

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE FÊMEAS NELORE COM
DIFERENTES CONTAGENS DE FOLÍCULOS ANTRAIS

Acadêmica: Janaina Menegazzo Gheller

Aquidauana - MS
Abril/2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE FÊMEAS NELORE COM DIFERENTES CONTAGENS DE FOLÍCULOS ANTRAIS

Acadêmica: Janaina Menegazzo Gheller
Orientadora: Dr^a Fabiana de Andrade Melo Sterza

“Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.”

Aquidauana - MS
Abril/ 2019

Dedico a Deus, essencial em minha vida, minha força, meu guia e refúgio, autor de tudo e dono do meu maior amor.

Aos meus pais, Milton e Rosemari, por sempre me apoiarem, por toda a luta para que esse sonho se realizasse.

AGRADECIMENTOS

Ao chegar ao fim de mais uma etapa é impossível não ser grata. As batalhas da vida não são vencidas sozinhas, e durante essa caminhada muitas pessoas estiveram comigo e percorreram esse caminho fielmente ao meu lado. Por isso, devo a conquista de mais esse sonho a eles.

Agradeço primeiramente à Deus, pelo dom da vida. Por ter planejado tudo, não esquecendo de nenhum detalhe, pois Ele sabe exatamente de tudo que eu preciso. Por ser presença real em minha vida, por me amar de todo coração. Por ser meu amparo, refúgio, fortaleza e paz, em todos os momentos da minha vida. Por ter me concedido o lindo dom de amar e cuidar dos animais. Pela minha família, amigos e por todas as oportunidades que a mim foram dadas. Agradeço também a Nossa Senhora, por tomar-me tantas vezes em seus braços, por ser aconchego para o coração, por nunca ter permitido que me sentisse sozinha. Por estar sempre a minha frente, protegendo e guiando-me pelos melhores caminhos. Obrigada Mãe!

Aos meus pais, Milton e Rosemari, pela vida, pela educação, pelo abraço fortalecedor em cada chegada e partida. Pelas orações, cuidado, preocupação e apoio. Por nunca medirem esforços para me verem feliz. Por lutarem tanto para ter uma vida digna e orgulhosa formando uma família maravilhosa e não nos deixando faltar nada, principalmente amor e carinho. Por todas as oportunidades que me deram, e para que tudo se tornasse possível muitas vezes renunciaram os seus sonhos para que os meus se realizassem. Especialmente hoje, lembro-me de cada despedida, dos 850 km que nos separaram durante esses dois anos, do quanto era difícil deixar vocês sem saber quando iria reencontrá-los. Hoje eu tenho a resposta para muitas das perguntas que me fiz durante esse tempo, e SIM, VALEU MUITO A PENA! Tudo por vocês vale a pena! O que eu sou e tudo o que tenho devo a vocês! Obrigada por serem as melhores pessoas que eu poderia ter na vida. Eu amo muito vocês!

Ao meu irmão, melhor amigo e colega de profissão, Luiz Fernando, pelo amor incondicional, pelo cuidado comigo desde sempre, pela infância marcada por boas lembranças. Pelo apoio, por nunca me negar ajuda. Por sempre torcer e acreditar em mim. Por despertar em mim o amor pela Medicina Veterinária. Tenho muito orgulho da pessoa e do profissional que você é. Obrigada por compartilhar a vida comigo. Eu amo você. Agradeço também à minha cunhada, Karina, que chegou

para acrescentar ainda mais amor a nossa família. Cunha, obrigada pelo carinho e cuidado.

De modo geral, a toda a minha família que nunca deixou de se preocupar comigo e torcer por mim. Aos meus padrinhos Márcia e Salézio pelo cuidado desde o começo da minha vida, sempre me incentivando a ir em busca dos meus sonhos.

As minhas melhores amigas desde a infância, Bia e Carla, por estarem sempre ao meu lado me apoiando, me alegrando e comemorando juntas as minhas conquistas, vou levar vocês para sempre comigo. A Pati e a Ana que me acompanham fielmente desde o início da faculdade, pelo companheirismo e compreensão, com vocês tudo ficou mais fácil. Sinto muitas saudades.

Aos amigos de Aquidauana, os quais foram a chave principal durante essa caminhada. Em especial a Giovanna que me acolheu juntamente com a sua família desde o primeiro dia em que cheguei em Aquidauana. Sou muito grata a todos, pelo carinho e por todos os almoços de domingo. Agradeço também a Mirela, que foi essencial no ano de 2017, sempre me acompanhando nos dias intensos de experimento e me fazendo companhia também nos momentos de descanso. Nunca vou me esquecer de tudo que passamos juntas. A Thiara, por compartilhar diversos momentos comigo, por ter me permitido conhece-la e também seus amigos, os quais tornaram-se meus amigos também. Juntas conseguimos amenizar a saudade do nosso Paraná. Ao Luiz Antônio (Rocha), por estar sempre de prontidão para me ajudar, me escutar, me aconselhar, me divertir. Sua passagem por Aquidauana foi breve, mas muito intensa. Sinto-me honrada por ser sua amiga, e para onde quer que eu vá, nunca vou esquecer-me de você. Obrigada!

A Patrícia, agradeço por TUDO! Você fez tudo tornar-se mais fácil e mais leve. Tenho muito orgulho da pessoa que você é e representa, não só para mim, mas para todos que convivem com você. Obrigada por me apresentar aos seus amigos e fazer questão que se tornassem também, meus amigos. A sua família, seu pai, a Tia Shirley, suas irmãs, muito obrigada por me acolherem como família. Vocês todos são maravilhosos! Do futuro, não sabemos, mas tenho certeza de que você vai ter sucesso, aonde quer que esteja. Vou lembrar para sempre de você!

Aos amigos e aos tios da Igreja, como assim chamamos por aqui, e aos padres Thiago (*in memoriam*), Sergio e Rodrigo, por sempre terem as palavras certas para me orientar e acalmar o coração, por estarem sempre dispostos a me ajudar. Peço desculpas aos que não estão presentes entre essas palavras, mas de forma

geral, a todos os amigos e colegas que direta ou indiretamente fizeram parte dessa caminhada, minha gratidão.

A Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e todos os seus funcionários, que se dedicam para a formação de pessoas e profissionais qualificados.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação profissional e pessoal, em especial aos mestres da Universidade e da Pós-Graduação por compartilharem conhecimentos e experiências, pois sem os seus ensinamentos não seríamos capazes de chegar tão longe.

A minha orientadora, Prof. Dra. Fabiana de Andrade Melo Sterza, essa que além de mestre tornou-se também uma grande amiga e mãe. Muito obrigada pelos ensinamentos, pelo trabalho, pela confiança, pelas inúmeras portas que você abriu para mim durante esse período. Obrigada por me acolher juntamente com a sua família, Renato, Gabi e Gigi, vocês formam uma família maravilhosa, fazendo o amor e o respeito transbordar para todos ao redor. Muito, muito obrigada por tudo!

Aos colegas do GENTRA (Grupo de Estudos em Tecnologia da Reprodução Animal) pelo trabalho e ajudas mútuas. Com toda certeza, nada se constrói sozinho, muito menos um experimento, por isso agradeço de coração o esforço e paciência de todos os envolvidos nessa batalha, vocês foram essenciais.

Aos proprietários das fazendas São Judas Tadeu, Arizona e Olhos D'água por cederem os animais para realização dos experimentos, pela troca de experiência e por tornaram-se grandes amigos, os quais eu jamais vou esquecer.

Ao Prof. Dr. André Julien Ferraz e Dr. Luiz Carlos Cesar da Costa Filho, pela excelente contribuição na banca no exame de qualificação.

A Prof^a. Dra. Eliane Vianna da Costa e Silva e Profa. Dra. Rosana Moreira da Silva de Arruda pela disponibilidade em participarem da banca examinadora da defesa de mestrado.

As instituições de fomento, Capes por conceder a bolsa de estudos, CNPq e FUNDECT pelo auxílio financeiro para realização dos projetos. Aos parceiros da UFMS e Repronutri pela ajuda no desenvolvimento dos experimentos.

Por último e não menos importante, aos animais, por despertarem em mim tamanho encanto e paixão, fazendo-me cada dia mais feliz e tendo a certeza de ter escolhido a profissão certa.

"I hated every minute of training, but I said: 'Don't quit. Suffer now and live the rest of your life as a champion'." **Muhammad Ali.**

"E disse-me: A minha graça te basta, porque o meu poder se aperfeiçoa na fraqueza. De boa vontade, pois me gloriarei nas minhas fraquezas, para que habite em mim o poder de Cristo. Por isso sinto prazer nas fraquezas, nas injúrias, nas necessidades, nas perseguições, nas angústias por amor de Cristo. Porque quando estou fraco então sou forte. "II **Coríntios 12:9-10.**

RESUMO

GHELLER, J. M. Parâmetros reprodutivos de fêmeas Nelore com diferentes contagens de folículos antrais. 2019. 88f. Dissertação – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS, 2019.

O objetivo dessa dissertação foi estudar a contagem de folículos antrais (CFA) ovarianos de fêmeas de alto valor genético da raça Nelore, a fim de avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas com diferentes CFAs, e correlacionar a CFA e a concepção à IATF com as estruturas ovarianas (FD; folículo dominante e CL; corpo lúteo), intensidade de estro, medidas ultrassonográficas de avaliação de carcaça (AOL; área de olho de lombo e EG; espessura de gordura), idade e peso corporal. Para tal, foram utilizadas 138 nulíparas ($15,3 \pm 1,7$ meses de idade) e 565 pluríparas ($69,7 \pm 36,1$ meses de idade) da raça Nelore pertencentes a três propriedades da região de transição entre o Cerrado e o Pantanal sul-matogrossense. Para a determinação da CFA individual e avaliação de estruturas ovarianas foi realizado um único exame ultrassonográfico ovariano para cada animal em um dia aleatório do ciclo estral. Todas as fêmeas foram submetidas à IATF e repasse com touro durante a estação de monta. O diagnóstico ultrassonográfico de gestação foi realizado 30 dias após a IATF e 30 dias após a retirada do touro. A contagem média de folículos antrais nulíparas foi de $21,5 \pm 9,6$ folículos, e para as pluríparas $22,4 \pm 8,4$ folículos. A taxa de concepção à primeira IATF e a prenhez ao final da estação foi de 15,9% e 45,1%, e 52,3% e 78,9%, para nulíparas e pluríparas respectivamente. As nulíparas foram desafiadas à primeira IATF com idade média de $15,3 \pm 1,7$ meses de idade, e as melhores taxas de prenhez ao final da estação foram encontradas para fêmeas baixa CFA ($p < 0,05$), resultado semelhante ao encontrado para as pluríparas, onde as melhores taxas de concepção foram encontradas para as fêmeas com menor CFA ($p < 0,05$). Além disso, as nulíparas que apresentaram maior área de olho de lombo foram menos eficientes na concepção à primeira IATF ($p < 0,05$), enquanto que aquelas com maior escore de condição corporal apresentaram melhores resultados ao final da estação de monta ($p < 0,05$). Para as pluríparas, as melhores taxas de prenhez foram alcançadas pelas fêmeas com presença de corpo lúteo do início do protocolo hormonal ($p < 0,05$), além de serem também as fêmeas com maior peso corporal. Para ambas as categorias a presença de folículo dominante nos ovários influenciou ($p < 0,05$) a CFA, de forma que ovários com a presença de FD apresentam menor CFA, enquanto que a presença de CL não interfere na CFA. Foi encontrada alta correlação entre a CFA dos ovários direito e esquerdo com a CFA total, reforçando a ideia de que com a avaliação de um único ovário, desde que não haja FD, é possível estimar a população de folículos totais de cada animal. Não foi encontrada correlação entre o diâmetro do folículo dominante pré-ovulatório e CFA ($p > 0,05$), no entanto houve relação entre a intensidade de expressão do estro e a CFA ($p < 0,05$), sendo que fêmeas com menor CFA apresentaram expressão de estro mais intensa, do que aquelas com alta CFA. Não foram encontradas correlações entre as medidas ultrassonográficas de carcaça (AOL e EG) e a CFA das nulíparas. Dessa forma, conclui-se que fêmeas nulíparas e pluríparas da raça Nelore com CFA baixa apresentam melhor taxa de prenhez nos programas de IATF, além disso a CFA é influenciada negativamente pela presença de FD, de forma que o FD está presente, em sua maioria, em ovários com menor CFA. Ficou sugerido que é possível determinar a CFA por meio de um único exame ultrassonográfico, o que torna o

1 trabalho mais simples e rápido de ser executado. Além disso, reforça-se a ideia de
2 que é viável a iniciação de fêmeas jovens nos programas de IATF, e a avaliação da
3 CFA nas mesmas é importante a fim de selecionar um rebanho cada vez mais
4 precoce e eficiente, uma vez que a CFA tem sido utilizada como um critério de
5 seleção para fêmeas.

6
7 **Palavras-chave:** IATF, melhoramento genético, população folicular, prenhez.
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46

ABSTRACT

GHELLER, J. M. Reproductive parameters of nelore females with different antral follicle counts. 2019. 88f. Dissertação – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS, 2019.

The objective of this dissertation was to study the ovarian antral follicles (AFC) of females of high genetic value of the Nelore breed, in order to evaluate the reproductive performance of females with different AFCs, and to correlate the AFC and conception to the FTAI with the structures ovarian (DF, dominant follicle and CL, corpus luteum), estrus intensity, ultrasonographic measurements of carcass evaluation (AEA, loin eye area and FT, fat thickness), age and body weight. A total of 138 nulliparous females (15.3 ± 1.7 months) and 565 pluriparous females (69.7 ± 36.1 months old) of the Nelore breed belonging to three properties of the transition region between the Cerrado and Pantanal South-Matogrossense. For the determination of the individual AFC and ovarian structures evaluation, a single ovarian ultrasonographic examination was performed for each animal on a random day of the estrous cycle. All the females were submitted to FTAI and transferred with bull during the breeding season. Ultrasound diagnosis of gestation was performed 30 days after FTAI and 30 days after bull removal. The mean nulliparous antral follicle count was 21.5 ± 9.6 follicles, and for the pluriparous 22.4 ± 8.4 follicles. The conception rate at the first FTAI and the pregnancy at the end of the breeding season was 15.9% and 45.1%, and 52.3% and 78.9%, for nulliparous and pluriparous respectively. The nulliparous were challenged at the first FTAI with a mean age of 15.3 ± 1.7 months of age, and the best late-season pregnancy rates were found for female with low AFC ($p < 0.05$), a result similar to that found for the pluriparous, where the best conception rates were found for females with lower AFC ($p < 0.05$). In addition, the nulliparous who presented greater loin eye area were less efficient at conception at the first FTAI ($p < 0.05$), while those with higher body condition score presented better results at the end of the mating season ($p < 0.05$). For pluriparous, the best pregnancy rates were obtained by females with presence of corpus luteum at the beginning of the hormonal protocol ($p < 0.05$), as well as females with higher body weight. For both categories the presence of dominant follicle in the ovaries influenced ($p < 0.05$) the AFC, so that ovaries with the presence of DF presented lower AFC, whereas the presence of CL did not interfere in the AFC. It was found a high correlation between the AFC of the right and left ovary with total AFC, reinforcing the idea that with the evaluation of a single ovary, as long as there is no DF, it is possible to estimate the population of total follicles of each animal. No correlation was found between preovulatory follicle diameter and AFC ($p > 0.05$), however, there was a correlation between estrus expression intensity and AFC ($p < 0.05$), with females with lower AFC showed more intense estrus expression than those with high AFC. No correlation was found between the ultrasound measurements of carcass (LEA and FT) and the AFC of nulliparous females. Thus, it is concluded that nulliparous and pluriparous females of the Nelore breed with low AFC present a better pregnancy rate in the FTAI programs, in addition the AFC is influenced negatively by the presence of DF, so that the DF is present, in ovaries with low AFC. It has been suggested that it is possible to determine the AFC through a single ultrasound examination, which makes the work simpler and faster to perform. In addition, the idea that young females are initiated into FTAI programs is feasible, and the assessment of the AFC in them is important in order to select an increasingly

precocious and efficient herd, since the AFC has been used as a selection criterion for females.

Key words: FTAI, follicular population, genetic improvement, pregnancy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação das fases de desenvolvimento dos folículos ovarianos. (Adaptado de Guerreiro et al., 2015).	4
Figura 2 - Representação das fases do ciclo estral da fêmea bovina.	6
Figura 3 - Representação das concentrações dos hormônios que regulam o ciclo estral em bovinos. Adpatado de Ciclo estral bovino (Embrapa- Cnpqc).	8

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1 - Classificações propostas para contagem de folículos antrais (CFA) em animais de origem *Bos taurus* 13

Tabela 2 - Classificações propostas para contagem de folículos antrais (CFA) em animais de origem *Bos indicus* 14

Capítulo II

Tabela 1 - Taxas de concepção à primeira IATF e ao final da estação de monta de fêmeas Nelore de diferentes categorias e sua correlação com a CFA..... 36

Tabela 2 - Correlação entre as taxas de concepção à primeira IATF e ao final da estação de monta, e a área de olho de lombo (cm²), presença de corpo lúteo no D0, peso e escore de condição corporal de fêmeas Nelore..... 37

Tabela 3 - Correlações encontradas entre parâmetros reprodutivos e avaliação ultrassonográfica de carcaça, e a contagem de folículos antrais de nulíparas e pluríparas da raça Nelore 38

LISTA DE ABREVIATURAS

ACAB	Acabamento de carcaça
AMH	Hormônio Anti-Mülleriano
AMHR2a	Anti-Müllerian Hormone Receptor Type II
AOL	Área de olho de lombo
CFA	Contagem de folículos antrais
CL	Corpo lúteo
D0	Dia zero
DEP	Diferença esperada na progênie
E ₂	Estradiol
ECC	Escore de condição corporal
Ecg	Gonadotrofina coriônica equina
EG	Espessura de gordura
ERTC	Escore de remoção de tinta da cauda
FD	Folículo dominante
FGF10	Fibroblast Growth Factor 10
FSH	Hormônio folículo estimulante
g	Grama
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofina
hCG	Gonadotrofina coriônica humana
IATF	Inseminação artificial em tempo fixo
LH	Hormônio luteinizante
mg	Miligrama
MGTe	Mérito genético total econômico
MHz	Megahertz
mm	Milímetro
MP120	Habilidade materna para peso aos 120 dias
MP210	Habilidade materna para peso aos 210 dias
mRNA	RNA mensageiro
NPR-2	Natriuretic peptide receptor 2
NPR-3	Natriuretic peptide receptor 3
OD	Ovário direito
OE	Ovário esquerdo

P ₄	Progesterona
PE365	Perímetro escrotal aos 365 dias
PGF2 α	Prostaglandina F2 α
PI	Prófase I
PMG	Programas de melhoramento genético
RNA	Ácido ribonucleico
SAS	Statistical Analysis System
STAT 3	Signal Transducer and Activator of Transcription 3
UI	Unidade internacional

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. INTRODUÇÃO	1
2.1 FOLICULOGÊNESE E OOGÊNESE	3
2.2 CONTROLE ENDÓCRINO DO CICLO ESTRAL	5
2.2.1 Controle exógeno do ciclo estral	8
2.3 CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIS (CFA)	10
2.4 SELEÇÃO DE ANIMAIS POR MÉRITO GENÉTICO	14
REFERÊNCIAS	17
3. OBJETIVOS	28
3.1 OBJETIVO GERAL	28
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
CAPÍTULO II – ARTIGO CIENTÍFICO	29
Artigo I – Características reprodutivas de fêmeas Nelore com diferentes contagens de folículos antrais	29
RESUMO	29
ABSTRACT	30
1. Introdução	32
2. Material e Métodos	33
3. Resultados	36
4. Discussão	38
Referências	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
ANEXO I – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA <i>THERIOGENOLOGY</i>	58

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se mundialmente no setor pecuário, possuindo o segundo maior rebanho efetivo do mundo, com 219,1 milhões de cabeças de gado, representando cerca de 22,5% do rebanho mundial (DEPEC, 2017). Além disso, é o maior produtor de embriões bovinos *in vitro* do mundo (SARTORI et al., 2016), proporcionado, principalmente, pelo fato do rebanho brasileiro ser composto por 80% de animais de origem *Bos indicus*, cuja raça apresenta população de folículos antrais que incrementa o número de embriões produzidos (FERRAZ E FELÍCIO, 2010; BATISTA et al. 2014).

