

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

ANA CLÁUDIA FAGUNDES FARIA

**INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE FOLÍCULOS ANTRAIIS NA EFICIÊNCIA
REPRODUTIVA DE FÊMEAS DA RAÇA SENEPOL**

UBERLÂNDIA

2020

ANA CLÁUDIA FAGUNDES FARIA

**INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE FOLÍCULOS ANTRAIS NA EFICIÊNCIA
REPRODUTIVA DE FÊMEAS DA RAÇA SENEPOL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, da Faculdade de Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ricarda Maria dos Santos

UBERLÂNDIA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F224i
2020 Faria, Ana Cláudia Fagundes, 1988
Influência do número de folículos antrais na eficiência reprodutiva de fêmeas da raça Senepol [recurso eletrônico] / Ana Cláudia Fagundes Faria. - 2020.

Orientadora: Ricarda Maria dos Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.3305>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Veterinária. 2. Bovinos - Raças. 3. Bovino de corte - Inseminação artificial. 4. Fertilização in vitro. I. Santos, Ricarda Maria dos, 1972, (Orient.) II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias
 BR 050, Km 78, Campus Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 2512-6811 - www.ppgcv.famev.ufu.br - mesvet@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	CIÊNCIAS VETERINÁRIAS				
Defesa de:	DISSERTAÇÃO DE Mestrado Acadêmico PPGCVET Nº 003/2020				
Data:	03 de fevereiro de 2020	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	16:30
Matrícula do Discente:	11812MEV001				
Nome do Discente:	ANA CLÁUDIA FAGUNDES FARIA				
Título do Trabalho:	INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE FOLÍCULOS ANTRAIS NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE FÊMEAS DA RAÇA SENEPOL				
Área de concentração:	PRODUÇÃO ANIMAL				
Linha de pesquisa:	BIOTÉCNICAS E EFICIÊNCIA REPRODUTIVA				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	FATORES QUE AFETAM A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DOS REBANHOS BOVINOS				

Reuniu-se no Anfiteatro/Sala Laboratório de Reprodução Animal, Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores Doutores: José Octávio Jacomini, FAMEV/UFU; Giovanna Faria de Moraes, Médica Veterinária; Ricarda Maria dos Santos orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Ricarda Maria dos Santos, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Ricarda Maria dos Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 04/02/2020, às 16:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por José Octavio Jacomini, Professor(a) do Magistério Superior, em 04/02/2020, às 17:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por Giovanna Faria de Moraes, Usuário Externo, em 04/02/2020, às 19:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1813114** e o código CRC **9AFB8710**.

ANA CLÁUDIA FAGUNDES FARIA

**INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE FOLÍCULOS ANTRAIS NA EFICIÊNCIA
REPRODUTIVA DE FÊMEAS DA RAÇA SENEPOL**

Dissertação apresentada para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Uberlândia, à banca examinadora formada por:

Uberlândia, 03 de fevereiro de 2020.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr^a Ricarda Maria dos Santos

Prof. Dr. José Octavio Jacomini

Prof^a. Dr^a. Giovanna Faria de Moraes

DEDICATÓRIA

À memória da minha mãe Sônia, meu pai Jair e minha avó Beni,
com todo meu amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me abençoar ao longo de toda minha jornada, me protegendo e me dando forças nos momentos difíceis.

Aos meus pais (*in memoriam*), Jair e Sônia, por todo amor, dedicação e educação, e à minha avó Beni (*in memoriam*), por todo carinho e incentivo.

À minha orientadora professora Dra. Ricarda Maria dos Santos pelos ensinamentos, incentivo, apoio e dedicação. Se hoje chego aqui, grande parte de tudo isso tem ela ao meu lado.

À toda minha família, tios, tias, irmão, cunhada, sobrinhas, primos e primas, por acreditarem em mim, me apoiarem, por torcerem por mim e por não me deixarem desistir diante das dificuldades.

Ao meu namorado Jogbean, por estar ao meu lado sempre me apoiando.

Ao professor Dr. José Octávio Jacomini e à professora Dra. Giovanna Faria de Moraes, por fazerem parte da minha banca de mestrado e por todos ensinamentos.

À professora Dra. Teresinha Assumpção pelos ensinamentos e por sempre me incentivar a buscar o meu desenvolvimento profissional.

Ao Gustavo Vieira e ao Frederico Vieira por disponibilizarem a fazenda com os animais para a pesquisa. E aos funcionários da fazenda por toda ajuda no campo.

À toda equipe da Seleção R&S Pecuária Consultoria, e em especial ao Rodrigo Ribeiro Cunha, por me ajudar ao longo de toda a coleta de dados no campo e pelo apoio nesta caminhada.

Aos meus amigos por estarem ao meu lado e por me ajudarem sempre que precisei.

À todos do Laboratório de Reprodução Animal da FAMEV-UFU, pelos ensinamentos e conselhos. Em especial à doutoranda Mayara Mafra pela atenção e paciência, me ensinando muito no laboratório.

Aos colegas da veterinária, que de alguma forma contribuíram para meu enriquecimento profissional.

Muito obrigada!

“Deus está no controle e a vitória já está garantida,
só tenha fé”

RESUMO

A produção *in vitro* de embriões (PIVE) e a inseminação artificial (IA) são duas importantes técnicas utilizadas para melhorar o desempenho reprodutivo, a produção e o ganho genético, por isso precisam de atenção para maximizar seus resultados. A contagem de folículos antrais (CFA) é o número de folículos visualizados por ultrassonografia nos ovários. A literatura mostra que utilizando o exame de ultrassonografia é possível classificar as fêmeas bovinas de acordo com o número de folículos antrais, em três grupos diferentes: baixa, intermediária e alta contagem de folículos antrais. Estudos mostram em diferentes raças uma relação entre a CFA e a produção *in vitro* de embriões e taxa de concepção. Objetivou-se avaliar em fêmeas bovinas da raça Senepol, a relação da contagem de folículo antral com a produção *in vitro* de embrião, precocidade e taxa de concepção. No experimento 1 foi avaliada a relação entre CFA e ovócitos viáveis, clivados e total de embriões, e no experimento 2, foram avaliadas a relação entre CFA e precocidade (determinada pela presença de corpo lúteo), e entre CFA e taxa de concepção de novilhas. Por exame de ultrassonografia nos ovários, os animais foram avaliados e classificados em CFA baixa ($20 \leq$ folículos antrais), CFA intermediária ($\geq 25 \leq 45$ folículos antrais) e CFA alta (≥ 50 folículos antrais). Foi detectada relação entre CFA e ovócitos viáveis ($R^2=0,96$), clivados ($R^2=0,69$). e total de embriões ($R^2=0,34$), porém não houve efeito da CFA na taxa de conversão de ovócitos viáveis em embriões. Novilhas com CFA intermediária e alta apresentaram tendência a serem precoces. Não houve relação entre CFA e taxa de concepção a primeira IA das novilhas. Conclui-se que no grupo avaliado, fêmeas Senepol com alta CFA podem produzir maior quantidade de ovócitos viáveis, clivados e embriões totais, e as novilhas com CFA intermediária e alta tendem a ser mais precoces, porém não há relação com a taxa de concepção das novilhas até 24 meses.

Palavras chave: bovinos, produção *in vitro* de embriões, fertilidade, precocidade reprodutiva, foliculogenese, inseminação artificial.

ABSTRACT

In vitro embryo production (IVP) and artificial insemination (AI) are two important techniques used to improve reproductive performance, production and genetic gain, so attention is needed to maximize results. Antral follicle count (ACF) is the number of follicles visualized by ultrasound in the ovaries. The literature shows that the use of the ultrasound exam can be classified as Beef according to the number of antral follicles, in three different groups: low, intermediate and high antral follicle count. Studies show for different reasons a relationship between ACF and *in vitro* embryo production and conception rate. The objective is to evaluate, in Senepol cattle, a relationship between antral follicle count and *in vitro* embryo production, precocity and exhibition rates. In experiment 1 was evaluated the relationship between ACF and viable, cleaved and total embryo oocytes, and in experiment 2 was evaluated the relationship between ACF and precocity (determined by the presence of corpus luteum), and between ACF and heifer conversion rate. . By ultrasound examination in the ovaries, the animals were evaluated and classified as low ACF ($20 \leq$ antral follicles), intermediate ACF ($\geq 25 \leq 45$ antral follicles) and high ACF (≥ 50 antral follicles). The relationship between CFA and viable oocytes ($R^2 = 0.96$), cleaved ($R^2 = 0.69$) was detected. the total number of embryos ($R^2 = 0.34$), but there was no effect of CFA on the conversion rates of viable oocytes into embryos. Heifers with intermediate ACF and high ACF tendency to be precocious. There was no relationship between ACF and conception rate in the first AI of heifers. It was concluded that in the evaluated group, Senepol with high ACF can produce a greater quantity of viable oocytes, cleaved and total embryos, and as heifers with intermediate ACF and high frequency it is earlier, but there is no relationship with heifer indexes up to 24 months.

Keywords: cattle, *in vitro* embryo production, fertility, reproductive precocity, folliculogenesis, artificial insemination.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ovócitos viáveis preditos em função do número de folículos antrais em fêmeas da raça Senepol.

Figura 2: Embriões clivados preditos em função do número de folículos antrais em fêmeas da raça Senepol.

Figura 3: Total de embriões produzidos preditos em função do número de folículos antrais em fêmeas da raça Senepol.

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Estatística descritiva das características CFA, ovócitos viáveis, embriões clivados e total de embriões de fêmeas Senepol.

Tabela 2: Número de ovócitos viáveis, embriões clivados, total de embriões produzidos e taxa de conversão de acordo com a categoria de CFA de fêmeas da raça Senepol.

Tabela 3: Correlação entre as variáveis categoria de CFA, ovócitos viáveis, embriões clivados e total de embriões de fêmeas da raça Senepol.

