECP e a dose de BE, valores inferiores aos encontrados neste trabalho. A perda embrionária nas novilhas taurinas foi de 7,3% (Uslenghi *et al.*, 2010).

Taxa de gestação em novilhas F1 HG quando utilizado protocolo hormonal Ovsynch foi de 45% para estação seca e 10,52% para estação chuvosa (Bilego, 2009). Vacas em lactação apresentaram taxa de gestação de 46% aos 32 dias e 42% aos 60 dias, com uma perda da gestação de 9% entre 32 e 60 dias após a inseminação, utilizando protocolo de IATF (Colazo *et al.*, 2015). Novilhas zebuínas que utilizaram protocolo para IATF usando ECP ou BE tiveram uma porcentagem de gestação de 40% no total. A porcentagem para novilhas que usaram protocolo com ECP foi de 51% de gestação e para novilhas usando BE foi de 30% (Peralta-Torres *et al.*, 2010).

Em vacas da raça Holandês em 280 lactação que foram inseminadas em vários horários após o início do estro espontâneo (00:00-06:00) (07:00-12:00) (13:00-18:00) e (19:00-24:00) observaram-se que o desempenho reprodutivo não diferiu entre os diferentes horários da inseminação após o cio espontâneo, tendo como taxa de gestação (57,1%), (65,7%), (54,3%) e 62,9%) para cada horário de inseminação respectivamente. A mortalidade embrionária variou entre 5,7% e 8,5% (Bayril *et al.*, 2016).

Referente a taxa de gestação, embora o estudo feito por Bayril *et al.*, (2016) não tenha apresentado diferença nos dados da inseminação realizada em vários horários após o início do estro, neste trabalho realizado com F1 HG, pode ter apresentado diferença na porcentagem de gestação, que foi mais alta do que o relatado na literatura, devido ao estado fisiológico e metabólico quando comparado com vacas em lactação. A observação do estro por 24 horas e a inseminação feita 12 horas após o início do comportamento sexual, também pode ter sido responsável pela alta taxa na porcentagem de gestação. A qualidade do sêmen, viabilidade espermática, lugar de depositar o sêmen, descongelamento, escore corporal, estado produtivo e reprodutivo do animal, entre outros são parâmetros que podem fazer a diferença na taxa de gestação entre animais.

## CONCLUSÕES

Novilhas mestiças F1 HG com ganho de peso diário de 830 gramas podem atingir a puberdade aos 11,3 meses de idade.

Novilhas F1 HG apresentam padrões de crescimento folicular de duas e três ondas durante o ciclo estral, predominando o padrão de três ondas foliculares.

O diâmetro do folículo ovulatório encontrado durante o estro natural e induzido em novilhas F1 HG foi de 15 mm.

A duração em dias do corpo lúteo de novilhas F1 HG com duas ondas foi mais curto do que novilhas que apresentam três ondas foliculares, características semelhantes às encontradas nas raças taurinas e zebuínas.

O esquema de detecção de estro 30 minutos, três vezes ao dia em novilhas F1 HG permitiu identificar 94% de novilhas no cio natural e 84% das novilhas no cio induzido após aplicação de agente luteolítico.

Novilhas F1 HG apresentaram 80% de gestação após a utilização de protocolo hormonal seguido de observação do estro e inseminação artificial 12 horas após o início do estro.

Indução do cio utilizando prostaglandina F2 $\alpha$  em novilhas F1 HG foi eficiente para sincronizar estro, porém não se recomenda para sincronizar ovulações ou como protocolos de IATF.

O tempo do intervalo entre o estro e ovulação foi igual para as novilhas F1 HG quando apresentaram estro natural ou quando se utilizou prostaglandina F2 $\alpha$ .



## REFERENCIAS BIBLIOGRFICAS

- ACOSTA, T.J.; MIYAMOTO, A. Vascular control of function: Ovulation, corpus luteum formation and regrestion. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 82, n. 83, p. 127-140, 2004.
- ALMEIDA, C. D. *Ultra-sonografia ovariana e concentrações séricas de progesterona em novilhas Holandês, Gir e mestiças Holandês-Gir*. 1998. 63f. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de viçosa, Viçosa.
- ALVES, N. G.; COSTA, E.; GUIMARÃES, J. D. Atividade ovariana em fêmeas bovinas da raça Holandês e mestiças holandês x zebu, durante dois ciclos estrais normais consecutivos. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 31, n. 2, p. 627-634, 2002.
- ARCHBOLD, H.; BUCKLEY, F.; PIERCE, K. M.; et al. Ultrasonography and progesterone concentration at a single time point for the detection of puberty in dairy heifers. *Reprod. Domest. Anim.*, v. 47, n. 3, p. 407-411, 2012.
- ATKINS, J. A.; POHLER, K. G.; SMITH, M. F. Physiology and endocrinology of puberty in heifers. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.*, v. 29, n. 3, p. 479-492, 2013.
- BAYRIL, T.; YILMAZ, O.; CAK, B. Effect of timing of artificial insemination relative to spontaneous estrus on reproductive performance and calf gender ratio in repeat breeder holstein cows. *J. Anim. Plant. Sci.*, v. 26, n. 4, p. 924-930, 2016.
- BILEGO, U. O. *Avaliação ovariana de novilhas F1 HG submetidas ao protocolo ovsynch em duas estações do ano*. 2009. 51f. Dissertação (Mestrado em ciência animal) - Universidade Federal de Goiás.
- BORGES, A. M. *Influência de diferentes manejos e tratamentos hormonais na dinâmica ovariana durante o ciclo estral e no anestro pós-parto de vacas Gir e Nelore*. 2001. 136f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de viçosa, Viçosa.
- BORGES, A. M.; MARTINS, T. M. Relação entre nutrição e reprodução em rebanhos mestiços leiteiros. In: Simpósio Nacional de Bovinocultura Leiteira, 4, 2013, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2013. p. 215-236.
- BORGES, A. M.; MARTINS, T. M.; NUNES, F. P.; et al. Reprodução de vacas mestiças: potencialidade e desafios. *Rev. Bra. Reprod. Anim.*, v. 39, n. 1, p. 155-163, 2015.
- BORGES, A. M.; TORRES, C. A. A.; RUAS, J. R. M.; et al. Dinâmica folicular ovariana em novilhas mestiças Holandês-Zebu. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 53, n. 5, p. 595-604, 2001.
- CAMILO, B. S. *Puberdade de fêmeas e machos em um rebanho da raça Gir*. (2013). 30p. Dissertação (Mestrado Medicina Veterinaria) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- CARDOSO, D.; NOGUEIRA, G.P. Mecanismos neuroendócrinos envolvidos na puberdade de novilhas. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar, Umuarama*, v. 10, n. 1, p. 59-67, 2007.
- CARDOSO, R. C.; ALVES, B. R. C.; PREZOTTO, L. D.; et al. Use of a stair-step compensatory gain nutritional regimen to program the onset of puberty in beef heifers. *J. Anim. Sci.*, v. 92, n. 7, p. 2942-2949, 2014.
- CARDOSO, R. C.; ALVES, B. R. C.; SHARPTON, S. M.; et al. Nutritional programming of accelerated puberty in heifers: Involvement of pro-opiomelanocortin neurones in the arcuate nucleus. *J. Endocrinol.* v. 27, n.8, p. 647-657, 2015.