Para otimizar a produtividade de bovinos de corte tem-se buscado cada vez mais identificar animais eficientes, os quais podem ser obtidos por meio de práticas de manejo eficazes aliadas ao uso de tecnologia (VAZ E LOBATO, 2010). O uso de biotecnologias reprodutivas em associação aos programas de melhoramento genético tem se apresentado como uma boa estratégia para melhorar a produção pecuária em espaço de tempo mais curto (MOROTTI et al., 2016).

O grande avanço das biotecnologias aplicadas a reprodução deve-se ao maior conhecimento da fisiologia envolvida no ciclo estral da fêmea bovina (BARUSELLI et al., 2004). Esse conhecimento tem despertado o interesse no estudo sobre a contagem de folículos antrais (CFA) e sua influência sobre o desempenho reprodutivo das fêmeas (IRELAND et al., 2008; IRELAND et al., 2011; PONTES, et al., 2011; BARUSELLI et al., 2015; MOROTTI et al., 2015;2016; 2018), uma vez que o número de folículos antrais está intimamente relacionado ao número de embriões produzidos pelas doadoras (PONTES et al., 2011). Embora haja alta variação da população folicular entre os indivíduos, há alta repetibilidade individual, tornando possível classificar as fêmeas com alta, intermediária e baixa população de folículos por um único exame ultrassonográfico (IRELAND et al., 2008).

Em fêmeas *Bos taurus* maiores taxas de concepção foram demonstradas para animais com alta CFA (BURNS et al., 2005; IRELAND et al., 2007; 2008; MOSSA et al.,2012; MARTINEZ et al., 2016). Enquanto para animais *Bos indicus* os dados são controversos, sugerindo taxa de concepção semelhante entre as fêmeas

1 com diferentes CFA (BARUSELLI et al., 2014) e melhores resultados em fêmeas
2 com baixa CFA (SANTOS et al., 2016; MOROTTI et al., 2018).

3 O melhoramento genético representa uma importante ferramenta para
4 otimizar os índices produtivos dos rebanhos. Trata-se de um processo constante de
5 produção e seleção dos animais, objetivando implantar ou alterar características dos
6 animais na geração seguinte (VIEIRA et al., 2006; BARROS JUNIOR et al., 2016). A
7 pecuária moderna tem aliado as biotecnologias da reprodução para acelerar o
8 melhoramento genético e conseqüentemente a produtividade animal.

9 A seleção mais utilizada por programas de melhoramento genético (PMG) é a
10 que indica o desempenho ponderal dos animais, como peso ao desmame (FERRAZ
11 FILHO et al., 2002), ganho de peso (CARDOSO et al., 2001), medidas
12 ultrassonográficas e avaliações visuais para conformação, precocidade e
13 musculatura (ELER et al., 1996). As características de fertilidade e precocidade
14 durante muitos anos foram limitadas, pois exigiam maior atenção aos
15 acontecimentos e conhecimento para mensuração (BOLLIGON et al., 2008). A
16 necessidade de maior seleção para eficiência reprodutiva adicionou aos PMG outras
17 características, como a duração da gestação (PEREIRA et al., 2000), a
18 probabilidade de prenhez aos 14 meses e a habilidade de permanência no rebanho
19 ou “stayability” (ELER et al., 2001). Aliar características de desempenho ponderal e
20 eficiência reprodutiva em PMG torna possível a seleção de animais altamente
21 eficientes.

22 Apesar da CFA não ser uma característica presente nos programas, a mesma
23 tem sido utilizada aleatoriamente para a seleção de fêmeas, principalmente quando
24 tratam-se de doadoras para produção *in vitro* de embriões (MOROTTI, 2016).
25 Embora tenha-se notado avanço nos estudos a respeito da relação da população
26 folicular com a fertilidade, ainda existem muitos mecanismos a serem
27 compreendidos. A relação da CFA de fêmeas Nelore com a fertilidade, bem como a
28 sua influência sobre outros parâmetros de produtividades precisam ser esclarecidos.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FOLICULOGÊNESE E OOGÊNESE

O folículo é constituído por um oócito com células da granulosa e da teca, desempenhando função endócrina e exócrina, sendo por isso considerada a unidade morfofuncional do ovário (VAN DEN HURK et al., 1997). Os folículos encontram-se nos ovários em várias fases, desenvolvendo-se até a ovulação ou entrando em atresia, e esse último acontece com a grande maioria deles, uma vez que cerca de 99,9% dos folículos não chegam até a ovulação (CARROLL et al., 1990; FIGUEIREDO et al., 1997).

Nas vacas e nas outras fêmeas de espécies domésticas os processos de foliculogênese e oogênese iniciam-se durante a vida fetal, e dessa forma, ao nascimento a fêmea já tem determinado o número de folículos primordiais nas suas gônadas (LIMA-VERDE et al, 2011). Estima-se que vacas tem ao nascimento cerca de 235.000 folículos pré-antrais (BETTERIDGE, et al., 1989), entre 20 e 24 meses em torno de 76.851 e 109.673 e com idade entre 72 e 96 meses valores próximos a 39.438 e 89.577 folículos, para *Bos indicus* e *Bos taurus* respectivamente (SILVA-SANTOS et al., 2011).

A foliculogênese tem início com a formação do folículo primordial e tem como resultado o folículo maduro ou pré-ovulatório, fase essa que termina no momento da ovulação do mesmo. A oogênese compreende o desenvolvimento e a diferenciação das células germinativas primordiais em oócitos (haplóides) e termina com a fecundação (VAN DEN HURK et al., 1997).

Os folículos são divididos em dois grandes grupos, os pré-antrais ou não cavitários, que compreendem os folículos primordiais, primários e secundários e os antrais ou cavitários, que compreendem os folículos terciários e pré-ovulatórios (Figura 1).

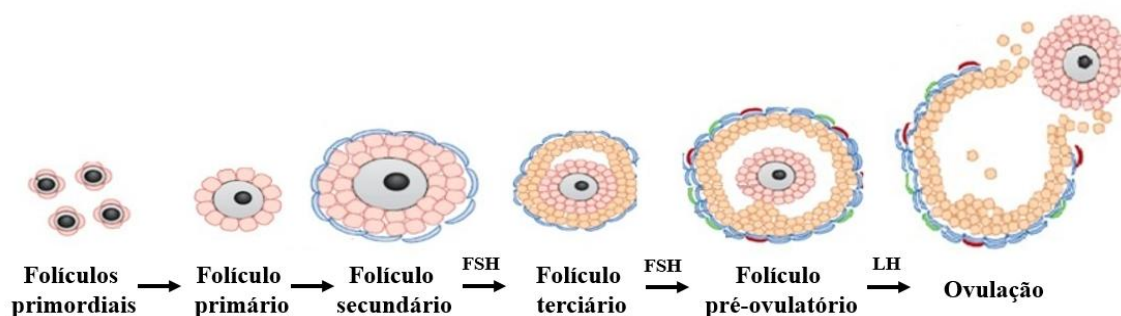


Figura 1 - Representação das fases de desenvolvimento dos folículos ovarianos. (Adaptado de Guerreiro et al., 2015).

Os folículos primordiais caracterizam-se pela presença de uma única camada de células achatadas ou pavimentosas que envolvem um oócito primário. Os folículos primordiais e primários são diferenciados pela morfologia, sendo que os primordiais apresentam-se circundados por células achatadas, enquanto os primários apresentam uma única camada de células com aspecto cuboide. Os oócitos primários continuam se desenvolvendo e a partir desse momento as células foliculares que o circundam também começam a se dividir, formando um epitélio estratificado (FIGUEIREDO et al., 1997; LUCCI et al., 2001). Essas células são então chamadas de células da granulosa, separadas do oócito pela zona pelúcida. Inicia-se a formação das células tecaais, sendo esse denominado o folículo secundário (FIGUEIREDO et al., 1997; VAN DER HURK et al., 1997).

Por fim, surgem os folículos antrais que são marcados pela presença do antro folicular, ou seja, uma cavidade preenchida por líquido formado entre as células da granulosa. Essa categoria compreende os folículos terciários e folículos pré-ovulatórios. Nessa fase há formação do *cummulus oophorus*, da corona radiata, e intensa divisão do estroma e células tecaais. O folículo vai tornando-se maduro e então chamado de folículo de Graaf ou pré-ovulatório, é nessa fase que o oócito completa a primeira divisão meiótica, estando pronto para a ovulação (FIGUEIREDO et al., 1997). O número de folículos antrais é uma característica altamente variável entre as fêmeas bovinas e suas raças (BURNS et al., 2005; IRELAND et al., 2008; SANTOS et al., 2016), no entanto apresenta alta repetibilidade individual (BURNS et al., 2005; IRELAND et al., 2008; SILVA-SANTOS et al., 2014; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2015; MOROTTI et al., 2017).

A oogênese inicia-se ainda na fase de embrião, quando as células germinativas primordiais, que estão na parede do saco vitelínico, migram para as gônadas em desenvolvimento, onde vão passar por intensa proliferação celular

transformando-se em oogônias (SADEU et al., 2006). Parte das oogônias continua se dividindo por mitose para manter a linhagem germinativa, e a outra parte inicia uma divisão meiótica que resulta na formação dos oócitos primários (HIRSHFIELD, 1991).

Durante a oogênese ocorrem duas paradas na divisão meiótica. A primeira delas acontece no estágio de prófase I (PI), no qual o oócito primário permanece até o estágio de pré-ovulatório. O processo de meiose só é retomado em resposta aos estímulos pelo hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH) que acontecem na puberdade ou a cada ciclo estral quando o folículo ativado alcança a fase pré-ovulatória. Após o estímulo, o oócito passa pelas fases de metáfase I, anáfase I e telófase I, quando ocorre a liberação do primeiro corpúsculo polar. A partir de então inicia-se a segunda fase da meiose e o oócito passa a ser secundário (BUCCIONE et al., 1990). Na metáfase II ocorre outra interrupção da meiose, e nessa fase o oócito, considerado maduro, permanece até que haja a ovulação seguida de fecundação. Quando a fecundação acontece, o oócito retoma a meiose, e a extrusão do segundo corpúsculo polar marca o final da oogênese (BETTERIDGE et al., 1989; BUCCIONE et al., 1990).

2.2 CONTROLE ENDÓCRINO DO CICLO ESTRAL

As vacas encontram-se inseridas no grupo das espécies poliéstricas não sazonais, ciclando o ano inteiro. O ciclo estral tem duração aproximada de 18 a 24 dias, apresentando duas fases: a fase lútea ou progesterônica e a fase folicular ou estrogênica (FORDE et al., 2011). A ovulação é seguida pela formação do corpo lúteo (CL) o qual permanece ativo por aproximadamente 14 dias, até que sofre regressão (caso não haja fecundação). Esse período compreende o metaestro e o diestro, e representa a fase lútea. Enquanto a fase folicular tem início após a luteólise e se estende até a próxima ovulação, compreendendo pró-estro e estro (FORDE et al., 2011) (Figura 2).

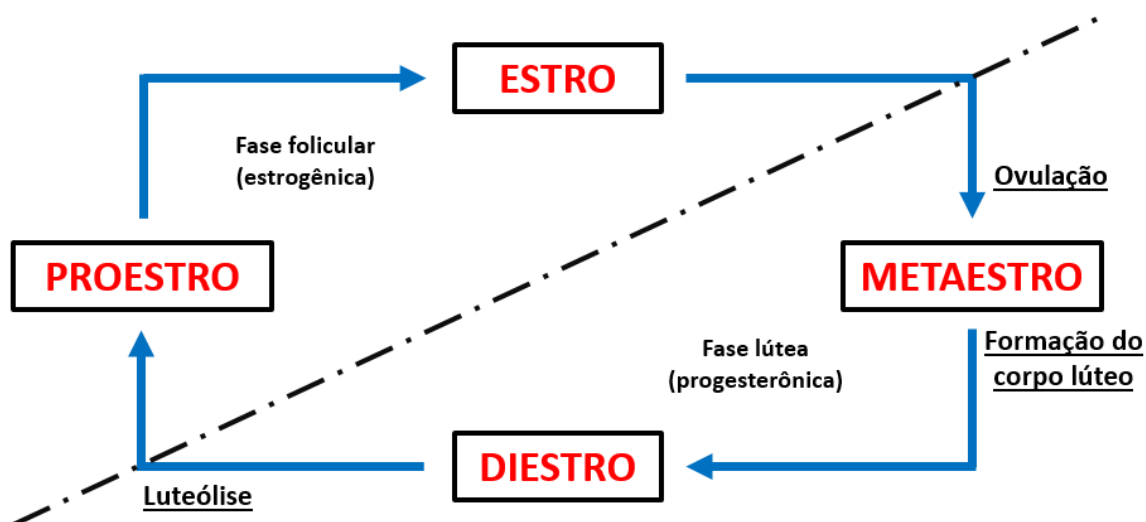


Figura 2 - Representação das fases do ciclo estral da fêmea bovina.

O ciclo estral é controlado pelo eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, e durante esse período acontecem diversos eventos, que se repetem até que haja a gestação. O hipotálamo é o responsável por secretar o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) para estimular a hipófise anterior, e essa por sua vez, depois de estimulada pelo GnRH secreta as gonadotrofinas, FSH e LH. As estruturas do ovário, folículos e CL, secretam então os hormônios estradiol (E_2) e progesterona (P_4), respectivamente, regulando o recrutamento de um novo *pool* de folículos (REECE, 1996).

O ciclo acontece em um padrão de ondas de crescimento folicular, sendo cada onda caracterizada por uma fase de emergência folicular, fase de desvio ou divergência e a fase de dominância que termina com a ovulação (GINTHER et al., 2003). Os mecanismos precisos que controlam a iniciação e o número de folículos primordiais que começam a crescer ainda não são conhecidos, no entanto estudos de auto-enxertos de ovário observaram que leva cerca de 3 meses para que um folículo primordial atinja o estágio pré-ovulatório (CAMPBELL et al., 2000; WEBB et al., 2004). A emergência de uma onda folicular acontece no dia da ovulação, conhecido como dia 0 (D0), e durante essa fase o FSH é responsável por recrutar e estimular o crescimento de folículos, em torno de $33,4 \pm 3,2$ e $25,4 \pm 2,5$ folículos por onda para *Bos indicus* e *Bos taurus*, respectivamente (CARVALHO et al., 2008). Os folículos aumentam de tamanho e acumulam líquido folicular, promovendo aumento significativo das concentrações plasmáticas de estrógeno, hormônio esse que é

1 produzido pelo próprio folículo. O estrógeno por sua vez age estimulando o
2 hipotálamo a continuar liberando GnRH por um mecanismo de *feedback* positivo, a
3 fim de que mais gonadotrofinas sejam liberadas (GINTHER et al., 1996).

4 Durante o estro a ação do E₂ provoca alteração do comportamento das
5 fêmeas como inquietação, micção frequente, mugidos frequentes, monta e liberação
6 de muco cristalino, que tem como função facilitar a cópula e o transporte dos
7 espermatozoides através do sistema genital da fêmea (REECE, 1996; FIGUEIREDO
8 et al., 1997; FIGUEIREDO E FREITAS et al., 2002).

9 Após a emergência dos folículos, que dura cerca de três dias (GINTHER et
10 al., 1996; SARTORELLI et al., 2005), ocorre a fase de desvio folicular na qual apenas
11 um dos folículos recrutados continua a se desenvolver, sendo então chamado de
12 folículo dominante. O folículo dominante passa a secretar maiores concentrações de
13 17β-estradiol e também de inibina, sendo esse último o responsável pela queda da
14 concentração de FSH, próxima a níveis basais (MIHM E BLEACH 2003). A inibina
15 que é secretada pelo folículo dominante é responsável por causar atresia dos
16 demais folículos, sinalizando para a adenohipófise priorizar a liberação de LH, esse
17 por sua vez é responsável por finalizar a maturação do folículo, ovulação e formação
18 do CL (FIGUEIREDO et al., 1997).

19 A formação do CL acontece gradativamente nos 10 primeiros dias do ciclo
20 estral aproximadamente, alcançando o máximo de sua atividade e tamanho. O CL é
21 responsável pela produção de P₄, que atuando através de um mecanismo de
22 retroalimentação negativa inibe a liberação de LH, e a partir disso o endométrio
23 passa a exercer sua função secretora. As glândulas endometriais crescem e
24 secretam o fluido endometrial que é responsável pela nutrição do embrião até a
25 implantação uterina. Quando não há concepção, o endométrio passa a produzir
26 prostaglandina F_{2α} (PGF_{2α}), acontecendo a luteólise e consequentemente grande
27 queda na concentração de P₄. Dessa forma, o hipotálamo recebe sinalização para
28 voltar a liberar GnRH, reiniciando um novo ciclo estral (REECE, 1996).

29 O conhecimento da fisiologia do ciclo estral dos bovinos (Figura 3) tornou
30 possível o controle das fases de desenvolvimento folicular, através do uso de
31 estratégias farmacológicas específicas para cada evento. Controlar o ciclo estral
32 facilita não somente o manejo reprodutivo, mas permite também que biotecnologias
33 da reprodução sejam aplicadas nos rebanhos, tornando o sistema produtivo mais
34 eficiente (LAMB et al., 2010).

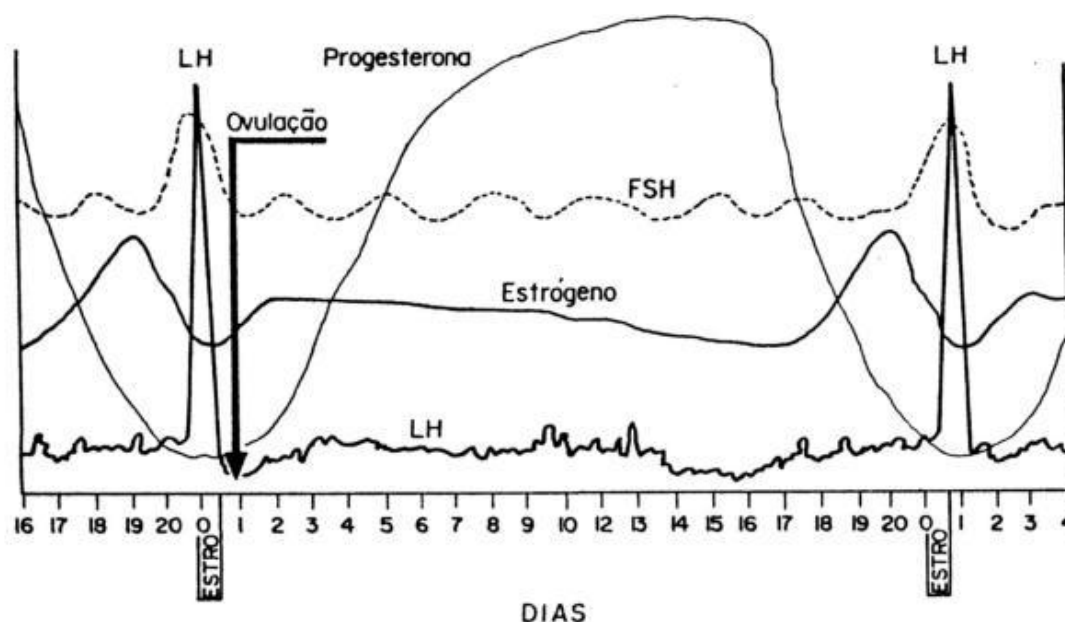


Figura 3 - Representação das concentrações dos hormônios que regulam o ciclo estral em bovinos. Adaptado de Ciclo estral bovino (Embrapa- Cnpq).

