

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Wanderley Teixeira Zucoloto

Médico Veterinário

**INFLUÊNCIA DAS MEDIDAS DE CARÇA AVALIADAS
POR ULTRASSONOGRAFIA EM DOADORAS DA RAÇA
SENEPOL NA PRODUÇÃO *IN VITRO* DE EMBRIÕES**

Dracena

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA**

Wanderley Teixeira Zucoloto

Médico Veterinário

**INFLUÊNCIA DAS MEDIDAS DE CARCAÇA AVALIADAS
POR ULTRASSONOGRAFIA EM DOADORAS DA RAÇA
SENEPOL NA PRODUÇÃO *IN VITRO* DE EMBRIÕES**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus de Dracena, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Claudia Maria Bertan Membrive

Coorientadora: Dra. Liliane Suguisawa

Dracena

2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

Z943i

Zucoloto, Wanderley Teixeira.

Influência das medidas de carcaça avaliadas por ultrassonografia em doadoras da raça Senepol na produção *in vitro* de embriões / Wanderley Teixeira Zucoloto. -- Dracena: [s.n.], 2023.

67 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2023.

Orientadora: Claudia Maria Bertan Membrive

Co-orientadora: Liliane Suguisawa

1. Carcaças. 2. Nutrição animal. 3. Oócitos. 4. Embriões. 5. Bovinos. I. Título.

Bibliotecário Fábio S. Rosas
CRB 8/6665

IMPACTO ESPERADO NA SOCIEDADE

No que se refere aos dezessete objetivos preconizados pela ONU até 2030, o Brasil busca aumentar o número de bezerros geneticamente superiores nascidos empregando a produção *in vitro* de embriões (PIVE). A medida de escore de marmoreio, avaliada por ultrassonografia de carcaça, constitui um parâmetro para selecionar as melhores doadoras para a PIVE.

EXPECTED IMPACT ON SOCIETY

With regard to the seventeen aims established by ONU until 2030, Brazil seeks to increase the number of genetically superior calves born, thus it has used in vitro embryo production (IVEP). The marbling score assessed by carcass ultrasound constitutes a parameter to select the best donors for IVEP.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Influência das medidas de carcaça avaliadas por ultrassonografia em doadoras da raça Senepol na produção in vitro de embriões

AUTOR: WANDERLEY TEIXEIRA ZUCOLOTO

ORIENTADORA: CLAUDIA MARIA BERTAN MEMBRIVE

COORDINADORA: LILIANE SUGISAWA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências na Área de Concentração: Ciência e Tecnologia Animal, pela Comissão Examinadora:



Profa. Associada CLAUDIA MARIA BERTAN MEMBRIVE (Participação Virtual)
Departamento de Produção Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - Unesp - Câmpus de Dracena



Prof. Associado RICARDO DA FONSECA (Participação Virtual)
Departamento de Produção Animal - DPA / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - FCAT - UNESP Dracena

Documento assinado digitalmente
gov.br CALIE CASTILHO SILVESTRE
Data: 01/08/2023 08:39:31 -0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. CALIÊ CASTILHO (Participação Virtual)
Departamento de Clínica de Reprodução Animal / UNOESTE - Presidente Prudente, SP

Dracena, 31 de julho de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Wanderley Teixeira Zucoloto, nascido em 30 de novembro de 1966, na cidade de Londrina, no estado do Paraná. Em 1982, ingressou no Curso de Graduação em Medicina Veterinária na Universidade Estadual de Londrina (UEL), em Londrina no estado do Paraná, tendo concluído o mesmo em dezembro de 1987. Em 1992, ingressou no Curso de Administração Rural na Faculdade Getúlio Vargas (FGV) na cidade de São Paulo, estado de São Paulo, tendo concluído em 1992. De 1994 até 2019, atuou como gerente agropecuário e posteriormente como médico veterinário responsável pela Fazenda Agropecuária Nova Vida, no município de Ariquemes, estado de Rondônia, onde em dezembro de 2000 participou da fundação do primeiro laboratório de produção *in vitro* de embriões em uma propriedade rural no Brasil. De agosto de 2016 até o momento, é socio proprietário e responsável técnico do Laboratório de Fertilização *In Vitro* Central Senepol Ltda, sediada no município de Marília, estado de São Paulo. De 2001 a 2023, gerenciou e conduziu a produção *in vitro* e a transferência às receptoras de aproximadamente 100.000 embriões de diferentes raças, destes 60.000 da raça Senepol. Em agosto de 2021, ingressou no curso de Mestrado acadêmico no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal (PPGCTA), pela Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), na Unesp de Dracena no estado de São Paulo, sob orientação da Profa. Dra. Claudia Maria Bertan Membrive, tendo desenvolvido seu projeto de Mestrado no Laboratório de Fertilização *In Vitro* Central Senepol Ltda.

*Dedico este trabalho primeiramente a **Deus** que me sustentou até aqui. A minha esposa e companheira, **Josiane Caobianco Dias Zucoloto**, pelo carinho e dedicação. Aos meus filhos, **Gabriela Dias Teixeira Zucoloto** e **Tiago Dias Zucoloto**, que sempre me apoiaram ao longo de toda minha trajetória.*

AGRADECIMENTOS

Em meio a tantas pessoas a quem quero agradecer esta conquista, prefiro iniciar agradecendo **à Deus**, pois sem a direção dada por ele este estudo não seria possível. Deus nunca me abandonou nos momentos de necessidade, grato por sempre ser generoso comigo.

Agradeço a **minha família**, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha trajetória acadêmica.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal**, da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - FCAT, UNESP Câmpus de Dracena e Ilha Solteira, pela oportunidade oferecida.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES**, pelo apoio ao Programa.

Aos **Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal**, da UNESP Câmpus de Dracena e Ilha Solteira, pelos ensinamentos e formação.

A minha orientadora **Profa. Dra. Claudia Maria Bertan Membrive**, que aceitou orientar a minha dissertação de mestrado revelando uma especial delicadeza e atenção no trato. Agradeço aos seus conselhos e sugestões bem como a permanente valorização do trabalho desenvolvido nesta dissertação.

A minha coorientadora, **Dra. Liliane Suguisawa** da DGT Brasil, pelo auxílio nos experimentos e pela imensa colaboração científica na realização deste estudo. Sem o seu apoio esse projeto de pesquisa não teria sido concluído com êxito.

Ao **Prof. Dr. Guilherme Pugliesi**, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo, pela imensa colaboração científica e na análise estatística dos dados.

Aos meus colaboradores, **Letícia de Oliveira, Tiago Dias Zucoloto, Saara Scolari Scaramuzza e Carlos Henrique Sousa**, graças a vocês a minha trajetória foi mais gratificante.

À **equipe técnica da empresa DGT Brasil**, agradeço o apoio de todos os membros.

Ao **Rodolfo Meloni**, proprietário da Senepol Agropecuária Meloni, fundamental para o desenvolvimento do projeto, pela atenção dispendida ao longo de todo trabalho.

“A persistência é o menor caminho do êxito.”

Charles Chaplin

RESUMO

A técnica da ultrassonografia de carcaça possibilita avaliar a área de olho de lombo corrigida para 100 (AOL 100), espessura de gordura subcutânea corrigida para 100 (EGS 100), escore de gordura subcutânea na garupa (EGSG) e escore de marmoreio (EM). Atualmente tais avaliações são realizadas em doadoras de oócitos, em programas de produção *in vitro* de embriões, apenas como medidas potenciais de alta herdabilidade para incrementar a quantidade e qualidade da carne produzida nas progênies. Em relação aos aspectos produtivos de tais doadoras, almeja-se selecionar fêmeas que contemplem $AOL \geq 80 \text{ cm}^2$, $EGS \geq 5 \text{ mm}$ e $EM \geq 5$, porém tais mensurações nunca foram correlacionadas com a produção de embriões *in vitro* (PIVE). A hipótese é que as medidas de AOL 100, EGS 100, EGSG e EM em vacas e novilhas doadoras de oócitos da raça Senepol, exercem efeitos no potencial de produção de oócitos e embriões durante a PIVE. Objetivou-se avaliar, utilizando um banco de dados, a influência das medidas obtidas por ultrassonografia de carcaça sobre a produção *in vitro* de embriões em doadoras da raça Senepol. As medidas de ultrassonografia de carcaça (AOL 100, EGS 100, EGSG e EM) foram realizadas antes da primeira aspiração folicular, e as fêmeas foram submetidas a no mínimo três aspirações consecutivas, compondo o banco de dados 42 novilhas (< 3 anos de idade) que contabilizam um total de 253 aspirações (Banco de Dados 1) e 34 vacas (6 a 10 anos de idade) que contabilizam um total de 185 aspirações (Banco de Dados 2). Os oócitos aspirados foram submetidos a um protocolo convencional comercial de maturação *in vitro*, fertilização *in vitro* e o cultivo *in vitro* dos prováveis zigotos. Para cada categoria (novilha e vaca) e cada medida (AOL 100, EGS 100, EGSG e EM) a mediana foi estabelecida para a divisão dos grupos, onde valores abaixo da mediana constituíram o grupo baixo e acima da mediana o grupo alto. Para as novilhas, o modelo considerou o efeito fixo das classes de AOL 100 (Baixa < 16,04 e Alto $\geq 16,04$), EGS 100 (Baixa < 1,11 e Alta $\geq 1,11$), EGSG (Baixa < 7,57 e Alta $\geq 7,57$) e EM (Baixa < 3,44 e Alta $\geq 3,44$). Para as vacas, o modelo considerou o efeito fixo das classes de AOL 100 (Baixa < 13,86 e Alto $\geq 13,86$), EGS 100 (Baixa < 1,08 e Alta $\geq 1,08$), EGSG picanha (Baixa < 9,41 e Alta $\geq 9,41$) e EM (Baixa < 4,00 e Alta $\geq 4,00$). A comparação das médias entre alto e baixo para cada característica foi realizada por uma análise de variância pelo PROC MIXED do SAS e os coeficientes de correlação foram determinados por meio do PROC CORR. AOL 100, EGS 100 e EGSG, nas vacas e novilhas doadoras não exerceram efeito no potencial de produção de oócitos e embriões durante a PIVE. O EM exerceu efeito, onde novilhas com EM alto apresentaram menor número de oócitos inviáveis ($6,7541 \pm 0,3100$ vs. $9,1756 \pm 0,5349$ respectivamente; $P = 0,0515$), maior taxa de clivagem (65,45% vs. 59,59% respectivamente; $P = 0,0298$) e maior taxa de embriões (20,38% vs. 13,54% respectivamente; $P = 0,0011$) e vacas com EM alto apresentaram maior número de embriões produzidos ($7,0400 \pm 0,7172$ vs. $5,0000 \pm 0,5540$ respectivamente; $P = 0,0060$) e maior taxa de embriões (43,44% vs. 27,74% respectivamente; $P = 0,0034$). Concluímos que o EM exerce efeito na qualidade dos oócitos e em ambas as categorias exerce efeito na produção de embriões durante a PIVE em fêmeas da raça Senepol.

Palavras-chave: Carcaças. Nutrição animal. Oócitos. Embriões. Bovinos.