Tabela 4 – Percentual de fêmeas precoces (com CL) e tardias (sem CL) de acordo com a categoria de CFA de novilhas da raça Senepol, avaliadas até 15 meses.

Tabela 5 – Percentual de novilhas da raça Senepol até 24 meses, não gestante e gestantes à primeira inseminação de acordo com a categoria de CFA

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMH- Hormônio anti-Mülleriano.

CFA- Contagem de folículo antral.

CL- Corpo lúteo.

CV: Coeficiente de variação.

DG- Diagnóstico.

DP- Desvio padrão.

E2- Estrógeno.

FSH- Hormônio folículo estimulante.

GnRH- Hormônio liberador de gonadotrofina.

IA- Inseminação artificial.

IATF- Inseminação artificial em tempo fixo.

LH- Hormônio luteinizante.

MN- Monta natural.

mm- Milímetro.

N- Número.

PGF2 α - Prostaglandina 2 α .

PIVE- Produção *in vitro* de embriões.

P4- Progesterona.

vs- Versus.

% Percentual.

> Maior.

< Menor.

\geq Maior ou igual.

\leq Menor ou igual.

\pm Mais ou menos.

SUMÁRIO

CAPITULO I- CONSIDERAÇÕES GERAIS -----	15
1 INTRODUÇÃO- -----	16
2 REVISÃO DE LITERATURA -----	17
2.1 Raça Senepol -----	17
2.2 Endocrinologia reprodutiva -----	17
2.3 Foliculogênese -----	18
2.4 Causas/Fatores que influenciam a variação do número de folículos antrais -----	19
2.5 Repetibilidade do número de folículos antrais e hormônio anti-Mülleriano -----	19
2.6 Número de folículos antrais e progesterona -----	21
2.7 Número de folículos antrais e produção <i>in vitro</i> de embriões -----	22
2.8 Número de folículo antrais e fertilidade -----	23
2.9 Desafios relacionados ao número de folículos antrais -----	24
REFERÊNCIAS -----	24
CAPITULO II- INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE FOLÍCULOS ANTRAIS NA PRODUÇÃO <i>IN VITRO</i> DE EMBRIÕES, PRECOCIDADE E TAXA DE CONCEPÇÃO DE FÊMEAS DA RAÇA SENEPOL -----	31
RESUMO -----	32
ABSTRACT -----	32
INTRODUÇÃO -----	33
MATERIAIS E MÉTODOS -----	34
RESULTADOS -----	36
DISCUSSÃO -----	41
CONCLUSÃO -----	41
REFERÊNCIAS-----	42

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS
(Redigido de acordo com as normas da Biblioteca-UFU)

1 INTRODUÇÃO

As biotécnicas da reprodução têm sido utilizadas para melhorar a eficiência reprodutiva em rebanhos bovinos (MOROTTI et al., 2018) em um curto intervalo de tempo (MOROTTI et al., 2015). A produção *in vitro* de embriões (PIVE) e a inseminação artificial (IA) são duas importantes biotécnicas utilizados para melhorar o desempenho reprodutivo, a produção e o ganho genético, por isso precisam ser estudadas para maximizar seus resultados.

A contagem de folículos antrais (CFA) é o número de folículos visualizados por ultrassonografia nos ovários, e nos últimos anos tem sido alvo de muitos estudos a fim de compreender sua relação com a fertilidade de fêmeas bovinas (IRELAND et al., 2011; WALSH et al., 2014; MOROTTI et al., 2017; MOROTTI et al., 2018). Há relatos na literatura em diferentes raças bovinas, mostrando que a alta ou baixa CFA pode ter relação com a fertilidade (MARTINEZ et al., 2015; MOROTTI et al., 2018). O que tem sido relatado é que fêmeas da raça Holandesa com alta quantidade de folículos antrais possuem melhores resultados de produção *in vitro* de embriões e taxa de concepção (MOSSA et al., 2012; MARTINEZ et al., 2015; IRELAND et al., 2007), porém ainda não se encontrou uma explicação fisiológica para esta relação. A maioria dos trabalhos tem se limitado apenas a publicar resultados encontrados desta relação de número de folículos antrais e fertilidade (MOROTTI et al., 2017).

Já para a raça Nelore, a relação número de folículos antrais e fertilidade parece ser inversa. Morotti et al. (2018) avaliaram a relação do número de folículos antrais com a dinâmica folicular e com a taxa de concepção em fêmeas Nelores submetidas à inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e observaram que vacas com menor CFA apresentaram maior taxa de concepção. Analisando a dinâmica folicular dos animais, os autores observaram que as fêmeas com menor CFA apresentaram maior diâmetro do folículo pré-ovulatório e acreditam que com o maior diâmetro folicular, a ação das gonadotrofinas é aumentada o que resultaria em maior taxa de concepção. Já na produção *in vitro* de embriões, animais com alta CFA apresentam melhor desempenho, visto que estes produzem mais embriões (SANTOS et al., 2016).

Além disso, o que tem sido relatado é que a CFA tem alta repetibilidade no indivíduo e é variável entre indivíduos (BURNS et al., 2005). Ou seja, a compreensão da relação entre número de folículos antrais e fertilidade nos bovinos, poderá contribuir para a classificação e

seleção de fêmeas visto que a avaliação pode ser feita por exame ultrassonográfico dos ovários uma única vez (IRELAND et al., 2011).

O objetivo da dissertação foi avaliar em fêmeas bovinas da raça Senepol, a relação número de folículos antrais com a produção *in vitro* de embrião, a precocidade reprodutiva e taxa de concepção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Raça Senepol

A raça Senepol originou-se do cruzamento das raças taurinas Red Poll (origem britânica) e N'Dama (origem africana). A raça N'Dama foi importada para a Ilha Caribenha da Saint Croix, visando suas características de resistência ao calor, insetos, parasitas e a doenças e habilidade de sobrevivência em regiões pobres de pastagens. Em 1889, o criador de N'Dama, Henry C. Neltropp, buscou encontrar uma raça com características superiores de produção para o clima da região, mas só em 1918 ele conseguiu encontrar uma raça que atendesse às suas expectativas. Foi introduzido ao seu rebanho a raça Red Poll, com o objetivo de melhorar a habilidade materna, fertilidade e dar caráter mocho aos animais. Assim, deste cruzamento surgiu a raça Senepol (ABCS, 2020)

A raça Senepol chegou ao Brasil no ano de 2000, e hoje o país possui um dos maiores e melhores rebanhos da raça. No país, o Senepol se destaca pela qualidade genética e pela produtividade e lucratividade, além de ser um bom investimento a curto, médio e longo prazo (SOARES, 2014).

2.2 Endocrinologia reprodutiva

O ciclo estral é um conjunto de eventos fisiológicos e modificações endócrinas que acontecem em intervalos regulares e que levam a modificações morfológicas e comportamentais (FERREIRA, 2010). É definido como o intervalo entre dois cios consecutivos em um animal (RIPPE, 2009).

O ciclo se inicia com a liberação do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no hipotálamo, que por via sistema porta hipotalâmico-hipofisário estimulará na hipófise a liberação do hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH) (PALHANO, 2008). A ação sinérgica do FSH e do LH fazem com que o folículo se desenvolva e ocorra o aumento gradativo do estradiol (E2) até o folículo se tornar maduro ou pré-ovulatório, momento em que a produção de E2 estará alta e se inicia as mudanças do trato genital e no comportamento do animal (sinais de cio). A alta produção de E2 também leva ao aumento da

secreção de inibina, hormônio responsável por reduzir a produção de FSH e promover no hipotálamo a descarga de GnRH, que estimula a secreção e pico de LH que leva à ovulação (FERREIRA, 2010). Na ovulação o folículo dominante se rompe e as células que permanecem no folículo rompido proliferam e forma o corpo lúteo (CL) (BAAL e PETERS, 2006). O CL aumenta gradativamente e leva ao aumento da produção de progesterona (P4), responsável pela inibição de um novo pico GnRH no hipotálamo. Conseqüentemente, não ocorrerá secreção suficiente de LH para a ovulação de um outro folículo (FERREIRA, 2010). O ciclo estral ocorre com ondas foliculares, de duas a três, com aumentos temporários de estrógeno (BAAL e PETERS, 2006). Na vaca, o ciclo estral tem duração variando entre 18 e 24 dias (GARVERICK e SMITH, 1993; GINTHER et al., 1996). Caso ocorra a fecundação, o embrião implantado no endométrio sintetiza e secreta interferon tau, entre os dias 15 e 26, que impedem a liberação de prostaglandina 2α (PGF 2α). Caso não ocorra a fecundação, o endométrio libera a PGF 2α e ocorre a luteólise, dando início a um novo ciclo (PALHANO, 2008).

2.3 Foliculogênese

É um processo de formação, crescimento e maturação folicular, que compreende o desenvolvimento do folículo primordial até o estágio de folículo pré-ovulatório. Esse processo se engloba em duas fases: pré-antral e antral. A fase pré-antral compreende desde o desenvolvimento e crescimento dos folículos primordiais, até o estágio de folículos primários e secundários. A fase antral se inicia com o surgimento do antro nos folículos terciários e termina na formação do folículo pré-ovulatório (SAUMANDE, 1991). Nessa fase o desenvolvimento do folículo é pouco dependente do FSH, pois nesse estágio a estimulação do seu crescimento é feita por fatores intraovarianos e locais (MAGALHÃES et al., 2012).

A foliculogênese se inicia com a formação das reservas dos folículos primordiais. Os folículos primordiais são formados quando uma camada de células somáticas planas, também denominadas células da pré-granulosa, originadas do epitélio celômico, circundam os ovócitos. Esse processo é regulado por hormônios esteroides que são produzidos no ovário, com a ação de fatores de crescimento e das gonadotrofinas (LIMA-VERDE et al., 2011). Após formar os folículos primários, cessa a multiplicação das células da pré-granulosa e estas entram em quiescência. A retomada de sua proliferação só ocorre quando um folículo primordial quiescente inicia seu crescimento dias, meses ou até anos após a sua formação para diferenciar-se em folículo em crescimento, isto é, folículos primários e secundários e chegar ao estágio de folículo antral e pré-ovulatório (HIRSHFIELD, 1991; SILVA et al., 2002).