- CHELIKANI, P. K.; AMBROSE J. D.; KANNELLY J. J. Effect of dietary energy and protein density on body composition, attainment of puberty, and ovarian follicular dynamics in dairy heifers. *Theriogenology*, v. 60, n. 4, p. 707-725, 2003.
- CHIZZOTTI, M. L.; MACHADO, F. S.; VALENTE, E. E. L.; et al. Technical note: Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 98, p. 3438–3442, 2015.
- COLAZO, M. G.; BEHROUZI, A.; AMBROSE, D. J.; et al. Diameter of the ovulatory follicle at timed artificial insemination as a predictor of pregnancy status in lactating dairy cows subjected to GnRH-based protocols. *Theriogenology*, v. 84, n. 3, p. 377-383, 2015.
- COUTINHO, G. T. R.; VIANA, J. H.; SÁ, W. F.; et al. Avaliação ultra-sonográfica da dinâmica folicular e lútea em vacas da raça Guzerá. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, v. 59, n. 5, p. 1089-1096, 2007.
- DIAS, J. C. Raças Bovinas para todos os deleites: F1 HG; A mais nova raça bovina. In: Dias, J.C. As raízes leiteiras do Brasil. 1. ed. São Paulo: Editora Barleus, 2012. p. 53-71.
- FERREIRA, A. M.; SÁ, W. F.; CAMARGO, L. S. A.; et al. Manejo reprodutivo de rebanhos leiteiros. *Capacitação em tecnologias para produção de leite nos trópicos, Juiz de Fora-MG*, p. 85-97, 2001.
- GALINA, C. S.; ARTHUR, G. H. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 1. Puberty and age at first calving. *Anim. Breed. Abstr.*, v. 57, p. 583–590, 1989.
- GINTHER, O. J.; KASTELIC, J. P.; KNOPF, L. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 20, n. 3, p. 187-200, 1989.
- HONARAMOOZ, A.; ARAVINDAKSHAN, J.; CHANDOLIA, R. K.; et al. Ultrasonographic evaluation of the pre-pubertal development of the reproductive tract in beef heifers. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 80, n. 1, p. 15-29, 2004.
- KNOPF, L.; KASTELIC, J. P.; SCHALLENBERGER, E.; et al. Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Domest. Anim. Endocrinol.*, v. 6, n. 2, p. 111-119, 1989.
- KORNMATITSUK, S.; KORNMATITSUK, B.; CHANTARAPRATEEP, P.; et al. Characteristics of oestrous cycles in Holstein cross-bred dairy heifers: An evidence of delayed post-ovulatory progesterone rise. *Trop. Anim. Health Prod.*, v. 41, n. 3, p. 337-344, 2009.
- LEDIC, I. L. Idade ao primeiro parto de vacas Gir exploradas para leite. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v. 22, p. 373-379, 1993.
- LIMA, C.S.; GAMBARINI, M. L.; VIU, M. A. O.; et al. Effect of biostimulation, monensin and recombinant bovine somatotropin on the daily weight gain and onset of puberty of girolando heifers raised in pasture. *Arq. Vet. Sci.*, v. 13, n. 2, p. 93997, 2008.
- MARQUES JÚNIOR, A.P. Fisiologia do puerpério na vaca. *Rev. Bras. Reprod. Anim. Supl.*, p. 58-69, 1993.
- MARTINS, T. M.; BORGES, A. M. Primíparas F1 Holandês x Gir aspectos produtivos e reprodutivos. *Cad. Tec. Vet. Zootec.* n. 60, p.42-52, 2009.
- MIHM, M.; CURRAN, N.; HYTTEL, P.; et al. Effect of dominant follicle persistence on follicular fluid oestradiol and inhibin and on oocyte maturation in heifers. *J. Reprod. Fertil.*, v. 116, n. 2, p. 293-304, 1999.