Os primeiros trabalhos de sincronização tinham o objetivo de induzir o estro para posteriormente realizar a inseminação artificial (IA). Já os protocolos atuais atuam sincronizando a ovulação, mesmo que não haja a manifestação do estro. Dessa forma é possível inseminar um grande número de fêmeas sem a necessidade de detecção de estro, ou seja, a IA é realizada em um tempo pré-determinado de acordo com o protocolo de indução utilizado, o que é conhecido como inseminação artificial em tempo fixo (IATF) (FERREIRA et al., 2013).

2.2.1 Controle exógeno do ciclo estral

Três condições fundamentais são consideradas para o controle da dinâmica folicular e luteínica em programas de IATF de bovinos: a sincronização da emergência de uma onda de crescimento folicular, controle da duração da fase progesterônica, e indução sincronizada da ovulação do folículo dominante (BARUSELLI et al., 2008).

A aspiração de folículos com diâmetro acima de 5 mm com auxílio do ultrassom pode ser utilizada como uma forma mecânica de sincronização, já que uma nova onda de crescimento folicular se inicia em torno de 2 dias após o procedimento, com grande sincronia (BARUSELLI et al., 2007). No entanto, este procedimento, além da necessidade de um ultrassom, é inviável para um grande

número de animais. A estratégia mais comum para sincronizar o início da nova onda folicular é a combinação de E_2 e P_4 (BARUSELLI et al., 2007; GIMENES et al., 2008).

A utilização de E_2 associado a P_4 promove supressão da liberação de LH e FSH e provavelmente resulta em atresia dos folículos, independentemente da idade ou diâmetro folicular. O E_2 é metabolizado pelo fígado durante esse processo, e então cerca de três a quatro dias após a aplicação de E_2 e P_4 há um pico de FSH, promovendo início sincronizado de uma nova onda (BÓ et al., 2003; BATISTA et al., 2014).

A próxima fase consiste em controlar a fase progesterônica, promovendo a regressão de um CL previamente existente por meio da utilização de $PGF2\alpha$ ou seus análogos sintéticos. A $PGF2\alpha$ age apenas sobre corpos lúteos maduros, geralmente presentes 7 dias após a ovulação, e tem como função causar a luteólise, o que determina queda dos níveis de P_4 e estimula o desenvolvimento folicular e pico do LH dentro de três dias (PINHEIRO et al., 1998).

Para indução da ovulação sincronizada do folículo dominante podem ser utilizados estradiol, GnRH, gonadotrofina coriônica humana (hCG) e LH. O estradiol na ausência de progesterona induz a liberação de GnRH e LH e a ovulação acontece após aproximadamente 65 e 70 horas quando utiliza-se benzoato e cipionato estradiol, respectivamente (REIS et al., 2004; MARTINS et al., 2005). A aplicação de GnRH induz a liberação rápida de LH desencadeando a ovulação em cerca de 26 a 30 horas (SCHMITT et al., 1996). O hCG e LH induzem a ovulação entre 24 e 36 horas após a aplicação, e são utilizados principalmente em protocolos de superovulação, tanto para doadoras quando receptoras (NOGUEIRA e BARROS 2003; NOGUEIRA et al., 2005) no entanto é pouco utilizado, tendo em vista a facilidade e custo benefício da aplicação dos demais fármacos.

O uso de gonadotrofina coriônica equina (eCG) como indutor de crescimento folicular é uma alternativa muito eficiente (ERENO et al., 2007). Resultados demonstraram, em fêmeas Nelores em anestro pós-parto, taxa de concepção de 46,2% com o uso de ecG no dia da retirada do implante de P_4 , enquanto fêmeas não tratadas apresentaram 20,8%, confirmando a eficiência do uso desse fármaco nessa categoria animal (BARUSELLI et al., 2002).

2.3 CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIS (CFA)

O crescente uso de biotecnologias reprodutivas como a IA e a produção *in vitro* de embriões, tem despertado o interesse no estudo sobre a CFA e sua influência sobre o desempenho reprodutivo das fêmeas (IRELAND et al., 2008; IRELAND et al., 2011; PONTES, et al., 2011; BARUSELLI et al., 2015; MOROTTI et al., 2015; MOROTTI et al., 2017), uma vez que o número de folículos antrais está intimamente relacionado ao número de embriões produzidos pelas doadoras (PONTES et al., 2011).

A população de folículos ovarianos é composta pelos folículos pré-antrais e antrais. Embora a reserva ovariana apresente-se altamente variável entre os indivíduos (ERICKSON, 1966), já foi demonstrado que a média de folículos pré-antrais é semelhante entre *Bos taurus* e *Bos indicus* (SILVA-SANTOS et al., 2011). Considerando a grande diferença numérica os autores discutem a possibilidade de haver uma menor taxa de atresia folicular das fêmeas zebuínas em relação às taurinas (SILVA-SANTOS et al., 2011; BATISTA et al., 2014), fato que justificaria a diferença na população de folículos antrais. No entanto, são necessários mais estudos para se comprovar essa hipótese.

A alta repetibilidade da CFA foi primeiramente observada em fêmeas *Bos taurus* utilizando o exame ultrassonográfico, o que sugeriu a possibilidade de classificação das fêmeas em grupos conforme o número de folículos observados em baixa, intermediária e alta CFA. Além disso, essa avaliação e caracterização da população folicular poderia ser realizada em qualquer estação do ano, independente do número de ondas, fase de desenvolvimento folicular, idade, status lactacional (BURNS et al., 2005) e ordem de parição (KOYAMA et al., 2018).

Em animais cruzados monitorados durante alguns meses também foi observada alta repetibilidade da CFA (SILVA-SANTOS et al., 2014 (Braford); OLIVEIRA JUNIOR et al., 2015 (Girolando)).

Bastos et al. (2010) observaram que fêmeas *Bos indicus* apresentavam maior número de folículos do que vacas *Bos taurus* ($42,7 \pm 5,9$ vs. $19,7 \pm 3,2$), resultado semelhante também foi encontrado por Alvarez et al. (2000), Carvalho et al. (2008), Gimenes et al. (2008) e Batista et al. (2014). Acredita-se que as maiores concentrações de insulina e fator de crescimento semelhante a insulina tipo 1 (IGF-1) encontradas em zebuínos justifiquem o maior número de folículos recrutados em

Bos indicus do que em *Bos taurus* (SEGERSON et al., 1984; BASTOS, 2012; BATISTA et al., 2014). Ao comparar os animais com alta CFA de ambas as origens, observa-se número maior de folículos em *Bos indicus* ($48,1 \pm 2,33$) do que em *Bos taurus* ($34,3 \pm 3,12$). Da mesma forma, animais *Bos taurus* ($13,4 \pm 1,4$) com baixa CFA apresentam menor número de folículos do que *Bos indicus* ($28,4 \pm 2,15$) de baixa CFA (BATISTA et al., 2014).

Fêmeas *Bos taurus* com alta CFA apresentaram melhor taxa de prenhez (MOSSA et al., 2012), desempenho reprodutivo (KOYAMA et al., 2018), menor intervalo entre partos e maior probabilidade de estro pós-parto (MARTINEZ et al., 2016). Enquanto para animais *Bos indicus* as melhores taxas de prenhez foram observadas em animais de baixa CFA (MENDONÇA et al., 2013; SANTOS et al., 2016; MOROTTI et al., 2018). Embora tenha sido sugerida, para fêmeas *Bos taurus*, a seleção para eficiência reprodutiva utilizando como critério a CFA (IRELAND et al., 2008; IRELAND et al., 2011; MOSSA et al., 2012), é preciso lembrar que o desempenho também é influenciado por outros mecanismos (MOROTTI et al., 2015), tais como os envolvidos na síntese e metabolização de hormônios esteroides (E_2 e P_4), atuação da insulina e do IGF-1, além das condições nutricionais e sanitárias dos animais (SEGERSON et al., 1984; BASTOS, 2012; BATISTA, 2015).

Fêmeas *Bos taurus* com alta CFA (≥ 25 folículos) produziram 4 vezes mais embriões *in vitro* do que fêmeas com baixa CFA (≤ 15 folículos) ($P < 0,05$) em programa de OPU/PIVE. No entanto, quando as fêmeas foram superovuladas com FSH, o número de embriões transferíveis foi maior para o grupo de baixa CFA (IRELAND et al., 2007). Por outro lado, para a raça Nelore, fêmeas com alta população folicular apresentaram aproximadamente dez vezes mais oócitos e produziram cerca de 30 vezes mais embriões em relação as de baixa CFA (SANTOS et al., 2016).

A qualidade de embriões de fêmeas Nelore produzidos *in vitro* já foi avaliada por meio da quantificação de mRNA de genes relacionados a foliculogênese e oogênese presentes nas células da granulosa e do *cumulus*. Em células da granulosa de animais com baixa CFA (≤ 31) foi observada maior expressão de mRNA NPR-2 e NPR-3 envolvidos na retomada da meiose, FGF10 para expansão das células do *cumulus* e STAT3 para fator de transcrição da maturação oocitária e proliferação celular. As células da granulosa de animais com alta CFA (≥ 92) apresentaram maior expressão de PGR e AMHR2a, que também estão envolvidos

na retomada da meiose e expansão das células do cumulus. Embora expressões de mRNA diferentes tenham sido observadas, quando foram produzidos embriões de oócitos provenientes de fêmeas com baixa e alta CFA não foram encontradas diferença nas taxas de clivagem e blastocisto, o que indica que a variação na expressão dos genes não interferiu na competência de desenvolvimento *in vitro* dos embriões (ROSA et al., 2018).

A CFA está positivamente associada com as concentrações de AMH, ou seja, tanto para *Bos taurus* quanto para *Bos indicus* o AMH pode ser utilizado como um marcador endócrino que prediz a CFA. Os animais que possuem maior CFA, possuem também maior concentração plasmática de AMH, independente do grupo genético. Novilhas *Bos indicus* apresentaram maiores concentrações de AMH que *Bos taurus* (1,0 vs. 0,3 ng/mL, $P < 0,05$), uma vez que apresentam também maior número de folículos (BATISTA et al., 2014).

Recentemente procurou-se esclarecer uma possível relação entre a CFA e a modulação da expressão gênica nos ovidutos de *Bos indicus* e *Bos taurus*. Os resultados demonstraram que a CFA não influencia a expressão dos genes relacionados ao transporte no oviduto, formação de reservatórios de espermatozoides e interação entre os gametas. A expressão desses genes está relacionada com o microambiente e suas diferenças entre os lados ipsilateral e contralateral a ovulação. Embora a relação entre a CFA e a expressão gênica seja mínima, ela existe e deve ser considerada. No entanto, mais estudos devem ser conduzidos para melhor compreender os mecanismos que envolvam a CFA e a fisiologia e função do oviduto (FONTES et al., 2018).

Muito pouco se sabe sobre a herdabilidade (h^2) da CFA em fêmeas *Bos indicus*. Para *Bos taurus* já foram relatados valores moderados para h^2 em bovinos leiteiros (entre 0,25 e 0,31) (MERTON et al., 2009; WALSH et al., 2014), enquanto para animais da raça Brangus foi encontrada alta herdabilidade (0,73) (SNELLING et al. 2012). Os valores encontrados para herdabilidade da CFA são maiores do que os encontrados para a maioria das características de fertilidade, que são baixas e normalmente encontram-se em torno de 5% em bovinos (BERGLUND, 2008; CAMMACK et al., 2009). Os valores de h^2 encontrados indicam que a seleção para CFA pode ser realizada.

As correlações entre CFA e características de mérito genético utilizadas por PMG foi estudada para fêmeas cruzadas (Braford) (MOROTTI et al., 2017), e não

foram encontradas correlações significativas. A partir desse resultado, os mesmos autores sugerem que a seleção de fêmeas com base na população folicular não interfere na seleção utilizada para o melhoramento genético no programa estudado.

A relação da CFA com as características reprodutivas tem sido cada vez mais estudada por diversos grupos de pesquisa. No entanto as divisões propostas pelos grupos, para a classificação em baixa, intermediária e alta CFA, geralmente consideram quartis e a realidade individual de cada propriedade, o que dificulta a discussão dos resultados entre os grupos e extrapolação dos dados para as diferentes realidades regionais. Para *Bos taurus* a classificação mais aceita é ≤ 15 folículos para baixa CFA, 16-24 folículos para CFA intermediária e ≥ 25 folículos para alta CFA (BURNS et al., 2005; IRELAND et al., 2007; IRELAND et al., 2008; JIMENEZ-KRASSEL et al., 2009; MOSSA et al., 2012; NAGAI et al., 2016), mas também pode-se encontrar outras formas descritas por outros autores (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificações propostas para contagem de folículos antrais (CFA) em animais de origem *Bos taurus*

Autores	Baixa CFA	CFA Intermediária	Alta CFA
Burns et al. (2005)			
Ireland et al. (2007)			
Ireland et al. (2008)			
Jimenez-Krassel et al. (2009)	≤ 15	16 a 24	≥ 25
Mossa et al. (2012)			
Nagai et al. (2016)			
Martinez et al. (2016)			
Koyama et al. (2018)	< 11	11 a 15	> 15

Para animais *Bos indicus* e cruzados (*Bos indicus* x *Bos taurus*) há na literatura ainda mais formas diferentes de classificação para CFA em baixa, intermediária e alta (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificações propostas para contagem de folículos antrais (CFA) em animais de origem *Bos indicus*

Autores	Baixa CFA	CFA Intermediária	Alta CFA
Silva-Santos et al. (2014)	≤ 10	$> 10 \text{ e } < 40$	≥ 40
Baruselli et al. (2014)	$28,8 \pm 0,8$	$50,3 \pm 0,7$	$74,7 \pm 0,6$
Rodrigues et al. (2015)	≤ 32	$> 32 \text{ e } < 48$	≥ 48
Morotti et al. (2017)	≤ 11	$> 12 \text{ e } < 40$	> 40
Santos et al. (2016)	≤ 10	$> 16 \text{ e } < 20$	≥ 25
Morotti et al. (2018)	≤ 15	$\geq 20 \text{ e } \leq 40$	≥ 45

Os dados acima citados, nas tabelas 1 e 2, reforçam a necessidade de que haja uma classificação padrão quanto a CFA, uma vez que a discussão dos trabalhos se tornará mais fidedigna, contribuindo para maiores esclarecimentos dessa característica com o desempenho reprodutivo dos animais.

2.4 SELEÇÃO DE ANIMAIS POR MÉRITO GENÉTICO

No Brasil, a seleção por animais mais produtivos iniciou-se ainda no final do século XIX, quando os bovinos eram utilizados como força de trabalho. Inicialmente, os colonizadores trouxeram ao Brasil animais de origem europeia que ao passar dos anos expostos ao clima sofreram redução do desempenho, surgindo a necessidade do cruzamento entre as raças. A introdução das raças zebuínas foi responsável pela revolução na pecuária de corte, e foi a partir disso que se deu início a criação orientada para produção comercial. A primeira forma de seleção foi empírica e baseava-se em características de forma e beleza. Somente em meados de 1970 a seleção da raça Nelore começou a contar com o conhecimento das características genéticas. A partir desses esforços surgiu uma onda de desenvolvimento baseada em PMG que foram aperfeiçoados e fortalecidos ano a ano pelo uso de novas técnicas (ALENCAR et al., 2004; EUCLIDES FILHO, 2009).

Desde então, a pecuária passou por constantes mudanças por meio da utilização de estratégias tecnológicas relacionadas ao melhoramento genético dos animais (FARIA et al., 2009). O valor genético predito é dependente da estimativa de

1 herdabilidade da característica avaliada, bem como do número e qualidade das
2 informações recebidas, sejam elas fenotípicas, ambientais e/ou de grau de
3 parentesco (LAUREANO et al., 2011). Utilizando modelos estatísticos torna-se
4 possível distinguir os fatores ambientais dos genéticos que contribuem para o
5 desempenho do animal (SARMENTO et al., 2003).

6 Para realizar uma avaliação genética, os dados são coletados, em geral pelos
7 próprios criadores, e disponibilizados aos programas de melhoramento genético pelo
8 uso de sistemas computacionais, onde geneticistas os interpretam e os mesmos são
9 estruturados para comporem um banco de dados. Posterior às análises genéticas,
10 os resultados são disponibilizados aos criadores, com a finalidade de sugerir formas
11 de seleção e acasalamentos para os animais, buscando incrementar as futuras
12 gerações ao selecionar animais eficientes (PEREIRA et al., 2017).

13 A herdabilidade é uma das características mais importantes para o
14 melhoramento genético, sendo representada por h^2 e mensura o grau de
15 correspondência entre fenótipo e valor genético, que influencia a próxima geração
16 (MERCADANTE et al., 2000). Por isso, conhecer a herdabilidade das características
17 de seleção é de suma importância para o sucesso nos programas de melhoramento
18 genético.

19 Nos programas de melhoramento genético da pecuária bovina, várias
20 características são selecionadas simultaneamente e aquelas com maior importância
21 econômica devem ser priorizadas e combinadas em um índice de seleção para
22 aumentar a lucratividade da indústria (COSTA et al., 2017). Características de
23 crescimento como peso corporal e ganho de peso são muito utilizadas como critérios
24 de seleção em programas de melhoramento genético, sendo favorável por
25 apresentarem correlações com características de carcaça e diversas outras
26 características produtivas em bovinos de corte (CAETANO et al., 2013; ELER et al.,
27 2014; PIRES et al., 2017). Além disso, a utilização da ultrassonografia de carcaça
28 tem se mostrado com uma importante ferramenta para identificação e seleção de
29 animais eficientes para valor e qualidade de carcaça, juntamente com as medidas de
30 espessura de gordura e gordura intramuscular (WHEELER et al., 1994).