Os folículos primários são constituídos por uma única camada de células cubóides que circundam o ovócito. Essas células se multiplicam e formam uma segunda camada de células, dando origem aos folículos secundários (LUCCI et al., 2001).

Após a multiplicação das camadas de células granulosas, formam-se várias camadas de células e o antro, dando início a um novo estágio, onde os folículos passam a serem chamados de folículos terciários ou antrais (VAN DEN HURK e ZHAO, 2005) e células do cumulus (DRIANCOURT, 1991). O processo de desenvolvimento dos folículos terciários é pouco dependente de gonadotrofinas no início. Na fase seguinte ocorre o recrutamento, seleção e dominância folicular, fases estas altamente dependentes da ação das gonadotrofinas (FORTUNE, 1994).

2.4 Causas/Fatores que influenciam a variação do número de folículos antrais

Alguns fatores podem influenciar a variação de CFA. Dentre eles há o ambiente materno. Ireland et al. (2011) tiveram como resultado de seus estudos, em novilhas Holandesas, que infecções crônicas durante a gestação levam ao nascimento do bezerro com menor concentração de AMH e menor reserva ovariana de folículos, e talvez um desempenho reprodutivo inferior.

Outro fator que pode influenciar a variação da CFA é a nutrição materna. Mossa et al. (2010) avaliaram o efeito do ambiente materno desde a concepção até o final do primeiro trimestre da gestação de novilhas mestiças. Os autores observaram que bezerras nascidas de novilhas com restrição nutricional, apresentaram número mínimo e número médio de folículos antrais 60% menor, comparado com bezerras filhas de novilhas sem restrição nutricional.

2.5 Repetibilidade do número de folículos antrais e hormônio anti-Mülleriano

O número de folículos antrais representa a quantidade de folículos visualizados por ultrassonografia nos ovários (MOROTTI et al., 2017). Os dados da literatura têm mostrado que em bovinos de origem taurina (BURNS, et al. 2005), zebuina (IRELAND et al., 2007) e cruzamentos (SILVA- SANTOS et al., 2014), o número de folículos antrais é altamente variável entre indivíduos, porém com alta repetibilidade em um mesmo indivíduo. Esse padrão de repetibilidade no indivíduo sugere que é possível classificar as fêmeas bovinas de acordo com o número de folículos antrais. Segundo Juminez-Krassel et al. (2017), a alta variação de folículos antrais entre indivíduos, torna possível classifica-los em três grupos: baixa, intermediária e alta contagem de folículos antrais. A classificação da CFA pode ser

feita utilizando o exame de ultrassonografia, tornando esta categorização mais simples e prática (MOROTTI et al., 2017).

O hormônio anti-Mülleriano (AMH), membro da superfamília TGF- β de fatores de crescimento é produzido exclusivamente por células da granulosa de folículos saudáveis em crescimento (LA MARCA et al., 2006). Batista et al. (2014) fizeram uma comparação entre a concentração do AMH e o número de folículos antrais em fêmeas Nelore e Angus e observaram relação entre as características. Foi observado que quanto maior o número de folículos antrais, maior a concentração do AMH. Observaram também que o número de folículos antrais é maior para *Bos taurus indicus* (variação de 18 a 85 folículos antrais), comparado com *Bos taurus taurus* (variação de 8 a 51 folículos antrais). Segundo os autores, a concentração de AMH não tem relação com a fase de crescimento folicular e nem com o dia de emergência folicular, o que sugere que o AMH pode ser um marcador endócrino da classificação dos animais quanto ao número de folículos antrais, sendo, portanto, necessário uma única dosagem do hormônio (IRELAND et al., 2008).

Ribeiro et al. (2014) estudaram fêmeas bovinas leiteiras adultas encontraram uma associação entre AMH e raça. Vacas Jersey apresentaram maior concentração de AMH, seguido por vacas mestiças e holandesas, respectivamente. Além disto, os autores observaram uma maior perda de gestação em vacas com baixa concentração de AMH, comparando com intermediária e alta concentração. Essa maior perda gestacional pode ser explicada porque vacas com baixa concentração de AMH, apresentam também menor quantidade de folículos antrais (JIMENEZ-KRASSEL et al., 2009), hormônio este essencial para a manutenção da gestação (KRAELING et al., 1985).

Estudo feito com fêmeas Holandesas e Nelores, mostrou que a concentração de AMH está positivamente relacionada com a produção *in vitro* de embriões (PIVE). O estudo foi feito com novilhas, e os ovócitos foram coletados sem sincronização da onda folicular e em seguida era realizada a PIVE. A coleta de sangue para análise da concentração média de AMH era realizada imediatamente antes da coleta dos ovócitos. Os animais eram classificados de acordo com a concentração de AMH em baixa e alta. Os resultados mostraram que as fêmeas com alto número de folículos antrais possuíam alta concentração de AMH. Além disso, os animais com alta concentração de AMH, produziam mais embriões, o que mostra que a concentração do AMH pode ser um indicador importante para de eficiência na PIVE, ou seja, pode ser um critério importante a se considerar ao selecionar doadoras para produção de embrião (GUERREIRO et al., 2014).

2.6 Número de folículos antrais e progesterona

A P4 é um marcador fisiológico da função do corpo lúteo e das funções uterinas, além de ter um papel importante no desenvolvimento embrionário e fertilidade nos bovinos (INSKEEP, 2004; DISKIN e MORRIS, 2008). Estudos mostram que para se obter melhor desempenho reprodutivo, é necessário que a vaca possua maior concentração circulante de P4 (DISKIN et al., 2006; FOLMAN et al., 1973; MEISTERLING e DAILEY, 1987). Segundo Jimenez-Krassel et al. (2009), está claro que baixa concentração circulante de P4 é um dos fatores responsáveis pela infertilidade em bovinos, no entanto, ainda é necessário compreender os mecanismos os quais causam ou contribuem para essa baixa concentração circulante de P4, afim de conseguir melhorar a fertilidade dos animais.

Martinez et al. (2015) analisaram a concentração plasmática de P4 em diferentes fases do ciclo estral e observaram uma relação do hormônio com CFA apenas no diestro. O que se observou foi que fêmeas bovinas leiteiras com alto número de folículos antrais apresentam maior P4 circulante comparado às fêmeas com baixo número de folículos antrais. Além disso, uma única amostra de sangue coletada no diestro foi suficiente para estabelecer as diferenças de concentração de P4 entre animais de baixo e alto número de folículos antrais. Houve relação positiva entre CFA e fertilidade, em que vacas de alta CFA e maior concentração circulante de P4, apresentaram maior taxa de concepção. Esses resultados mostram que apesar de não ser conhecido os mecanismos pelos quais a alta CFA afeta a produção de P4, a CFA e a concentração circulante do P4 são importantes e podem ajudar a identificar e selecionar indivíduos superiores para fertilidade dentro de um rebanho.

Jimenez- Krassel et al. (2009), encontraram diferença nas concentrações circulantes de P4, diferenciação e função do CL entre grupos classificados em alta versus baixa CFA. O grupo com baixa CFA apresentou concentração circulante de P4 de 30% a 50% menor em relação ao grupo alta CFA, porém não houve diferença no tamanho do CL entre os grupos, o que mostra que provavelmente a menor concentração de P4 não está relacionado com a diferença de tecido luteal. Os autores também procuraram entender se a concentração de P4 tem relação com o desenvolvimento uterino. Para a análise, foi feito exame de ultrassonografia diária para medir a espessura do endométrio no corno uterino ao longo do ciclo estral. O que se observou foi que o grupo com alta CFA nos dias 0 a 6 após a ovulação, a espessura do endométrio diminuiu, já no grupo baixa CFA a espessura endometrial não foi alterada, porém foi muito menor que no grupo alta CFA, o que sugere que o grupo baixa CFA apresenta uma concentração circulante de P4 muito mais baixa e um desenvolvimento endometrial comprometido durante a fase lútea.

2.7 Número de folículos antrais e produção *in vitro* de embriões

A PIVE é uma técnica muito utilizada no Brasil em programas de melhoramento animal com o objetivo de produzir animais de interesse econômico (DE ALENCAR, 2004). Estudos relatam uma relação positiva entre a alta CFA e número maior de embriões na PIVE em bovinos de origem taurina e zebuína (SANTOS et al., 2016; MOROTTI et al., 2016, SANTOS et al., 2014; IRELAND et al., 2007).

Ireland et al. (2007) estudando novilhas de corte de origem europeia, classificaram os animais em baixa CFA (≤ 15 folículos), intermediária CFA (>15 e <25 folículos) e alta CFA (≥ 25 folículos) e tinham como um dos objetivos observar a relação entre número de folículos e a qualidade de embriões após superovulação e PIVE. Os autores observaram que a concentração sérica do FSH é inversamente proporcional à CFA em novilhas mestiças em lactação. Observaram também que na superovulação o número de ovócitos recuperados e o número de embriões transferíveis foi maior no grupo alta CFA, comparado com baixa CFA. Nos animais não estimulados, o número de ovócitos de alta qualidade e de ovócitos fertilizados *in vitro* desenvolvendo até blastocistos foram até quatro vezes maior no grupo alta CFA, comparado ao grupo baixa CFA. Isso sugere que identificar animais com alta CFA é uma boa estratégia para melhorar os resultados reprodutivos.

Santos et al. (2014) estudando animais *Bos taurus indicus* avaliaram a relação entre CFA e produção de embriões *in vitro* e *in vivo*. Os autores dividiram os animais em 2 grupos: baixa CFA (≤ 10) e alta CFA (≥ 40) e observaram que animais com alta CFA eram mais eficientes no uso dessas biotécnicas reprodutivas. Animais com alta CFA tiveram um número maior de embriões totais, porém não houve diferença na proporção de embriões congeláveis entre os grupos alta CFA e baixa CFA (78,42% vs. 89,47%). Para ovócitos viáveis, não houve diferença na proporção entre alta CFA e baixa CFA (58,94% vs. 55,17%), porém houve uma variação significativa na quantidade de ovócitos recuperados ($36,90\% \pm 13,68\%$ vs. $5,80\% \pm 3,40\%$). Para taxas de clivagem e blastocisto não houve diferença entre os grupos (61,25% vs. 56,03%).