- MORAN, C.; QUIRKE, J. F.; ROCHE, J. F. Puberty in heifers: a review. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 18, n. 1, p. 167-182, 1989.
- NETO, J. R. M. A. *Dinâmica ovariana em vacas magras com antestro e taxa de prenhes com IATF em vacas leiteiras mestiças de diferente escore corporal*. 2013. 75f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- NISWENDER, G. D.; JUENGUEL, J. L.; SILVA, P. J.; et al. Mechanisms Controlling the function and life span of the corpus luteum. *Physiol. Rev.*, v. 80, n. 1, p. 1-29, 2000.
- PERALTA-TORRES, J. A.; AKÉ-LÓPEZ, J. R.; CENTURIÓN-CASTRO, F. G.; et al. Comparación del cipionato de estradiol vs benzoato de estradiol sobre la respuesta a estro y tasa de gestación en protocolos de sincronización con CIDR en novillas y vacas *Bos indicus*. *Universidad y Ciencia*, v. 26, n. 2, p.163-169 2010.
- PIERSON, R. A.; GINTHER, O. J. Follicular populations during the estrous cycle in heifers. I. Influence of day. *Anim. Reprod. Sci.*, v. 14, n. 3, p. 165-176, 1987.
- REVAH, I.; BUTLER, W. R. Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocytes. *J. Reprod. Fertil.*, v. 106, n. 1, p. 39-47, 1996.
- REZENDE, L. *Perfil citológico vaginal e dinâmica folicular durante o ciclo estral em novilhas Nelore*. 2006. 35f. Teses (Mestrado em Ciência Animal) -Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- RODRIGUES, H. D.; KINDER, J. E.; FITZPATRICK, L. A. Estradiol regulation of luteinizing hormone secretion in heifers of two breed types that reach puberty at different ages. *Biol. Reprod.*, v. 66, n. 3, p. 603-609, 2002.
- RUAS, J. R. M.; CARVALHO, B. C.; SILVA FILHO, J. M.; et al. Efeito da base genética materna e da estação de parição sobre variáveis produtivas de fêmeas primíparas Holandês x Zebu. *Arq. Bra. Med. Vet. Zootec.* v. 59, n. 1, p. 218-224, 2007.
- RUAS, J. R. M.; SILVA E. A.; QUEIROZ, D. S. et al. Vacas F1 Holandês x Zebu: uma opção para sistemas de produção de leite em condições tropicais. *Informe agropecuário*. v. 35, p. 113-120, 2014.
- RUAS, J. R. M.; SILVA, M. A.; FERREIRA, J. J. et al. Desempenho produtivo e reprodutivo de vacas F1 Holandês x Zebu em rebanhos da EPAMIG. Anais do 6º Encontro de Produtores de Gado Leiteiro F1. p.146-182, 2008.
- SÁ FILHO, O. G.; VASCONCELOS, J. L. M. Regressão prematura do corpo lúteo em bovinos. *Vet. Zootec.*, v. 15, p. 220-233, 2008.
- SANTO FILHO, A.S., OLIVEIRA, M. A. L., CALDAS, J. G. L. et al. Ovarian Follicular Dynamics of five-eighths F1 HG Cows. *Reprod. Domest. Anim.*, v. 36, p. 207-210, 2001.
- SANTOS, S.A.; FILHO, S. C. V.; DETMANN, E. et al. Intake, digestibility and nitrogen use efficiency in crossbred F1 Holstein x Zebu grazing cows. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 41, n. 4, p. 1025-1034, 2012.
- SARTORI, R. Manejo reprodutivo de fêmea leiteira. *Reprod. Anim.*, v. 31, n. 2, p. 153-159, 2007.
- SARTORI, R.; HAUGHIAN, J.M.; SHAVER, R.D. et al. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. *J. Dairy. Sci.*, v. 87, p. 905-920, 2004.

- SILVA A. R.; REYES A.; GAMBARINI M. L.; et al. Dinâmica folicular por ultra-sonografia em novilhas pré-púberes da raça Gir. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* v. 13, n. 2, p. 51-55, 2005.
- SILVA, M. V. G. B.; MARTINS, M. F.; CEMBRANELLI, M. A. R.; et al. Programa de Melhoramento Genético da Raça F1 HG. Avaliação genética de vacas, 2016. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. 42p.
- SPANCER, T. E., BAZER, F. W. Uterine and placental factors regulating conceptus growth in domestic animals. *J. Anim. Sci.*, v. 82, n. 13, p. E4-E13, 2004.
- TEODORO, R. L.; LEMOS, A. M.; BARBOSA, E. T.; et al. Comparative performance of six Holstein friesian x Guzera grades in Brazil: 2 – Traits related the onset the sexual function. *Anim. Prod.*, v. 38, n. 2 p. 165-170, 1984.
- TOM, J.W.; PIERSON, R.A.; ADAMNS, G.P. Quantitative echotexture analysis of bovine corpora lutea. *Theriogenology*, v. 49, n. 7, p. 1345-1352, 1998.
- USLENGHI, G.; CHAYER, R.; CALLEJAS, S. Efectividad del cipionato de estradiol inyectado al final de un tratamiento con progesterona sobre la eficiencia reproductiva. *Rev. Vet.*, v. 21 n.1, p. 55-58, 2010.
- VAN VLIET, J. H.; VAN EERDENBURG, F. J. C. M. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v. 50 n. 1, p. 57-69, 1996.
- VIANA, J. H.; FERREIRA, A. M.; SÁ, W. F.; et al. Regressão luteal e dinâmica folicular após luteólise natural ou induzida por cloprostenol em vacas da raça Gir. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 51 n. 3, p. 257-262, 1999.
- VILELA, D. Cruzamento errado pode deteriorar a genética. *Noticiário Tortuga*, São Paulo, ano 49, n.432, Jul-Ago, 2003.
- WETTEMANN, R. P.; LOOPER, M. L.; WARNER, M. L. Estrous behavior and time of ovulation in beef cows during the summer. *J. Anim. Sci.*, p. 227-231, 1998.