31 As características reprodutivas têm um impacto econômico maior do que as
32 características de crescimento e carcaça devido ao seu impacto na taxa de
33 natalidade e, conseqüentemente, no número de animais disponíveis para venda em
34 sistemas de gado de corte (ELER et al., 2014; GARRICK E GOLDEN , 2009; LASKE

et al., 2012). A seleção de novilhas precoces sexualmente precoces permite aumentar a rentabilidade dos sistemas de bovinos de corte (BERETTA et al., 2001) e o ganho genético por reduzir o intervalo de geração. A maioria dos programas de melhoramento de bovinos de corte utiliza a idade ao primeiro parto como critério de seleção para a precocidade sexual das fêmeas. Apesar de, na grande maioria, as características de ordem reprodutiva apresentarem herdabilidade baixas (BUZANSKAS et al., 2017; CAETANO et al., 2013; ELER et al., 2014), a prenhez precoce apresentou estimativas de herdabilidade moderada a alta em várias raças de bovinos de corte (BOLIGON E ALBUQUERQUE, 2011; DOYLE et al., 2000; EVANS et al., 1999; MCALLISTER et al., 2011; SILVA et al., 2005). Deve-se observar que características associadas à produtividade e fertilidade da vaca, como a permanência e a longevidade, estão ganhando importância nos programas de melhoramento de bovinos de corte. Apesar da importância econômica da permanência (BRUMATTI et al., 2002; FORABOSCO et al., 2006; FORMIGONI et al., 2005; ŠAFUS et al., 2006), vários estudos com *Bos indicus* e *Bos taurus* relataram estimativas de baixa herdabilidade para essa característica (BUZANSKAS et al., 2010; ELER et al., 2014; JAMROZIK et al., 2013; MARCONDES et al., 2005).

Encontrar o equilíbrio entre características de crescimento, correspondentes a pesos e ganhos de peso às diferentes idades, e características reprodutivas é de grande importância tanto no ponto de vista econômico, como genético (GRESSLER et al., 2005). Alguns autores observaram antagonismo genético entre pesos em diferentes idades e eficiência reprodutiva em fêmeas (BARBOSA, 1991, MERCADANTE et al., 2000; GRESSLER et al., 2005), mas houveram controvérsias (MORAIS, 2010), fato que tornam difíceis conclusões definitivas (P00EREIRA et al., 2005). Acredita-se que ao selecionar animais somente pelo peso, serão obtidos animais mais pesados à idade adulta com maior exigência de manutenção e maior probabilidade de prejudicar a idade à puberdade e demais características reprodutivas (ROSA et al., 2000).

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. M. Perspectivas para o melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil. In: 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Campo Grande. Palestras dos simpósios, Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 1-14, 2004.
- ALVAREZ, P.; SPICER, L. J.; CHASE, C. C.; PAYTON, M. E.; HAMILTON, T. D.; STEWART, R. E.; HAMMOND, A. C.; OLSON, T. A.; WETTEMANN, R. P. Ovarian and endocrine characteristics during anestrus cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 5, p. 1291-1302, 2000.
- BARBOSA, P. F. **Análise genético-quantitativa de características de crescimento e fertilidade em fêmeas da raça Canchim**. 1991, 237f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1991.
- BARUSELLI, P.S.; MARQUES, M.D.O.; CARVALHO N. A.T.; MADUREIRA, E.H.; CAMOS FILHO, E.P. Effect of different treatments for timed artificial insemination on the reproductive efficiency in lactating beef cows. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 26, p. 218-221, 2002.
- BARUSELLI, P. S.; REIS, E. L.; MARQUES, M. O. Inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte. In: I Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada, 2004, Londrina. **Anais...** Londrina, p. 155-165, 2004.
- BARUSELLI, P. S.; GIMENES, L. U.; SALES, J. N. S. Reproductive physiology of *Bos Taurus* and *Bos indicus* females. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, p. 6, 2007.
- BARUSELLI, P.S.; JACOMINI, J.O.; SALES, J.N.S.; CREPALDI, G. A. Importância do emprego da eCG em protocolos de sincronização para IA, TE e SOV em tempo fixo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 3., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina, p.146-167, 2008.
- BARUSELLI, P. S.; BATISTA, E. O. S.; VIEIRA, L. M.; SOUZA, A. H. Relationship between follicle population, AMH concentration and fertility in cattle. **Animal Reproduction**, v. 12, p. 487-497, 2015.
- BARROS JUNIOR, C. P.; BORGES, L. S.; SOUSA, P. H. A. A.; OLIVEIRA, M. R. A.; CAVALCANTE, D. H.; ANDRADE, T. V.; BARROS, C. D.; SOUSA JUNIOR, S. C. Melhoramento genético em bovinos de corte (*Bos indicus*). **Nutritime Revista Online**, v. 13, p. 4558-4564, 2016.
- BASTOS, M. R.; MATTOS, M. C. C.; MESCHIATTI, M. A. P.; SURJUS, R. S.; GUARDIEIRO, M. M.; MOURÃO, G. B.; PIRES, A. V.; PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P.; SARTORI, R. Ovarian function and circulating hormones in non lactating Nelore versus Holstein cows. **Acta Scientiae Veterinariae**, 2010.

- 1 BASTOS, M. R. **Diferenças Fisiológicas e Reprodutivas entre *Bos taurus* e *Bos***
2 ***indicus***. 2012. 145f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) – Faculdade de
3 Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu,
4 2012.
- 5 BATISTA, E. O. S.; MACEDO, G. G.; SALA, R. V.; ORTOLAN, M. D. D. V.; SÁ
6 FILHO, M. F.; DEL VALLE, T. A.; JESUS, E. F.; LOPES, R. N. V. R.; RENNÓ, R. P.;
7 BARUSELLI, P. S. Plasma antimullerian hormone as a predictor of ovarian antral
8 follicular population in *Bos indicus* (Nelore) and *Bos taurus* (Holstein) heifers.
9 **Reproduction in Domestic Animals**, v. 49, p. 448-452, 2014.
- 10 BATISTA, E. O. S.; **Resposta ovariana, endócrina e molecular de novilhas**
11 **taurinas e zebuínas submetidas a diferentes níveis de ingestão de matéria**
12 **seca**. 2015. 118f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e
13 Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- 14 BERGLUND, R. Genetic improvement of dairy cow reproductive performance.
15 **Reproduction of Domestic Animals**, v. 2, p. 89-95, 2008.
- 16 BERETTA, V.; FERNANDO, J.; LOBATO, P.; GUILHERME, C.; NETTO, A.M.
17 Produtividade e Eficiência Biológica de Sistemas Pecuários de Cria Diferindo na
18 Idade das Novilhas ao Primeiro Parto e na Taxa de Natalidade do Rebanho no Rio
19 Grande de Sul. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, p. 1278–1286, 2001.
- 20 BETTERIDGE, K. J.; SMITH, C.; STUBBINGS, R. B.; XU, K. P.; KING, W. A.
21 Potential genetic improvement of cattle by fertilization of fetal oocytes *in vitro*.
22 **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 38, p.87-98, 1989.
- 23 BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G. Genetic parameters and relationships of
24 heifer pregnancy and age at first calving with weight gain, yearling and mature weight
25 in Nelore cattle. **Livest. Sci.**, v. 141, p. 12–16, 2011.
- 26 BÓ, G.A.; BARUSSELI, P.S.; MARTINEZ, M.F. Pattern and manipulation of follicular
27 development in *Bos indicus* cattle, **Animal Reproduction Science**, v.78, p.307- 326,
28 2003.
- 29 BRITT, J. H. Impacts of early postpartum metabolism on follicular development and
30 fertility. **The bovine proceedings**. n. 24, p. 39-43,1992.
- 31 BUCCIONE, R., SCHROEDER, A.C., EPPIG, J. J. Interactions between somatic cells
32 and germ cells throughout mammalian oogenesis. **Biology of Reproduction**, v.43,
33 p.543-547, 1990.
- 34 BURNS, D. S.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; IRELAND, J. L. H.; KNIGHT, P. G.;
35 IRELAND, J. J. Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: evidence
36 for high variation among animals, very high repeatability in individuals, and an
37 inverse association with serum follicle- stimulating hormone concentrations. **Biology**
38 **of Reproduction**, v. 73, p. 53-62, 2005.
- 39 BUZANSKAS, M.E.; GROSSI, D.A.; BALDI, F.; BARROZO, D.; SILVA, L.O.C.;
40 JÚNIOR, R.A.A.T.; MUNARI, D.P.; ALENCAR, M.M. Genetic associations between

- 1 stayability and reproductive and growth traits in Canchim beef cattle. **Livest. Sci.**, v.
2 132, p. 107–112, 2010.
- 3 BUZANSKAS, M.E.; PIRES, P.S.; CHUD, T.C.S.; BERNARDES, P.A.; ROLA, L.D.;
4 SAVEGNAGO, R.P.; LÔBO, R.B.; MUNARI, D.P. Parameter estimates for
5 reproductive and carcass traits in Nelore beef cattle. **Theriogenology**, v. 92, p. 204–
6 209, 2017.
- 7 CAETANO, S.L.; SAVEGNAGO, R.P.; BOLIGON, A.A.; RAMOS, S.B.; CHUD,
8 T.C.S.; LÔBO, R.B.; MUNARI, D.P. Estimates of genetic parameters for carcass,
9 growth and reproductive traits in Nellore cattle. **Livest. Sci.** v. 155, p. 1–7, 2013.
- 10 CAMMACK, K. M.; THOMAS, M. G.; ENNS, R. M. Reproduction traits and their
11 heritabilities in beef cattle. **The Professional Animal Scientist**, v. 25, p. 517-528,
12 2009.
- 13 CARDOSO, F.F.; CARDELLINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Fatores Ambientais sobre
14 escores de avaliação visual à desmama em bezerros Angus criados no Rio Grande
15 do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.318-325, 2001.
- 16 CARROL, J.; WHITTINGHAM, D.G.; WOOD, M.J.; TELFER, E.; GOSDEN, R. G.
17 Extra-ovarian production of mature viable mouse oocytes from frozen primary
18 follicles. **Journal of Reproduction and Fertility**, v.90, p.321-327, 1990.
- 19 CARVALHO, J. B. P.; CARVALHO, N. A. T.; REIS, E. L.; NICHI, M.; SOUZA, A. H.;
20 BARUSELLI, P. A. Effects of early luteolysis in progesterone-based timed AI
21 protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers.
22 **Theriogenology**, v. 69, p. 169-175, 2008.
- 23 COSTA, R.; TEIXEIRA, B.B.; YOKOO, M.; CARDOSO, F. Economic selection
24 indexes for Hereford and Braford cattle raised in Southern Brazil. **J. Anim. Sci.** v. 95,
25 p. 2825–2837, 2017.
- 26 DEPEC – DEPARTAMENTO DE PESQUISAS E ESTUDOS ECONÔMICOS. **Carne**
27 **bovina – Abril de 2017.** Disponível em:
28 <https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_carne_bovina.pdf>.
29 Acesso em: 10 nov. 2018.
- 30 DOYLE, S.P.; GOLDEN, B.L.; GREEN, R.D.; BRINKS, J.S. Additive genetic
31 parameter estimates for heifer pregnancy and subsequent reproduction in Angus
32 females. **J. Anim. Sci.**, v. 78, p. 2091, 2000.
- 33 ELER, J.P.; VAN VLECK, L.D.; FERRAZ, J.B. Estimation of variances due to direct
34 and maternal effects for growth traits of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**,
35 v.73, p. 3253-3258, 1995.
- 36 ELER, J.P.; SILVA, J.A.II.V.; FERRAZ, J.B.S.; GOLDEN, B. L. Genetic evaluation of
37 the probability of pregnancy at 14 months for Nellore heifers. **Journal of**
38 **Animal Science.**, v.80, p.951-954, 2002.

- 1 ELER, J.P.; BIGNARDI, A.B.; FERRAZ, J.B.S.; JR, M.L.S. Theriogenology genetic
2 relationships among traits related to reproduction and growth of Nelore females.
3 **Theriogenology**, v. 82, p. 708–714, 2014.
- 4 ERENO, R. L.; BARREIROS, T. R. R.; SENEDA, M. M.; BARUSELLI, P. S.;
5 PEGORER, M. F.; BARROS, C. M. Taxa de prenhez de vacas Nelore lactantes
6 tratadas com progesterona associada à remoção temporária de bezerros ou
7 aplicação de gonadotrofina coriônica equina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.
8 36, p. 1288-1294, 2007.
- 9 ERICKSON, B. H. Development and Senescence of the Postnatal Bovine Ovary.
10 **Journal of Animal Science**, v. 25, p. 800-805, 1966.
- 11 EUCLIDES FILHO, K. Evolução do melhoramento genético de bovinos de corte no
12 Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, p. 620-626, 2009.
- 13 EVANS, J.L.; GOLDEN, B.L.; BOURDON, R.M.; LONG, K.L. Additive genetic
14 relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle.
15 **J. Anim. Sci.**, v. 77, p, 2621, 1999.
- 16 FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L.G.; REYES, A.;
17 BEZERRA, L. A.F.; LÔBO, R. B. Análise bayesiana na estimação de correlações
18 genéticas entre escores visuais e características reprodutivas de bovinos Nelore
19 utilizando modelos linear-limiar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**
20 **Zootecnia**, v.61, p.949-958, 2009.
- 21 FERRAZ FILHO, P. B.; RAMOS, A. A.; SILVA, L. O. C.; ALENCAR, M. M.;
22 MALHADO, C. H. M. Tendência genética dos efeitos diretos e materno sobre os
23 pesos à desmama e pós-desmama de bovinos da raça tabapuã. **Revista Brasileira**
24 **de Zootecnia**, v. 31, p. 635-640, 2002.
- 25 FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems – An example from Brazil.
26 **Meat Science**, v. 84, p. 238-243, 2010.
- 27 FERREIRA, M. C. N.; MIRANDA, R.; FIGUEIREDO, M. A.; COSTA, O. M.;
28 PALHANO, H. B. Impacto da condição corporal sobre a taxa de prenhez de vacas da
29 raça nelore sob regime de pasto em programa de inseminação artificial em tempo
30 fixo (IATF). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, p. 1861-1868, 2013.
- 31 FIGUEIREDO, R.A.; BARROS, C.M.; PINHEIRO, O.L. E.; SOLE, J.M.P. Ovarian
32 follicular dynamics in Nellore breed (*Bos indicus*) cattle. **Theriogenology**, New York,
33 v.47, p.1489-1505, 1997.
- 34 FIGUEIREDO, J.R.; FREITAS, V.J.F. **Biotécnicas Aplicadas à Reprodução**
35 **Animal**. São Paulo: Livraria Varela, p. 227-256, 2002.
- 36 FONTES, P. K.; ERENO, R. L.; PEIXOTO, A. R.; CARVALHO, R. F.; SCARANO, W.
37 R.; TRINCA, L. A.; BARROS, C. M.; CASTILHO, A. C. S. Can the antral follicular
38 count modulate the gene expression of bovine oviducts in Aberdeen Angus and
39 Nelore heifers?. **Plos One**, v. 13, p. 1-30, 2018.

- 1 FORABOSCO, F.; BOETTCHER, P.; BOZZI, R.; FILIPPINI, F.; BIJMA, P. genetic
2 selection strategies to improve longevity in Chianina beef cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 5,
3 p. 117–127, 2006.
- 4 FORDE, N.; BELTMAN, M. E.; LONERGAN, P.; DISKIN, M.; ROCHE, J. F.; CROWE,
5 M. A. Oestrous cycles in *Bos taurus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 124,
6 p. 163-169, 2011.
- 7 FORMIGONI, I.B.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, J.A.I.V.; ELER, J.P.; BRUMATTI, R.C.
8 Valores econômicos para habilidade de permanência e probabilidade de prenhez
9 aos 14 meses em bovinos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** p. 220–226, 2005.
- 10 GARRICK, D.J.; GOLDEN, B.L. Producing and using genetic evaluations in the
11 United States beef industry of today. **J. Anim. Sci.**, v. 87, p. 11–18, 2009.
- 12 GIMENES, L. U.; SA, M. F.; CARVALHO, N. A. T.; TORRES, J. R. S.; SOUZA, A. H.;
13 MADUREIRA, E. H.; TRINCA, L. A.; SATORELLI, E. S.; BARROS, C. M.;
14 CARVALHO, J. B. P.; MAPLETOFT, R. J. BARUSELLI, P. S. Follicle deviation and
15 ovulatory capacity in *Bos indicus* heifers, **Theriogenology**, New York, v. 69. n. 7, p.
16 852- 858, 2008.
- 17 GINTHER, O. J.; WILTBANK, M. C.; FRICKE, P. M.; GIBBONS, J. R.; KOT, K.
18 Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology of Reproduction**, v. 55, p. 1187-
19 1194, 1996.
- 20 GINTHER, O. J.; BEGM M. A.; DONADEU, F. X.; BERGFELT, D.R. Mechanism of
21 follicle deviation in monovular farm species. **Animal Reproduction Science**, v. 78,
22 p. 239-257, 2003.
- 23 GRESSLER, S. L. BERGAMANN, C.S.P.; PEREIRA, C.S.; PENNA, V. M.; PEREIRA,
24 J. C. C.; GRESSLER, M. G. M. Estudo das associações genéticas entre perímetro
25 escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de**
26 **Zootecnia**, v.29, p.427-437, 2000.
- 27 GRESSLER, M. G. M.; PEREIRA, J. C. C.; BERGMANN, J. A. G.; ANDRADE, V. J.;
28 PAULINO, M. F.; GRESSLER, S. L. Aspectos genéticos do peso à desmama e de
29 algumas características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Arquivo Brasileiro de**
30 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 53-538, 2005.
- 31 GUERREIRO, D. D.; CARVALHO, A. A.; LIMA, L. F.; RODRIGUES, G. Q.;
32 FIGUEIREDO, J. R.; RODRIGUES, A. P. R. Impacto dos genes antineoplásicos
33 sobre os folículos ovarianos e importância das biotécnicas reprodutivas na
34 preservação da fertilidade humana. **Reprodução e Climatério**, v. 30, n. 2, p. 90-99,
35 2015.
- 36 HIRSHFIELD, A. N. Development of follicles in the mammalian ovary. **International**
37 **Review of Cytology**, v. 124, p. 43-101, 1991.
- 38 IRELAND, J.; WARD, F.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; IRELAND, J. L. H.; SMITH, G. W.;
39 LONERGAN, P.; EVANS, A. C. O. Follicle numbers are highly repeatable within
40 individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the

- 1 proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. **Human**
2 **Reproduction**, v. 22, p. 1687-1695, 2007.
- 3 IRELAND, J. L. H.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; THEMME, A. P. N.;
4 WARD, F.; LONERGAN, P.; SMITH, G. W.; PEREZ, G. I.; EVANS, A. C. O.;
5 IRELAND, J. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy
6 oocytes and follicles in ovaries of Young adult cattle. **Biology of Reproduction**, v.
7 79, p. 1219-1225, 2008.
- 8 IRELAND, J.J., SMITH, G.W., SCHEETZ, D., JIMENEZ-KRASSEL, F., FOLGER,
9 J.K., IRELAND, J.L., MOSSA, F., LONERGAN, P., EVANS, A.C. Does size matter in
10 females? An overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on
11 ovarian function and fertility, utility of anti-mullerian hormone as a diagnostic marker
12 for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. **Reproduction,**
13 **Fertility and Development**, v. 23, p. 1–14, 2011.
- 14 JAMROZIK, J.; MCGRATH, S.; KEMP, R.A.; MILLER, S.P. Estimates of genetic
15 parameters for stayability to consecutive calvings of Canadian Simmentals by
16 random regression models. **J. Anim. Sci.**, v. 91, p. 3634–3643, 2013.
- 17 JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J. K.; IRELAND, J. L. H.; SMITH, G. W.; HOU,
18 X.; DAVIS, J. S.; LONERGAN, P.; EVANS, A. C. O.; IRELAND, J. J. Evidence that
19 high variation in ovarian reserves of healthy young adults has a negative impact on
20 the corpus luteum and endometrium during estrous cycles in cattle. **Biology of**
21 **Reproduction**, v. 80, p. 1272-1281, 2009.
- 22 KOYAMA, K.; KOYAMA, T.; SUGIMOTO, M. Repeatability of antral follicle count
23 according parity in dairy cows. **Journal of Reproduction and Developmental**, 2018.
- 24 LAMB, G. C.; DAHLEN, C. R.; LARSON, J. R.; MARQUEZINI, G.; STEVENSON, J.
25 S. Control of the estrous cycle to improve fertility for fixed-time artificial insemination
26 in beef cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 181-192, 2010.
- 27 LASKE, C.H.; BORGES, B.; TEIXEIRA, M.; JOSÉ, N.; DIONELLO, L.; CARDOSO,
28 F.F. Breeding objectives and economic values for traits of low input family- based
29 beef cattle production system in the state of Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Zootec.**
30 v. 41, p. 298–305, 2012.
- 31 LAUREANO, M. M. M.; BOLIGON, A. A.; COSTA, R. B.; FORNI, S.; SEVERO, J. L.
32 P.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativa de herdabilidade e tendências genéticas para
33 características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo**
34 **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 143-152, 2011.
- 35 LIMA-VERDE, I. B.; ROSSETO, R.; FIGUEIREDO, J. R. Influência dos hormônios
36 esteróides na foliculogênese. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, p.
37 472-482, 2011.
- 38 LUCCI, C.M.; SILVA, R.V. CARVALHO, C.A.; FIGUEIREDO, R.; BÃO, N. Light
39 microscopical and ultrastructural characterization of goat preantral follicles. **Small**
40 **Ruminant Research**, North Carolina, v. 41, p. 61-69, 2001.