Monteiro et al. (2017) fizeram repetidos processos de coleta de ovócito em fêmeas da raça Nelore para avaliar se este procedimento poderia afetar sua eficiência nos programas de PIVE. Os autores avaliaram também a eficiência da repetibilidade da PIVE. Para a análise, os animais foram divididos em grupo de alta CFA (≥ 15 folículos antrais) e baixa CFA (< 15 folículos antrais). A categoria doadoras com baixa CFA não sofreu alteração no número de ovócitos recuperados, no entanto na categoria alta CFA diminuiu o número de ovócitos recuperados ao longo do tempo. Essa diminuição de ovócitos recuperados era esperado e talvez possa ser explicada porque animais que possuem um número maior de folículos,

recebem mais punção por agulhas nas coletas de ovócitos, o que poderia causar danos maiores e mais formação de cicatrizes nas regiões do córtex e estroma ovariano, o que levaria a um comprometimento da eficiência da recuperação de ovócitos. Além disso, as fêmeas com alta CFA apresentaram número maior de ovócitos recuperados e maior quantidade de blastocistos produzidos por coleta de ovócitos.

2.8 Número de folículo antral e fertilidade

Há muitos anos já havia a ideia de que a CFA poderia estar relacionada com fertilidade nos bovinos (ERICKSON, 1966). No entanto ainda hoje há controversas entre a associação de CFA e fertilidade (MARTINEZ et al., 2015; MOROTTI et al., 2018). Mc Neel e Cushman (2015) em trabalhos com novilhas mestiças de corte, observaram que no período reprodutivo as vacas que tinham alta CFA pariam mais cedo. Em vacas de leite, Mossa et al. (2012) dividiram as fêmeas em três categorias: alta CFA (≥ 25 folículos), intermediária (16 a 24 folículos) e baixa CFA (≤ 15 folículos), e observaram que o intervalo entre parto e concepção foi menor em vacas com alta CFA versus baixa CFA. Juntos, os trabalhos sugerem que a CFA pode ser um indicador de melhor desempenho reprodutivo e maior produtividade ao longo da vida do animal.

Martinez et al. (2015) encontraram uma associação entre CFA e fertilidade em vacas das raças Jersey e Holandesa. As vacas de alta CFA apresentaram maior taxa de prenhez (68,1% versus 45,3%) e um menor intervalo parto e concepção por IA ($82,4 \pm 1,6$ dias versus $87,3 \pm 1,2$ dias) inferiores, quando comparado a vacas de baixa CFA, corroborando com outros resultados da literatura de que a alta CFA está relacionada com a boa fertilidade (MC NEEL e CUSHMAN, 2015).

Já Morrotti et al. (2018), encontraram resultados diferentes em estudos feitos com vacas Nelore. Os autores fizeram dois experimentos. No experimento 1, foi avaliado a relação entre CFA e a dinâmica folicular ovariana durante o protocolo de IATF. Para isso, as vacas foram divididas em duas categorias: vacas de baixa CFA (≤ 15 folículos) e alta CFA (≥ 45 folículos). O diâmetro folicular dos animais de baixa CFA comparado com alta CFA, foi maior nos dias D4 (7,3 vs 6,2), D8 (11,2 vs 9,5), D9 (12,3 vs 10,6) e D10 (13,4 vs 12,2). Segundo os autores, uma possível explicação para o maior diâmetro folicular em animais de baixa CFA, é que quando se tem uma quantidade maior de folículos, o ambiente fica mais competitivo, e isso compromete o crescimento folicular. Já o experimento 2 foi feito para avaliar a taxa de concepção de vacas categorizadas como baixa (≤ 15 folículos), intermediária (≤ 20 folículos e ≥ 40 folículos) e alta (≥ 45 folículos) CFA após a realização de protocolo convencional de IATF. Animais com baixa CFA tiveram taxa de concepção 10% maior em

relação ao grupo alta CFA. Os resultados do trabalho mostram resultados diferentes dos encontrados na literatura em *Bos taurus taurus*, mas vale lembrar que diferenças fisiológicas entre *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* podem alterar a relação da CFA com a fertilidade, no entanto ainda é preciso mais estudos para entender essas diferenças e como elas podem influenciar nos resultados.

Interessante citar, que apesar da maioria dos trabalhos com *Bos taurus taurus* apresentar melhores resultados de fertilidade nos animais de alta CFA, estudo feito por Jimenez-Krassel et al. (2017) com novilhas da raça Holandesa, também mostraram melhor desempenho reprodutivo em fêmeas de baixa CFA. O folículo dominante (FD) com diâmetro maior tem potencial ovulatório maior, e com isso o CL e, conseqüentemente, a concentração circulante de progesterona são maiores (PFEIFER et al., 2015).

2.9 Desafios relacionados ao número de folículos antrais

Ainda não é possível esclarecer os dados controversos sobre CFA e a produção *in vitro* de embriões e fertilidade, e por isso é preciso mais estudos para melhor entendimento do assunto nas diversas raças bovinas. É preciso considerar as diferenças fisiológicas envolvendo padrões reprodutivos de vacas das raças taurinas e zebuínas, e seus cruzamentos, tais como número de ondas foliculares, metabolismo de hormônios e diâmetro do folículo ovulatório. Deve-se considerar também que ainda não há um padrão estabelecido para classificar CFA como alta, intermediária ou baixa. (MOROTTI et al., 2017; MOROTTI et al., 2018).

REFERENCIAS

Associação Brasileira de Criadores de Senepol. Disponível em: <http://senepol.org.br/historia-da-raca/>

BALL, P.J.H.; PETERS, A.R. **Reprodução em Bovinos**, 3 ed., São Paulo: Roca, cap. 4, p.38-52, 2006.

BATISTA, E. O. S. et al. Plasma antimüllerian hormone as a predictor of ovarian antral follicular population in *Bos indicus* (Nelore) and *Bos taurus* (Holstein) heifers. **Reproduction in domestic animals**, v.49, n.3, p. 448-452, 2014. <https://doi.org/10.1111/rda.12304>

BURNS, D.S.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; IRELAND, J.L.H.; KNIGHT, P.G.; IRELAND, J.J. 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**, v.73, n.1, p.54-62, 2005. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.104.036277>

DE ALENCAR, MELLO, M. Perspectivas para o melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil. EMBRAPA, 2004. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPSE/15172/1/PROCIMMA2004.00003.pdf>

DISKIN, M. G.; MORRIS, D. G. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.260-267, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x>

DISKIN, M. G.; MURPHY, J. J.; SREENAN, J. M. Embryo survival in dairy cows managed under pastoral conditions. **Animal reproduction science**, v.96, n.3-4, p.297-311, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.08.008>

DRIANCOURT, M. A. Follicular dynamics in sheep and cattle. **Theriogenology**, v.35, n.1, p.55-79, 1991. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(91\)90148-7](https://doi.org/10.1016/0093-691X(91)90148-7)

ERICKSON, B. H. Development and senescence of the postnatal bovine ovary. **Journal of Animal Science**, v. 25, n. 3, p. 800-805, 1966. <https://doi.org/10.2527/jas1966.253800x>

FERREIRA, A.M. **Reprodução da fêmea bovina: Fisiologia aplicada e problemas mais comuns (causas e tratamentos)**, 1 ed., Juiz de Fora: Editar, cap.3, p. 36-43, 2010.

FOLMAN, Y.; ROSENBERG, M.; HERZ, Z.; DAVIDSON, M. The relationship between plasma progesterone concentration and conception in post-partum dairy cows maintained on two levels of nutrition. **Reproduction**, v.34, n.2, p.267-278, 1973. <https://doi.org/10.1530/jrf.0.0340267>

FORTUNE, J. E. Ovarian follicular growth and development in mammals. **Biology of reproduction**, v. 50, n.2, p. 225-232, 1994. <https://doi.org/10.1095/biolreprod50.2.225>

GARVERICK, H.; SMITH, M.F. Female reproductive physiology and endocrinology of cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.9, n.2, p.223-247, 1993. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30643-5](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30643-5)

GINTHER, O. J.; WILTBANK, M.C.; FRICKE, P.M.; GIBBONS, J.R.; KOT, K. Selection of the dominant follicle in cattle. **Biology of reproduction**, v.55, n.6, p.1187-1194, 1996.