ABSTRACT

Carcass ultrasonography technique makes it possible to evaluate the loin eye area corrected for 100 (AOL 100), subcutaneous fat thickness corrected for 100 (SFT 100), rump subcutaneous fat score (RSFS) and marbling score (MS). Currently, such evaluations are carried out in oocyte donors, in *in vitro* embryo production programs, only as potential measures of high heritability to increase the quantity and quality of the meat produced in the progenies. Regarding the productive aspects of such donors, the aim is to select females that include $AOL \geq 80 \text{ cm}^2$, $EGS \geq 5 \text{ mm}$ and $EM \geq 5$, but such measurements have never been correlated with *in vitro* embryo production (IVP). The hypothesis is that the AOL 100, EGS 100, EGSG and EM measurements in Senepol breed oocyte donor cows and heifers determine effects on the production potential of oocytes and embryos production during IVP. The aim was to evaluate, using a database, the influence of measurements obtained by carcass ultrasound on the *in vitro* production of embryos in Senepol breed donors. Carcass ultrasound measurements (AOL 100, SFT 100, RSFT and MS) were made before the first follicular aspiration, and the females were subjected to at least three consecutive aspirations, composing the database 42 heifers (< 3 years old) that account for a total of 253 aspirations (Database 1) and 34 cows (6 to 10 years old) that account for a total of 185 aspirations (Database 2). The aspirated oocytes were submitted to a conventional commercial protocol of *in vitro* maturation, *in vitro* fertilization and the *in vitro* culture of probable zygotes. For each category (heifer and cow) and each measure (AOL 100, EGS 100, EGS and EM) the median was established for the division of groups, where values below the median constituted the low group and above the median the high group. For heifers, the model considered the fixed effect of AOL 100 (Low < 16.04 and High ≥ 16.06), SFT 100 (Low < 1.114 and High ≥ 1.11), RSFS (Low < 7.57 and High ≥ 7.57) and MS (Low < 3.44 and High ≥ 3.44) classes. For cows, the model considered the fixed effect of AOL 100 (Low < 13.86 and High ≥ 13.86), SFT 100 (Low < 1.08 and High ≥ 1.08), RSFS (Low < 9.41 and High ≥ 9.41) and MS (Low < 4.00 and High ≥ 4.00) classes. Comparison of the averages between high and low for each characteristic was performed by an analysis of variance using PROC MIXED of SAS and the correlation coefficients were determined using PROC CORR. AOL 100, SFT 100 and RSFS in donor cows and heifers had no effect on the production potential of oocytes and embryos during IVP. The EM had an effect, where heifers with high MS compared to those with low MS had a lower number of unviable oocytes (6.7541 ± 0.3100 vs. 9.1756 ± 0.5349 respectively; $P = 0.0515$), higher cleavage rate (65.45% vs. 59.59% respectively; $P = 0.0298$) and higher embryo rate (20.38% vs. 13.54% respectively; $P = 0.0011$) and cows with high MS when compared to those with low MS had a higher number of embryos produced (7.0400 ± 0.7172 vs. 5.0000 ± 0.5540 respectively; $P = 0.0060$) and a higher rate of embryos (43.44% vs. 27.74% respectively; $P = 0.0034$). We conclude that MS has an effect on oocyte quality and in the both categories it has an effect on embryo production during IVP in females of the Senepol Breed.

Keywords: Carcasses. Animals Nutrition. Oocytes. Embryos. Cattle. Bovine.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A) Posição do corte transversal do músculo <i>Longissimus dorsi</i> na região da 12 ^a e 13 ^a costelas, para a medição de AOL e EGS; B) corte longitudinal entre a 11 ^a e 13 ^a costelas para estimar o EM (amarelo); EGSG (vermelho).....	28
---	----

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis das novilhas com até 3 anos de idade ($n = 42$), pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU.....34
- Tabela 2.** Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente novilhas com até 3 anos de idade ($n = 42$) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU, separadas por AOL corrigido para 100 alto (AOL 100 > 16,04; 134 OPU) e AOL baixo (AOL 100 < 16,04; 119 OPU)36
- Tabela 3.** Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente novilhas com até 3 anos de idade ($n = 42$) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU, separadas por escore de marmoreio (EM) alto (EM > 3,44; 122 OPU) e baixo (EM < 3,44; 131 OPU)38
- Tabela 4.** Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente novilhas com até 3 anos de idade ($n = 42$) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU, separadas por escore de gordura subcutânea corrigida para 100 alto (EGS 100 > 1,11; 126 OPU) e baixo (EGS 100 < 1,11; 127 OPU)40
- Tabela 5.** Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente novilhas com até 3 anos de idade ($n = 42$) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU, separadas por escore de gordura subcutânea na garupa alto (EGS > 7,57; 141 OPU) e baixo (EGS < 7,57; 112 OPU)42
- Tabela 6.** Correlações das medidas de AOL 100, EM, EGS 100 e EGSG com as variáveis relacionadas à produção de oócitos e embriões in vitro, referente a novilhas com até 3 anos de idade ($n = 42$) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU.....44

Tabela 7. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis das vacas (n=34) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 185 sessões de OPU.....	45
Tabela 8. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente vacas (n = 34) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 217 sessões de OPU, separadas por AOL corrigido para 100 alto (AOL 100 > 13,86; 89 OPU) e AOL baixo (AOL 100 < 13,86; 96 OPU).....	47
Tabela 9. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente vacas (n = 34) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 217 sessões de OPU, separadas por escore de marmoreio alto (EM > 4,00; 75 OPU) e baixo (EM < 4,00; 110 OPU).....	49
Tabela 10. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente vacas (n = 34) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 217 sessões de OPU, separadas por escore de gordura subcutânea corrigida 100 (EGS 100) alto (EGS 100 > 1,08; 81 OPU) e baixo (EGS 100 < 1,08; 104 OPU)	51
Tabela 11. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente a vacas (n = 34) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 217 sessões de OPU, separadas por escore de gordura subcutânea na garupa alto (EGSG > 9,41; 94 OPU) e baixo (EGSG < 9,41; 91 OPU)	53
Tabela 12. Correlações com as medidas de AOL 100, EM, EGS 100 e EGSG correlacionadas aos parâmetros relacionados à produção de oócitos e embriões in vitro, referente a vacas (n=34) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 185 sessões de OPU.....	55

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOL	Área de olho lombo
ATP	Adenosina trifosfato
BIA	Bovine Image Analysis
BSA	Albumina sérica bovina
CCO	Complexo <i>cumulus oócytos</i>
CIV	Cultivo <i>in vitro</i>
CO ₂	Dióxido de carbono
DGT	Designer Genes Technologies
DPBS	Dulbecco-salino
ECC	Escore de condição corporal
EGS	Espessura de gordura subcutânea
EGSG	Espessura de gordura subcutânea na garupa
EM	Escore de marmoreio
FIV	Fertilização <i>in vitro</i>
FSH	Hormônio folículo estimulante
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofinas
IATF	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
IGF1	Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1
KISS 1	Kisspeptina
LH	Hormônio luteinizante
MIV	Maturação <i>in vitro</i>
OPU	Ovum pick-up – Aspiração folicular
O ₂	Oxigênio
PIVE	Produção <i>in vitro</i> de embriões
SFB	Soro fetal bovino
SOF	Synthetic oviduct fluid

LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
cm	Centímetros
cm ²	Centímetros cuadrados
g	Gramas
ml	Mililitros
mm	Milímetros
mL/min	Mililitros/minutos
μl	Microlitros
μg/ml	Microgramas/mililitros

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 HIPÓTESE.....	18
3 OBJETIVOS.....	18
3.1 Objetivo Geral.....	18
3.2 Objetivos Específicos	18
4 REVISÃO DE LITERATURA	19
4.1 Avaliação ultrassonográfica de carcaça.....	19
4.2 Relação das medidas de carcaça e reprodução	20
4.3 Reserva corporal de energia e reprodução.....	22
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
5.1 Local do experimento	26
5.2 Animais.....	26
5.3 Triagem dos animais que entrariam nas análises do banco de dados	26
5.4 Avaliação ultrassonográfica da carcaça.....	27
5.5 Aspiração folicular <i>in vivo</i> guiado por ultrassom (OPU)	28
5.6 Identificação dos complexos <i>cumulus oócytos</i> (CCOs).....	29
5.7 Maturação <i>in vitro</i> dos oócitos – MIV	29
5.8 Fertilização <i>in vitro</i> – FIV	30
5.9 Cultivo de desenvolvimento embrionário <i>in vitro</i> – CIV	30
5.10 Análise estatística.....	31
6 RESULTADOS.....	33
6.1 Novilhas de até 3 anos de idade.....	33
6.1.1 Área de olho de lombo 100 (AOL 100)	35
6.1.2 Escore de Marmoreio (EM)	37
6.1.3 Espessura de gordura subcutânea corrigida para 100 (EGS 100).....	39

6.1.4 Espessura de gordura subcutânea na garupa (EGSG)	41
6.1.5 Correlações AOL 100, EM, EGS 100 e EGSG com à produção de oócitos e embriões <i>in vitro</i>	43
6.2 Vacas de 6 a 10 anos	45
6.2.1 Área de olho de lombo 100 (AOL 100)	46
6.2.2 Escore de marmoreio (EM)	48
6.2.3 Espessura de gordura subcutânea corrigida para 100 (EGS 100).....	50
6.2.4 Espessura de gordura subcutânea na garupa (EGSG)	52
6.2.5 Correlações AOL 100, EM, EGS 100 e EGSG com à produção de oócitos e embriões <i>in vitro</i>	54
7 DISCUSSÃO	56
8 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

Uma das mais importantes habilidades de todas as fêmeas, independente da espécie, é a capacidade de utilização das reservas de energia corporal durante os períodos de balanço energético negativo. As fêmeas requerem estoques adequados de energia corporal, especialmente gordura, para suprir prioritariamente o metabolismo basal, crescimento, lactação e função reprodutiva respectivamente (EDMONSON *et al.*, 1989; WRIGHT *et al.*, 1987). A avaliação do escore de condição corporal (ECC) é uma maneira subjetiva de quantificar a reserva energética endógena, resultante da condição nutricional.

A utilização da ultrassonografia para a avaliação de carcaças em animais vivos, constitui um método não-invasivo, rápido e preciso na predição *in vivo* das características de carcaça (LUZ; SILVA *et al.*, 2003) e apresenta relevância no segmento da indústria de carne (WILLIAMS, 2002). As mensurações são realizadas basicamente em dois sítios anatômicos, o músculo *Longissimus dorsi* e a garupa. No músculo *Longissimus dorsi*, avalia-se entre a 12^a e 13^a costelas, a área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e a quantidade de gordura intramuscular denominada de escore de marmoreio (EM). A AOL caracteriza-se como a área do músculo *Longissimus*, medida em cm², sendo indicativa de musculosidade; tal medida apresenta alta correlação com o rendimento dos cortes cárneos de maior valor agregado. A EGS é mensurada em mm, a $\frac{3}{4}$ da distância medial do músculo *Longissimus*, sendo indicativa do grau de acabamento da carcaça (SUGISAWA *et al.*, 2013), sabe-se que carcaças com adequada EGS sofrem menor desidratação e encurtamento das fibras musculares “cold shortening” durante o resfriamento da carne, evento que garante maior maciez a carne (FELÍCIO, 1998). O EM refere-se à quantidade de gordura depositada intramuscularmente, medida que foi associada à suculência e sabor da carne, característica extremamente relevante quando se pretende incrementar a qualidade da carne. O EM é altamente variável quando se compara diferentes raças e indivíduos, sendo usualmente avaliado por escores de 1 a 10 (SUGISAWA *et al.*, 2013). Na garupa, entre os ossos íleo e ísquio, sobre a junção dos músculos *Gluteus medius* e *Bíceps femoris* é mensurada em mm a EGSG também denominada de “RUMP”. A EGSG é uma medida complementar a EGS. Durante o crescimento do animal, a deposição de gordura não ocorre de maneira

uniforme em todo o corpo, iniciando pelas extremidades e finalizando na região do lombo (BERG; BUTTERFIELD, 1976). O EGS e a EGSG são medidas utilizadas para estimar as reservas corporais dos animais (SCHRODER; STAUFENBIEL, 2006). As medições ultrassonográficas compreendem uma técnica não invasiva onde utiliza-se um transdutor linear com a frequência de 3,5 MHz. Considera-se que a espessura da pele varia de 5 a 6mm, considerando que a pele geralmente é incluída nas medidas ultrassonográficas, tal medida deve ser subtraída do valor total mensurado obtido, a fim de que se determine apenas a espessura de gordura subcutânea. A EGSG de 6mm (incluindo a espessura da pele) é caracterizada como quase ausência total de gordura corporal.