- 1 MARCONDES, C.R.; PANETO, J.C.C.; SILVA, J.A.I.V.; OLIVEIRA, H.N.; LOBO, R.B.
2 Comparação entre análises para permanência no rebanho de vacas Nelore
3 utilizando modelo linear e modelo de limiar. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 57, p.
4 234–240, 2005.
- 5 MARTINEZ, M. F.; SANDERSON, N.; QUIRKE, L. D.; LAWRENCE, S. B.;
6 JUENGEL, J. L. Association between antral follicle count and reproductive measures
7 in New Zealand lactating dairy cows maintained in a pasture-based production
8 system. **Theriogenology**, v. 85, p. 466-475, 2016.
- 9 MARTINS, C. M.; CASTRICINI, E. S. C.; SÁ FILHO, M. F.; GIMENES, L.U.;
10 BARUSELLI, P. S. Dinâmica folicular de vacas Nelore tratadas com Cipionato ou
11 Benzoato de estradiol em protocolos de inseminação artificial em tempo fixo. **Acta**
12 **Scientiae Veterinarie**, v. 33, p. 285, 2005.
- 13 MCALLISTER, C.M.; SPEIDEL, S.E.; CREWS, D.H.; ENNS, R.M. Genetic
14 parameters for intramuscular fat percentage, marbling score, scrotal circumference,
15 and heifer pregnancy in Red Angus cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 89, p. 2068–2072, 2011.
- 16 MENDONÇA, H. G. R.; SANTOS, G. M. G.; SILVA-SANTOS, K. C.; BARREIROS, T.
17 R. R.; BLASCHI, W.; MOROTTI, F.; MORAES, F. L. Z.; SENEDA, M. M. Pregnancy
18 rates following FTAI of Nelore heifers (*Bos indicus*) with high, intermediate and low
19 numbers of antral follicles. **Animal Reproduction**. v. 10, p.452, 2013.
- 20 MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N. Estimativas de (Co)
21 Variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um
22 rebanho Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 997-1004, 2000.
- 23 MIHM, M.; BLEACH, E. C. L Endocrine regulation of ovarian antral follicle
24 development in cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 78, p. 217–237, 2003.
- 25 MORAIS, K. L. **Estudo das relações entre características de crescimento,**
26 **produtivas e reprodutivas em fêmeas da raça Nelore.** 2010. 32f. Monografia
27 (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2010.
- 28 MOROTTI, F.; BARREIROS, T. R. R.; MACHADO, F. A.; GONZÁLEZ, S. M.;
29 MARINHO, L. S. R.; SENEDA, M. M. IS the number of antral follicle an interesting
30 selection criterium for fertility in cattle?. **Animal Reproduction**, v. 12, p. 479-486,
31 2015.
- 32 MOROTTI, F. **Influência da contagem de folículos antrais na dinâmica folicular**
33 **ovariana e nos parâmetros de mérito genético de fêmeas bovinas.** 2016. 100f.
34 Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina,
35 Londrina, 2016.
- 36 MOROTTI, F.; SANTOS, G. M. G.; KOETZ JÚNIOR, C.; SILVA-SANTOS, K. C.;
37 ROSO, V. M.; SENEDA, M. M. Correlation between phenotype, genotype and antral
38 follicle population in beef heifers. **Theriogenology**, v. 15, n. 91, p. 21-26, 2017.
- 39 MOROTTI, F.; MORETTI, R.; SANTOS, G. M. G.; SILVA-SANTOS, K. C.;
40 CERQUEIRA, P. H. R.; SENEDA, M. M. Ovarian follicular dynamics and conception

- rate in *Bos indicus* cows with different antral follicle counts subjects to timed artificial insemination. **Animal Reproduction Science**, v. 188, p. 170-177, 2018.
- MOSSA, F.; WALSH, S. W.; BUTLER, S. T.; BERRY, S. T.; BERRY, D. P.; CARTER, F.; LONERGAN, P.; SMITH, G. W.; IRELAND, J. J.; EVANS, A. C. O. Low numbers of ovarian follicles ≥ 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 2355-2361, 2012.
- NAGAI, K.; YANAGAWA, Y.; KATAGIRI, S.; NAGANO, M. The relationship between antral follicle count in a bovine ovary and developmental competence of in vitro-grown oocytes derived early antral follicles. **Biomedical Research**, v. 37, p. 63-71, 2016.
- NOGUEIRA, M. F. G.; BARROS, C. M. Timing of ovulation in Nelore cows superstimulated with P36 protocol. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 31, p. 509, 2003.
- NOGUEIRA, M.F.G.; BURATINI, JR.J.; BARROS, C.M. Tratamento com hCG e LH, como indutores da ovulação em doadoras superestimuladas da raça Nelore, não altera a produção embrionária ou a taxa de prenhez. **Acta Scientiae Veterinariae**. v.33, p.263, 2005
- OLIVEIRA, H. N.; LÔBO, R. B.; PEREIRA, C. S. Relationship among growth parameters, weights and reproductive traits in Guzera beef cows. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 1994, Guelph. **Anais...** Guelph, 1994, p.19.
- OLIVEIRA JUNIOR, J. S.; CARDOSO, C. J. T.; SILVA, W. A. L.; KISCHEL, H.; SOUZA, M. B.; ANDRADE, E. R.; NOGUEIRA, E.; SILVA-SANTOS, K. C.; SENEDA, M. M.; MELO-STERZA, F. A. Antral follicles population in heifers and cows of Nelore and Girolando breeds. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 3741-3750, 2015.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1676-1683, 2000.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.703-708, 2002.
- PEREIRA, J. C. C.; RIBEIRO, S. H. A.; SILVA, M. A.; BERGMANN, J. A.G.; COSTA, M. D. Análise genética de características ponderais e reprodutivas de fêmeas bovinas Tabapuã. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, p. 231-236, 2005.
- PEREIRA, C.; FARIA, U. C.; LÔBO, R. A importância da qualidade da informação na predição de valores genéticos para características de crescimento em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, p. 465-473, 2017.
- PINHEIRO, O.L.; BARROS, C.M.; FIGUEREDO, R.A.; VALLE, E.R.; ENCARNÇÃO, R.O.; PADOVANI, C.R. Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin

- 1 F2 alpha or norgestomet and estradiol valerate. **Theriogenology**, v.49, p.667-681,
2 1998.
- 3 PIRES, B.C.; THOLON, P.; BUZANSKAS, M.E.; SBARDELLA, A.P.; ROSA, J.O.;
4 CAMPOS DA SILVA, L.O.; TORRES, R.A.D.A.; MUNARI, D.P.; MELLO DE
5 ALENCAR, M. Genetic analyses on bodyweight, reproductive, and carcass traits in
6 composite beef cattle. **Anim. Prod. Sci.**, v. 57, p. 415–421, 2017.
- 7 PONTES, J. H. F.; MELO-STERZA, F. A.; BASSO, A. C.; FERREIRA, C. R.;
8 SANCHES, B. V.; RUBIN, K. C. P.; SENEDA, M. M. Ovum pick up, *in vitro* embryo
9 production, and pregnancy rates from a large-scale commercial program usin Nelore
10 Cattle (*Bos indicus*) donors. **Theriogenology**, v. 75, p. 1640-1646, 2011.
- 11 PURSLEY, J. R.; MEE, M. O.; WILTBANK, M. C. Synchronization of ovulation in
12 dairy cows using PGF2 α and GnRH. **Theriogenology**, v.44, p.915 – 923, 1995.
- 13 REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. São Paulo, SP: Roca Ltda,
14 1996, 856p.
- 15 REIS, E. L.; GIMENES, L. U.; MARQUES, M. O.; CARVALHO, J. B. P.;
16 MAPLETOFT, R. J.; BARUSELLI, P. S. Efeitos do Cipionato e o Benzoato de
17 estradiol na dinâmica folicular e luteínica de vacas Nelore. **Acta Scientiae**
18 **Veterinariae**, v. 32, p. 236, 2004.
- 19 RODRIGUES, A. S.; OLIVEIRA, S. N.; LOIOLA, M. V. G.; FERRAZ, P. A.;
20 CHALHOUB, M.; BITTENCOURT, R. F.; ARAUJO, E. A. B.; BITTENCOURT, T. C. B.
21 S. C.; RIBEIRO FILHO, A. L. Contagem de folículos antrais em fêmeas Nelore
22 submetidas a inseminação artificial em tempo fixo. **Ciência Rural**, v. 45, p. 711-717,
23 2015.
- 24 ROSA, C. O.; MARINHO, L. S. R.; ROSA, P. R. A.; CESARO, M. P.; LUNARDELLI,
25 P. A.; SILVA-SANTOS, K. C.; BASSO, A. C.; BORDIGON, V.; SENEDA, M. M.
26 Molecular characteristics of granulosa and cumulus cells and oocyte competence in
27 Nelore cows with low and high numbers of antral follicles. **Reproduction in**
28 **Domestic Animals**, v. 53, p. 921-929, 2018.
- 29 SADEU, J. C.; CORTVRINDT, R.; KASTERTEIN, E.; SMITZ, J. Morphological and
30 ultrastrutural evaluation of cultured froze-thawed human fetal ovarian tissue. **Fertility**
31 **and Sterility**, v. 85, n. 1, p. 1130-1141, 2006.
- 32 SANTOS, G. M. G. **Comparação da taxa de concepção à IATF e produção *in***
33 ***vitro* de embrião entre vacas Nelore com alta, intermediária e baixa contagem**
34 **de folículos antrais**. 2013. 81f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade
35 Estadual de Londrina, Londrina, 2013.
- 36 SANTOS, G. M. G.; SILVA-SANTOS, K. C.; BARREIROS, T. R. R.; MOROTTI, F.;
37 SANCHES, B. V.; MORAES, F. L. Z.; BLASCHI, W.; SENEDA, M. M. High numbers
38 of antral follicle are positively associated with *in vitro* embryo production but not the
39 conception rate for FTAI in Nelore cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 165, p.
40 17-21, 2016.

- 1 SARMENTO, J. L. R.; PIMENTA FILHO, E. C.; RIBEIRO, M. N.; MARTINS FILHO,
2 R. Efeitos ambientais e genéticos sobre o ganho de peso diário de bovinos Nelore
3 no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 325-330, 2003.
- 4 SARTORELLI, E. S.; CARVALHO, L. M.; BERGFELT, D. R.; GINTHER, O. J.;
5 BARROS, C. M. Morphological characterization of follicle deviation in Nelore
6 (*Bosindicus*) heifers and cows. **Theriogenology**, v. 63, p. 2382-2394, 2005.
- 7 SARTORI, R.; PRATA, A. B.; FIGUEIREDO, A. C. S.; SANCHES, B. V.; PONTES, G.
8 C. S.; VIANA, J. H. M.; PONTES, J. H.; VASCONCELOS, J. L. M.; PEREIRA, M. H.
9 C.; DODE, M. A. N.; MONTEIRO JUNIOR, P. L. J.; BARUSELLI, P. S. Update and
10 overview on assisted reproductive Technologies (ARTs) in Brazil. **Animal**
11 **Reproduction**, v. 13, n.3, p. 300-312,2016.
- 12 SCHMITT, E. J.; DROST, M.; DIAZ, T.; ROOMES, C.; THATCHER, W. W. Effect of a
13 gonadotropin-releasing hormone agonist on follicle recruitment and pregnancy rate in
14 cattle. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 154-161, 1996.
- 15 SEGERSON, E. C.; HANSEN, T. R.; LIBBY, D. W.; RANDER, R. D.; GETZ, W. R.
16 Ovarian and uterine morphology and function in angus and brahman cows. **Journal**
17 **of Animal Science**, v. 59, 1026-1046, 1984.
- 18 SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; BARBOSA, R. T.; BARBOSA, P. F.;
19 OLIVEIRA, M. C. S.; CORRÊA, L. A.; NOVAES, A. P.; TULLIO, R. R. Herdabilidades
20 e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características
21 reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de**
22 **Zootecnia**, v.29, p.2223-2230, 2000.
- 23 SILVA, I.D.V.; AUGUSTO, J.; DIAS, L.T.; ALBUQUERQUE, L.G. Estudo Genético da
24 Precocidade Sexual de Novilhas em um Rebanho Nelore Genetic Studies of Sexual
25 Precocity of Heifers in a Nellore Herd. **Bras. Zootec.**, v. 34, p. 1568-1572, 2005.
- 26 SILVA-SANTOS, K. C. F.; SANTOS, G. M. G.; SILOTO, L. S.; HERTEL, M. F.;
27 ANDRADE, E. R.; RUBIN, M. I. B.; STURION, L.; STERZA, F. A. M.; SENEDA, M. M.
28 Estimate os the population of preantral follicles in the ovaries of *Bos Taurus indicus*
29 and *Bos Taurus taurus* females. **Theriogenology**, v. 76, p. 1051-1057, 2011.
- 30 SILVA-SANTOS, K. C.; SANTOS, G. M. G.; KOETZ JUNIOR, C.; MOROTT, F.;
31 SILOTO, S. L.; MARCANTONIO, T. N.; URBANO, M. R.; OLIVEIRA, R. L.; LIMA, D.
32 C. M.; SENEDA, M. M. Antral follicle population and embryo production – *in vitro* and
33 *in vivo* – of *Bos indicus-taurus* donors from weaning ro yearling ages. **Reproduction**
34 **in DomesticAnimals**, v. 49, p. 228-232, 2014.
- 35 SNELLING, W. M.; CUSHMAN, R. A.; FORTES, M. R. S.; REVERTER, A.; BENNET,
36 G. L.; KEELE, J. W.; KUEHN, L. A.; MCDANELD, T.G.; THALLMAN, R. M.;
37 THOMAS, M. G. How sigle nucleotide polymorphism chips will advance our
38 knowldge of factors controlling puberty anda id in selecting replacement beef
39 females. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 1152-1165, 2012.

- 1 TANAKA, A. L. R.; NEVES, H. H. R.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHEIRO, R.;
2 QUEIROZ, S. A. Índice de seleção bioeconômico para fêmeas de corte da raça
3 Nelore. **Archivos de Zootecnia**, v. 26, p. 537-548, 2012.
- 4 VAN DEN HURK, R.; BEVERS, M.M.; BECKERS, J.F. In vivo and in vitro
5 development of preantral follicles. **Theriogenology**, v. 47, p. 73-82, 1997.
- 6 VASCONCELOS, J.L.M.; SILCOX, M.R.W.; PURSLEY, J.R.; WILTBANK, M. C.
7 Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after
8 synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in
9 lactating dairy cows. **Theriogenology**, v.52, p.1067-1078, 1999.
- 10 VAZ, R.Z.; LOBATO, J.F.P. Efeito da idade de desmame no desempenho
11 reprodutivo de novilhas de corte expostas à reprodução aos 13/15 meses de
12 idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.142-150, 2010.
- 13 VIEIRA, A.; LOBATO, J.F.P.; CORRÊA, E.S.; TORRES JÚNIOR, R.A.A; COSTA,
14 F.P. Desenvolvimento e desempenho reprodutivo de novilhas Nelore criadas a pasto
15 nos cerrados do Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35,
16 p.186-192, 2006.
- 17 WALSH, S. W.; MOSSA, R.; BUTLER, S. T.; BERRY, D. P.; SCHEETZ, D.;
18 JIMENEZ-KRASSEL, F.; TEMPELMAN, R. J.; CARTER, F.; LONERGAN, P.;
19 EVANS, A. C. O.; IRELAND, J. J. Heritability and impact of environmental effects
20 during pregnancy on antral follicle count in cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 97,
21 1-9, 2014.
- 22
- 23 WHEELER, T.; CUNDIFF, L.; KOCH, R. Effect of marbling degree on beef palatability
24 in bos taurus and bos indicus cattle. **J. Anim. Sci.**, v. 72, p. 3145–3151, 1994.
- 25
- 26

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar características reprodutivas e eficiência de fêmeas Nelore (*Bos indicus*) com diferentes contagens de folículos antrais.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e correlacionar a taxa de concepção à IATF de fêmeas Nelore com diferentes CFAs;
- Avaliar a influência das estruturas ovarianas na contagem de folículos antrais de fêmeas Nelore;
- Avaliar a influência da idade sobre a CFA e taxa de concepção à IATF;
- Avaliar a influência do peso sobre a CFA e taxa de concepção à IATF;
- Correlacionar a intensidade de estro e o diâmetro do folículo pré-ovulatório com a CFA;

CAPÍTULO II – ARTIGO CIENTÍFICO

Artigo redigido conforme as normas da revista *Theriogenology*

Artigo I – Características reprodutivas de fêmeas Nelore com diferentes contagens de folículos antrais

Reproductive characteristics of Nelore females with different antral follicle counts

GHELLER, Janaina Menegazzo^{a1*}; MELO-STERZA, Fabiana de Andrade^{a2}

^a *Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – Aquidauana/MS*

25 Rodovia Graziela Maciel Barrozo, Km 12 Zona Rural, Aquidauana – MS, CEP:

79200-000

¹janainagheller@hotmail.com * Autor para correspondência

²fabiana.sterza@uems.br

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar as estruturas ovarianas (FD; folículo dominante e CL; corpo lúteo), intensidade de estro, medidas ultrassonográficas de avaliação de carcaça (AOL; área de olho de lombo e EG; espessura de gordura) e o desempenho reprodutivo à IATF de fêmeas Nelore com diferentes contagens de folículos antrais (CFA). Foram utilizadas 138 nulíparas ($15,3 \pm 1,7$ meses) e 565 pluríparas ($69,7 \pm 36,1$ meses) da raça Nelore. Os ovários das fêmeas foram avaliados por exame ultrassonográfico no D0 do protocolo de IATF, a que foram submetidas. A taxa de concepção à primeira IATF e a prenhez ao final da estação foi de 15,9% e 45,1%, e 52,3% e 78,9%, para nulíparas e pluríparas respectivamente. Para as nulíparas as melhores taxas de prenhez ao final da estação foram

encontradas para fêmeas baixa CFA ($r=-0,27708$; $p<0,05$) e maior ECC ($r=0,23431$; $p<0,05$), enquanto que animais com maior AOL foram menos eficientes na concepção à primeira IATF ($r=-0,23657$; $p<0,05$). Para as pluríparas as melhores taxas de concepção foram encontradas para as fêmeas com menor CFA ($r=-0,09587$; $p<0,05$), maior peso corporal ($r=0,12293$; $p<0,05$) e com presença de CL no início do protocolo ($r=0,2261$; $p<0,05$). Para nulíparas e pluríparas a presença de folículo dominante nos ovários influenciou a CFA ($r=-0,3795$ e $r=-0,15851$; $p<0,05$), enquanto que a presença de CL não interfereu. Foi encontrada alta correlação entre a CFA dos ovários direito e esquerdo com a CFA total. Não foi encontrada correlação entre o diâmetro do FD e a CFA ($p>0,05$), no entanto houve relação entre a intensidade de expressão do estro e a CFA ($r=-0,45881$; $p<0,05$). Não foram encontradas correlações entre as medidas ultrassonográficas de carcaça e a CFA ($p>0,05$). Dessa forma, conclui-se que fêmeas nulíparas e pluríparas da raça Nelore com CFA baixa apresentam melhor taxa de prenhez nos programas de IATF, além disso a CFA é influenciada negativamente pela presença de FD. Além disso, a avaliação ultrassonográfica de um único ovário, na ausência de folículo dominante e independente da presença de CL, pode ser indicada para estimar a população de folículos totais do animal.