GUERREIRO, B. M.; BATISTA, E.O.S.; VIEIRA, L.M.; SÁ FILHO, M.F.; RODRIGUES, C.A.; CASTRO NETTO, A.; SILVEIRA, C.R.A.; BAYEUX, B.M.; DIAS, E.A.R.; MONTEIRO, F.M.; M. ACCORSI, M.; LOPES, R.N.V.R.; BARUSELLI, P.S. Plasma anti-mullerian hormone: an endocrine marker for in vitro embryo production from *Bos taurus* and *Bos indicus* donors. **Domestic animal endocrinology**, v.49, p.96-104, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.domaniend.2014.07.002>

HIRSHFIELD, A.N. Development of follicles in the mammalian ovary. In: **International review of cytology**. Academic Press, n.124, p. 43-101, 1991. [https://doi.org/10.1016/S0074-7696\(08\)61524-7](https://doi.org/10.1016/S0074-7696(08)61524-7)

INSKEEP, E. K. Preovulatory, postovulatory, and postmaternal recognition effects of concentrations of progesterone on embryonic survival in the cow. **Journal of animal science**, v. 82, n. suppl_13, p. E24-E39, 2004. https://doi.org/10.2527/2004.8213_supplE24x

IRELAND, J.L.H.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; THEMME, A.P.N.; WARD, F.; LONERGAN, P.; SMITH, G.W.; PEREZ, G.I.; EVANS, A.C.O.; IRELAND, J.J. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in ovaries of young adult cattle. **Biology of reproduction**, v.79, n.6, p.1219-1225, 2008. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.108.071670>

IRELAND, J.J.; SMITH, G.W.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J.K.; IRELAND, J.L.H.; MOSSA, F.; LONERGAN, P.; EVANS, A.C.O. 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-Müllerian hormone as a diagnostic marker for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. **Reproduction, Fertility and Development**, v.23, n.1, p.1-14, 2011. <https://doi.org/10.1071/RD10226>

IRELAND, J.J.; WARD, F.; JIMENEZ-KRASSEL F.; IRELAND, J.L.H.; SMITH, G.W.; LONERGAN, P.; EVANS, A.C.O. Follicle numbers are highly 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**, v.22, n.6, p.1687-1695, 2007. <https://doi.org/10.1093/humrep/dem071>

JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J.K.; IRELAND, J.L.H.; SMITH, G.W.; HOU, X.; DAVIS, J.S.; LONERGAN, P.; EVANS, A.C.O.; IRELAND, J.J. 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**, v. 80, n. 6, p. 1272-1281, 2009. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.108.075093>

JIMENEZ-KRASSEL, F.; SCHEETZ, D.M.; NEUDER, L.M.; PURSLEY, J.R.; IRELAND, J.J. 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**, v.100, n.6, p.5019-5027, 2017. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12277>

KRAELING, R.R.; RAMPACEK, G.B.; FIORELLO, N.A. Inhibition of pregnancy with indomethacin in mature guts and prepuberal guts induced to ovulate. **Biology of Reproduction**, v.32, n.1, p.105-110, 1985. <https://doi.org/10.1095/biolreprod32.1.105>

LA MARCA, A.; VOLPE, A. Anti-Müllerian hormone (AMH) in female reproduction: is measurement of circulating AMH a useful tool? **Clinical endocrinology**, v.64, n.6, p.603-610, 2006. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2265.2006.02533.x>

LIMA-VERDE, I. B.; ROSSETTO, R.; FIGUEIREDO, J. R. Influencia dos hormônios esteroides na foliculogênese. **Rev Bras Reprod Anim**, v. 35, n. 4, p. 472-482, 2011.

LUCCI, C.M.; SILVA, R.V.; CARVALHO, C.A.; FIGUEIREDO, R.; BÁO, S.N. et al. Light microscopical and ultrastructural characterization of goat preantral follicles. **Small Ruminant Research**, v. 41, n. 1, p. 61-69, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(01\)00196-1](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(01)00196-1)

MAGALHÃES, D.M.; SALES, E.T.; PADILHA, R.T.; SILVA, T.F.P.; TONIOLI, J.R.; FIGUEIREDO, J.R. Hormônio do crescimento (GH) e fator de crescimento semelhante à insulina-I (IGF-I): importantes reguladores das foliculogêneses in vivo e in vitro. **Rev. Bras. Beprod. Anim**, v. 36, n. 1, p. 32-38, 2012.

MARTINEZ, M.F.; SANDERSON, N.; QUIRKE, L.D.; LAWRENCE, S.B.; JUENGEL, J.L. Association between antral follicle count and reproductive measures in New Zealand lactating dairy cows maintained in a pasture-based production system. **Theriogenology**, v.85, n.3, p.1-10, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.09.026>

MCNEEL, A.K.; CUSHMAN, R.A. Influence of puberty and antral follicle count on calving day in crossbred beef heifers. **Theriogenology**, v.84, n.7, p.1061-1066, 2015. DOI: [10.1016/j.theriogenology.2015.06.010](http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.06.010)

MEISTERLING, E. M.; DAILEY, R. A. Use of concentrations of progesterone and estradiol-17 β in milk in monitoring postpartum ovarian function in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.10, p.2154-2161, 1987. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(87\)80268-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(87)80268-0)

MONTEIRO, F.M.; BATISTA, E.O.S.; VIEIRA, L.M.; BAYEUX, B.M.; ACCORCI, M.; CAMPANHOLI, S.P.; DIAS, E.A.R.; SOUZA, A.H.; BARUSELLI, P.S. Beef donor cows with high number of retrieved COC produce more in vitro embryos compared with cows with low number of COC after repeated ovum pick-up sessions. **Theriogenology**, v.90, p.1-16, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.11.002>

MOROTTI, F.; BARROS, T.R.R.; MACHADO, F.Z.; GONZÁLEZ, S.M.; MARINHO, L.S.R.; SENEDA, M.M. Is the number of antral follicles an interesting selection criterium for fertility in cattle? **Animal Reproduction (AR)**, v.12, n.3, p.479-486, 2015.

MOROTTI, F.; MORETTI, R.; SANTOS, G.M.G.; SILVA-SANTOS, K.C.; CERQUEIRA, P.H.R.; SENEDA, M.M. Ovarian follicular dynamics and conception rate in *Bos indicus* cows with different antral follicle counts subjected to timed artificial insemination. **Animal reproduction science**, v.188, p.170-177, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.12.001>

MOROTTI, F. et al. Correlation between phenotype, genotype and antral follicle population in beef heifers. **Theriogenology**, v.91, p.1-14, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.12.025>

MOROTTI, F.; ZANGIROLAMO, A.F.; SILVA, N.C.; SILVA, C.B.; ROSA, C.O.; SENEDA, M.M. Antral follicle count in cattle: advantages, challenges, and controversy. **Animal Reproduction (AR)**, v.14, n.3, p.414-420, 2017. doi: 10.21451/1984-3143-AR994 <http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-AR994>

MOSSA, F.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J.K.; IRELAND, J.L.H.; SMITH, G.W.; LONERGAN, P.; EVANS, A.C.O.; IRELAND, J.J. Evidence that high variation in antral follicle count during follicular waves is linked to alterations in ovarian androgen production in cattle. **Reproduction**, v.140, n.5, p.713-720, 2010. doi: [10.1530/REP-10-0214](https://doi.org/10.1530/REP-10-0214)

MOSSA, F.; WALSH, S.W.; BUTLER, 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, n.5, p.2355-2361, 2012. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4325>

PALHANO, H.B. **Reprodução em Bovinos: Fisiopatologia, terapêutica, manejo e biotecnologia**. 2ed., Rio de Janeiro: L.F. Livros, cap.3, p.33-68, 2008.

PFEIFER, L.F.M.; CASTRO, N.A.; MELO, V.T.O.; NEVES, P.M.A.; CESTARO, J.P.; SCHNEIDER, A. Timed artificial insemination in blocks: a new alternative to improve fertility in lactating beef cows. **Animal reproduction science**, v.163, p.1-27, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.anireprosci.2015.10.002>

RIBEIRO, E.S.; BISINOTTO, R.S.; LIMA, F.S.; GRECO, L.F.; MORRISON, A.; KUMAR, A.; THATCHER, W.W.; SANTOS, J.E.P. Plasma anti-Müllerian hormone in adult dairy cows and associations with fertility. **Journal of dairy science**, v. 97, n. 11, p. 6888-6900, 2014. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-7908>

RIPPE, C.A. El ciclo estral. In: **Dairy Cattle Reproduction Conference**. p.111-116, 2009.

SAUMANDE, J. la folliculogenèse chez les ruminants. Recueil de Médecine. **Vétérinaire**, v.167, p.205-218, 1991.

SILVA, J.R.V.; FERREIRA, M.A.L.; COSTA, S.H.F.; FIGUEIREDO, J.R. Características morfológicas e controle do crescimento folicular durante a foliculogênese em ruminantes domésticos. **Ciência Animal**, v. 12, n. 2, p. 105-117, 2002.

SANTOS, G.M.G.; Silva-Santos, K.C.; TBARREIROS, T.R.R.; MOROTTI, F.; SANCHES, B.V.; MORAES, F.L.Z.; BLASCHI, W.; SENEDA, M.M. High numbers of antral follicles are positively associated with in vitro embryo production but not the conception rate for FTAI in Nelore cattle. **Animal reproduction science**, v.165, p.17-21, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.11.024>

SILVA-SANTOS, K.C.; SANTOS, G.M.G.; KOETZ JÚNIOR, C.; MOROTTI, F.; SILOTO, L.S.; MARCANTONIO, T.N.; URBANO, M.R.; OLIVEIRA, R.L.; LIMA, D.C.M.; SENEDA, M.M. Antral Follicle Populations and Embryo Production—*In Vitro* and *In Vivo*—of *Bos indicus-taurus* Donors from Weaning to Yearling Ages. **Reproduction in domestic animals**, v.49, n.2, p.228-232, 2014. <https://doi.org/10.1111/rda.12255>

SOARES, 2014. Artigo: Senepol – Um exemplo de parceria estratégica. **Embrapa**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2118013/artigo-senepol--um-exemplo-de-parceria-estrategica>

WALSH, S. W.; MOSSA, F.; BUTLER, S.T.; BERRY, D.P.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; TEMPELMAN, R.J.; CARTER, F.; LONERGAN, P.; EVANS, A.C.O.; IRELAND, J.J. Heritability and impact of environmental effects during pregnancy on antral follicle count in cattle. **Journal of dairy science**, v.97, n.7, p.1-9, 2014. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7758>

VAN DEN HURK, R.; ZHAO, J. Formation of mammalian oocytes and their growth, differentiation and maturation within ovarian follicles. **Theriogenology**, v.63, n.6, p.1717-1751, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2004.08.005>

CAPÍTULO II

(Redigido de acordo com as normas o Jornal Semina Ciências Agrarias)

Influência do número de folículos antrais na produção *in vitro* de embriões, precocidade sexual e taxa de concepção de fêmeas da raça Senepol

Influence of the number of antral follicles on *in vitro* embryo production, sexual precocity and conception rate of Senepol females

Resumo

Objetivou-se avaliar a relação da contagem de folículos antrais com a produção *in vitro* de embriões e a fertilidade das fêmeas bovinas da raça Senepol. Dois experimentos foram realizados na região do Triângulo Mineiro com 608 fêmeas da raça Senepol. No experimento 1 foi avaliada a relação entre o número de folículos antrais e produção de embriões viáveis, e no experimento 2, a relação entre número de folículos antrais e precocidade (determinada pela presença de corpo lúteo), e entre número de folículos antrais e taxa de concepção de novilhas. A contagem de folículos antrais (CFA) é o número de folículos antrais visualizados por exame de ultrassonografia dos ovários. Os animais foram classificados quanto o número de folículos antrais em CFA baixa ($20 \leq$ folículos antrais), CFA intermediária ($\geq 25 \leq 45$ folículos antrais) e CFA alta (≥ 50 folículos antrais). Foi detectada relação entre número de folículos antrais e produção *in vitro* de embriões. As fêmeas com alta CFA apresentaram maior quantidade de ovócitos viáveis e ovócitos clivados. Fêmeas com CFA intermediária e alta tendem a ser mais precoces. Não houve relação entre número de folículos antrais e taxa de concepção das novilhas. Conclui-se que fêmeas Senepol com alta CFA podem produzir maior quantidade de embriões. Fêmeas com intermediária e alta CFA tendem a ser mais precoces, porém a taxa de concepção não é afetada pelo número de folículos antrais.