Staufenbiel (1992) e Klawuhn (1992) avaliaram diferentes pontos anatômicos medidos por ultrassonografia e observaram que a alcatra (lombo) é o local apropriado para avaliar a cobertura subcutânea de gordura, pois trata-se de uma região que possui maior quantidade de tecido adiposo na parte traseira do animal. Foi constatada uma alta correlação ($r = 0,90$) entre a gordura corporal e a medição de gordura subcutânea no referido ponto anatômico (SCHRODER; STAUFENBIEL, 2006). Silva *et al.* (2003) trabalhando com a EGS, demonstraram que a medida EGSG pode ser utilizada com a mesma eficiência. A EGS tem sido utilizada como uma medida de precocidade, animais que iniciam a deposição de gordura mais cedo tendem a ser mais precoces e apresentam carcaças prontas para o abate mais cedo (BERG; BUTTERFIELD, 1976; SUGUISAWA *et al.* 2013).

O plano nutricional altera a idade a puberdade em novilhas, considerando que um bom plano nutricional promove maior ganho de peso diário e maior deposição de gordura sobre a musculatura; características que associadas determinam a redução da idade a puberdade em novilhas (BARCELLOS *et al.*, 2014; D'OCCHIO *et al.*, 2019a; HESLIN *et al.*, 2020). O aumento das reservas de triglicerídeos no tecido adiposo favorece o aumento da produção de leptina pelos adipócitos, que associado ao aumento sanguíneo dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e glicose; determinam um importante papel regulatório na secreção de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH); estes imprescindíveis para que se estabeleça a puberdade nas novilhas (CHILLIARD *et al.*, 2005; GASSER *et al.*, 2006; SAMADI *et al.*, 2014; PERRY, 2016; D'OCCHIO *et al.*, 2019b). Considerando novilhas como doadoras de oócitos na

produção *in vitro* de embriões (PIVE), e que tal categoria representa a genética mais melhorada do rebanho, a produção de embriões destas fêmeas torna-se de grande interesse. A avaliação ultrassonográfica de carcaça em novilhas é mais rotineiramente empregada no início da vida reprodutiva, para estimar o momento da puberdade e primeiro acasalamento por inseminação artificial em tempo fixo (IATF); assim como a possibilidade de êxito na concepção. Até o momento, tais medidas não foram utilizadas para prever a capacidade das novilhas como doadoras de oócitos em programas de produção *in vitro* de embriões (PIVE).

Em programas de PIVE, comumente as vacas doadoras de oócitos são animais mais velhos de reconhecido mérito genético, com sobrepeso, elevado ECC e com altos índices de AOL, EGS, EGSG e EM. Tal condição, frequentemente caracteriza doadoras que apresentam índices na PIVE aquém do almejado. Reconhecidamente a fisiologia reprodutiva é comprometida pelo excesso de gordura no organismo. O excesso de nutrientes ingerido pelo animal pode trazer consequências prejudiciais à função reprodutiva e a qualidade embrionária por alterar o metabolismo animal. Uma das hipóteses para o comprometimento do eixo reprodutivo é a alteração da concentração de hormônios metabólicos na corrente sanguínea e o maior fluxo sanguíneo hepático (MAGGIONI *et al.*, 2008; SARTORI; DRUM; OLIVEIRA, 2016). Dessa forma, o elevado metabolismo de ácidos graxos aumenta a concentração de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e hormônios esteróides (SANGSRITAVONG *et al.*, 2002). Ao contrário do balanço energético negativo (BEN), fêmeas com elevada composição corporal, apresentam elevadas concentrações de IGF-I (Fator de Crescimento semelhante à insulina tipo 1), leptina e insulina, podendo, inclusive, algumas vacas chegar à condição de hiperinsulinemia (WILTBANK *et al.*, 2014). As altas concentrações de insulina interferem negativamente na qualidade oocitária e embrionária, e o aumento da condição corporal associado à ingestão de nutriente por longos períodos de tempo possui efeito cumulativo na função ovariana, oócito e embrião (ADAMIAK *et al.*, 2005).

Até o momento a avaliação das medidas de carcaça por ultrassonografia (AOL, EGS, EGSG e EM) em fêmeas doadoras de oócitos para a PIVE; objetiva mensurar o mérito genético da mãe exclusivamente para imprimir na sua progênie filhos com adicional rendimento na quantidade e qualidade da carcaça. Entretanto, não foi avaliado o efeito de tais medidas na produção de oócitos e embriões em novilhas e

vacas durante a PIVE. Considerando que a avaliação ultrassonográfica ganha cada vez maior expressividade em rebanhos de corte, sugere-se que tais medidas possam ser utilizadas para predizer o êxito na produção *in vitro* de embriões nas doadoras de oócitos.

2 HIPÓTESE

A hipótese é que as medidas AOL 100, EGS 100, EGSG e EM em novilhas e vacas doadoras de oócitos da raça Senepol, exercem efeitos no potencial de produção de oócitos e embriões durante a PIVE.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar a influência das características de ultrassonografia de carcaça nos índices da PIVE. Objetivou-se avaliar, utilizando um banco de dados, a influência das medidas obtidas por ultrassonografia de carcaça AOL 100, EGS 100, EGSG e EM sobre a produção *in vitro* de embriões em doadoras da raça Senepol.

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar retrospectivamente, utilizando um banco de dados de um programa de melhoramento genético da raça Senepol, a associação das medidas AOL 100, EGS 100, EGSG e EM com:

- Número total de oócitos viáveis;
- Número total de oócitos inviáveis;
- Número de oócitos clivados;
- Taxa de clivagem;
- Número de embriões produzidos;
- Taxa de embriões.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Avaliação ultrassonográfica de carcaça

Nas últimas quatro décadas a pecuária de corte sofreu grande modernização em decorrência dos avanços tecnológicos no sistema de produção e na organização da cadeia produtiva, resultando inclusive em uma melhor qualidade da carne. A utilização da ultrassonografia para a avaliação de carcaças em animais vivos, constitui um método não-invasivo, rápido e preciso na predição *in vivo* das características de carcaça (LUZ; SILVA *et al.*, 2003). O emprego desta tecnologia avançou rapidamente nas últimas duas décadas e apresenta grande relevância no segmento da indústria de carne (WILLIAMS, 2002). Trabalhos que avaliaram a precisão da medição ultrassonográfica comprovam a confiabilidade da técnica (CHARAGU *et al.*, 2000; GREINER *et al.*, 2003).

As características de carcaça comumente avaliadas por ultrassom são AOL 100, EGS 100, EGSG e EM (YOKOO *et al.*, 2009). O AOL, EGS e EM são medidas mais comumente empregadas para a determinação do momento ideal para o abate dos animais, de acordo com as recomendações da indústria frigorífica. A EGSG tende a ser utilizada como uma medida de precocidade de acabamento, visto que animais que depositam gordura mais cedo tendem a ser mais precoces, atingindo inclusive menor idade ao abate (BERG; BUTTERFIELD, 1976; SUGISAWA; MATOS; SUGISAWA, 2013). O EM, estimado em escores de 1 a 10, apresenta valor de médio a elevado para estimativa de herdabilidade com grande potencial de resposta à seleção (SUGISAWA; MATOS; SUGISAWA, 2013). A gordura da carne é categorizada em subcutânea, intermuscular e intramuscular. O EM, associado a gordura intramuscular da carcaça, apresenta correlação positiva com a porcentagem de gordura total da carcaça e EGS (LORENZEN *et al.*, 2007).

Exigências do mercado consumidor quanto aos atributos da carne; como cor, teor de gordura intramuscular, composição de ácidos graxos saudáveis, maciez, suculência, sabor e aroma; influenciam grandemente a aceitabilidade da carne pelo consumidor (WOLCOTT *et al.*, 2009).

A ultrassonografia de carcaça tornou-se uma ferramenta valiosa para a seleção de matrizes, visto que permite a rápida e precisa avaliação *in vivo* das características

de carcaça (LUZ; SILVA *et al.*, 2003). Com o objetivo de controlar e melhorar a carcaça, é necessário definir e medir com precisão tais características de qualidade. Diante das exigências por qualidade e das novas perspectivas de mercado, a seleção de animais geneticamente superiores, torna-se relevante. Em programas de melhoramento genético animal, a ultrassonografia de carcaça facilita a avaliação das características de carcaça de forma mais objetiva e precisa (SUGUISAWA; MATOS; SUGUISAWA, 2013).

Valores de AOL acima de 75 cm² indicam elevados rendimentos de cortes cárneos na indústria frigorífica (SUGUISAWA; MATOS; SUGUISAWA, 2013). A medida AOL 100, que expressa a medida de AOL ajustada para cada 100 Kg de peso vivo do animal, torna-se uma medida mais justa comparada ao AOL quando se comparam animais em crescimento submetidos a diferentes sistemas de alimentação. O AOL 100 permite uma comparação mais justa entre animais criados em condições diferentes de manejo (LOUVANDINI *et al.*, 2006). Valores de AOL superiores a 17 cm²/100 kg são considerados ideais (SUGUISAWA; MATOS; SUGUISAWA, 2013).

4.2 Relação das medidas de carcaça e reprodução

Catussi *et al.* (2022), avaliaram em novilhas Nelore prenhes os efeitos da suplementação com blocos Multinutrientes contendo monensina, durante o período pré-parto e/ou pós-parto, o desempenho produtivo e reprodutivo da progênie. Os mesmos autores trabalharam com quatro grupos experimentais: grupo controle (sem suplementação antes e depois do parto), suplementação apenas antes do parto; suplementação apenas após o parto e suplementação antes e após o parto. Após o parto, as agora primíparas foram sincronizadas duas vezes para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) usando um protocolo baseado em estradiol/progesterona. Concluiu-se que a suplementação com blocos multinutrientes de monensina aumentou o ECC no parto e melhorou a taxa de prenhez na primeira IATF. Verificou-se que as vacas suplementadas com blocos apresentaram maior ECC, maior índice de EGS e EGSG no início do protocolo de IATF. A síntese de insulina e IGF-I é diretamente influenciada pela ingestão de energia e pelas concentrações de glicose circulantes. Os mesmos autores observaram que maiores concentrações circulantes de insulina nas fêmeas suplementadas com blocos. A insulina é uma molécula

mediadora dos efeitos nutricionais na dinâmica folicular em bovinos, visto que estimula a proliferação celular e a esteroidogênese. Wettemann *et al.* (2003) observaram que as concentrações plasmáticas de insulina, IGFI e glicose estão associadas com a retomada da atividade ovariana em vacas de corte pós-parto.

Alguns estudos demonstram alta correlação entre a EGS mensurada por ultrassonografia e fertilidade em fêmeas bovinas. Freitas *et al.* (2015), observaram que novilhas Nelore com EGS $> 3,4$ mm apresentaram maior taxa de ciclicidade quando comparadas às com EGS $\leq 3,4$ mm (19,4% vs. 8,8%; $P = 0,002$). Os mesmos autores observaram que novilhas com maior EGS apresentaram maior probabilidade de ciclicidade ao início do protocolo de IATF e maior taxa de prenhez.

A herdabilidade de características de crescimento, medias de carcaça obtidas por ultrassonografia foram relacionadas com desempenho reprodutivo em rebanhos de corte. Em tal estudo de Weik *et al.* (2022) observaram que fêmeas com menores medidas de EGS tiveram pior desempenho reprodutivo, assim verificaram que o EGS foi positivamente correlacionado com o desempenho reprodutivo em fêmeas de reposição ($r = 0,22-0,39$).

Em outro estudo realizado por Abreu *et al.* (2019), foi avaliado o efeito do valor genético para precocidade sexual e da suplementação nutricional sobre a fertilidade de novilhas Nelore submetidas à IATF. Novilhas, tanto de alto como de baixo valor genético, foram divididas em dois tratamentos nutricionais: à pasto (*Brachiaria Brizantha* com sal proteinado) e em confinamento (silagem de milho, ração concentrada e núcleo mineral). Tais novilhas foram submetidas à ultrassonografia de carcaça onde avaliou-se a EGS e a EGS_G. Os autores observaram que novilhas com maior pontuação genética para precocidade sexual depositaram mais gordura subcutânea tanto na costela como na garupa, independentemente da nutrição. Ainda, as novilhas mantidas em confinamento depositaram mais gordura subcutânea quando comparadas às novilhas mantidas a pasto (BARUSELLI *et al.*, 2019).