Palavras-chave: IATF, ovários, população folicular, prenhez.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the ovarian structures (DF, dominant follicle and CL, corpus luteum), estrus intensity, ultrasonographic measurements of carcass evaluation (LEA, loin eye area and FT, fat thickness) Nelore females with different antral follicle counts (AFC). A total of 138 nulliparous

(15.3 ± 1.7 months) and 565 pluriparous (69.7 ± 36.1 months) Nelore breed were used. Female ovaries were evaluated by ultrasound examination at the D0 of the FTAI protocol, to which they were submitted. The conception rate at the first FTAI and the pregnancy at the end of the season was 15.9% and 45.1%, and 52.3% and 78.9%, respectively, for nulliparous and pluriparous respectively. For the nulliparous females, the best pregnancy rates at the end of the season were found for females with low AFC ($r=-0.27708$; $p<0.05$) and higher BCS ($r=0.23431$; $p<0.05$), while that animals with higher LEA were less efficient at conception at the first FTAI ($r=0.23657$; $p<0.05$). For the pluriparas the best conception rates were found for females with lower AFC ($r=-0.09587$; $p<0.05$), higher body weight ($r=0.12293$; $p<0.05$) and presence of CL at the beginning of the protocol ($r=0.2261$, $p<0.05$). For nulliparous and pluriparous females, the presence of dominant follicle in the ovaries influenced AFC ($r=-0.3795$ and $r=-0.15851$; $p<0.05$), whereas the presence of CL did not interfere. A high correlation was found between the AFC of the right and left ovaries with total AFC. No correlation was found between the diameter of the DF and the AFC ($p>0.05$), however there was a correlation between the estrus expression intensity and the AFC ($r=-0.45881$; $p<0.05$). No correlations were found between ultrasound measurements of carcass and AFC ($p>0.05$). Thus, it is concluded that nulliparous and pluriparous females of the Nelore breed with low AFC present a better pregnancy rate in the FTAI programs and the AFC is negatively influenced by the presence of DF. In addition, the ultrasonographic evaluation of a single ovary, in the absence of dominant follicle and independent of the presence of CL, may be indicated to estimate the population of total follicles of the animal.

Key words: FTAI, ovaries, follicular population, pregnancy.

1. Introdução

Os sistemas de produção de bovinos têm buscado cada vez mais identificar animais eficientes, os quais podem ser obtidos por meio de práticas de manejo eficazes aliadas ao uso de tecnologia [1]. O uso de biotecnologias reprodutivas em associação aos programas de melhoramento genético tem se apresentado como uma boa estratégia para melhorar a produção pecuária em espaço de tempo mais curto [2].

O grande avanço no uso de técnicas aplicadas a reprodução, principalmente a inseminação artificial e produção de embriões [3] aconteceu em decorrência do maior conhecimento da fisiologia envolvida no ciclo estral da fêmea bovina [4]. Dessa forma, iniciaram-se os estudos sobre a contagem de folículos antrais (CFA) e sua influência no desempenho reprodutivo de vacas [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16].

Embora haja alta variação da população folicular entre os indivíduos, existe alta repetibilidade individual, tornando possível classificar as fêmeas de acordo com a CFA por um único exame ultrassonográfico [5, 13, 17].

Estudos realizados com fêmeas *Bos taurus* indicaram relação positiva da CFA com a fertilidade [10, 17, 18] e pior desempenho reprodutivo de fêmeas com baixa CFA [6, 9, 10, 19].

Resultados diferentes foram demonstrados em *Bos indicus*. Santos et al. (2016) [14] observaram que apesar de fêmeas de alta CFA apresentarem um número maior de embriões viáveis produzidos *in vitro*, apresentaram as menores taxas de concepção à IATF [14], condição também observada por Mendonça et al. (2013) [20] e Morotti et al. (2018) [16]. No entanto, resultados controversos também

já foram demonstrados [21] tornando necessária a melhor investigação dessa ferramenta.

Realizar as avaliações da CFA e sua relação com o desempenho reprodutivo em fêmeas ainda jovens (11 a 15 meses), é de grande importância, pois dessa forma é possível identificar e selecionar precocemente animais com melhor desempenho, tornando os ciclos produtivos mais curtos e eficientes [22].

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar características reprodutivas e a taxa de concepção à IATF de fêmeas Nelore nulíparas e pluríparas, pertencentes a rebanhos melhorados geneticamente, de acordo com a contagem de folículos antrais.

2. Material e Métodos

O presente estudo foi conduzido de acordo com as normas do Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, baseado na Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto 6.899, de julho de 2009, aprovado sob o número 030/2017.

2.1 Local e animais

Esse trabalho foi realizado durante a estação de monta, entre os meses de outubro de 2017 e fevereiro de 2018, em três fazendas localizadas na área de transição entre o cerrado e o pantanal sul-matogrossense, com latitude e longitude 20° 29' 01" S e 55° 48' 25" W, 20° 49' 00" S e 56° 07' 0" W, 20° 26' 32" S e 54° 51' 37" W, respectivamente. O clima da região é tropical, com média anual de 27°C,

apresentando dois períodos bem marcados, chuvas entre outubro e abril e seca de julho ao final de setembro. As três propriedades trabalham como parceiras na produção de animais de alto valor genético, portanto os animais apresentam origens muito semelhantes entre si, o que faz dos rebanhos homogêneos.

O programa de IATF foi realizado com 138 nulíparas e 565 pluríparas da raça Nelore (*Bos indicus*) de alto valor genético, com idade média de $15,3 \pm 1,7$ meses e $69,7 \pm 36,1$ meses, respectivamente. O peso mínimo para as nulíparas serem acasaladas era de 270 kg, e o peso médio foi $303,1 \pm 21,4$ kg e para as pluríparas $432,9 \pm 63,1$ kg, e o escore de condição corporal (ECC) médio foi $3,3 \pm 0,4$ e $3 \pm 0,4$ respectivamente, em uma escala de 1 a 5 de acordo com Lowman et al. (1976) [23].

2.2 Design experimental

Para determinar a CFA foi realizada uma única avaliação dos ovários de cada fêmea, em um dia aleatório do ciclo estral, que nesse estudo foi considerado o D0 do protocolo de IATF.

Os dois ovários de cada fêmea foram avaliados utilizando aparelho de ultrassonografia (SonoScape A5 VET) e transdutor transretal 7,5 MHz, para visualização de todos os folículos antrais ≥ 3 mm, conforme descrito por Cardoso et al. (2018) [24], assim com do corpo lúteo (CL) e folículo dominante. Para contar os folículos, o operador realizava uma rotação lenta de 180° para garantir que todos os folículos fossem contados uma vez. A CFA de cada animal foi determinada pela soma dos folículos contados em cada um dos ovários.

O protocolo de IATF iniciava-se em um dia aleatório do ciclo estral com a inserção do implante intravaginal de 1,0 g progesterona (P_4 , CIDR[®], Zoetis, São

Paulo, Brasil) e aplicação intramuscular de 2 mg de benzoato de estradiol (BE; Gonadiol[®], MSD Saúde Animal, São Paulo, Brasil). No dia 8 ou 9, conforme o manejo estabelecido na propriedade, os implantes eram removidos e os animais recebiam 1,0mg de cipionato de estradiol (CE; ECP[®], Zoetis, São Paulo, Brasil), 25 mg de Dinoprost Trometamina (PGF2 α ; Lutalyse[®], Zoetis, São Paulo, Brasil) e 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (ECG; Novormon[®], MSD Saúde Animal, São Paulo, Brasil). No dia 10 ou 11, as fêmeas eram inseminadas utilizando sêmen de touros indicados pelos programas de acasalamento. 30 dias após a IATF era realizado o diagnóstico de gestação por ultrassonografia transretal. Ao final da estação de monta, 30 dias após a retirada dos touros de repasse o diagnóstico de gestação foi repetido.

Em um dos lotes de fêmeas pluríparas o diâmetro dos folículos dominantes (n=41) e o escore de remoção de tinta da cauda (ERTC) (n=80) foram avaliados. O ERTC indicava a intensidade da expressão de estro, identificada pela remoção completa, parcial ou nula no dia da IA (Silva et al., 2016) [25].

2.3 Análise estatística

As médias das variáveis CFA, presença de folículo dominante e corpo lúteo, peso, ECC, idade, prenhez, sêmen, número de doses para prenhez, diâmetro do folículo dominante, escore de remoção de tinta da cauda, área de olho de lombo, espessura de gordura foram obtidas pelo Proc MEANS do SAS versão 9.0. Todas as variáveis foram testadas pela análise de correlação de Pearson, pelo procedimento CORR do SAS versão 9.0, considerando $P < 0,05$ como significativo. A influência da fazenda e sêmen foram incluídos no modelo estatístico.

3. Resultados

A contagem de folículos antrais apresentou média de $21,5 \pm 9,6$ folículos, variando entre 8 e 54, para nulíparas, e $22,4 \pm 8,4$ folículos, com variação entre 8 e 57 para pluríparas. Para nulíparas, a taxa média de concepção à primeira IATF foi 15,9% e não foi influenciada pela CFA ($p>0,05$). Por outro lado, ao final da estação de monta a taxa média foi de 52,3% e foi maior para fêmeas com baixa CFA ($p<0,05$). Para pluríparas, a taxa média de concepção à primeira IATF foi 45,1% e foi maior para as fêmeas com menor CFA ($p<0,05$). Por outro lado, ao final da estação de monta a taxa média de prenhez foi de 78,9% e não observada relação com a CFA ($p>0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Taxas de concepção à primeira IATF e ao final da estação de monta de fêmeas Nelore de diferentes categorias e sua correlação com a CFA.

	Concepção à primeira IATF (%)	Correlação de Pearson (DG x CFA)		Prenhez ao final da estação de monta (%)	Correlação de Pearson (DG final x CFA)	
		r	p		r	P
Nulíparas	15,9%	-0,14821	0,0828	52,3%	-0,27708	0,0042
Pluríparas	45,1%	-0,09587	0,0027	78,9%	0,05521	0,2494

Foi considerada significativa diferença de $p<0,05$

Nulíparas com menor área de olho de lombo apresentaram maior taxa de concepção à primeira IATF ($p<0,05$). Como esperado nulíparas com maior ECC apresentaram maior taxa de prenhez ao final da estação de monta ($p<0,05$). Enquanto isso, pluríparas com presença de CL no início do protocolo e com maior peso corporal apresentaram melhor taxa de concepção à primeira IATF ($p<0,05$). Já para a taxa de prenhez ao final da estação não houve influência ($p>0,05$) de

nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 2). As demais características não citadas não apresentaram correlação com as taxas de concepção.

Tabela 2 - Correlação entre as taxas de concepção à primeira IATF e ao final da estação de monta, e a área de olho de lombo (cm²), presença de corpo lúteo no D0, peso e escore de condição corporal de fêmeas Nelore.

Categoria	Correlação de Pearson (entre ¹ e ²)		
	¹ Taxa de concepção à primeira IATF	r	P
Nulíparas	² Área de olho de lombo	-0,23657	0,0396
	² Presença de corpo lúteo	0,22261	<0,0001
Pluríparas	² Peso	0,12293	0,0085
	¹ Taxa de concepção ao final da estação de monta	r	P
Nulíparas	² Escore de condição corporal	0,23431	0,0161

Foi considerada significativa diferença de $p < 0,05$

Para ambas as categorias, foi encontrada alta correlação entre as populações foliculares dos ovários individualmente e a CFA total (soma da CFA dos dois ovários). No entanto, foi observado que ovários que apresentavam FD apresentaram menor CFA que no ovário contralateral nas duas categorias. Por outro lado, a presença de CL não influenciou a CFA ($p > 0,05$). O diâmetro do folículo pré-ovulatório apresentou tamanho médio de 11,2 mm ($\pm 3,03$) e não foi encontrada correlação ($p > 0,05$) entre essa medida e a CFA. Por outro lado, foi observada maior intensidade de expressão de estro para as fêmeas com menor CFA ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3 - Correlações encontradas entre parâmetros reprodutivos e avaliação ultrassonográfica de carcaça, e a contagem de folículos antrais de nulíparas e pluríparas da raça Nelore.

	Nulíparas			Pluríparas		
	Animais (n)	r	p	Animais (n)	r	P
FD vs CFA	138	-0,37395	<0,0001	565	-0,15851	0,0002
CL vs CFA	138	-0,02958	0,7305	565	-0,01949	0,6438
CFA OD vs CFA	138	0,90954	<0,0001	565	0,91082	<0,0001
CFA OE vs CFA	138	0,92096	<0,0001	565	0,88931	<0,0001
Intensidade do estro vs CFA				80	-0,45881	<0,0001
Diâmetro do FD vs CFA				41	0,07695	0,6325
Área de olho de lombo vs CFA	76	0,15253	0,1884			
Espessura de gordura vs CFA	76	0,22262	0,0532			

Foi considerada significativa diferença de $p < 0,05$

4. Discussão

O presente estudo demonstrou que fêmeas pluríparas da raça Nelore (*Bos indicus*) com menor CFA apresentam melhor desempenho reprodutivo nos programas de IATF, corroborando com os resultados encontrados por Morotti et al. (2018) [16] e contrário ao observado para fêmeas *Bos taurus*. Em animais *Bos taurus*, a baixa CFA representa pior desempenho reprodutivo, caracterizadas por tamanhos pequenos de ovário [6] menor probabilidade de prenhez [10], menores concentrações circulantes de AMH e progesterona [26] menor quantidade de embriões produzidos *in vivo* e *in vitro* [17] enquanto aquelas com alta CFA apresentaram melhor desempenho reprodutivo [6, 7, 9, 10, 18, 19, 27]. Resultados divergentes encontrados entre *Bos indicus* e *Bos taurus* devem-se provavelmente às

diversas diferenças fisiológicas entre as raças, principalmente as relacionadas a concentrações e metabolismo de hormônios esteroides, uma vez que já foi descrito que fêmeas *Bos taurus* apresentam maior metabolismo hepático desses hormônios resultando em menor concentração sérica dos mesmos, o que reflete diretamente nos mecanismos envolvidos nos processos reprodutivos [28, 29, 30].

Morotti et al. (2018) [16] demonstraram que vacas com menor número de folículos antrais no ovário, apresentam folículos terciários e pré-ovulatórios com maior diâmetro, sugerindo haver menor competição para ação hormonal e consequentemente maior eficiência dos hormônios gonadotróficos. Hipótese semelhante foi sugerida por Burns et al. (2005) [5] ao encontrarem uma relação inversamente proporcional entre a concentração de FSH e o número de folículos ($\geq 3\text{mm}$) visualizados durante o exame de ultrassonografia. No presente estudo a relação do diâmetro do folículo dominante no dia da IA com a CFA foi realizada em 9% do lote de pluríparas ($n=41$) e essa medida não interferiu na contagem folicular. No entanto, a intensidade do estro observada foi maior nos animais com CFA mais baixa. A utilização da tinta na cauda é um método para avaliação da intensidade de expressão de estro, e acredita-se que essa mesma intensidade também esteja relacionada ao tamanho do folículo dominante. Conforme os folículos vão se desenvolvendo há aumento das concentrações plasmáticas de estradiol, hormônio que é responsável pelo comportamento das fêmeas no estro, como a realização e aceitação da monta. Animais que recebem tinta na cauda e são montados perdem a intensidade da coloração da tinta, o que indica maior expressão de estro [25]. Por esse motivo, espera-se que animais com maior FD produzam maior quantidade de E_2 e tenham expressão de estro mais pronunciada. Dessa forma, acredita-se que as

duas variáveis (diâmetro do FD e ERTC) estão diretamente relacionadas, no entanto apresentaram comportamento diferente quando relacionadas a CFA.

A diferença entre os resultados pode ser explicada pelas diferenças existentes entre as condições climáticas da região de transição entre o cerrado e o pantanal sul mato-grossense e a região sul, onde foi realizado o estudo de Morotti et al. (2018) [16]. O clima predominantemente tropical, com altas temperaturas durante a estação de monta (outubro a março) pode desencadear estresse térmico e prejudicar os processos reprodutivos. Os efeitos do estresse térmico podem ser visualizados nas mudanças em nível hormonal, principalmente no que diz respeito aos hormônios responsáveis pelo desenvolvimento folicular, fazendo com que haja aumento do número de folículos pequenos e médios. Dessa forma há diminuição das concentrações de inibina, prejudicando a seleção de folículos maiores que chegariam até a ovulação, além de produzirem oócitos de pior qualidade [31]. Por outro lado, é preciso ser considerado que o número de animais que tiveram o diâmetro do FD avaliados nesse estudo foi pequeno e, portanto, a hipótese sugerida deve ser melhor estudada, uma vez que o ERTC apresentou resultado esperado com maior número de animais avaliados.

A taxa média de concepção das nulíparas, quando desafiadas à primeira IATF foi de 15,9%. Esperava-se que a taxa de concepção à primeira IATF de nulíparas fosse influenciada pela CFA, assim como observado nas pluríparas, no entanto não foi encontrada diferença significativa para essa categoria. Esse resultado sugere que na faixa etária em que as nulíparas foram submetidas a protocolo hormonal ($15,3 \pm 1,7$ meses), o sucesso à IATF está mais relacionado com as condições fisiológicas relacionadas a puberdade, a genética e a forma de manejo a que os animais são submetidos, como a forma e qualidade da alimentação fornecida e manejo sanitário.