Palavras chave: bovinos, precocidade, taxa de concepção, produção *in vitro* de embriões.

Abstract

The objective was to evaluate the relationship between antral follicle count and *in vitro* embryo production and the fertility of Senepol bovine females. Two experiments were carried out in the Triângulo Mineiro region with 608 Senepol females. In experiment 1, the relationship between the number of antral follicles and production of viable embryos was evaluated, and in experiment 2, the relationship between the number of antral follicles and precocity (determined by the presence of corpus luteum), and between the number of antral follicles and rate of heifers conception. The count of antral follicles (ACF) is the number of antral follicles visualized by ultrasound examination of the ovaries. The animals were

classified according to the number of antral follicles in low ACF ($20 \leq$ antral follicles), intermediate ACF ($\geq 25 \leq 45$ antral follicles) and high ACF (≥ 50 antral follicles). A relationship was detected between the number of antral follicles and in vitro embryo production. Females with high ACF showed a higher amount of viable oocytes and cleaved oocytes. Females with intermediate and high ACF tend to be earlier. There was no relationship between the number of antral follicles and the conception rate of heifers. It is concluded that Senepol females with high ACF can produce more embryos. Females with intermediate and high ACF tend to be earlier, but the conception rate is not affected by the number of antral follicles.

Keywords: cattle, precocity, conception rate, in vitro embryo production.

Introdução

Estudos tem evidenciado que o número de folículos antrais tem relação com fertilidade. O número de folículos antrais é altamente variável entre animais, porém possui alta repetibilidade no indivíduo, sendo assim classificar os animais por exame de ultrassonografia parece ser uma forma confiável e simples para a seleção dos animais para a reprodução (BURNS et al., 2005).

Em fêmeas *Bos taurus taurus*, a alta CFA resulta em melhor desempenho reprodutivo e está relacionada ao número total de folículos morfologicamente saudáveis e maior produção de embriões, mostrando que na PIVE estes animais apresentam melhores resultados (IRELAND et al., 2007). Além disso, em programas de IATF, as fêmeas de alta CFA apresentam maior fertilidade comparando com fêmeas de baixa CFA (MOSSA et al., 2012; MARTINEZ et al., 2015).

Entretanto há relatos controversos em trabalhos com *Bos taurus indicus*. Estudo realizado no sul do Brasil com vacas da raça Nelore submetidas à IATF, mostraram que as fêmeas Nelore com baixa CFA apresentam maiores taxas de concepção (MOROTTI et al., 2018). Já na produção *in vitro* de embriões, animais com alta CFA apresentaram melhores resultados (SANTOS et al., 2016).

A compreensão da relação entre CFA e características reprodutivas nas diferentes raças bovinas é importante para selecionar os animais superiores para uma melhor eficiência reprodutiva (MOROTTI et al., 2018; EVANS et al., 2012, SANTOS et al., 2016). No presente estudo a hipótese foi de que fêmeas da raça Senepol com alta CFA apresentariam maior produção total de embriões, as novilhas teriam maior precocidade e maior taxa de concepção a primeira inseminação.

Devido à importância do desempenho reprodutivo dos bovinos no retorno econômico da atividade, diante da ascensão da raça Senepol na região sudeste do Brasil e dos poucos estudos encontrados sobre a eficiência reprodutiva da raça, objetivou-se avaliar a relação número de folículos antrais e ovócitos viáveis, clivados, produção total de embriões *in vitro* e taxa de conversão de ovócitos viáveis em total de embriões produzidos relação número de folículos antrais e precocidade sexual e relação número de folículos antrais e taxa de concepção de fêmeas da raça Senepol.

Material e Métodos

Animais e manejo:

Foram avaliadas fêmeas da raça Senepol na região do Triângulo Mineiro-MG. Os animais eram mantidos a pasto, e na seca era fornecida suplementação proteico energética. As visitas às propriedades para avaliação ovariana eram feitas mensalmente. Foi realizado exame de ultrassonografia dos ovários em todas as fêmeas participantes do estudo com prévia anamnese, observando escore de condição corporal (participava dos experimentos apenas fêmeas com escore de condição corporal entre 2,5 e 4,0), possível aderência de ovário, presença de corpo lúteo, folículo dominante ou cisto folicular e a contagem de folículo antral com o auxílio do aparelho de ultrassom Aloka SSD-500. Os animais foram classificados de acordo com o número de folículos ≥ 3 mm nos ovários, como CFA baixa ($20 \leq$ folículos antrais), CFA intermediária ($\geq 25 \leq 45$ folículos antrais) e CFA alta (≥ 50 folículos antrais), adaptado de Burns et al. (2005).

Experimento 1: Relação ente CFA e produção de embriões viáveis em fêmeas Senepol

Para análise da relação número de folículos antrais e produção de embriões viáveis, foi realizada a avaliação de 146 fêmeas, entre 12 meses e 9 anos de idade, no período de janeiro de 2017 a janeiro de 2018. Após a contagem do número de folículos antrais e a classificação, as fêmeas foram submetidas a aspiração folicular para coleta dos ovócitos.

A aspiração era realizada por um médico veterinário treinado e os ovócitos eram encaminhados pelo mesmo para o laboratório, no qual os ovócitos aspirados passavam por todo o procedimento de PIVE e as quantidades de ovócitos viáveis, clivados, total de embriões produzidos e taxa de conversão de ovócitos viáveis em total de embriões produzidos eram anotados em uma planilha de Excel.

Experimento 2: Relação entre CFA e precocidade e fertilidade de novilhas Senepol

Para análise da relação número de folículos antrais e precocidade foram avaliadas no período de outubro de 2012 a outubro de 2018 um total de 608 novilhas com idade entre 10 e 15 meses por exame de ultrassonografia para a contagem do número de folículos antrais e a classificação em CFA baixa (n = 169), intermediária (n = 261) e alta (n = 143). Após a classificação as novilhas foram acompanhadas mensalmente para determinação da precocidade. Eram consideradas precoces as novilhas que apresentavam CL no dia do exame de ultrassonografia dos ovários.

A análise da relação entre número de folículos antrais e taxa de concepção na primeira inseminação, foi feita no período de outubro de 2016 a outubro de 2018. Foi realizado a inseminação e o diagnóstico de gestação (DG) de 143 fêmeas com idade entre 14 e 24 meses de idade. O DG era feito após 30 a 35 dias da primeira inseminação artificial (IA; n = 69), ou inseminação artificial em tempo fixo (IATF; n = 74).

Análise estatística:

Os dados foram submetidos a análise de variância com o auxílio do software SAS 9.3 (SAS), e os gráficos foram plotados no software R studio. Os testes de distribuição e normalidade foram obtidos pelo PROC UNIVARIATE, com a normalidade avaliada pelo método de Shapiro-Wilk.

No primeiro experimento, com a intenção de avaliar a relação da CFA com a quantidade de ovócitos viáveis, embriões clivados e produção total de embriões, foi utilizada PROC REG, enquanto que para avaliar a relação da categoria de CFA (baixa, intermediária ou alta) com a quantidade de ovócitos viáveis, embriões clivados e produção total de embriões, foi utilizado o PROC GLM. A correlação entre as variáveis foi realizada empregando-se PROC CORR, com teste de correlação de Spearman.

No segundo experimento as análises da relação entre a CFA e a precocidade reprodutiva (presença ou ausência de corpo lúteo) e da relação entre a CFA e a concepção à primeira inseminação (vazia ou prenhe), foram realizadas por PROC LOGISTIC. Já as relações entre a categoria de CFA (baixa, média ou alta) e a precocidade reprodutiva (presença ou ausência de corpo lúteo) e a concepção à primeira inseminação (gestante ou não gestante) foram analisadas com utilização de PROC FREQ com teste de qui-quadrado.

Resultados

Experimento 1: Relação ente CFA e produção de embriões viáveis em fêmeas Senepol

No grupo de 146 fêmeas analisadas, nota-se uma variação de 5 a 71 folículos antrais, com média de $5,29 \pm 5,60$ embriões produzidos (Tabela 1).

Tabela 1: Estatística descritiva das características CFA, ovócitos viáveis, embriões clivados e total de embriões de fêmeas Senepol.

Características	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
CFA	29,14 \pm 14,61	5,00	71,00
Ovócitos viáveis	22,39 \pm 12,87	3,00	61,00
Embriões Clivados	16,64 \pm 10,04	0,00	47,00
Total de embriões	5,29 \pm 5,60	0,00	28,00

CFA: contagem de folículos antrais, DP: desvio padrão.