A importância da gordura corpórea para o estabelecimento do início da vida reprodutiva em fêmeas foi relatado também por Freitas *et al.* (2021) onde investigou-se a relação entre o desenvolvimento corporal na puberdade de novilhas Nelore e taxa de prenhez após a IATF. As novilhas foram avaliadas quanto ao ECC, altura de cernelha, profundidade de costela, EGS e presença do corpo lúteo, os dois últimos parâmetros via ultrassonografia. As mesmas foram submetidas à um protocolo de sincronização de estro e a taxa de prenhez foi registrada. Os autores observaram que

novilhas com EGS > 3,4 mm atingiram a puberdade mais cedo ($P = 0,002$) que as que tinham < 3,4mm e que novilhas com EGS > 2,5 tiveram maior taxa de prenhez que novilhas com EGS < 2,5 atingiram a puberdade mais cedo ($P = 0,0003$). Tais dados corroboram com a ideia de que as reservas de gordura são essenciais para o estabelecimento da puberdade e ao êxito da prenhez quando as novilhas jovens são submetidas à IATF.

Em um estudo de Ayres *et al.* (2014), foi avaliada influência do ECC, EGSG e o peso vivo; no período de 165 dias antes do parto até 112 dias após o parto; nas taxas de concepção no primeiro serviço em vacas de corte zebu (*Bos indicus*) lactentes submetidas à IATF precedida pela monta natural. Essas medidas foram avaliadas aos 165 dias pré-parto (concomitante ao desmame do bezerro anterior); ao parto e aos 42 dias após o parto (momento que coincidiu com o início do protocolo de sincronização da ovulação; aos 82 dias (30 dias após a IATF) e 112 dias pós-parto (60 dias após a IATF). As vacas foram inicialmente submetidas à IATF e 10 dias após a IATF, os touros foram colocados com as vacas e permaneceram até o fim do estudo. Os autores observaram que quando as vacas apresentaram maior ECC e EGSG aos 165 pré-parto e no pós-parto tinham maior taxa de concepção. Além disso, vacas com maior ECC e EGSG durante o período de não lactação (no período compreendido entre o desmame do bezerro anterior até o parto) apresentaram maior taxa de concepção durante a estação reprodutiva

4.3 Reserva corporal de energia e reprodução

Sabe-se que hormônios metabólicos do tecido adiposo (leptina), fígado (IGF-1) e intestino (grelina) são reguladores essenciais da função reprodutiva em vacas (SAMADI *et al.*, 2014). Tais hormônios agem como fatores de sinalização que regulam a atividade dos neurônios GnRH no hipotálamo. A liberação de GnRH e a função do sistema endócrino reprodutivo é determinada pelo equilíbrio de sinais positivos (IGF1, leptina) e sinais negativos (Ghrelin) nos neurônios GnRH (CICCIOLI *et al.*, 2003). O fígado desempenha um papel importante na modulação da função reprodutiva em fêmeas através da secreção de IGF1. Os folículos ovarianos possuem uma dependência absoluta ao IGF1 derivado do sangue para completar o crescimento e maturação antes da ovulação. Nas células, o IGF1 se liga aos receptores IGF1

(IGF1R) e os haplótipos IGF1R estão associados à idade na puberdade em novilhas Brahman, conforme descrito por Fortes *et al.* (2013).

Novilhas Brahman pós-parto mantidas em pastagens subtropicais de boa qualidade apresentaram um aumento no IGF-1 sanguíneo, estando este associado a precocidade na puberdade (RODRIGUEZ-SANCHEZ *et al.*, 2015). Vacas em balanço energético positivo apresentam maiores concentrações sanguíneas de IGF-1 quando comparadas às vacas em balanço energético negativo; o IGF-1 reduzido foi associado a uma redução na fertilidade em fêmeas bovinas (SPICER *et al.*, 1990).

O tecido adiposo é um tecido endócrino que afeta a reprodução principalmente através da leptina. Indiscutivelmente, o papel mais importante da leptina em bovinos de corte é o controle do início e regulação da puberdade uma vez que regula a secreção de GnRH e ativação do eixo hipotálamo-ovariano (D'OCCHIO *et al.*, 2019). Portanto, o manejo nutricional adequado de novilhas no início da vida é fundamental para idade na puberdade e desempenho reprodutivo ao longo da vida (WATHES *et al.*, 2014). A leptina age através do receptor GPR54, presente nos neurônios da kisspeptina (KISS1) no hipotálamo. A kisspeptina se liga aos neurônios GnRH e estimula a liberação de GnRH (ROSEWEIR; MILLAR, 2009).

Conforme novilhas pré-púberes crescem e amadurecem, acumulam tecido adiposo, o que leva a um aumento nas concentrações circulantes de leptina. A leptina ao atingir um limiar estimula a liberação de kisspeptina a uma concentração suficiente para a maturação puberal dos neurônios GnRH. A liberação de LH após a injeção de kisspeptina foi demonstrada em vacas e novilhas. Um estudo demonstrou que a leptina regula os receptores de GnRH em células gonadotrópicas na glândula pituitária anterior, sugerindo que a leptina pode atuar tanto no hipotálamo quanto na adenohipófise (ODLE *et al.*, 2018).

O hormônio grelina é secretado pelo intestino e funciona como um sinal metabólico para ingestão de alimentos e balanço energético. As concentrações sanguíneas de grelina em bovinos apresentam um aumento durante a ingestão restrita de alimentos e balanço energético negativo (BRADFORD; ALLEN, 2008).

O ambiente metabólico dos folículos ovarianos, particularmente o perfil de ácidos graxos insaturados, possuem uma grande influência no crescimento e

maturação dos oócitos, e também desenvolvimento embrionário subsequente (ODLE *et al.*, 2018; RIBEIRO, 2018). Os lipídios são um potencial reservatório de energia para o desenvolvimento embrionário inicial antes da ativação do genoma embrionário e estão envolvidos na biossíntese da membrana plasmática (ANDRADE *et al.*, 2021). Os lipídios constituem uma importante fonte de energia e podem servir como o principal substrato em oócitos bovinos. A oxidação de ácidos graxos pode gerar aproximadamente 3,5 moléculas de ATP a mais do que a glicose; portanto, é uma fonte de energia muito eficiente (DUNNING *et al.*, 2010).

As células do cumulus que circundam os oócitos possuem concentrações particularmente altas de ácido graxo como um mecanismo de proteção dos oócitos (LOLICATO *et al.*, 2014). Durante a maturação do oócito, entre outras vias metabólicas, ocorre a síntese, transporte, armazenamento e degradação de lipídios ativos no oócito e nas células do cumulus circundantes. Durante a fase de crescimento e no início da maturação do oócito bovino, as células do cumulus fornecem ácidos graxos ao oócito, resultantes da atividade da lipase. Portanto, o metabolismo lipídico em CCOs afeta a sobrevivência do oócito e o sucesso da maturação (SANCHEZ-LAZO *et al.*, 2014). Novilhas pré-púberes possuem menores quantidades de ácidos graxos no fluido folicular do que vacas. Da mesma maneira, os oócitos de vacas possuem um maior conteúdo lipídico. Estudos apontam que tais diferenças podem estar relacionadas com a maior qualidade dos oócitos de vacas em comparação com novilhas (WARZYCH *et al.*, 2017).

Também relata-se que as quantidades relativas de diferentes ácidos graxos (saturados, monoinsaturados, poliinsaturados) determinam a capacidade de fertilização do oócito e do embrião potencial de desenvolvimento, conforme demonstrado por um estudo *in vitro* onde três ácidos graxos predominantes no fluido folicular, o ácido palmítico, esteárico saturado e ácido oleico insaturado foram adicionados a oócitos em maturação para testar se os ácidos graxos podem afetar o armazenamento lipídico do oócito e a competência de desenvolvimento pós-fertilização. Desta maneira, evidencia-se a importância das reservas de energia em forma de gordura corporal para suprir seu metabolismo, crescimento, lactação e principalmente função reprodutiva. A avaliação do escore corporal é utilizada para quantificar subjetivamente as reservas endógenas de energia, que resultam do estado nutricional. Medidas como peso corporal, gordura subcutânea, espessura do músculo

Longissimus dorsi e espessura de gordura subcutânea na região da garupa também podem ser usados para estimar as reservas energéticas corporais dos animais (SCHRODER; STAUFENBIEL, 2006).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local do experimento

As novilhas e vacas doadoras de oócitos, foram mantidas em três propriedades distintas, na Central Senepol sediada em Uberlândia Estado de Minas Gerais; na Central Senepol localizada em Marília Estado de São Paulo e na Agropecuária Nova Vida lotada em Populina Estado de São Paulo. Todo o processo de produção *in vitro* dos embriões foi realizado no Laboratório de Fertilização Central Senepol, sediado na Universidade de Marília, UNIMAR, na cidade de Marília - SP. As análises, realizadas a partir de um banco de dados existente, foram conduzidas no Laboratório de Fisiologia e Endocrinologia Molecular (LFEM), sediado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade de São Paulo (USP), Campus de Pirassununga Estado de São Paulo

5.2 Animais

Foi utilizado um banco de dados inicial constituído por uma coletânea de dados obtidos de 2008 a 2021, provenientes de 475 doadoras da raça Senepol, que totalizaram 2728 sessões de aspiração folicular guiada por ultrassom (OPU) com as respectivas produções *in vitro* de embriões. As doadoras, durante todo o período de coleta foram mantidas à pasto, em pastagem de *Brachiaria Brizantha*, onde foram suplementadas com sal mineral e água *ad libitum*.

5.3 Triagem dos animais que entrariam nas análises do banco de dados

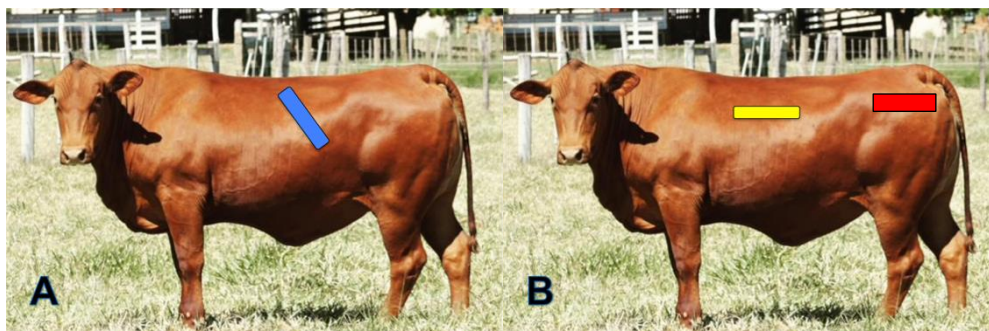
Para o banco de dados, das novilhas e vacas, foram adotados os seguintes critérios: somente foram incluídas nas análises fêmeas que haviam sido submetidas a pelo menos três sessões de OPU; de forma que fosse mantido um único médico veterinário executor das aspirações foliculares; um único técnico executor tivesse realizado a seleção e classificação de oócitos; somente utilizado sêmen de touros já testados em mais de 3 sessões de PIVE. Quanto às vacas doadoras de oócitos mantivemos nas análises apenas doadoras cujas medidas de carcaça por

ultrassonografia tenham sido realizadas de 6 a 10 anos com OPU realizadas de 6 a 10 anos. Após a triagem, de acordo com os parâmetros descritos, foram selecionadas 42 novilhas para o Banco de Dados 1, submetidas em média a 6,23 aspirações consecutivas, totalizando 253 sessões de OPU. Já o Banco de Dados 2 – Vacas, após a triagem, foi constituído de 34 vacas, submetidas em média 6,38 aspirações consecutivas, totalizando 185 sessões de OPU. Para todas as fêmeas foram registrados os dados referentes ao número de oócitos totais, viáveis e inviáveis, número de estruturas clivadas, número de blastocistos produzidos por sessão de aspiração, taxas de clivagem e taxas de blastocisto.