A taxa de concepção das fêmeas nulíparas, embora tenha sido baixa (15,9%), está de acordo com o que foi encontrado para novilhas Nelore acasaladas aos 14 meses, que apresentaram taxa de prenhez média de 17% [32, 33, 34]. Mais recentemente Saran Junior et al. (2016) [35] observaram taxa de concepção média de 49,3% e 54,5% para novilhas Nelore, com e sem CL respectivamente, idade entre 18 e 24 meses, no entanto tratavam-se de fêmeas cíclicas, com maturidade uterina comprovada por meio de exame ginecológico, o que não foi avaliado no nosso trabalho. Para animais cruzados (*Bos indicus* x *Bos taurus*) Gassenferth et al. (2016) [36] também obtiveram taxa de prenhez mais alta para nulíparas quando comparadas ao nosso estudo, sendo muito próximas das encontradas para fêmeas pluríparas. Eles comparam a taxa de concepção de nulíparas cruzadas com idade de 15 meses *versus* nulíparas aos 27 meses de idade, e não observaram diferença (50,0% e 63,4%) entre as idades estudadas. Os resultados encontrados de prenhez das novilhas jovens à IATF sugerem, que a inclusão de fêmeas mais jovens nos programas reprodutivos é viável, porém a seleção de animais com genética para precocidade é essencial.

A divergência dos resultados encontrados para taxa de concepção de fêmeas jovens entre o presente estudo e os observados na literatura mais recente podem ser pelo fato de termos avaliado animais com idade inferior (15, $\pm$ 1,7 meses) *versus* 18 a 24 meses e condições de maturidade sexual diferentes (Saran Junior et al., 2016) [35], e também pelo fato dos grupos raciais utilizados serem diferentes (Red Angus x Nelore; [36]). Do ponto de vista fisiológico, fêmeas *Bos taurus* atingem a puberdade por volta dos 12 meses de idade, enquanto em *Bos indicus* reporta-se idade à puberdade por volta dos 24 meses. Novilhas cruzadas (*Bos taurus* x *Bos*

indicus) geralmente manifestam a puberdade em menor idade do que novilhas *Bos indicus*, porém mais velhas do que novilhas *Bos taurus*, por volta dos 16 meses [37].

O resultado encontrado para taxa de prenhez ao final da estação de monta para as nulíparas foi maior, representando um total de 52,3% e assemelha-se aos valores encontrados Saran Junior et al. (2016) [35] e Gassenferth et al. (2016) [36], reforçando a ideia de que é interessante iniciar as fêmeas na vida reprodutiva o mais cedo possível, desde que as mesmas apresentem condições ideais para tal. Além disso, a taxa de prenhez ao final da estação apresentou influência da CFA, de modo que as fêmeas com menor CFA apresentaram maior sucesso perante os desafios da IATF, semelhante ao que foi encontrado para as pluríparas no início da estação de monta. Recentemente Jimenez-Krassel et al. (2017) [22] ressaltaram a importância em se realizar avaliações em fêmeas jovens (11 a 15 meses) quanto a CFA e o desempenho reprodutivo. Ao contrário do que já foi vastamente descrito para animais *Bos taurus*, nesse trabalho os autores demonstraram que a fertilidade e a vida reprodutiva do rebanho é menor em novilhas com alto número de folículos antrais. Os mesmos autores sugeriram que a avaliação da CFA e demais características reprodutivas é de suma importância, assim como nós sugerimos, pois é possível identificar e selecionar animais com melhor ou pior desempenho mais cedo, tornando os ciclos produtivos mais curtos e eficientes.

Segundo Wiltbank et al. (1985) [38], fêmeas bovinas devem atingir 65 a 70% do seu peso adulto para atingir a maturidade sexual, devendo estar em condição corporal moderada para o início de sua primeira estação de monta. A necessidade em tornar os ciclos produtivos mais curtos desperta o interesse em reduzir a idade ao primeiro parto das fêmeas, pois dessa forma a taxa de desfrute dos rebanhos será maior [39]. No entanto, algumas fêmeas não conseguem atingir maturidade

sexual precocemente, como o desejado, e por isso, muitas estratégias têm sido utilizadas para auxiliar esse processo [40]. Dentre elas, estão o uso de hormônios como a progesterona isoladamente ou em combinação com outros compostos, como o estradiol, GnRH e prostaglandina [41]. A nutrição é outra estratégia de manejo que pode ser utilizada para antecipar a puberdade. Já foi descrito que bezerras desmamadas e submetidas a alto ganho de peso (1,36 Kg/d) apresentaram menor idade à puberdade do que bezerras que foram submetidas a baixo ganho (0,23 Kg/d); [42]. Gasser et al. (2006a, 2006b, 2006c) [43, 44, 45] realizaram uma série de estudos para investigar o mecanismo pelo qual a nutrição antecipa a puberdade, e em todos os estudos, as fêmeas que foram submetidas a maiores ganhos de peso apresentaram menor idade a puberdade.

Os programas de melhoramento genético (PMG) têm buscado incessantemente selecionar animais mais precoces a fim de tornar os ciclos mais produtivos e lucrativos. Embora as características de ordem reprodutiva sejam, em sua grande maioria, de baixa herdabilidade [46], cada vez mais elas têm sido utilizadas como critério de seleção. Nesse sentido, vale ressaltar que as nulíparas avaliadas nesse estudo tinham idade entre 10 e 18 meses e pertencem a propriedades com rebanhos melhorados geneticamente. Um dos desafios propostos pelo programa a que pertencem é emprenhar precocemente, tendo sido desafiadas com peso a partir de 270 kg, além disso não haviam sido suplementadas e não receberam estimulação hormonal prévia.

A CFA apresentou-se como característica reprodutiva de herdabilidade moderada no estudo de Walsh et al. (2014) [46] realizado com fêmeas da raça Holandesa ($h^2=0,31$ para vacas e $h^2=0,25$ para novilhas), e para fêmeas cruzadas (Brangus) foi descrita alta herdabilidade para essa característica ($h^2=0,73$) [47]. No

entanto, muito pouco se sabe sobre a herdabilidade da CFA para a raça Nelore, por isso é interessante que essa característica seja conhecida, especialmente para nulíparas, pois permitiria a seleção e retirada de animais menos produtivos o mais cedo possível do rebanho.

Atualmente, os PMG propõem desafios a serem realizados com os animais jovens, principalmente relacionados a precocidade sexual, de forma que machos e fêmeas são avaliados antes mesmo de completarem 1 ano de idade, para produção espermática e prenhez à IATF, respectivamente. Recentemente Jimenez-Krassel et al. (2017) [22] ressaltaram a importância em se realizar avaliações em fêmeas jovens (11 a 15 meses) quanto a CFA e o desempenho reprodutivo. Ao contrário do que já foi vastamente descrito para animais *Bos taurus*, nesse trabalho os autores demonstraram que fertilidade e vida reprodutiva do rebanho é menor em novilhas com alto número de folículos antrais. Os mesmos autores sugeriram que a avaliação da CFA e demais características reprodutivas é de suma importância, assim como nós sugerimos, pois é possível identificar e selecionar animais com melhor ou pior desempenho mais cedo, tornando os ciclos produtivos mais curtos e eficientes.

O escore de condição corporal apresentou influência positiva sobre a taxa de prenhez final para as nulíparas, de forma que animais com maior ECC apresentaram melhor desempenho à IATF, assim como já foi relatado [48, 49, 50] que fêmeas com $ECC \geq 3$ apresentaram maior taxa de prenhez quando submetidas a protocolo de IATF.

Ainda para as nulíparas, a taxa de concepção a primeira IATF foi influenciada negativamente pela área de olho de lombo (AOL; cm^2), de forma que animais que apresentaram maior AOL obtiveram menor sucesso, no entanto esse efeito não foi visualizado na taxa de prenhez ao final da estação. Ainda nesse sentido, as medidas

de crescimento corporal (AOL e espessura de gordura; EG) mensurada nas nulíparas, não apresentou ter relação com a CFA. A AOL e EG são parâmetros utilizados pelos PMG para seleção de animais nos rebanhos, e a CFA embora não esteja presente nos programas, tem sido muito utilizada como um critério de seleção para fêmeas, principalmente as doadoras de oócitos, e dessa forma pode-se afirmar que no rebanho avaliado, a seleção de fêmeas pela CFA não causaria prejuízos nos números de AOL e EG.

Assim como observado por Oliveira Jr et al. (2015) [13], nesse estudo foi encontrada alta correlação entre a população de folículos antrais dos ovários direito e esquerdo com a CFA total, sugerindo a possibilidade de avaliação de um único ovário para classificar a CFA. Nesse estudo verificamos que essa afirmação é verdadeira se um dos ovários apresenta um CL, mas não se um deles apresenta um FD. Dessa maneira, recomenda-se a contagem dos folículos no ovário contralateral ao FD para classificar a CFA. Esse método beneficia o bem-estar dos animais ao reduzir o tempo de contenção.

Foi verificado que, nas pluríparas, a presença do corpo lúteo no dia da avaliação da CFA, que representava o D0 do protocolo de IATF, influenciou positivamente a concepção das fêmeas e foi encontrada correlação positiva entre essas características. Esse fato reforça o que já havia sido encontrado a respeito da presença do corpo lúteo no início do protocolo de IATF, em que animais cíclicos no início do protocolo apresentam maior probabilidade de gestação [51].

Conclui-se que a menor CFA favorece a taxa de prenhez ao final da estação para nulíparas e também a taxa de concepção na primeira IATF da estação de monta das pluríparas. A presença de corpo lúteo no início dos protocolos de IATF foi importante para incrementar o sucesso das fêmeas pluríparas à IATF. Além disso,

reforça-se a ideia de que é possível estimar a CFA total de um animal avaliando apenas um ovário, independente da presença do CL, mas o contralateral ao FD. Sugere-se que sejam realizados estudos que correlacionem as características de mérito genético com a CFA e o sucesso à IATF, especialmente em nulíparas, a fim de validar um possível e confiável método de seleção.

Agradecimentos

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

Os autores agradecem as Fazendas São Judas Tadeu, Arizona e Olhos D'água por cederem os animais para os estudos.

Referências

[1] Vaz RZ, Lobato JFP. Efeito da idade de desmame no desempenho reprodutivo de novilhas de corte expostas à reprodução aos 13/15 meses de idade. Revista Brasileira de Zootecnia 2010; 39:142-150.

[2] Morotti F, Santos GMG, Koetz Júnior C, Silva-Santos KC, Roso VM, Seneda MM. Correlation between phenotype, genotype and antral follicle population in beef heifers. Theriogenology 2017; 91:21-26.

[3] Hansen P. Current and Future Assisted Reproductive Technologies for Mammalian Farm Animals. In: Lamb GC, DiLorenzo N (Ed.). Current and Future Reproductive Technologies and World Food Production 2014; 1-22.

[4] Baruselli OS, Reis EL, Marques MO. Inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte. 2004. In: I Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada, 2004, Londrina. Anais ... Londrina, p. 155-165,

[5] Burns DS, Jimenez-Krassel F, Ireland JLH, Knight PG, Ireland JJ. Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: evidence for high variation among animals, very high repeatability in individuals, and an inverse association with serum follicle-stimulating hormone concentrations. *Biology of Reproduction* 2005; 73:53-62. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.104.036277>

[6] Ireland JLH, Scheetz D, Jimenez-Krassel F, Themmen APN, Ward F, Lonergan P, Smith GW, Perez GI, Evans ACO, Ireland J. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in ovaries of Young adult cattle. *Biology of Reproduction* 2008; 79:1219-1225. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.108.071670>

[7] Ireland JJ, Smith GW, Scheetz D, Jimenez-Krassel F, Folger JK, Ireland JL, Mossa F, Lonergan P, Evans AC, Does size matter in females? An overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on ovarian function and fertility, utility of anti-mullerian hormone as a diagnostic marker for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. *Reproduction, Fertility and Development* 2011; 23:1–14. <https://doi.org/10.1071/RD10226>

[8] Pontes JHF, Melo-Sterza FA, Basso AC, Ferreira CR, Sanches BV, Rubin K CP, Seneda MM. Ovum pick up, in vitro embryo production, and pregnancy rates from a large-scale commercial program using Nelore Cattle (*Bos indicus*) donors. *Theriogenology* 2011; 75:1640-1646.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.12.026>

[9] Evans ACO, Mossa F, Walsh SW, Scheetz D, Jimenez-Krassel F, Ireland JLH, Smith GW, Ireland JJ. Effects of maternal environment during gestation on ovarian folliculogenesis and consequences for fertility in bovine offspring. *Reproduction in Domestic Animals* 2012; 47:31–37. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02052.x>

[10] Mossa F, Walsh SW, Butler ST, Berry ST, Berry DP, Carter F, Lonergan P, Smith GW, Ireland JJ, Evans ACO. Low numbers of ovarian follicles ≥ 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2012; 95:2355-2361. <https://doi.org/10.3168/jds2011-4325>

[11] Baruselli PS, Batista EOS, Vieira LM, Souza AH. Relationship between follicle population, AMH concentration and fertility in cattle. *Animal Reproduction* 2015; 12:487-497.

[12] Silva-Santos KC, Santos GMG, Koetz Junior C, Morotti F, Siloto SL, Marcantonio TN, Urbano MR, Oliveira RL, Lima DCM, Seneda MM. Antral follicle population and embryo production – in vitro and in vivo – of *Bos indicus-taurus* donors from weaning to yearling ages. *Reproduction in Domestic Animals* 2014; 49:228-232 <https://doi.org/10.1111/rda12255>

[13] Oliveira Junior J.S, Cardoso CJT, Silva WAL, Kischel H, Souza MB, Andrade ER, Nogueira E, Silva-Santos KC, Seneda MM, Melo-Sterza FA. Antral follicles population in heifers and cows of Nelore and Girolando breeds. *Semina: Ciências Agrárias* 2015; 36:3741-3750

<http://dxdoiorg/105433/1679-03592015v36n6p3741>

[14] Santos GMG, Silva-Santos KC, Barreiros TRR, Morotti F, Sanches BV, Moraes FLZ, Blaschi W, Seneda MM. High numbers of antral follicle are positively associated with in vitro embryo production but not the conception rate for FTAI in Nelore cattle.

Animal Reproduction Science 2016; 165:17-21

<https://doiorg/101016/janireprosci201511024>

[15] Morotti F, Barreiros TRR, Machado FA, González SM, Marinho LSR, Seneda MM. IS the number of antral follicle an interesting selection criterium for fertility in cattle?. *Animal Reproduction* 2015;12:479-486

[16] Morotti F, Moretti R, Santos GMG, Silva-Santos KC, Cerqueira PHR, Seneda, M M Ovarian follicular dynamics and conception rate in *Bos indicus* cows with different antral follicle counts subjects to timed artificial insemination 2018 *Animal Reproduction Science*, 188, 170-177 <https://doiorg/101016/janireprosci201712001>

[17] Ireland, J J, Ward, F, Jimenez-Krassel F, Ireland JLH, Smith GW, Lonergan P, Evans ACO. Follicle numbers are higly repeatable within individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the proportion of good-quality

embryos after ovarian stimulation in cattle. Human Reproduction 2007; 22:1687-1695. <http://dxdoiorg/101093/humrep/dem071>

[18] Martinez MF, Sanderson N, Quirke LD, Lawrence SB, Juengel JL. Association between antral follicle count and reproductive measures in New Zealand lactating dairy cows maintained in a pasture-based production system. Theriogenology 2016; 85:466-475. <https://doiorg/101016/jtheriogenology201509026>

[19] Jimenez-Krassel F, Scheetz DM, Neuder LM, Ireland JLH, Pursley JR, Smith GW, Tempelman RJ, Ferris T, Roudebush WE, Mossa F, Lonergan P, Evans, ACO, Ireland JJ Concentration of anti Müllerian hormone in dairy heifers is positively associated with productive herd life. Journal of Dairy Science 2015; 98: 3036-3045. <https://doiorg/103168/jds2014-8130>

[20] Mendonça HGR, Santos GMG, Silva-Santos KC, Barreiros TRR, Blaschi W, Morotti F, Moraes FLZ, Seneda MM. Pregnancy rates following FTAI of Nelore heifers (*Bos indicus*) with high, intermediate and low numbers of antral follicles. Animal Reproduction 2013;10:452.

[21] Rodrigues AS, Oliveira SN, Loiola MVG, Ferraz PA, Chalhoub M, Bittencourt RF, Araujo EAB, Bittencourt TCBSC, Ribeiro Filho AL. Contagem de folículos antrais em fêmeas Nelore submetidas a inseminação artificial em tempo fixo. Ciência Rural 2015;45:711-717 <http://dxdoiorg/101590/0103-8478cr20140666>

[22] Jimenez-Krassel F, Scheetz DM, Neuder LM, Pursley JR, Ireland JJ. A single ultrasound determination of ≥ 25 follicles ≥ 3 mm in diameter in dairy heifers is predictive of a reduced productive herd life. Journal of Dairy Science 2017;100:1-9. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12277>

[23] Lowman BG, Scott NA, Somerville S. Condition scoring of cattle Edinburgh School of Agriculture, 1976.

[24] Cardoso CJT, Oliveira Junior JS, Kischel H, Silva WAL, Arruda EDS, Souza-Cáceres MB, Oliveira FAM, Nogueira E, Nogueira GP, Melo-Sterza FA. Anti-Müllerian hormone (AMH) as a predictor of antral follicle population in heifers. Animal Reproduction 2018;15:12-16. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-2017-AR887>

[25] Silva KC, Rodrigues WB, Silva AC, Borges JC, Abreu UPG, Batista DSN, Anache NA, Bezerra AO, Jara JP, Nogueira E. Heat score assessed with aid of tail-chalk influences pregnancy rate of suckled *Bos indicus* beef cows subjected to P4/estradiol TAI-based protocols. Animal Reproduction 2016;13:451.

[26] Jimenez-Krassel F, Folger JK, Ireland JLH, Smith GW, Hou X, Davis JS, Lonergan P, Evans ACO, Ireland JJ. 2009 Evidence that high variation in ovarian reserves of healthy young adults has a negative impact on the corpus luteum and endometrium during estrous cycles in cattle. Biology of Reproduction 2009; 80:1272-1281.

[27] Koyama K, Koyama T, Sugimoto M. Repeatability of antral follicle count according parity in dairy cows. *Journal of Reproduction and Development* 2018. <https://doi.org/10.1262/jrd2018-062>

[28] Segerson EC, Hansen TR, Libby DW, Randel RD, Getz WR. Ovarian and uterine morphology and function in angus and brahman cows. *Journal of Animal Science* 1984; 59:1026-1046.

[29] Bastos MR, Mattos MCC, Meschiatti MAP, Surjus RS, Guardieiro MM, Mourão GB, Pires AV, Pedroso AM, Santos FAP, Sartori R. Ovarian function and circulating hormones in non lactating Nelore versus Holstein cows. *Acta Scientiae Veterinariae*, 2010;38:776.

[30] Batista EOS, Macedo GG, Sala RV, Ortolan MDDV, Sá Filho MF, Del Valle TA, Jesus EF, Lopes RNVR, Rennó RP, Baruselli OS. Plasma antimüllerian hormone as a predictor of ovarian antral follicular population in *Bos indicus* (Nelore) and *Bos taurus* (Holstein) heifers. *Reproduction in Domestic Animals* 2014; 49:448-452, <https://doi.org/10.1111/rda12304>

[31] Costa ANL, Araújo AA, Araújo EP. Efeitos do estresse térmico na reprodução de fêmeas bovinas. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 2016; 40:123-125.