Houve tendência crescente na quantidade de ovócitos viáveis, embriões clivados e total de embriões, conforme maior a quantidade de folículos antrais ($p < 0.0001$) (Figuras 1, 2 e 3). Isso significa que a CFA está diretamente relacionada com essas características, então, quanto maior o número de folículos antrais, maior a quantidade de ovócitos viáveis, embriões clivados e total de embriões produzidos.

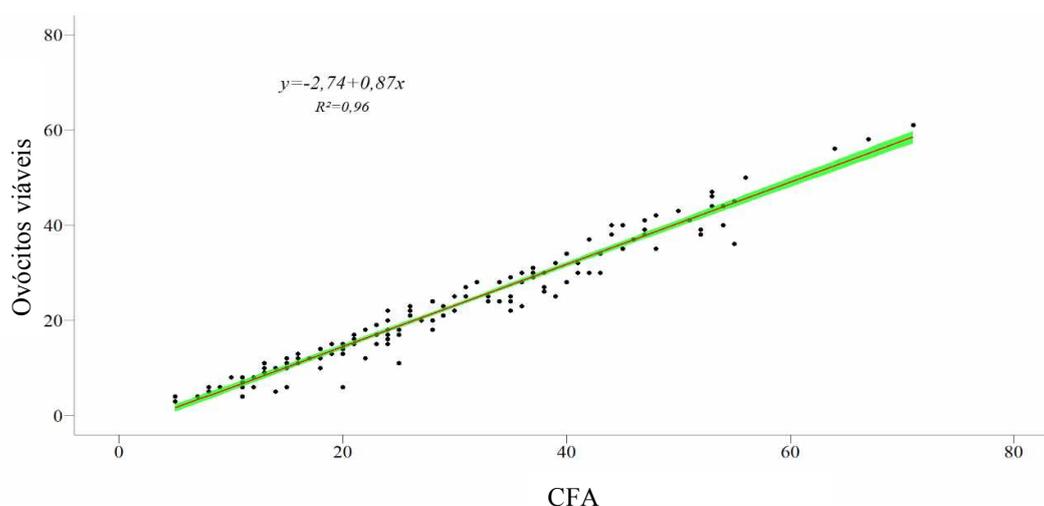


Figura 1: Ovócitos viáveis preditos em função do número de folículos antrais em fêmeas da raça Senepol.

CFA – contagem de folículos antrais

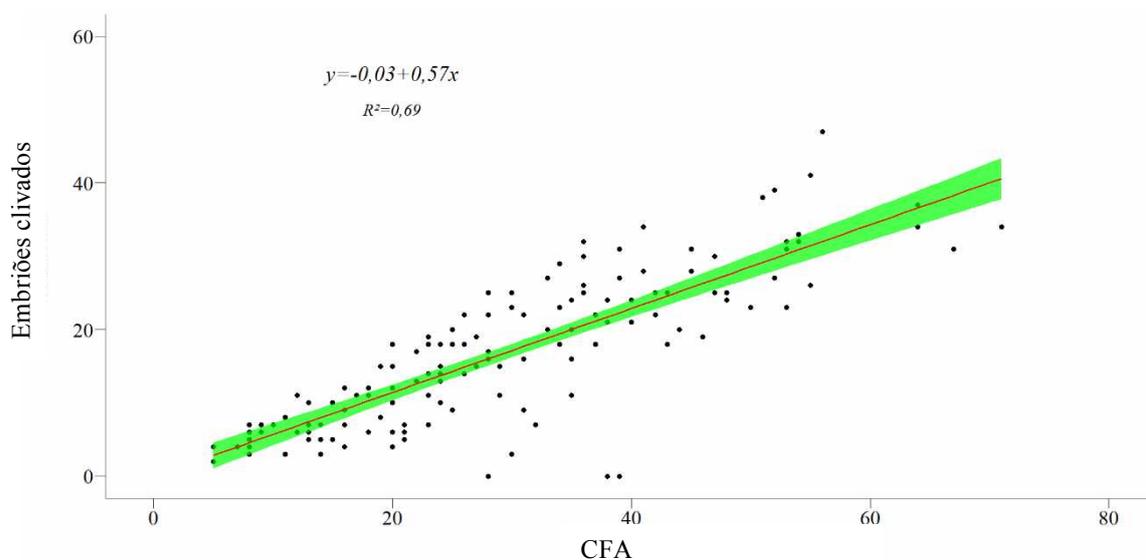


Figura 2: Embrões clivados preditos em função do número de folículos antrais em fêmeas da raça Senepol.

CFA – contagem de folículos antrais

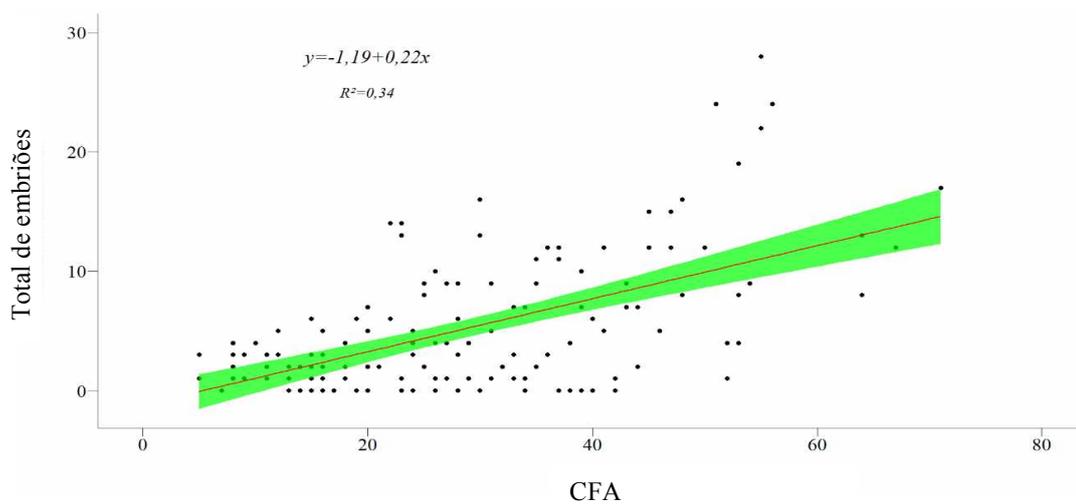


Figura 3: Total de embriões produzidos preditos em função do número de folículos antrais em fêmeas da raça Senepol.

CFA – contagem de folículos antrais

Ao analisar os dados de acordo com a categoria de CFA, nota-se que fêmeas classificadas como alta CFA apresentaram maior quantidade de ovócitos viáveis, embriões clivados e de total de embriões produzidos, enquanto que os menores resultados foram encontrados em fêmeas classificadas como baixa CFA ($p < 0.0001$). Entretanto, nota-se que ao analisar a taxa de conversão de ovócitos viáveis em total de embriões produzidos, a categoria de CFA não influenciou os resultados (Tabela 2).

Tabela 2: Número de ovócitos viáveis, embriões clivados, total de embriões produzidos e taxa de conversão de acordo com a categoria de CFA de fêmeas da raça Senepol.

Categoria de CFA	n	Ovócitos viáveis	Embriões clivados	Total embriões	Taxa de conversão (total embriões/ovócitos viáveis)
Alta	17	47,35 ($\pm 8,18$) ^a	33,59 ($\pm 6,75$) ^a	14,47 ($\pm 9,06$) ^a	30,56% ^a
Intermediária	60	26,27 ($\pm 5,76$) ^b	19,75 ($\pm 7,67$) ^b	5,18 ($\pm 4,59$) ^b	19,72% ^a
Baixa	48	9,33 ($\pm 3,51$) ^c	7,56 ($\pm 3,48$) ^c	2,17 ($\pm 1,75$) ^c	23,23% ^a
CV (%)		12,40	22,49	43,24	
P-valor		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,3400

Letras diferentes na coluna atestam diferença significativa ($p < 0,05$) n: número, CV: coeficiente de variação, %: porcentagem.

CFA baixa ($20 \leq$ folículos antrais), CFA média ($\geq 25 \leq 45$ folículos antrais) e CFA alto (≥ 50 folículos antrais)

Letras diferentes na coluna atestam diferença significativa ($p < 0,05$) n: número, CV: coeficiente de variação, %: porcentagem.

CFA baixa ($20 \leq$ folículos antrais), CFA média ($\geq 25 \leq 45$ folículos antrais) e CFA alto (≥ 50 folículos antrais)

Nota-se ainda correlação forte e positiva entre a categoria de CFA e quantidade de ovócitos viáveis e entre a quantidade de embriões clivados e a quantidade ovócitos viáveis (Tabela 3).

Tabela 3: Correlação entre as variáveis categoria de CFA, ovócitos viáveis, embriões clivados e total de embriões de fêmeas da raça Senepol.

	Ovócitos viáveis	Embriões Clivados	Total de embriões
CFA categorias	0,8981**	0,7943**	0,3981**
Ovócitos viáveis		0,8041**	0,3725**
Clivados			0,5886**

** $P < 0,001$

Experimento 2: Relação entre CFA e precocidade e fertilidade de novilhas Senepol.

Dentre as 608 novilhas, no momento do exame de ultrassonografia ovariana, 521 não apresentavam corpo lúteo (tardias) e 87 apresentavam corpo lúteo (precoces), sendo que não houve relação entre o número de folículos antrais e a precocidade reprodutiva no grupo de novilhas Senepol analisadas ($P = 0,26$).

Entretanto, quando a análise foi feita baseada na categoria de CFA, foi detectada uma tendência ($p = 0,07$) de que as novilhas de intermediária e alta CFA apresentassem maior precocidade (presença de CL) que as classificadas como baixa CFA.

Tabela 4 – Percentual de fêmeas precoces (com CL) e tardias (sem CL) de acordo com a categoria de CFA de novilhas da raça Senepol, avaliadas até 15 meses.