## 5. Características reprodutivas de novilhas leiteiras F1 HG com fenótipos divergentes para consumo alimentar residual

*(Reproductive characteristics of the F1 HG milking heifers with divergent phenotypes for residual feed intake)*

**RESUMO:** Nos últimos anos tem sido muito discutido a relação e influência da alimentação sobre a reprodução. O objetivo do presente estudo foi relacionar a eficiência nutricional com idade e peso à puberdade e alguns parâmetros reprodutivos em novilhas F1 HG. Utilizaram-se 35 novilhas F1 HG, de composição genética 50% Holandês e 50% Gir, obtidas a partir do acasalamento de matrizes do rebanho com seis touros diferentes, sendo três da raça Holandês e três da raça Gir. Utilizaram-se dados obtidos de ensaios de eficiência alimentar em duas idades diferentes, pós-desaleitamento (PD) e pós-puberdade (PP). Para cada ensaio foi feito ranqueamento de eficiência alimentar, utilizando como parâmetro o consumo alimentar residual (CAR). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC). A idade das novilhas e peso vivo (PV) no início do período de teste foi utilizada como co-variável. Os coeficientes de correlação de Pearson foram calculados usando o procedimento CORR. Novilhas (PD) de alta, intermediária e baixa eficiência apresentaram (CAR) de -0,259 -0,014 e 0,346 kg/dia, respectivamente ( $P < 0,0001$ ). Novilhas (PP) de alta, intermediária e baixa eficiência apresentaram CAR de -0,848 -0,096 e 0,842 kg/dias, respectivamente. ( $P < 0,001$ ). As novilhas (PD) apresentaram idade à puberdade, em média, aos 339,7; 346,4; 315,3 dias alta eficiência, eficiência intermediária e baixa eficiência, respectivamente, com diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para idade à puberdade entre novilhas. O peso à puberdade para novilhas (PD) com alta eficiência, eficiência intermediária e baixa eficiência foi, em média, de  $321 \pm 28,1$ kg não apresentando diferença ( $P > 0,05$ ) entre os grupos de CAR. Em novilhas (PP), o diâmetro e taxa de crescimento do folículo dominante pré-ovulatório foram, em média, de  $15,07 \pm 1,28$ mm e  $1,40 \pm 0,39$ mm/dia para eficiência alta, intermediária e baixa, respectivamente, não apresentando diferença ( $P > 0,05$ ) entre os grupos. Foi observada correlação moderada entre o CAR (PD) das novilhas e o CAR (PP) ( $r = 0,357$ ;  $P = 0,035$ ), mas não foi observada nenhuma correlação entre os parâmetros reprodutivos de diâmetro folicular (mm), taxa de crescimento do folículo (mm/dia), número de ondas foliculares no ciclo estral natural e taxa de gestação na 1ª IA com o CAR (PD) ou CAR (PP). Os resultados sugerem que novilhas F1 HG selecionadas para CAR com baixa eficiência podem ter idade a puberdade superior a 10 dias, quando comparada as novilhas de alta eficiência para CAR. Porém, não se observou que novilhas selecionadas para alta ou baixa eficiência alimentar usando CAR tivessem algum impacto negativo sobre as demais características reprodutivas avaliadas.

**Palavras-chave:** eficiência alimentar, gado de leite, puberdade, reprodução

**ABSTRACT:** The objective of the present study was to relate the nutritional efficiency with age at puberty, weight at puberty and some reproductive parameters in F1 HG heifers. 35 heifers were used, with a genetic composition of 50% Holstein and 50% Gir, obtained through the mating of matrixes of the herd with six different bulls, three from the race Holstein and three from Gir. It was used data obtained from food efficiency tests in two different ages, post weaning (PD) and post puberty (PP). For each test, a food efficiency ranking was done, using as the parameter the residual feed intake (CAR). All the statistical analysis was done using the software SAS (version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC). The age of the heifers and PV at the start of the testing period were used as co-variables. The coefficients of the Pearson correlation were calculated using the procedure CORR. Heifers (PD) of high, intermediate and low efficiency presented (CAR) of -0.259 -0,014 and 0.346 kg/day, respectively ( $P < 0,0001$ ). Heifers (PP) of high, intermediate and low efficiency presented (CAR) of -0.848 -0.096 and 0,842 kg/day, respectively. ( $P < 0,0001$ ). The heifers (PD) presented age at puberty averaging the 339,7; 346,4; 315.3 days, for heifers with high efficiency, intermediate efficiency and low efficiency, respectively, showing significant difference of puberty age between heifers. The weight at puberty for heifers (PD) with high efficiency, intermediate efficiency and low efficiency was, in average,  $321 \pm 28.1$ kg, not showing difference between the CAR groups. In (PP) heifers, the diameter of the pre-ovulatory follicle and the rates of follicle growth for high, intermediate and low efficiency were  $15.07 \pm 1.28$ mm and  $1.4 \pm 0.39$  mm/day respectively, not showing statistical difference between the animals. A moderate correlation was observed between the CAR (PD) of the heifer and the CAR (PP) ( $r = 0.357$ ;  $P = 0.035$ ), although no correlation was observed between the reproductive parameters of follicle growth, the follicle growth rate and the gestation rate 1<sup>a</sup> IA and the CAR (PD) or CAR (PP). No correlation was found between CAR and the evaluated reproductive characteristics. The results suggest that the F1 HG heifers selected for CAR with low efficiency can achieve age at puberty superior to 10 days, when compared to the high efficiency heifers for CAR. In spite of that, it was not observed that heifers selected for high or low food efficiency using CAR had had any negative impact on the rest of the reproductive characteristics that were evaluated.