5.4 Avaliação ultrassonográfica da carcaça

Todas as fêmeas foram submetidas a avaliação de carcaça por ultrassonografia. Para as medições utilizou-se o equipamento ultrassom Aloka 500 – New Version) acoplado a uma probe 5044 de 17cm e uma placa de vídeo PXC200. As imagens de ultrassom foram processadas utilizando o software BIA (Bovine Image Analysis; Designer Genes Technologies, Inc.). Todas as medições foram realizadas pela Empresa DGT Brasil (Presidente Prudente, SP) por três profissionais igualmente treinados. Para a realização da técnica de ultrassonografia, inicialmente foi realizada a limpeza dos pelos na região entre a 12^a e 13^a costela do lado esquerdo do animal. Em seguida, foi colocado óleo vegetal na superfície de pele da referida área previamente limpa. O transdutor foi colocado perpendicularmente ao comprimento do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e 13^a costelas, local onde foi registrada a imagem ultrassonográfica (Figura 1 A; azul). Em seguida foi registrada a imagem da área de olho do lombo, no monitor circundou-se a referida área, obtendo-se assim uma medida em centímetros quadrados, esta definida com AOL. Mediu-se também e EGS em milímetros, no terço distal do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e 13^a costelas (Figura 1 B; amarelo). A gordura de marmoreio foi mensurada através da sonda sem guia acústica sobre a região entre a 12^a e 13^a costelas, com o transdutor em contato direto com o animal (Figura 1 B; amarelo). Na garupa, com o scanner no sentido horizontal, no “vazio” do osso pélvico, realiza-se a medição da gordura de cobertura subcutânea da garupa (Figura 1 B; vermelho).

Figura 1. A) Posição do corte transversal do músculo *Longissimus dorsi* na região da 12^a e 13^a costelas, para a medição de AOL e EGS; B) corte longitudinal entre a 11^a a 13^a costelas para estimar o EM (amarelo); EGS (vermelho).



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5 Aspiração folicular *in vivo* guiado por ultrassom (OPU)

Imediatamente antes da aspiração folicular, foi procedida à aplicação de 0,1 g de lidocaína injetável (Lidovet®, Laboratório Bravet Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), administrado pela via epidural. Foi realizada a avaliação da população folicular ovariana (contagem e mensuração da população folicular) com o auxílio de um aparelho de ultrassonografia (Mindray, DP2200, com transdutor de aspiração Mindray Modelo 65C15EAV). Todos os folículos > 2 mm visualizados nos ovários foram puncionados para obtenção dos complexos cumulus-oócitos (COCs). Para tanto, foi utilizado um cateter (Jelco) 18G acoplado à sonda convexa transvaginal, com bomba de sucção a vácuo, 100 mmHg/min (WTA Watanabe Tecnologia Aplicada Ltda., Cravinhos, SP, Brasil, modelo BV 003), produzindo um fluxo de 15 mL/min. O conteúdo folicular foi recuperado a partir de um circuito de Teflon (WTA Watanabe Tecnologia Aplicada Ltda, Cravinhos, SP, Brasil), de 2 mm de diâmetro interno e 80 cm de comprimento, ligando a agulha a um tubo plástico de 50 mL, contendo 0,5 mL de meio constituído de Tampão fosfato de Dulbecco-salino (DPBS), com temperatura entre 35 e 37°C. O material coletado contido no tubo foi depositado em um filtro de coleta de embriões com tela de nylon de 100 µm (TED, Cravinhos - SP) e lavado com DPBS. Na triagem do banco de dados, considerou-se que todas as aspirações fossem realizadas por um único médico veterinário.

5.6 Identificação dos complexos *cumulus oócit*os (CCOs)

Os CCOs recuperados em tubos Falcon de 15mL foram transferidos para placas de poliestireno 100 x 20 mm (Corning Incorporated, NY, USA), contendo DPBS, e foram avaliados através de microscópio estereoscópico binocular Nikon® (Modelo CDS). Os oócitos foram classificados segundo Lonergan (1994) em cinco grupos de qualidade, onde Grau I = células do *cumulus* compacto presente, contendo mais de três camadas de células; Grau II = células do *cumulus* compacto parcialmente presente em volta do oócito ou rodeando completamente o oócito, com menos de três camadas celulares; Grau III = células do *cumulus* presente, com apenas uma camada de célula; Desnudo = ausência de camada de células do *cumulus* e Atrésicos = células do *cumulus* em regressão celular, *cumulus* expandido com células escuras e em grumos, e complexo *cumulus* oocitário escuro e irregular. Após classificação, os oócitos graus I, II e III foram lavados duas vezes em meio de lavagem H-199 (TCM199 suplementado com 22 µg/ml de piruvato, 20mM de HEPES, 5mM de Bicarbonato de sódio e 50µg/mL de amicacina). Posteriormente foram lavados uma vez em meio de maturação B-199 (TCM199 com sais de Earles, glutamina e bicarbonato, suplementado com 22 µg/mL de piruvato, 50 µg/mL de gentamicina, 0,5 µg de FSH/ml, 50 µg de LH/ml e 1 µg de estradiol/ml e com 10% SFB), antes de serem transferidos para o cultivo de maturação. Após a triagem do banco de dados, foi realizado por um único técnico.

5.7 Maturação *in vitro* dos oócitos – MIV

Após a classificação, os oócitos foram transferidos para criotubos de 5 ml contendo 400 µl de meio de maturação coberto com 320 µl de óleo mineral (Marca Fujifilm Irvine Scientific), os quais foram gaseificados com mistura gasosa contendo 5% de O₂, 5% de CO₂ e 90% N₂ por 15 segundos antes de seu fechamento com rolhas de silicone bem vedadas e imediatamente colocados em transportadores de oócitos (WTA, Watanabe Tecnologia Aplicada Ltda, Cravinhos, SP, Brasil, modelo TO 15-020) à 38°C. Assim que os oócitos chegaram ao laboratório, as rolhas de silicone dos tubos, que os vedavam completamente, foram retiradas e apenas mantido tampas de plástico sem vedação completa dos tubos, já que os mesmos foram transportados

para a incubadora 38,8°C, com 5% de CO₂ em ar e com máxima umidade. O tempo total de maturação foi de 22 a 24 horas, desde o momento em que foram colocados nos tubos contendo meio de maturação até o momento em que foram transportados para a incubadora no laboratório. Os oócitos foram maturados em meio B-199 (TCM199 com sais de Earles, glutamina e bicarbonato, suplementado com 22 µg/mL de piruvato, 50 µg/mL de gentamicina, 0,5 µg de FSH/ml, 50 µg de LH/ml e 1 µg de estradiol/ml e com 10% SFB).

5.8 Fertilização *in vitro* – FIV

O sêmen foi submetido ao gradiente Percoll 45% e 90%, utilizando sêmen de touros da raça Senepol. Os oócitos foram submetidos à fecundação *in vitro*, em microgotas de 70 µL de meio de fertilização *in vitro*, onde em cada microgota possuía de 20-23 oócitos. A fertilização *in vitro* foi em meio TALP-FIV suplementado com 4 µl/mL solução PHE (1µM hipotaurina, 2µM penicilamina e 0,25µM epinefrina), 10 µg/ml heparina, 22 µg/ml de piruvato, 50 µg/mL de amicacina e 6mg/ml BSA livre ácidos graxos. A concentração final foi de 100.000 espermatozóides viáveis/microgota, por 18 horas.

5.9 Cultivo de desenvolvimento embrionário *in vitro* – CIV

Após o processo de MIV e FIV, os zigotos tiveram as células do cumulus removidas parcialmente, onde permaneceram poucas monocamadas de células da granulosa; e foram cultivados *in vitro* em meio SOF (“synthetic oviduct fluid”) suplementado com 22µg/mL de piruvato, 6mg/ml BSA livre ácidos graxos, 50 µg/mL de amicacina e 2% SFB. Os oócitos não clivados, ou seja, aqueles oócitos que não foram fertilizados e que não continuaram seu desenvolvimento embrionário e se degeneraram após a fertilização foram retirados, e o meio de cultivo foi renovado retirando 50% de meio da gota e adicionando 50% de meio de CIV novo, procedimento denominado de “feeding”. Foi realizado um segundo “feeding” 144 hpi (D6). O estágio de desenvolvimento embrionário, incluindo a classificação de mórulas, blastocistos iniciais, blastocistos, blastocistos expandidos e blastocistos eclodidos foi avaliado de acordo com Lindner e Wright (1983), nos dias seis e sete após a fertilização. A

qualidade dos embriões foi avaliada segundo Kennedy *et al.* (1983). Os embriões permaneceram incubados em atmosfera com 5% de CO₂ em ar, a 38,8 °C. Todo o processo de PIVE, incluindo MIV, FIV e CIV foi realizado por uma única técnica.

5.10 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas usando SAS (versão 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). Os dados foram avaliados separadamente para novilhas (< 3 anos; n = 42) e vacas (de 3 a 6 anos; n = 34), e as doadoras de oócitos (novilhas e vacas) foram determinadas como unidade experimental. Foram avaliadas um total de 253 sessões de OPU em novilhas e 185 sessões de OPU em vacas. As variáveis (número de oócitos totais, viáveis e inviáveis, número de estruturas clivadas, número de blastocistos e taxas de clivagem e blastocisto) foram analisadas usando o PROC MIXED. A comparação das médias entre alto e baixo para cada característica foi realizada por uma análise de variância pelo PROC MIXED do SAS e os coeficientes de correlação foram determinados por meio do PROC CORR. Para as novilhas, o número total de oócitos viáveis e o número total de oócitos inviáveis foram transformados por log.

Para cada categoria animal foi calculada a mediana, separadamente para novilhas e vacas, onde valores abaixo da mediana constituíram o grupo baixo e acima da mediana o grupo alto, para cada medida aferida na carcaça por ultrassonografia. Para as novilhas com até 3 anos, o modelo considerou o efeito fixo das classes de AOL 100 (Baixa < 16,04 e Alto ≥ 16,04), marmoreio (Baixa < 3,44 e Alta ≥ 3,44), EGS 100 (Baixa < 1,11 e Alta ≥ 1,11) e EGSG (Baixa < 7,57 e Alta ≥ 7,57). Para as vacas, o modelo considerou o efeito fixo das classes de AOL 100 (Baixa < 13,86 e Alto ≥ 13,86), marmoreio (Baixa < 4,00 e Alta ≥ 4,00), EGS 100 (Baixa < 1,08 e Alta ≥ 1,08) e EGSG (Baixa < 9,41 e Alta ≥ 9,41). A doadora (novilha ou vaca) foi incluída no modelo como efeito aleatório. O touro também foi incluído como efeito aleatório para as variáveis relacionadas à clivagem e produção de embriões.

A suposição de normalidade residual foi verificada pelo PROC MIXED e o teste PROC UNIVARIATE Shapiro-Wilk para verificar as premissas de normalidade do resíduo. Os coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas AOL,

EM, EGS, EGSG e PIVE foram determinadas por meio do PROC CORR. Os resultados são relatados com média $\pm$ erro padrão da média. Em todos os casos, uma probabilidade $\leq 0,05$ indicava que a diferença era significativa e uma probabilidade entre 0,05 e 0,10 ($0,05 > P < 0,10$) indicava que a diferença se aproximava da significância.

6 RESULTADOS

6.1 Novilhas de até 3 anos de idade

As médias e erro padrão para as variáveis mensuradas, agrupando todas as novilhas com menos de 3 anos ($n = 42$), estão apresentadas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis das novilhas com até 3 anos de idade (n = 42), pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU.