Categoria de CFA	Tardias n (%)	Precoces n (%)	Total n (%)	P-Valor
Baixa	153 (90,53%)	16 (9,47%)	169 (100%)	0,070
Intermediária	216 (82,76%)	45 (17,24%)	261 (100%)	
Alto	120 (83,92%)	23 (16,08%)	143 (100%)	
Total	489 (85,34%)	84 (14,66%)	573 (100,00%)	

CFA baixa ($20 \leq$ folículos antrais), CFA média ($\geq 25 \leq 45$ folículos antrais) e CFA alto (≥ 50 folículos antrais)

Dentre as 143 fêmeas Senepol analisadas, no diagnóstico de gestação à primeira inseminação, 48 não estavam gestantes e 95 estavam gestantes, sendo que não houve relação entre o número de folículos antrais e a concepção à primeira inseminação ($p = 0,3498$).

De forma semelhante, a categoria de CFA não influenciou a taxa de concepção à primeira inseminação ($p = 0,32$) (Tabela 5). Portanto, dentro o grupo de 138 fêmeas Senepol classificadas, a taxa de concepção independe da categoria de CFA.

Tabela 5 – Percentual de novilhas da raça Senepol até 24 meses, não gestante e gestantes à primeira inseminação de acordo com a categoria de CFA

Categoria CFA	Não gestante n (%)	Gestante n (%)	Total n (%)	p- valor
Baixa	12 (46,15%)	14 (53,85%)	26 (100%)	0,32
Intermediária	24 (32,43%)	50 (67,57%)	74 (100%)	
Alto	11 (28,95%)	27 (71,05%)	38 (100%)	
Total	47 (34,06%)	91 (65,94%)	138 (100,00%)	

CFA baixa ($20 \leq$ folículos antrais), CFA média ($\geq 25 \leq 45$ folículos antrais) e CFA alto (≥ 50 folículos antrais)

Discussão

No presente estudo, realizado com fêmeas da raça Senepol foi detectado que vacas com número maior de folículos antrais produziram maior número ovócitos viáveis, embriões clivados e embriões totais. Os resultados sugerem que identificar no rebanho fêmeas com um maior número de folículos antrais possivelmente resultará na seleção de animais que com melhores resultados na PIVE.

Muitos estudos apontam que em *Bos taurus taurus* as fêmeas com maior CFA apresentam os melhores resultados para a produção de embriões. Ireland et al. (2007), observaram que as fêmeas categorizadas em alta CFA respondem melhor à superovulação e produzem mais embriões de alta qualidade, além disso os ovários obtidos de vacas com alta CFA produziram número maior de ovócitos de qualidade, os quais foram capazes de produzir mais blastocistos, comparando com as de baixa CFA.

A maior produção de embriões nas fêmeas classificadas como CFA alta, a taxa de conversão de ovócitos viáveis em embriões não foi afetada pela categoria de CFA. Silva-Santos et al. (2014), em estudos com animais Braford, também não encontraram diferenças nas proporções de embriões congeláveis entre animais com alta e baixa CFA (78,42% versus 89,47%). Resultados diferentes foram reportados por Ireland et al. (2007) em novilhas de corte. Os autores relataram que fêmeas com alta CFA apresentaram uma menor proporção de embriões transferíveis. Estes resultados sugerem que a seleção de animais de acordo com a CFA pode ser um parâmetro importante de seleção de doadoras em programas reprodutivos de PIVE.

Foi encontrada uma tendência das novilhas com intermediária e alta CFA serem mais precoces, comparando com novilhas de baixa CFA. Não foi encontrado na literatura trabalhos que relacionem CFA com precocidade sexual. A puberdade em novilhas é a etapa final de uma série de eventos endócrinos que ocorrem, resultando na ovulação e estro e função lútea normal (MORAN et al. 1989). Para que ocorra a puberdade é preciso que haja aumento na secreção de LH resultante do aumento da liberação de GnRH pelo hipotálamo (DAY et al., 1987). A maior secreção de LH resulta de maior crescimento dos folículos ovarianos dominantes, e conseqüentemente maior concentração de estradiol, induzindo ao pico pré-ovulatório inicial de LH (DAY et al., 1984). Portanto necessita-se de mais estudos para compreender como o aumento do número de folículos antrais pode interferir na precocidade das fêmeas bovinas.

A taxa de concepção a primeira inseminação não foi influenciada pela categoria de CFA das novilhas Senepol. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos e colaboradores (2016) com fêmeas Nelore com média de 72 meses de idade submetidas à IATF.

Resultados diferentes foram encontrados em vacas de leite. Martinez e colaboradores (2015), em estudos com vacas das raças Holandesa e Jersey com idade com 2 a 10 anos de idade, encontraram que as fêmeas com menor CFA apresentaram menor taxa de concepção na IA convencional (com observação de cio). Também em IA convencional, Mossa e colaboradores (2012) encontraram em vacas da raça Holandesa com baixa CFA apresentaram menor taxa de concepção.

Vale ressaltar que no estudo feito por Mossa e colaboradores (2012) as fêmeas não eram protocoladas, a inseminação era feita após a observação do cio natural. Provavelmente no presente estudo não foi encontrado o efeito da CFA na taxa de concepção a primeira IA das novilhas da raça Senepol, pois a utilização de hormônios dos protocolos de IATF podem ter influenciado os resultados, uma vez que no presente estudo, mais de 50% das inseminações eram realizadas por IATF. Talvez a utilização dos hormônios do protocolo de IATF pode ter influenciado os resultados.

Conclusão

No grupo de fêmeas Senepol estudado, há uma tendência que novilhas classificadas como CFA intermediário e alto serem mais precoces, e ainda, as fêmeas com maior número de folículos antrais apresentam maiores quantidades de ovócitos viáveis, de embriões clivados e de produção total de embriões, contudo, sem influência na taxa de conversão. Ademais, o

número de folículos antrais não influencia a taxa de concepção à primeira inseminação em novilhas até 24 meses.

Referências

BURNS, D. S., JIMENEZ-KRASSEL, F., IRELAND, J. L., KNIGHT, P. G., & IRELAND, J. J. (2005). 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*, 73(1), 54-62. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.104.036277>

DAY, M. L., IMAKAWA, K., GARCIA-WINDER, M., ZALESKY, D. D., SCHANBACHER, B. D., KITTOK, R. J., & KINDER, J. E. (1984). Endocrine mechanisms of puberty in heifers: estradiol negative feedback regulation of luteinizing hormone secretion. *Biology of Reproduction*, 31(2), 332-341. <https://doi.org/10.1095/biolreprod31.2.332>

DAY, M. L., IMAKAWA, K., WOLFE, P. L., KITTOK, R. J., & KINDER, J. E. Endocrine mechanisms of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. (1987). *Biology of reproduction*, 37(5), 1054-1065. <https://doi.org/10.1095/biolreprod37.5.1054>

EVANS, A. C. O., MOSSA, F., WALSH, S. W., SCHEETZ, D., JIMENEZ-KRASSEL, F., IRELAND, J. L. H., SMITH, G.W., IRELAND, J. J. Effects of maternal environment during gestation on ovarian folliculogenesis and consequences for fertility in bovine offspring. 2012. *Reproduction in Domestic Animals*, 47, 31-37. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2012.02052.x>

IRELAND, J. L. H., SCHEETZ, D., JIMENEZ-KRASSEL, F., THEMME, A. P. N., WARD, F., LONERGAN, P., SMITH, G.W., PEREZ, G.I., EVANS, A.C.O., IRELAND, J. J. (2008). Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in ovaries of young adult cattle. *Biology of reproduction*, 79(6), 1219-1225, 2008. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.108.071670>

JIMENEZ-KRASSEL, F., SCHEETZ, D. M., NEUDER, L. M., PURSLEY, J. R., & IRELAND, J. J. (2017). 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*, 100(6), 5019-5027. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12277>

MARTINEZ, M. F., SANDERSON, N., QUIRKE, L. D., LAWRENCE, S. B., & JUENGEL, J. L. (2016). Association between antral follicle count and reproductive measures in New Zealand lactating dairy cows maintained in a pasture-based production system. *Theriogenology*, 85(3), 466-475. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.09.026>

MORAN, C., QUIRKE, J. F., & ROCHE, J. F. (1989). Puberty in heifers: a review. *Animal Reproduction Science*, 18, 167-182. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(89\)90019-5](https://doi.org/10.1016/0378-4320(89)90019-5)

MOROTTI, F., MORETTI, R., DOS SANTOS, G. M. G., SILVA-SANTOS, K. C., CERQUEIRA, P. H. R., & SENEDA, M. M. (2018). Ovarian follicular dynamics and conception rate in *Bos indicus* cows with different antral follicle counts subjected to timed artificial insemination. *Animal reproduction science*, 188, 170-177. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.12.001>

MOSSA, F., WALSH, S. W., BUTLER, S. T., BERRY, D. P., CARTER, F., LONERGAN, P., SMITH G.W., IRELAND, J.J., EVANS, A. C. O. (2012). Low numbers of ovarian follicles ≥ 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. *Journal of dairy science*, 95(5), 2355-2361. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4325>

SANTOS, G. M. G., SILVA-SANTOS, K. C., BARREIROS, T. R. R., MOROTTI, F., SANCHES, B. V., DE MORAES, F. L. Z., BLASCHI, W., SENEDA, M. M. (2016). High numbers of antral follicles are positively associated with in vitro embryo production but not the conception rate for FTAI in Nelore cattle. *Animal reproduction science*, 165, 17-21. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.11.024>

SILVA-SANTOS, K. C., SANTOS, G. M. G., KOETZ JÚNIOR, C., MOROTTI, F., SILOTO, L. S., MARCANTONIO, T. N., URBANO, M.R., OLIVEIRA, R.L., LIMA, D.C.M., SENEDA, M. M. (2014). Antral Follicle Populations and Embryo Production—*In*

Vitro and *In Vivo*—of *Bos indicus*—*taurus* Donors from Weaning to Yearling Ages. *Reproduction in domestic animals*, 49 (2), 228-232. <https://doi.org/10.1111/rda.12255>