**Keywords:** feed efficiency, milking cattle, puberty, reproduction.

## INTRODUÇÃO

A utilização da primeira geração do cruzamento entre Holandês e Gir, ou seja, animais F1, é vista como uma das estratégias para aumentar a produção e produtividade de leite nos países tropicais, incluindo todo o território brasileiro (Ruas *et al.*, 2015). Vacas mestiças F1 HG possuem a capacidade de produzir alta quantidade de leite, mais que o dobro da média nacional, demonstrando potencial para aumentar a média de produção de leite e a lucratividade dos sistemas nacionais (Gloria *et al.*, 2010).

Nos últimos anos, tem sido muito discutido a relação ou/e influência da alimentação sobre a reprodução (Arthur *et al.*, 2005; Crowley *et al.*, 2011; Shaffer *et al.*, 2011; Hafla *et al.*, 2013). Sabe-se que a nutrição é um fator que está ligado diretamente com o início mais precoce da puberdade, sendo que o maior ganho de peso no período de recria, pode levar à maturação precoce do sistema endócrino (Alves *et al.*, 2015). Entretanto, existe falta de informação sobre o mecanismo específico da nutrição sobre a eficiência reprodutiva.

O manejo nutricional representa a maior variável no custo de produção de carne ou leite (Brown, 2005) e, por isso, a seleção de animais que sejam mais eficientes na conversão de alimentos é uma das alternativas para melhorar os índices produtivos das fazendas. Tradicionalmente, os programas de seleção genética têm se concentrado na seleção de animais com maior produção de leite, porém, recentemente, houve expansão, incluindo-se características mais funcionais como longevidade, saúde e reprodução nos programas de seleção (Miglior *et al.*, 2005). Todavia, ainda existe pouco conhecimento a respeito da seleção para eficiência alimentar, e como poderia afetar os parâmetros reprodutivos de rebanhos leiteiros. Dessa maneira, o objetivo do presente trabalho foi relacionar a eficiência nutricional com parâmetros reprodutivos em novilhas F1 HG, buscando subsidiar a tomada de decisão para a seleção de animais superiores.

## MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Gado de Leite, protocolo número nº 3403210316. Os dados do experimento foram coletados no período entre 04/08/2015 e 04/10/2016.

### Animais, Instalações e Dieta

O experimento foi conduzido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Coronel Pacheco-MG. Utilizaram-se 35 novilhas F1 HG, de composição genética 50% Holandês e 50% Gir, obtidas a partir do acasalamento de matrizes do rebanho com seis touros diferentes, sendo três da raça Holandês e três da raça Gir. O peso médio ao nascimento e ao desaleitamento (ocorrido aproximadamente aos 90 dias de idade) das novilhas foi de  $32,8 \pm 6,4$  kg e  $112,4 \pm 14,5$  kg, respectivamente. Após o desaleitamento, as novilhas foram mantidas em piquete de *Cynodon plectostachyus*, com área total de 2.000 m<sup>2</sup>, com fornecimento de água e alimentação em cocho à vontade.

### Ensaio de Eficiência alimentar

Utilizaram-se dados obtidos de ensaios de eficiência alimentar em duas idades diferentes, pós-desaleitamento (PD) com idade de  $149,1 \pm 30,49$  dias a  $337,6 \pm 30,2$  dias (Campos, dados não publicados) e pós-puberdade (PP) com idade de  $530,7 \pm 27,8$  dias a  $610,8 \pm 27,8$  Dias (Costa, dados não publicados), do mesmo grupo de novilhas F1 HG. Os ensaios PD e PP tiveram a duração de 113 dias e 90 dias, respectivamente. A dieta total (Tabela 8) fornecida continha 177,79g de PB/kg MS e era composta por 75 % silagem de milho e 25% de concentrado a base de farelo de soja e sal mineral. O consumo alimentar individual foi mensurado diariamente durante todo o período experimental, de forma automatizada, utilizando sistema de

monitoramento Intergado<sup>®</sup>, validado anteriormente por Chizzotti *et al.* (2015). As sobras foram mantidas entre 10 a 15 % da quantidade fornecida para garantir o consumo *ad libitum* da dieta. Os animais foram pesados diariamente todas as vezes que consumiam água, de maneira espontânea, em balança acoplada ao cocho de água, também de forma automatizada. As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2001) para ganhos 900g/dia.

**Tabela 8.** Composição química do concentrado, silagem e dieta total nos ensaios de eficiência alimentar pós-desaleitamento e no pós-puberdade

Componentes	Concentrado	Silagem	Dieta Total
MS, g/kg	918,6	277,9	438,1
PB, g/kg <sup>1</sup>	459,5	80,2	175,0
EE, g/kg <sup>1</sup>	21,2	25,1	24,1
FDN, g/kg <sup>1</sup>	147,5	513,2	421,7
FDA, g/kg <sup>1</sup>	76,3	291,6	237,8
EB, MJ/kg <sup>1</sup>	18,4	16,7	17,1

<sup>1</sup>Matéria seca (MS); PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN= fibra detergente neutro; FDA = fibra detergente ácido; EB = energia bruta.