Variáveis	Média $\pm$ Erro padrão
Idade da Doadora (anos)	2,1670 $\pm$ 0,0284
Peso (Kg)	468,3794 $\pm$ 4,4717
Área de Olho de Lombo (AOL) ¹	74,8851 $\pm$ 0,5905
Área de Olho de Lombo 100 (AOL100) ²	16,1796 $\pm$ 0,1220
Ratio (altura x largura do AOL)	0,4836 $\pm$ 0,0035
Escore de Marmoreio (EM) ³	3,3618 $\pm$ 0,0559
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) ⁴	5,3020 $\pm$ 0,1239
Espessura de Gordura Subcutânea 100 (EGS100) ⁵	1,1303 $\pm$ 0,0236
Espessura de Gordura na Picanha ⁶	7,4831 $\pm$ 0,1427
Idade da Aspiração Folicular Guiada por Ultrassom (OPU)	2,1849 $\pm$ 0,0249
Oócitos Grau 1	1,5375 $\pm$ 0,2010
Oócitos Grau 2	3,6877 $\pm$ 0,3310
Oócitos Grau 3	21,6443 $\pm$ 0,8837
Oócitos Expandidos	0,5020 $\pm$ 0,1012
Total de Oócitos Viáveis ⁷	27,3715 $\pm$ 1,2162
Oócitos Desnudos	3,2569 $\pm$ 0,1754
Oócitos Atrésicos	2,0198 $\pm$ 0,1647
Oócitos Degenerados	2,7312 $\pm$ 0,1881
Total de Oócitos Inviáveis ⁸	8,0079 $\pm$ 0,3233
Total de Oócitos - Viáveis e Inviáveis	35,3794 $\pm$ 1,4232
Oócitos maturados <i>In Vitro</i> (MIV) ⁹	27,3715 $\pm$ 1,2162
Oócito Clivados	17,3162 $\pm$ 0,8751
Taxa de Clivagem ¹⁰	62,42 %
Número de embriões produzidos	4,4150 $\pm$ 0,2826
Taxa de Embriões ¹¹	16,84%

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹AOL: músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas circundado em todo o seu diâmetro (cm²); ²AOL 100: AOL/peso do animal x 100; ³Escore de Marmoreio: quantidade de gordura entremeada entre as fibras musculares na região entre a 12ª e 13ª costela; ⁴EGS: Espessura de gordura subcutânea mensurada no terço distal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas (mm); ⁵EGS100: EGS/peso do animal x 100; ⁶ Medição da gordura de cobertura da picanha (mm); ⁷Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ⁸Soma dos oócitos desnudos, atrésicos e degenerados; ⁹São colocados na MIV dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ¹⁰(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ¹¹(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100.

6.1.1 Área de olho de lombo 100 (AOL 100)

As médias e erro padrão das variáveis mensuradas considerando as novilhas com AOL 100 alto ($\text{AOL } 100 \geq 16,04$; 134 OPU) e baixo ($\text{AOL } 100 < 16,04$; 119 OPU) estão apresentadas na **Tabela 2**.

Observou-se uma tendência na taxa de embriões ter sido mais elevada no grupo AOL 100 baixo quando comparado ao AOL 100 alto (18,82% vs. 15,08% respectivamente; $P=0,0793$).

Tabela 2. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente novilhas com até 3 anos de idade (n = 42) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU, separadas por AOL corrigido para 100 alto (AOL 100 $\geq$ 16,04; 134 OPU) e AOL baixo (AOL 100 < 16,04; 119 OPU).

	AOL 100 ALTO (AOL 100 $\geq$ 16,04)	AOL 100 BAIXO (AOL 100 < 16,04)
Idade da Doadora (anos)	2,1699 $\pm$ 0,0386	2,1637 $\pm$ 0,0422
Peso (Kg)	449,0522 $\pm$ 5,5493	490,1429 $\pm$ 6,6428
Área de Olho de Lombo (AOL)¹	78,3668 $\pm$ 0,7819	70,9645 $\pm$ 0,7492
Área de Olho de Lombo 100 (AOL100)²	17,5824 $\pm$ 0,1056	14,6001 $\pm$ 0,1163
Ratio (altura x largura do AOL)	0,4787 $\pm$ 0,0042	0,4892 $\pm$ 0,0057
Escore de marmoreio (EM)³	3,2543 $\pm$ 0,0857	3,4829 $\pm$ 0,0680
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS)⁴	5,0573 $\pm$ 0,1534	5,5776 $\pm$ 0,1966
Espessura de Gordura Subcutânea 100 (EGS100)⁵	1,1078 $\pm$ 0,0263	1,1556 $\pm$ 0,0404
EGSG⁶	7,1257 $\pm$ 0,1871	7,8855 $\pm$ 0,2134
Idade da Aspiração Folicular Guiada por Ultrassom (OPU)	2,1531 $\pm$ 0,0310	2,2206 $\pm$ 0,0396
Oócitos Grau 1	2,0149 $\pm$ 0,3446	1,0000 $\pm$ 0,1679
Oócitos Grau 2	4,5224 $\pm$ 0,5578	2,7479 $\pm$ 0,2972
Oócitos Grau 3	24,3284 $\pm$ 1,4000	18,6218 $\pm$ 0,9550
Oócitos Expandidos	0,5970 $\pm$ 0,1665	0,3950 $\pm$ 0,1055
Total de Oócitos Viáveis⁷	31,4627 $\pm$ 1,9892	22,7647 $\pm$ 1,1634
Oócitos Desnudos	3,2313 $\pm$ 0,2553	3,2857 $\pm$ 0,2387
Oócitos Atresicos	2,2090 $\pm$ 0,2409	1,8067 $\pm$ 0,2208
Oócitos Degenerados	2,9776 $\pm$ 0,2940	2,4538 $\pm$ 0,2229
Total de Oócitos Inviáveis⁸	8,4179 $\pm$ 0,5161	7,5462 $\pm$ 0,3647
Total de Oócitos - Viáveis e Inviáveis	39,8806 $\pm$ 2,3450	30,3109 $\pm$ 1,3441
Oócitos maturados <i>In Vitro</i> (MIV)⁹	31,4627 $\pm$ 1,9892	22,7647 $\pm$ 1,1634
Oócitos Clivados	19,9179 $\pm$ 1,4009	14,3866 $\pm$ 0,9214
Taxa de Clivagem¹⁰	62,10%	62,77%
Número de embriões produzidos	4,8060 $\pm$ 0,4321	3,9748 $\pm$ 0,3503
Taxa de Embriões¹¹	15,08%	18,82% (P = 0,0793)

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹AOL: músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas circundado em todo o seu diâmetro (cm²); ²AOL 100: AOL/peso do animal x 100; ³Escore de Marmoreio: quantidade de gordura entremeadada entre as fibras musculares na região entre a 12ª e 13ª costela; ⁴EGS: Espessura de gordura subcutânea mensurada no terço distal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas (mm); ⁵EGS100: EGS/peso do animal x 100; ⁶Medição da gordura de cobertura subcutânea na garupa - EGSG (mm); ⁷Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ⁸Soma dos oócitos desnudos, atresicos e degenerados; ⁹São colocados na MIV dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ¹⁰(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ¹¹(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100.

6.1.2 Escore de Marmoreio (EM)

As médias e erro padrão das variáveis mensuradas considerando as novilhas com escore de marmoreio alto ($EM \geq 3,44$; 122 OPU) e baixo ($EM < 3,44$; 131 OPU) estão apresentadas na **Tabela 3**.

As novilhas com EM alto quando comparadas as com EM baixo apresentaram menor número de oócitos inviáveis ($6,7541 \pm 0,3100$ vs. $9,1756 \pm 0,5349$ respectivamente; $P = 0,0515$), maior taxa de clivagem (65,45% vs. 59,59% respectivamente; $P = 0,0298$) e maior taxa de embriões (20,38% vs. 13,54% respectivamente; $P = 0,0011$).

Tabela 3. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente novilhas com até 3 anos de idade (n = 42) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU, separadas por escore de marmoreio (EM) alto (EM $\geq$ 3,44; 122 OPU) e baixo (EM < 3,44; 131 OPU).

	EM ALTO (EM $\geq$ 3,44)	EM BAIXO (EM < 3,44)
Idade da Doadora (anos)	2,2846 $\pm$ 0,0357	2,0574 $\pm$ 0,0416
Peso (Kg)	496,7049 $\pm$ 5,1289	442,0000 $\pm$ 6,3997
Área de Olho de Lombo (AOL) ¹	77,5945 $\pm$ 0,8329	72,3618 $\pm$ 0,7763
Área de Olho de Lombo 100 (AOL100) ²	15,7254 $\pm$ 0,1507	16,6027 $\pm$ 0,1822
Ratio (altura x largura do AOL)	0,4847 $\pm$ 0,0055	0,4827 $\pm$ 0,0043
Escore de marmoreio (EM) ³	4,0843 $\pm$ 0,0436	2,6890 $\pm$ 0,0531
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) ⁴	6,1265 $\pm$ 0,1621	4,5341 $\pm$ 0,1591
Espessura de Gordura Subcutânea 100 (EGS100) ⁵	1,2343 $\pm$ 0,0297	1,0334 $\pm$ 0,0342
EGSG ⁶	8,0051 $\pm$ 0,1765	6,9969 $\pm$ 0,2133
Idade da Aspiração Folicular Guiada por Ultrassom (OPU)	2,2538 $\pm$ 0,0374	2,1206 $\pm$ 0,0322
Oócitos Grau 1	1,1475 $\pm$ 0,1953	1,9008 $\pm$ 0,3408
Oócitos Grau 2	2,6475 $\pm$ 0,3387	4,6565 $\pm$ 0,5438
Oócitos Grau 3	18,0246 $\pm$ 0,8895	25,0153 $\pm$ 1,4341
Oócitos Expandidos	0,3852 $\pm$ 0,1024	0,6107 $\pm$ 0,1705
Total de Oócitos Viáveis ⁷	22,2049 $\pm$ 1,1717	32,1832 $\pm$ 1,9944
Oócitos Desnudos	3,0000 $\pm$ 0,2196	3,4962 $\pm$ 0,2693
Oócitos Atresicos	1,6721 $\pm$ 0,1987	2,3435 $\pm$ 0,2562
Oócitos Degenerados	2,0820 $\pm$ 0,1760	3,3359 $\pm$ 0,3159
Total de Oócitos Inviáveis ⁸	6,7541 $\pm$ 0,3100^b	9,1756 $\pm$ 0,5349^a (P = 0,0515)
Total de Oócitos - Viáveis e Inviáveis	28,9590 $\pm$ 1,2840	41,3588 $\pm$ 2,3630
Oócitos maturados <i>In Vitro</i> (MIV) ⁹	22,2049 $\pm$ 1,1717	32,1832 $\pm$ 1,9944
Oócitos Clivados	14,4508 $\pm$ 0,8338	19,9847 $\pm$ 1,4666
Taxa de Clivagem ¹⁰	65,45%^a	59,59%^b (P = 0,0298)
Número de embriões produzidos	4,4836 $\pm$ 0,3836	4,3511 $\pm$ 0,4141
Taxa de Embriões ¹¹	20,38%^a	13,54%^b (P = 0,0011)

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹AOL: músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas circundado em todo o seu diâmetro (cm²); ²AOL 100: AOL/peso do animal x 100; ³Escore de Marmoreio: quantidade de gordura entremeadada entre as fibras musculares na região entre a 12ª e 13ª costela; ⁴EGS: Espessura de gordura subcutânea mensurada no terço distal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas (mm); ⁵EGS100: EGS/peso do animal x 100; ⁶Medição da gordura de cobertura subcutânea na garupa - EGSG (mm); ⁷Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ⁸Soma dos oócitos desnudos, atresicos e degenerados; ⁹São colocados na MIV dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ¹⁰(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ¹¹(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100.

6.1.3 Espessura de gordura subcutânea corrigida para 100 (EGS 100)

As médias e erro padrão das variáveis mensuradas considerando as novilhas com escore de gordura subcutânea alto ($\text{EGS } 100 \geq 1,11$; 126 OPU) e baixo ($\text{EGS } 100 < 1,11$; 127 OPU) estão apresentadas na **Tabela 4**.

Tabela 4. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente novilhas com até 3 anos de idade (n = 42) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU, separadas por escore de gordura subcutânea corrigida para 100 alto (EGS 100 $\geq$ 1,11; 126 OPU) e baixo (EGS 100 < 1,11; 127 OPU).