[32] Eler JP, Silva JAI V, Ferraz JBS, Golden BL. Genetic evaluation of the probability of pregnancy at 14 months for Nelore heifers. *Journal of Animal Science* 2002; 80:951-954. <https://doi.org/10.2527/2002804951x>

[33] Silva JAI V, Melis MHV, Eler JP, Ferraz JBS. Estimação de Parâmetros Genéticos para Probabilidade de Prenhez aos 14 Meses e Altura na Garupa em Bovinos da Raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2003; 32:1141-1146.

[34] Eler JP, Silva JAIV, Evans JL, Ferraz JBS, Dias F, Golden BL. Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference in Nellore cattle. *Journal of Animal Science* 2004; 82:2519-2527. <https://doi:10.2527/20048292519x>

[35] Saran Junior AJ, Conti TL, Gonçalves RL, Santos GP, Persico JMR, Sales JNS, Baruselli PS, Ferreira RM. Comparative conception rate of cyclic Nelore heifers with or without CL at the onset of TAI protocol with Cronipress[®] mono dose device containing 1 g P4. *Animal Reproduction* 2016;13:391.

[36] Gassenferth G, Talini R, Kozicki LE, Pedrosa VB, Segui MS, Cruz FB. Performance reprodutiva de novilhas de corte submetidas a protocolo de inseminação artificial em tempo fixo aos 15 meses versus novilhas aos 27 meses de idade. *Archives of Veterinary Science* 2016; 21:123-130. <http://dxdoiorg/105380/avsv21i448654>

[37] Ferrel CL. Effects of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heiferes of different breeds. 1983; 55:1272-1283. <https://doiorg/102527/jas19825561272x>

[38] Wiltbank JN, Roberts S, Nix J, Rowden L. Reproductive performance and profitability of heifers feed to weigh 272 or 318 kg at the start of the first breeding season. *Animal Science* 1958; 60:35-35.

[39] Beretta V, Lobato JFP, Mielitz CGA. Produtividade e eficiência biológica de sistemas de recria e engorda de gado de corte no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2002; 31:696-706. <http://dxdoiorg/101590/S1516-35982002000300020>

[40] Maquivar M, Day ML. Estratégias nutricionais e hormonais para induzir a puberdade e seu impacto na fertilidade. 2011. In: XV Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos Uberlândia 2011.

[41] Pfeifer LFM, Sartori R, Pivato I, Rumpf R, Nogueira GP, Xavier EG, Dionello NJL, Correa MN. Effect of circulating progesterone on in vitro developmental competence of bovine oocytes. *Animal Reproduction* 2009; 6:473- 478.

[42] Yelich JV, Wettemann RP, Marston TT, Spicer LJ. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin-like growth factor-I, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. *Domestic Animal Endocrinology* 1996; 13:325-338. [https://doiorg/101016/0739-7240\(96\)00046-X](https://doiorg/101016/0739-7240(96)00046-X)

[43] Gasser CL, Grum DE, Mussard ML, Fluharty FL, Kinder JE, Day ML. Induction of precocious puberty in heifers I: Enhanced secretion of luteinizing hormone. *Journal of Animal Science* 2006a; 84:2035-2041 <http://dxdoiorg/102527/jas2005-636>

[44] Gasser CL, Burke CR, Mussard ML, Behlke EJ, Grum DE, Kinder JE, Day ML. Induction of precocious puberty in heifers II: advantage ovarian follicular development. Journal of Animal Science 2006b; 84:2042-2049. <http://dxdoiorg/102527/jas2005-637>

[45] Gasser CL, Brindges GA, Mussard ML, Grum DE, Kinder JE, Day ML. Induction of precocious puberty in heifers III: hastened reduction of estradiol negative feedback on secretion of luteinizing hormone. Journal of Animal Science 2006c; 84:2050-2056. <http://dxdoiorg/102527/jas2005-638>

[46] Walsh SW, Mossa R, Butler ST, Berry DP, Scheetz D, Jimenez-Krassel F, Tempelman RJ, Carter F, Lonergan P, Evans ACO, Ireland JJ. Heritability and impact of environmental effects during pregnancy on antral follicle count in cattle. Journal of Dairy Science 2014; 97:1-9. <https://doiorg/103168/jds2013-7758>

[47] Snelling WM, Cushman RA, Fortes MRS, Reverter A, Bennett GL, Keele JW, Kuehn LA, McDanel TG, Thallman RM, Thomas MG. How single nucleotide polymorphism chips will advance our knowledge of factors controlling puberty and aid in selecting replacement beef females. Journal of Animal Science 2012; 90:1152-1165 <http://dxdoiorg/102527/jas2011-4581>

[48] Lamb G C, Stevenson JS, Kesler DJ, Garverick HA, Brown DR, Salfen BE. Inclusion of an intravaginal progesterone insert plus GnRH and prostaglandin F2alpha for ovulation control in postpartum suckled beef cows. Journal of Animal Science 2001; 79:2253-2259.

[49] Meneghetti M, Vasconcelos JLM. Mês de parição, condição corporal e resposta ao protocolo de inseminação artificial em tempo fixo em novilhas de corte primíparas. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 2008; 60:786-793.

[50] Ferreira MCN, Miranda R, Figueiredo MA, Costa OM, Palhano HB. Impacto da condição corporal sobre a taxa de prenhez de vacas da raça Nelore sob regime de pasto em programa de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Semina: Ciências Agrárias 2013; 34:1861-1868.

[51] Salles MGF, Araújo AA. Corpo lúteo cíclico e gestacional: revisão. Revista Brasileira de Reprodução Animal 2010; 34:158-194.

1 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

2
3 A realização desse trabalho de pesquisa colaborou para maior
4 compreensão da relação da contagem de folículos antrais como o desempenho
5 reprodutivo de fêmeas da raça Nelore. Foi possível caracterizar a população de
6 folículos, concluindo que a grande maioria dos animais se encontra no grupo de
7 baixa e intermediária CFA. Além disso, as melhores taxas de concepção foram
8 encontradas para fêmeas nulíparas e pluríparas com baixa CFA e também para
9 pluríparas com corpo lúteo no dia da avaliação (D0).

10 Não foram encontradas correlações significativas entre a CFA e AOL e
11 EG, que são características utilizadas pelos programas de melhoramento
12 genético como forma de seleção. No entanto, existem diversas outras
13 características avaliadas que podem ter relação com a CFA, no entanto essa
14 relação ainda não foi estudada para a raça Nelore, o que seria de grande
15 importância por tratar-se da raça mais populosa no Brasil.

16 Um ponto importante a ser lembrado em relação aos trabalhos que
17 envolvem a CFA, é a urgência em se estabelecer uma classificação que
18 padronize o que é baixa, intermediária e alta CFA para a raça Nelore. A falta de
19 padrão dificulta a discussão dos trabalhos entre os autores e tende a apresentar
20 resultados controversos para as mesmas características, nos mesmos animais.
21 Além disso, não há conhecimento sobre a herdabilidade da CFA para a raça
22 Nelore, sendo essa uma característica de grande importância, principalmente ao
23 se tratar de seleção para melhoramento genético.

24 Embora o estudo da CFA esteja cada vez mais presente nos grupos de
25 pesquisa, ainda existem diversos mecanismos que precisam ser compreendidos.
26 Então sugere-se que outros estudos trabalhos sejam conduzidos nesse sentido,
27 a fim de esclarecer os mecanismos genéticos e fenotípicos que afetam e podem
28 ser afetados pela CFA.

29
30
31
32
33

ANEXO I – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA *THERIOGENOLOGY*



THERIOGENOLOGY

An International Journal of Animal Reproduction

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

●	Description	p.1
●	Audience	p.1
●	Impact Factor	p.1
●	Abstracting and Indexing	p.2
●	Editorial Board	p.2
●	Guide for Authors	p.3



ISSN: 0093-691X

DESCRIPTION

Theriogenology provides an international forum for researchers, clinicians, and industry professionals in **animal reproductive biology**. This acclaimed journal publishes articles on a wide range of topics in **reproductive and developmental biology**, of domestic mammal, avian, and aquatic species as well as wild species which are the object of veterinary care in research or conservation programs.

Benefits to authors

We also provide many author benefits, such as free PDFs, a liberal copyright policy, special discounts on Elsevier publications and much more. Please click here for more information on our [author services](#).

Please see our [Guide for Authors](#) for information on article submission. If you require any further information or help, please visit our [Support Center](#)

AUDIENCE

Individuals involved in animal reproduction biology.

IMPACT FACTOR

2017: 2.136 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2018

ABSTRACTING AND INDEXING

Focus on: Veterinary Science and Medicine

AGRICOLA

CAB Abstracts

Global Health (Index Veterinarius, Veterinary Bulletin)

MEDLINE®

BIOSIS

Chemical Abstracts

Current Contents/Agriculture, Biology & Environmental Sciences

Elsevier BIOBASE

Science Citation Index

Derwent Biotechnology Abstracts

Scopus

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

F. Gandolfi, DVM, Istituto di Anatomia degli Animali Domestici, Milan, Italy

Associate Editors

L. Brito, Madison, WI, USA

M-A. Driancourt, Astek Consult, Chateaufort sur Sarthe, France

Editorial Board

C. Aurich, Veterinarmedizinische Universität Wien, Vienna, Austria

M.R. Bakst, United States Department of Agriculture (USDA), Beltsville, Maryland, USA

I. Barrier Battut, Ecole Nationale Professionnelle des Haras, Exmes, France

S.J. Bedford-Guaus, Center for Regenerative Medicine in Barcelona, Barcelona, Spain

S. Bilodeau-Goeseels, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Lethbridge, Alberta, Canada

R. Boni, University of Basilicata, Potenza, Italy

P. Comizzoli, Smithsonian's National Zoological Park, Washington, District of Columbia, USA

B. Gadella, Universiteit Utrecht, Utrecht, Netherlands

F.C. Gwazdauskas, Virginia Polytechnic Institute & State University, Blacksburg, Virginia, USA

K. Hinrichs, Texas A&M University, College Station, Texas, USA

S. Hochi, Shinshu University, Ueda, Japan

R. Kasimanickam, Washington State University, Washington, USA

K. Kikuchi, National Institute of Agrobiological Sciences, Tsukuba, Japan

H. Men, University of Missouri, Columbia, Missouri, USA

S. Nagy, Pannon Egyetem, Veszprém, Hungary

H. Niemann, Institute of Farm Animal Genetics, Neustadt, Germany

C.E. Pope, Audubon Center for Research of Endangered Species, New Orleans, Louisiana, USA

T. Rijsselaere, ORFFA, Belgium

N. Songsasen, Smithsonian's National Zoological Park, Front Royal, Virginia, USA

M. Thibier, Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, Paris, France

J.C. Thundathil, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada

M. Yeste, Universitat de Girona, Girona, Spain

GUIDE FOR AUTHORS

Introduction

Please consult this Guide for Authors for further details on the requirements for submitting your paper to *Theriogenology*. The guidelines described in this document should be adhered to carefully, to ensure high-quality and rapid publication of your manuscript.

Aims and Scope

Theriogenology is an international, peer-reviewed journal that publishes papers regarding the study of reproduction in domestic and non-domestic mammals, birds, reptiles, and fish. *Theriogenology* publishes only material that has never been previously published and is not currently being considered for publication elsewhere; the exception would be limited disclosure (e.g. publication of an abstract or in the proceedings of a scientific conference, with limited circulation).

Types of Articles

Original Research Papers should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

Review Articles should cover subjects within the scope of the journal that are of active current interest. They are usually invited, but prospective Authors may contact the Editors with proposals.

Letters to the Editor offering comment or useful critique on material published in the journal are welcomed. The decision to publish submitted letters rests purely with the Editors. It is hoped that the publication of such letters will permit an exchange of views which will be of benefit to both the journal and its readers.

Page charges

This journal has no page charges.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print *Graphical Abstracts / Highlights files* (where applicable) *Supplemental files* (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and viceversa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association](#) (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals](#) and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms [sex and gender](#) should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Contributors

Each author is required to declare his or her individual contribution to the article: all authors must have materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

Authorship

All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the gold open access publication fee. Details of [existing agreements](#) are available online.

After acceptance, open access papers will be published under a noncommercial license. For authors requiring a commercial CC BY license, you can apply after your manuscript is accepted for publication.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our [universal access programs](#).
- No open access publication fee payable by authors.
- The Author is entitled to post the [accepted manuscript](#) in their institution's repository and make this public after an embargo period (known as green Open Access). The [published journal article](#) cannot be shared publicly, for example on ResearchGate or Academia.edu, to ensure the sustainability of peer-reviewed research in journal publications. The embargo period for this journal can be found below. **Gold open access**
- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- A gold open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For gold open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following [Creative Commons user licenses](#):

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The gold open access publication fee for this journal is **USD 2650**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our [open access page](#) for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. [Find out more](#).

This journal has an embargo period of 12 months.

Elsevier Researcher Academy

[Researcher Academy](#) is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's WebShop.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Please submit your article via <https://ees.elsevier.com/therio/default.asp>.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Pages and lines should be numbered.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check

that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower- case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. Since an abstract is often presented separately from the article, it must be able to stand alone. For this reason, references should generally be avoided, but if essential, they must be cited in full, without reference to the reference list. Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if their use is essential, they must be defined at their first mention in the abstract itself. Abstracts must be limited to a single paragraph with no more than 2,500 keystrokes (characters plus spaces).

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references; therefore, do not include them on the title page, as a footnote to the title, etc.. List individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.), sources of financial support, and donations of products and materials.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult [IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents](#) for further information.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in
AUTHOR INFORMATION PACK 19 Feb 2019 www.elsevier.com/locate/theriogenology

line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Image manipulation

Whilst it is accepted that authors sometimes need to manipulate images for clarity, manipulation for purposes of deception or fraud will be seen as scientific ethical abuse and will be dealt with accordingly. For graphical images, this journal is applying the following policy: no specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced. Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if and as long as they do not obscure or eliminate any information present in the original. Nonlinear adjustments (e.g. changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit

usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Text graphics

Text graphics may be embedded in the text at the appropriate position. If you are working with LaTeX and have such features embedded in the text, these can be left. See further under Electronic artwork.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting

AUTHOR INFORMATION PACK 19 Feb 2019 www.elsevier.com/locate/theriogenology

the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software.](#)

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/theriogenology>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

List: Number the references (numbers in square brackets) in the list in the order in which they appear in the text.

Examples:

Reference to a journal publication:

[1] Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. *J Sci Commun* 2010;163:51–9. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

[2] Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 2018;19:e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>

Reference to a book:

[3] Strunk Jr W, White EB. The elements of style. 4th ed. New York: Longman; 2000. Reference to a chapter in an edited book:

[4] Mettam GR, Adams LB. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones BS, Smith RZ, editors. Introduction to the electronic age, New York: E-Publishing Inc; 2009, p. 281–304. Reference to a website:

[5] Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK, <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/>; 2003 [accessed 13 March 2003].

Reference to a dataset:

[dataset] [6] Oguro M, Imahiro S, Saito S, Nakashizuka T. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions, Mendeley Data, v1; 2015. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Note shortened form for last page number. e.g., 51–9, and that for more than 6 authors the first 6 should be listed followed by 'et al.' For further details you are referred to 'Uniform Requirements for Manuscripts submitted to Biomedical Journals' (*J Am Med Assoc* 1997;277:927–34) (see also [Samples of Formatted References](#)).

Journal Abbreviation Source

Journal names should be abbreviated according to Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>; List of serial title word abbreviations: <http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>; CAS (Chemical Abstracts Service): <http://www.cas.org/sent.html>

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. . In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

Additional Style Notes

Please use the following words, phrases, abbreviations, and stylistic conventions

- Avoid the word "injected," (e.g., "Cows were injected with cloprostenol") but include the generic name, proprietary

name, dosage and route of administration (e.g., "Cows were treated with cloprostenol [Estrumate 500 µg im]").

- Either cite a P value (recommended for Abstract and for Results) or use the term 'significant' (recommended for Discussion), but generally avoid doing both.
- Terms with a specific statistical meaning (i.e. significant, tended and correlated), should only be used in a strict statistical context.
- Numbers less than 10 are written as a word, unless followed by an abbreviation for unit of measure, e.g. five embryos, 5 min

Use the following expressions

- transrectal palpation, not rectal palpation
- nucleus transfer, not nuclear transplant
- estrus (noun) synchronization, but, estrous (adjective) behavior
- sperm can be used as both noun and adjective
- 120 to 125, not 120-125
- treatment by period, not treatment X period
- gravity: 100 X g (in lieu of speed for centrifugation)
- magnification: X 100
- identification number of an animal: No. 10, but 30 animals: n = 30
- 3 d, Day 3 (define Day 0)

Standard definitions

- oögonium: female gamete before meiosis
- oocyte, primary: female gamete from onset of the first maturation division (meiosis) to extrusion of the first polar body
- oocyte secondary: female gamete from onset of second meiosis to extrusion of the second polar body
- ovum: female gamete from the end of both meiotic divisions until the union of the male and female pronuclei (differs from the common use of ovum as a general term for any female gamete)
- germinal vesicle: nucleus of the ovum
- zygote: a fertilized ovum, from fusion of the male and female gamete to completion of first cleavage
- embryo: a conceptus from the 2-cell stage to the stage when cell migration and differentiation are largely complete
- fetus: a conceptus after organogenesis is mostly complete (primarily increasing in size)
- conceptus: an embryo or fetus with all its membranes and accessory structures
- abortion: expulsion of a conceptus incapable of independent life
- premature parturition: expulsion (before full term) of a conceptus capable of independent life
- stillbirth: avoid this term (use fetal death or abortion)

Abbreviations

Never use an abbreviation to start a sentence. Some abbreviations may be used anywhere else, including the manuscript's title and in figures, table titles and legends, without definition; others may not be used in the title, but may be used in the text without definition. In general, abbreviations must be defined when used for the first time (this may be avoided in the ABSTRACT if necessary to conserve space). To make reading the paper more pleasant, avoid using excessive abbreviations and acronyms; instead use short synonyms, for instance: for "Cesarean section" instead of "CS" use "section" or "hysterotomy."

The following abbreviations may be used in the text without definition (note that abbreviations exclude periods):

theriochart.jpgchart Units

of Measure cpm - counts

per min

dpm - disintegrations per

min g - gram

ga - gauge of hypodermic

needle h - hour

kg -

kilogram L -

liter

mL - milliliter

µL -

microliter m -

meter min -

minute mo -

month

s - second

v:v - volume
 ratio wk - week
 wt/vol - weight per
 volume y - year
Routes of treatment
 id - intradermal
 im -
 intramuscular iu -
 intrauterine
 iv - intravenous
 sc -
 subcutaneous po
 - oral
Statistical expressions ANOVA -
 analysis of variance CV - coefficient
 of variation df - degrees of freedom
 F - variance ratio
 NS - not
 significant P -
 probability
 SD - standard deviation
 SEM - standard error of the
 mean r - correlation coefficient
 r^2 - coefficient of regression

Additional information

- For issues of style and format not addressed here, please consult *Scientific Style and Format: The CBE Manual for Authors, Editors, and Publishers*, Sixth Edition.

- For spelling, word formation and divisions, plurals, possessives, meanings and usage, consult the CBE Manual or a current English language (collegiate-level or higher) dictionary.
- For conflicts between instructions in this Guide and any of the references, the Guide takes precedence. Do not hesitate to contact the Editorial Office if you have any questions regarding preparation of your manuscript.

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Webshop](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do

not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>