Para cada ensaio (idades PD e PP) foi feito ranqueamento de eficiência alimentar, utilizando como parâmetro o consumo alimentar residual (CAR). O CAR foi calculado com base na metodologia proposta por Koch *et al.* (1963), com a diferença entre o consumo observado (CMS) e o esperado (CMS esp) - (CAR = CMS obs - CMS esp). O consumo esperado foi obtido por regressão linear múltipla com base no consumo observado, em função do peso vivo médio metabólico (PVMM = PV<sup>0,75</sup>) e ganho médio diário (GPD), em que o intercepto  $\beta_0$  e os coeficientes de regressão  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são médios para o grupo e resíduo ( $\epsilon$ ), o erro de cada observação:

$$\text{CMS esp} = \beta_0 + \beta_1 \times (\text{PVMM}) + \beta_2 \times \text{GPD} + \epsilon$$

Para a avaliação das associações dos parâmetros avaliados neste experimento e os índices de eficiência alimentar, os animais foram divididos em três classes eficiência alimentar (EA): alta, intermediária e baixa. O grupo de CAR alta eficiência englobou animais com CAR < -0,5 vezes o desvio padrão abaixo da média. No grupo CAR baixa eficiência englobou animais com CAR > 0,5 desvios padrão acima da média e, no grupo intermediário, os valores de CAR foram entre -0,5 e +0,5 desvios padrão da média.

Os dados de eficiência alimentar do ensaio PD foram analisados para os parâmetros de idade e peso vivo à puberdade, considerando-se os grupos de alta (n=13), intermediária (n=12) e baixa eficiências (n=10). Os dados de eficiência alimentar do ensaio PP foram associados com as características do diâmetro máximo do folículo dominante, taxa de crescimento folicular, número de ondas foliculares no ciclo estral e fertilidade à primeira inseminação artificial, para os grupos de alta eficiência (n=10), intermediária (n=17) e baixa eficiência (n=8).

### Idade e peso à puberdade

Idade e peso a puberdade foram detectados segundo descrito na sessão materiais e métodos do Capítulo I dessa dissertação. Resumidamente, no período pré-pubere as novilhas foram submetidas a coletas de sangue a cada sete dias e avaliações ginecologias a cada 14 dias. Animais foram considerados púberes na data da primeira avaliação de P4 acima de 1ng/ml, desde que na semana subsequente houvesse presença de um CL ou novamente P4 acima de 1ng/ml.

### Avaliações reprodutivas pós-puberdade

As avaliações reprodutivas pós-puberdade foram realizadas segundo descrito na sessão materiais e métodos do Capítulo I dessa dissertação. Resumidamente, foram realizados exames ultrassonográficos por via transretal a partir do dia da detecção do estro e subsequentemente



durante um ciclo estral completo. Foram coletados dados do maior folículo, taxa de crescimento folicular, número de ondas folicular no ciclo estral natural e percentual de novilhas gestantes após a inseminação artificial.

### **Análises estatísticas**

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC). Médias, desvios padrão (DP), normalidade e homogeneidade de variância foram avaliados para todas as variáveis utilizando o procedimento UNIVARIATE. Os coeficientes de correlação de Pearson entre idade à puberdade, peso à puberdade, tamanho máximo do folículo dominante, taxa de crescimento folicular e CAR foram calculados usando o procedimento CORR. Médias foram testadas usando o teste de Tukey-Kramer. Variáveis não paramétricas, taxa de gestação a primeira IA e número de ondas foliculares foram avaliadas pelo teste de Kruskal Wallis (comparação entre grupos) a 5%. Enquanto que os coeficientes de correlação de Spearman para taxa de gestação a primeira IA e número de ondas foliculares e CAR também foram calculados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Eficiência alimentar**

Novilhas (PD) de alta, intermediária e baixa eficiência apresentaram Consumo Alimentar Residual (CAR) de -0,259 -0,014 e 0,346 kg/MS/dia, respectivamente, apresentando diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) entre novilhas. Novilhas (PP) de alta, intermediária e baixa eficiência apresentaram CAR de -0,848 -0,096 e 0,842 kg/MS/dia, respectivamente, apresentando diferença ( $P < 0,0001$ ) entre as novilhas. A partir destes dados dos diferentes grupos de CAR, as novilhas foram ranqueadas para se estabelecer novilhas com alta, intermediária e baixa eficiência alimentar do presente trabalho.

### **Idade e peso à puberdade**

As novilhas PD apresentaram idade à puberdade, em média, aos 339,8; 346,4; 329,6 dias, para novilhas com alta, intermediária e baixa eficiências, respectivamente, com diferença significativa ( $P < 0,0057$ ) (Tabela 2.). Os resultados sugerem que novilhas F1 HG selecionadas para CAR com alta eficiência podem ter idade a puberdade 10 dias mais tarde, quando comparada as novilhas de baixa eficiência para CAR. As diferenças temporais na idade à puberdade das novilhas classificadas como de maior e menor eficiência podem afetar diretamente os sistemas de produção que utilizam estação de monta definida, estratégia mais utilizada em gado de corte. Novilhas taurinas de corte ( $n=137$ ) com baixa eficiência para CAR alcançaram a puberdade mais cedo do que aquelas classificadas como de alta eficiência para CAR ( $414 \pm 3,38$  vs.  $427 \pm 4,67$  dias). Também foi verificada correlação negativa entre o CAR e a idade à puberdade. Cada aumento de uma unidade no CAR, correspondeu à diminuição de 7,5 dias na idade à puberdade (Shaffer *et al.*, 2011). Crowley *et al.* (2011) realizaram estudo usando registros de desempenhos de 94.936 vacas mestiças e encontraram correlação genética entre idade ao primeiro parto, taxa de conversão alimentar e CAR. Eles sugeriram que a seleção para melhorar a eficiência alimentar pode atrasar a idade ao primeiro parto, devido ao atraso no início da puberdade. A maioria dos estudos usando o CAR são feitos em raças de corte que fazem avaliações de composição corporal, e tem-se concluído que a diferença na gordura corporal e a taxa de metabolismo, associada com o CAR, pode atrasar a maturidade sexual das novilhas (Shaffer *et al.*, 2011).