	EGS 100 ALTO (EGS 100 $\geq$ 1,11)	EGS 100 BAIXO (EGS 100 < 1,11)
Idade da Doadora (anos)	2,1693 $\pm$ 0,0385	2,1646 $\pm$ 0,0420
Peso (Kg)	464,8571 $\pm$ 5,7516	471,8740 $\pm$ 6,8494
Área de Olho de Lombo (AOL)¹	75,8543 $\pm$ 0,9266	73,9235 $\pm$ 0,7277
Área de Olho de Lombo 100 (AOL100)²	16,3852 $\pm$ 0,1341	15,9757 $\pm$ 0,2024
Ratio (altura x largura do AOL)	0,5090 $\pm$ 0,0051	0,4585 $\pm$ 0,0035
Escore de marmoreio (EM)³	3,7199 $\pm$ 0,0763	3,0065 $\pm$ 0,0686
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS)⁴	6,7542 $\pm$ 0,1377	3,8613 $\pm$ 0,0972
Espessura de Gordura Subcutânea 100 (EGS100)⁵	1,4447 $\pm$ 0,0190	0,8183 $\pm$ 0,0176
EGSG⁶	8,8571 $\pm$ 0,1794	6,1198 $\pm$ 0,1410
Idade da Aspiração Folicular Guiada por Ultrassom (OPU)	2,1937 $\pm$ 0,0346	2,1761 $\pm$ 0,0359
Oócitos Grau 1	1,3810 $\pm$ 0,2222	1,6929 $\pm$ 0,3347
Oócitos Grau 2	3,5476 $\pm$ 0,4935	3,8268 $\pm$ 0,4433
Oócitos Grau 3	20,3095 $\pm$ 1,2874	22,9685 $\pm$ 1,2052
Oócitos Expandidos	0,5079 $\pm$ 0,1640	0,4961 $\pm$ 0,1198
Total de Oócitos Viáveis⁷	25,7460 $\pm$ 1,7615	28,9843 $\pm$ 1,6725
Oócitos Desnudos	3,1190 $\pm$ 0,2169	3,3937 $\pm$ 0,2757
Oócitos Atrésicos	1,8810 $\pm$ 0,2181	2,1575 $\pm$ 0,2468
Oócitos Degenerados	2,5238 $\pm$ 0,2828	2,9370 $\pm$ 0,2482
Total de Oócitos Inviáveis⁸	7,5238 $\pm$ 0,4228	8,4882 $\pm$ 0,4865
Total de Oócitos - Viáveis e Inviáveis	33,2698 $\pm$ 2,0316	37,4724 $\pm$ 1,9845
Oócito maturados <i>In Vitro</i> (MIV)⁹	25,7460 $\pm$ 1,7615	28,9843 $\pm$ 1,6725
Oócitos Clivados	16,4603 $\pm$ 1,2228	18,1654 $\pm$ 1,2523
Taxa de Clivagem¹⁰	64,40%	60,45%
Número de embriões produzidos	4,0079 $\pm$ 0,3286	4,8189 $\pm$ 0,4576
Taxa de Embriões¹¹	17,61%	16,07%

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹AOL: músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas circundado em todo o seu diâmetro (cm²); ²AOL 100: AOL/peso do animal x 100; ³Escore de Marmoreio: quantidade de gordura entremeada entre as fibras musculares na região entre a 12ª e 13ª costela; ⁴EGS: Espessura de gordura subcutânea mensurada no terço distal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas (mm); ⁵EGS100: EGS/peso do animal x 100; ⁶Medição da gordura de cobertura subcutânea na garupa - EGSG (mm); ⁷Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ⁸Soma dos oócitos desnudos, atrésicos e degenerados; ⁹São colocados na MIV dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ¹⁰(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ¹¹(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100.

6.1.4 Espessura de gordura subcutânea na garupa (EGSG)

As médias e erro padrão das variáveis mensuradas considerando as novilhas com escore de gordura subcutânea na picanha alto ($EGS \geq 7,57$; 141 OPU) e baixo ($EGS < 7,57$; 112 OPU) estão apresentadas na **Tabela 5**.

Tabela 5. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente novilhas com até 3 anos de idade (n = 42) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU, separadas por escore de gordura subcutânea na garupa alto (EGS $\geq 7,57$; 141 OPU) e baixo (EGS $< 7,57$; 112 OPU).

	EGSG ALTO (EGSG $\geq 7,57$)	EGSG BAIXO (EGSG $< 7,57$)
Idade da Doadora (anos)	2,1897 $\pm$ 0,0362	2,1383 $\pm$ 0,0453
Peso (Kg)	500,3759 $\pm$ 4,9730	428,0982 $\pm$ 6,0868
Área de Olho de Lombo (AOL)¹	77,3165248 $\pm$ 0,6277689	71,8241 $\pm$ 1,0055
Área de Olho de Lombo 100 (AOL100)²	15,5782 $\pm$ 0,1450	16,9368 $\pm$ 0,1835
Ratio (altura x largura do AOL)	0,5052 $\pm$ 0,0050	0,4564 $\pm$ 0,0033
Escore de marmoreio (EM)³	3,7072 $\pm$ 0,0644	2,9270 $\pm$ 0,0799
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS)⁴	6,5474 $\pm$ 0,1317	3,7342 $\pm$ 0,1072
Espessura de Gordura Subcutânea 100 (EGS100)⁵	1,3250 $\pm$ 0,0276	0,8851 $\pm$ 0,0259
EGSG⁶	9,1015 $\pm$ 0,1285^a	5,4456 $\pm$ 0,1057^b
Idade da Aspiração Folicular Guiada por Ultrassom (OPU)	2,2294 $\pm$ 0,0355	2,1288 $\pm$ 0,0334
Oócitos Grau 1	1,2199 $\pm$ 0,1804	1,9375 $\pm$ 0,3912
Oócitos Grau 2	3,3262 $\pm$ 0,4129	4,1429 $\pm$ 0,5365
Oócitos Grau 3	19,2270 $\pm$ 1,0351	24,6875 $\pm$ 1,4677
Oócitos Expandidos	0,2553 $\pm$ 0,0648	0,8125 $\pm$ 0,2105
Total de Oócitos Viáveis⁷	24,0284 $\pm$ 1,3999	31,5804 $\pm$ 2,0462
Oócitos Desnudos	3,0851 $\pm$ 0,1999	3,4732 $\pm$ 0,3060
Oócitos Atrésicos	1,9078 $\pm$ 0,2273	2,1607 $\pm$ 0,2382
Oócitos Degenerados	2,4255 $\pm$ 0,2226	3,1161 $\pm$ 0,3168
Total de Oócitos Inviáveis⁸	7,4184 $\pm$ 0,3430	8,7500 $\pm$ 0,5832
Total de Oócitos - Viáveis e Inviáveis	31,4468 $\pm$ 1,5730	40,3304 $\pm$ 2,4623
Oócito maturados <i>In Vitro</i> (MIV)⁹	24,0284 $\pm$ 1,3999	31,5804 $\pm$ 2,0462
Oócitos Clivados	14,7518 $\pm$ 0,9531	20,5446 $\pm$ 1,5221
Taxa de Clivagem¹⁰	62,55%	62,24%
Número de embriões produzidos	3,7801 $\pm$ 0,3066	5,2143 $\pm$ 0,5001
Taxa de Embriões¹¹	17,32%	16,23%

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹AOL: músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costelas circundado em todo o seu diâmetro (cm²); ²AOL 100: AOL/peso do animal x 100; ³Escore de Marmoreio: quantidade de gordura entremeada entre as fibras musculares na região entre a 12^a e 13^a costela; ⁴EGS: Espessura de gordura subcutânea mensurada no terço distal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costelas (mm); ⁵EGS100: EGS/peso do animal x 100; ⁶Medição da gordura de cobertura subcutânea na garupa - EGSG (mm); ⁷Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ⁸Soma dos oócitos desnudos, atrésicos e degenerados; ⁹São colocados na MIV dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ¹⁰(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ¹¹(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100.

6.1.5 Correlações AOL 100, EM, EGS 100 e EGSG com à produção de oócitos e embriões *in vitro*

Na **Tabela 6**, estão apresentadas as correlações com as medidas de AOL 100, EM, EGS 100 e EGSG correlacionadas aos parâmetros relacionados à produção de oócitos e embriões *in vitro*. Evidenciou-se que quanto maior o EM menor o número total de oócitos coletados ($P=0,0040$; $r = - 0,4348$); menor o total de oócitos colocados na MIV ($P=0,0052$; $r = - 0,4230$); menor o total de oócitos inviáveis ($P=0,0020$; $r = - 0,4630$) e menor o total de oócitos clivados ($P=0,0154$; $r = - 0,3714$). Evidenciou-se que quanto maior o EM maior a taxa de produção de embriões ($P=0,0149$; $r = + 0,3734$).

Tabela 6. Correlações das medidas de AOL 100, EM, EGS 100 e EGSG com as variáveis relacionadas à produção de oócitos e embriões *in vitro*, referente a novilhas com até 3 anos de idade (n = 42) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 253 sessões de OPU.

Variáveis Correlacionadas para novilhas	Valor de P	r
AOL 100 x Total de oócitos coletados	0,1470	0,2277
AOL 100 x Total de oócitos colocados na MIV ¹	0,0986	0,2583
AOL 100 x Total de oócitos inviáveis ²	0,2307	0,1889
AOL 100 x Total de oócitos clivados	0,2848	0,1689
AOL 100 x Taxa de clivagem ³	0,0966	0,2597
AOL 100 x Número de embriões produzidos	0,2177	0,1942
AOL 100 x Taxa de produção de embriões ⁴	0,6002	0,0832
EM x Total de oócitos coletados	0,0040	- 0,4348
EM x Total de oócitos colocados na MIV ¹	0,0052	- 0,4230
EM x Total de oócitos inviáveis ²	0,0020	- 0,4630
EM x Total de oócitos clivados	0,0154	- 0,3714
EM x Taxa de clivagem ³	0,2692	0,1744
EM x Número de embriões produzidos	0,7040	- 0,0602
EM x Taxa de produção de embriões ⁴	0,0149	0,3734
EGS 100 x Total de oócitos coletados	0,1221	0,2422
EGS 100 x Total de oócitos colocados na MIV ¹	0,1315	0,2365
EGS 100 x Total de oócitos inviáveis ²	0,4365	0,1233
EGS 100 x Total de oócitos clivados	0,1203	0,2434
EGS 100 x Taxa de clivagem ³	0,9995	0,0001
EGS 100 x Número de embriões produzidos	0,3316	0,1535
EGS 100 x Taxa de produção de embriões ⁴	0,0842	0,2696
EGSG x Total de oócitos coletados	0,3497	0,1479
EGSG x Total de oócitos colocados na MIV ¹	0,3264	0,1551
EGSG x Total de oócitos inviáveis ²	0,9241	0,0151
EGSG x Total de oócitos clivados	0,2548	- 0,1797
EGSG x Taxa de clivagem ³	0,7795	0,0445
EGSG X Número de embriões produzidos	0,0987	- 0,2582
EGSG x Taxa de produção de embriões ⁴	0,7788	0,0446

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ²Soma dos oócitos desnudos, atresícos e degenerados;

³(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ⁴(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100

6.2 Vacas de 6 a 10 anos

As médias e erro padrão para as variáveis mensuradas, agrupando todas as vacas ($n = 34$), estão apresentadas na **Tabela 7**.

Tabela 7. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis das vacas ($n=34$) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 185 sessões de OPU.