Os pesos à puberdade para novilhas PD com alta, intermediária e baixa eficiência foram, em média, de  $321 \pm 28,1$ kg, não apresentando diferença ( $P > 0,05$ ) entre os pesos das novilhas PD (Tabela 9). Os ganhos de peso vivo diário, do pós-desaleitamento até a puberdade, foram de 0,83

$\pm 0,11$ ;  $0,84 \pm 0,12$  e  $0,85 \pm 0,07$  para novilhas com alta, intermediária e baixa eficiência alimentar, considerados com ganhos de peso satisfatórios para todos os grupos. Em um estudo feito por Basarab *et al.* (2007) foi observado que vacas com CAR negativo (mais eficientes) consumiram menos alimentos, passavam menos tempo se alimentando, e tiveram crescimento e peso corporal similar às companheiras menos eficientes (CAR positivo).

**Tabela 9.** Idade e peso à puberdade de novilhas leiteiras F1 HG com fenótipo divergente para consumo alimentar residual (CAR) no pós-desaleitamento (PD)

Parâmetros eficiência produtiva (abreviatura; unid)	Grupos de CAR pós-desaleitamento				P-valor
	Mais eficientes	Intermediárias	Menos eficiente	EPM	
Consumo alimentar residual PD (CAR-PD; kg/d)	-0,259 C	-0,014 B	0,346 A	0,045	<0,000
Idade à puberdade (IdPub; dias)	339,78 B	346,43 A	329,60 C	5,929	0,005
Peso à puberdade (PVpub; kg)	332A	317A	315,3A	5,522	0,11

<sup>A,B,C</sup> Valores seguidos por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ) estatisticamente pelo teste de Tukey-Krumer.

#### Parâmetros reprodutivos no período pós-púbere.

Em novilhas (PP), o diâmetro e a taxa de crescimento do folículo pré-ovulatório para novilhas com CAR para eficiências alta, intermediária e baixa foram, em média, de  $15,07 \pm 1,28$ mm e  $1,40 \pm 0,39$ mm/dia, respectivamente ( $P > 0,05$ ) (Tabela 10). Para a taxa de gestação à primeira inseminação artificial, os valores para animais com eficiências alta, intermediária e baixa foram, em média, de 80% e não apresentou diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os grupos de eficiência alimentar (Tabela 10). O número de ondas foliculares num ciclo estral natural (duas ou três ondas) não apresentou diferença estatística entre novilhas com eficiência alta, intermediária e baixa. ( $P > 0,05$ ).

Em novilhas Angus e Hereford submetidas a um ensaio de eficiência alimentar utilizando o CAR, observou-se que as taxas de gestação (58% e 43,5 %), de concepção (71% e 58%), de detecção de estro (82,4% e 73,9%) e doses de sêmen por gestação (1,27% e 1,39%) não apresentaram diferenças estatísticas significativas ( $P > 0,05$ ) para animais com alta e baixa eficiências alimentares, respectivamente (Shaffer *et al.*, 2011). Vacas que apresentam alto e baixo CAR foram semelhantes na taxa de gestação (90,5 e 90,02%) e taxa de parto de 89,2 e 88,3%, não apresentando diferença entre as vacas (Arthur *et al.*, 2005).

**Tabela 10.** Parâmetros reprodutivos de novilhas leiteiras F1 HG com fenótipo divergente para consumo alimentar residual (CAR) pós-puberdade (PP)

Parâmetros eficiência produtiva (abreviatura; unid)	Grupos de CAR pós-puberdade				P-valor
	Mais eficiente	Intermediário	Menos eficiente	EPM	
Consumo alimentar residual PP (CAR; kg/d)	-0,848 C	-0,096 B	0,842 A	0,115	<0,0001
Diâmetro folículo dominante (mm)	14,74	14,89	15,60	0,224	0,30
Taxa crescimento do folículo (mm/dia)	1,39	1,38	1,44	0,068	0,93
Taxa de Gestação 1ª IA (%)	75	88	70	0,068	0,49

<sup>A,B,C</sup> Valores seguidos por letras maiúsculas distintas na mesma linha diferem ( $P < 0,05$ ) estatisticamente pelo teste de Tukey-Krumer.

Em um estudo retrospectivo utilizando dados de 94.936 vacas mestiças não se encontrou correlação entre seleção de vacas para eficiência alimentar e fertilidade, dificuldade ao parto e mortalidade perinatal (Crowley *et al.*, 2011). Os resultados desse estudo sugerem que a seleção para melhoria da eficiência alimentar não terá maior efeito deletério sobre as características de desempenhos reprodutivos em vacas, com exceção de atrasar a idade à puberdade e consequentemente o primeiro parto.

Foi observada correlação ( $r = 0,357$ ;  $P = 0,035$ ) entre o CAR (PD) e o CAR (PP) das novilhas, mas não foi observada nenhuma correlação entre os parâmetros reprodutivos de idade e peso à puberdade, diâmetro folicular (mm), taxa de crescimento do folículo (mm/dia), número de ondas foliculares no ciclo estral natural e taxa de gestação 1ª IA (%) com o CAR (PD) ou CAR (PP) ( $P > 0,05$ ). Do mesmo modo, Hafla *et al.*, (2014) encontraram correlação fenotípica moderada entre CAR no pós-desaleitamento e CAR em novilhas gestantes, indicando associações positivas entre características relacionadas à ingestão, tanto durante a fase de crescimento quanto na maturidade sexual.

### CONCLUSÕES

Os resultados sugerem que novilhas F1 HG selecionadas para CAR com alta eficiência podem impactar negativamente na idade à puberdade e, consequentemente, na idade ao primeiro parto.

Novilhas selecionadas para eficiência alta, intermediária e baixa para CAR não apresentaram alteração no peso à puberdade, diâmetro de folículo pré-ovulatório, taxa de crescimento folicular, número de ondas foliculares e taxa de gestação.

Estudos utilizando maior número de novilhas, em que se correlacione o CAR com idade à puberdade, metabólitos e hormônios serão necessários para esclarecer o efeito de selecionar animais mais ou menos eficientes com idade à puberdade.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, B. R. C.; CARDOSO, R. C.; PREZOTTO, L. D.; et al. Elevated body weight gain during the juvenile period alters neuropeptide Y-gonadotropin-releasing hormone circuitry in prepuberal heifers. *Biol. Reprod.*, v. 92, n. 2, p. 1-10, 2015.
- ARTHUR, P. F.; HERD, R. M.; WILKINS, J. F.; et al. Maternal productivity of Angus cows divergently selected for post-weaning residual feed intake. *Aust. J. Exp. Agr.* v. 45, p. 985-993, 2005.
- BASARAB, J. A.; MC CARTNEY, D.; OKINE, E. K.; et al. Relationships between progeny residual feed intake and dam productivity traits. *Can. J. Anim. Sci.* v. 87, n. 4, p. 489-502, 2007.
- BORGES, A. M.; TORRES, C. A. A.; RUAS, J. R. M.; et al. Dinâmica folicular ovariana em novilhas mestiças Holandês-Zebu. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 53, n. 5, p. 595-604, 2001.
- BROWN, E. G. *Sources of biological variation in residual feed intake in growing and finishing steers*. 2005. 131p. Tese (Doutorado em nutrição) - Texas A&M University.
- CARVALHO, B. C. *Parâmetros reprodutivos, metabólicos e produção de leite de vacas mestiças Holandês X Zebu submetidas a dois manejos pre-parto*. 2009. 193f. Teses (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- CHIZZOTTI, M. L.; MACHADO, F. S.; VALENTE, E. E. L.; et al. Technical note: Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v. 98, p. 3438-3442, 2015.

- CROWLEY, J. J.; EVANS, R. D.; MC HUGH, N.; et al. Genetic relationships between feed efficiency in growing males and beef cow performance. *J. Anim. Sci.*, v. 89, p. 3372-3381, 2011.
- GLÓRIA, J. R., BERGMANN, J.A.G., QUIRINO, C.R., RUAS, J.R.M., MATOS, C.R.A., PEREIRA, J.C.C. Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças Holandês-Zebu. *R. Bras. Zootec* v. 39, n. 10, p. 2160-2165, 2010.
- HAFLA, A. D.; CARSTENS, G. E.; FORBES, T. D. A.; et al. Relationships between postweaning residual feed intake in heifers and forage use, body composition, feeding behavior, physical activity, and heart rate of pregnant beef females. *J. Anim. Sci.*, v. 91, p. 5353-5365, 2013.
- KOCH, R.M.L.A., SWIGER, D., CHAMBERS, K. E., GREGORY. Efficiency of feed use in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v. 22, p. 486-494, 1963.
- MADALENA, F. E., ABREU, C.P., I., SAMPAIO I.V.M., FERREIRA, S.F. Práticas de cruzamentos em fazendas leiteiras afiliadas às cooperativas centrais de produtores rurais de Minas Gerais. *R. Bras. Zootec* v. 26, n. 5, p. 924-934, 1997.
- MIGLIOR, F., MUIR, B. L., VAN DOORMAAL, B. J. Selection indices in Holstein cattle of various countries. *J. Dairy Sci.*, v.88, n.3, p.1255-1263, 2005.
- N. R. C. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washington D. C.: National Academic Press, 2001. 408p.
- RUAS, J. R. M.; SILVA, E. A.; QUEIROZ, D. S.; et al. Considerações sobre a produção de leite com vacas F1 Holandês x Gir. *Informe Agropecuário*. v. 36, n.286, p. 51-58, 2015.
- SHAFFER, K. S.; TURK, P.; WAGNER, W. R.; et al. Residual feed intake, body composition, and fertility in yearling beef heifers. *J. Anim. Sci.*, v. 89, n. 4, p. 1028-1034, 2010.

## 7. CONCLUSÕES FINAIS

- a) Novilhas F1 HG apresentam potencial para atingir a puberdade até os 13 meses de idade quando são bem alimentadas. O número de ondas foliculares, características de folículos e de corpo lúteo, são semelhantes aos encontrados por outros autores em raças taurinas e zebuínas.
- b) Novilhas F1 HG apresentam alta fertilidade após a utilização de protocolo hormonal seguida pela observação de estro e inseminação artificial 12 horas após o início do comportamento sexual (estro).
- c) Selecionar novilhas para CAR de alta eficiência pode impactar negativamente na idade a puberdade, porém não apresenta nenhuma alteração no peso a puberdade e em algumas características reprodutivas.