Variáveis nas Vacas	Média $\pm$ Erro padrão
Idade da Doadora (anos)	7,0769 $\pm$ 0,0560
Peso (Kg)	640,7622 $\pm$ 6,6556
Área de Olho de Lombo (AOL) ¹	89,7106 $\pm$ 0,8562
Área de Olho de Lombo 100 (AOL100) ²	14,0989 $\pm$ 0,1199
Ratio (altura x largura do AOL)	0,5103 $\pm$ 0,0035
Escore de Marmoreio ³	3,8594 $\pm$ 0,0531
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) ⁴	6,9394 $\pm$ 0,1960
Espessura de Gordura Subcutânea 100 (EGS100) ⁵	1,0700 $\pm$ 0,0280
EGSG ⁶	9,8484 $\pm$ 0,3066
Idade da Aspiração Folicular Guiada por Ultrassom (OPU)	7,5781 $\pm$ 0,0890
Oócitos Grau 1	1,3838 $\pm$ 0,1870
Oócitos Grau 2	3,0649 $\pm$ 0,2888
Oócitos Grau 3	16,7514 $\pm$ 0,7901
Oócitos Expandidos	0,6054 $\pm$ 0,0844
Total de Oócitos Viáveis ⁷	21,8054 $\pm$ 1,0456
Oócitos Desnudos	1,8000 $\pm$ 0,1436
Oócitos Atrésicos	1,5135 $\pm$ 0,1210
Oócitos Degenerados	2,7189 $\pm$ 0,1786
Total de Oócitos Inviáveis ⁸	6,0324 $\pm$ 0,2554
Total de Oócitos - Viáveis e Inviáveis	27,8378 $\pm$ 1,1768
Oócitos maturados <i>In Vitro</i> (MIV) ⁹	21,8054 $\pm$ 1,0456
Oócitos Clivados	15,9459 $\pm$ 0,8390
Taxa de Clivagem ¹⁰	74,24%
Número de embriões produzidos	5,8270 $\pm$ 0,4443
Taxa de Embriões ¹¹	34,10%

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹AOL: músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costelas circundado em todo o seu diâmetro (cm²); ²AOL 100: AOL/peso do animal x 100; ³Escore de Marmoreio: quantidade de gordura entremeada entre as fibras musculares na região entre a 12^a e 13^a costela; ⁴EGS: Espessura de gordura subcutânea mensurada no terço distal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12^a e 13^a costelas (mm); ⁵EGS100: EGS/peso do animal x 100; ⁶Medição da gordura de cobertura subcutânea na garupa - EGSG (mm); ⁷Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ⁸Soma dos oócitos desnudos, atrésicos e degenerados; ⁹São colocados na MIV dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ¹⁰(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ¹¹(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100.

6.2.1 Área de olho de lombo 100 (AOL 100)

As médias e erro padrão das variáveis mensuradas considerando as vacas com AOL 100 alto ($\text{AOL } 100 \geq 13,86$; 89 OPU) e baixo ($\text{AOL } 100 < 13,86$; 96 OPU) estão apresentadas na **Tabela 8**.

Tabela 8. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente vacas (n = 34) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 185 sessões de OPU, separadas por AOL corrigido para 100 alto (AOL 100 $\geq$ 13,86; 89 OPU) e AOL baixo (AOL 100 < 13,86; 96 OPU).

	AOL 100 ALTO (AOL 100 $\geq$ 13,86)	AOL 100 BAIXO (AOL 100 < 13,86)
Variável	Média $\pm$ Erro padrão	Média $\pm$ Erro padrão
Idade da Doadora (anos)	6,7948 $\pm$ 0,0588	7,3383 $\pm$ 0,0850
Peso (Kg)	592,6966 $\pm$ 5,4062	685,3229 $\pm$ 9,8381
Área de Olho de Lombo (AOL)¹	91,2745 $\pm$ 0,7246	88,2608 $\pm$ 1,4965
Área de Olho de Lombo 100 (AOL100)²	15,4494 $\pm$ 0,1157	12,8468 $\pm$ 0,0889
Ratio (altura x largura do AOL)	0,5212 $\pm$ 0,0044	0,5001 $\pm$ 0,0050
Escore de Marmoreio³	3,5433 $\pm$ 0,0626	4,1525 $\pm$ 0,0727
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS)⁴	6,6773 $\pm$ 0,3166	7,1824 $\pm$ 0,2367
Espessura de Gordura Subcutânea 100 (EGS100)⁵	1,1191 $\pm$ 0,0508	1,0245 $\pm$ 0,0260
EGSG⁶	8,7871 $\pm$ 0,3885	10,7881 $\pm$ 0,4448
Idade da Aspiração Folicular Guiada por Ultrassom (OPU)	7,2542 $\pm$ 0,1397	7,8783 $\pm$ 0,1039
Oócitos Grau 1	1,5506 $\pm$ 0,2827	1,2292 $\pm$ 0,2476
Oócitos Grau 2	3,1124 $\pm$ 0,3660	3,0208 $\pm$ 0,4430
Oócitos Grau 3	18,0000 $\pm$ 1,1240	15,5938 $\pm$ 1,1027
Oócitos Expandidos	0,8315 $\pm$ 0,1386	0,3958 $\pm$ 0,0954
Total de Oócitos Viáveis⁷	23,4944 $\pm$ 1,4591	20,2396 $\pm$ 1,4828
Oócitos Desnudos	1,8539 $\pm$ 0,2111	1,7500 $\pm$ 0,1965
Oócitos Atrésicos	1,4045 $\pm$ 0,1400	1,6146 $\pm$ 0,1939
Oócitos Degenerados	2,6180 $\pm$ 0,2638	2,8125 $\pm$ 0,2430
Total de Oócitos Inviáveis⁸	5,8764 $\pm$ 0,3199	6,1771 $\pm$ 0,3938
Total de Oócitos - Viáveis e Inviáveis	29,3708 $\pm$ 1,5670	26,4167 $\pm$ 1,7366
Oócitos maturados <i>In Vitro</i> (MIV)⁹	23,4944 $\pm$ 1,4591	20,2396 $\pm$ 1,4828
Oócitos Clivados	17,1798 $\pm$ 1,1867	14,8021 $\pm$ 1,1788
Taxa de Clivagem¹⁰	74,65%	73,85%
Número de embriões produzidos	6,6292 $\pm$ 0,7149	5,0833 $\pm$ 0,5347
Taxa de Embriões¹¹	32,76%	35,34%

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹AOL: músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas circundado em todo o seu diâmetro (cm²); ²AOL 100: AOL/peso do animal x 100; ³Escore de Marmoreio: quantidade de gordura entremeada entre as fibras musculares na região entre a 12ª e 13ª costela; ⁴EGS: Espessura de gordura subcutânea mensurada no terço distal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas (mm); ⁵EGS100: EGS/peso do animal x 100; ⁶Medição da gordura de cobertura subcutânea na garupa - EGSG (mm); ⁷Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ⁸Soma dos oócitos desnudos, atrésicos e degenerados; ⁹São colocados na MIV dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ¹⁰(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ¹¹(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100.

6.2.2 Escore de marmoreio (EM)

As médias e erro padrão das variáveis mensuradas considerando as vacas com escore de marmoreio alto ($EM \geq 4,00$; 75 OPU) e baixo ($EM < 4,00$; 110 OPU) estão apresentadas na **Tabela 9**.

As vacas com EM alto quando comparadas as com EM baixo apresentaram maior número de embriões produzidos ($7,0400 \pm 0,7172$ vs. $5,0000 \pm 0,5540$ respectivamente; $P = 0,0060$) e maior taxa de embriões ($43,44\%$ vs. $27,74\%$ respectivamente; $P = 0,0034$).

Tabela 9. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente vacas (n = 34) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 185 sessões de OPU, separadas por escore de marmoreio alto (EM $\geq$ 4,00; 75 OPU) e baixo (EM < 4,00; 110 OPU).

	EM ALTO (Marmoreio $\geq$ 4,00)	EM BAIXO (Marmoreio < 4,00)
Idade da Doadora (anos)	7,1587 $\pm$ 0,0937	7,0211 $\pm$ 0,0690
Peso (Kg)	678,2533 $\pm$ 7,3204	615,2000 $\pm$ 9,2826
Área de Olho de Lombo (AOL) ¹	91,6992 $\pm$ 1,3725	88,3548 $\pm$ 1,0807
Área de Olho de Lombo 100 (AOL100) ²	13,5176 $\pm$ 0,1454	14,4952 $\pm$ 0,1659
Ratio (altura x largura do AOL)	0,5113 $\pm$ 0,0049	0,5095 $\pm$ 0,0048
Escore de Marmoreio ³	4,4691 $\pm$ 0,0601	3,4437 $\pm$ 0,0493
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) ⁴	8,1483 $\pm$ 0,2911	6,1152 $\pm$ 0,2335
Espessura de Gordura Subcutânea 100 (EGS100) ⁵	1,2064 $\pm$ 0,0452	0,9770 $\pm$ 0,0330
EGSG ⁶	10,9737 $\pm$ 0,3170	9,0522 $\pm$ 0,4588
Idade da Aspiração Folicular Guiada por Ultrassom (OPU)	7,9177 $\pm$ 0,1515	7,3465 $\pm$ 0,1031
Oócitos Grau 1	2,0800 $\pm$ 0,3621	0,9091 $\pm$ 0,1829
Oócitos Grau 2	3,8400 $\pm$ 0,4673	2,5364 $\pm$ 0,3597
Oócitos Grau 3	16,0933 $\pm$ 1,3438	17,2000 $\pm$ 0,9654
Oócitos Expandidos	0,5200 $\pm$ 0,1250	0,6636 $\pm$ 0,1135
Total de Oócitos Viáveis ⁷	22,5333 $\pm$ 1,8783	21,3091 $\pm$ 1,2104
Oócitos Desnudos	1,8400 $\pm$ 0,2582	1,7727 $\pm$ 0,1662
Oócitos Atrésicos	1,2667 $\pm$ 0,2200	1,6818 $\pm$ 0,1360
Oócitos Degenerados	2,4000 $\pm$ 0,2835	2,9364 $\pm$ 0,2286
Total de Oócitos Inviáveis ⁸	5,5067 $\pm$ 0,4762	6,3909 $\pm$ 0,2779
Total de Oócitos - Viáveis e Inviáveis	28,0400 $\pm$ 2,1528	27,7000 $\pm$ 1,3363
Oócitos maturados <i>In Vitro</i> (MIV) ⁹	22,5333 $\pm$ 1,8783	21,3091 $\pm$ 1,2104
Oócitos Clivados	16,6667 $\pm$ 1,4694	15,4545 $\pm$ 0,9969
Taxa de Clivagem ¹⁰	74,40%	74,13%
Número de embriões produzidos	7,0400 $\pm$ 0,7172^a	5,0000 $\pm$ 0,5540^b (P = 0,0060)
Taxa de Embriões ¹¹	43,44%^a	27,74%^b (P = 0,0034)

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹AOL: músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas circundado em todo o seu diâmetro (cm²); ²AOL 100: AOL/peso do animal x 100; ³Escore de Marmoreio: quantidade de gordura entremeadada entre as fibras musculares na região entre a 12ª e 13ª costela; ⁴EGS: Espessura de gordura subcutânea mensurada no terço distal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas (mm); ⁵EGS100: EGS/peso do animal x 100; ⁶Medição da gordura de cobertura subcutânea na garupa - EGSG (mm); ⁷Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ⁸Soma dos oócitos desnudos, atrésicos e degenerados; ⁹São colocados na MIV dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ¹⁰(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ¹¹(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100.

6.2.3 Espessura de gordura subcutânea corrigida para 100 (EGS 100)

As médias e erro padrão das variáveis mensuradas considerando as vacas com escore de gordura subcutânea corrigida para 100 alto ($\text{EGS } 100 \geq 1,08$; 81 OPU) e baixo ($\text{EGS } 100 < 1,08$; 104 OPU) estão apresentadas na **Tabela 10**.

Tabela 10. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente vacas (n = 34) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 185 sessões de OPU, separadas por escore de gordura subcutânea corrigida 100 (EGS 100) alto (EGS 100 $\geq$ 1,08; 81 OPU) e baixo (EGS 100 < 1,08; 104 OPU).

	EGS 100 ALTO (EGS 100 $\geq$ 1,08)	EGS 100 BAIXO (EGS 100 < 1,08)
Idade da Doadora (anos)	7,0346 $\pm$ 0,0876	7,1098 $\pm$ 0,0727
Peso (Kg)	648,2469 $\pm$ 8,9273	634,9327 $\pm$ 9,5812
Área de Olho de Lombo (AOL)¹	94,8878 $\pm$ 0,9615	85,6785 $\pm$ 1,1874
Área de Olho de Lombo 100 (AOL100)²	14,7475 $\pm$ 0,1530	13,5937 $\pm$ 0,1609
Ratio (altura x largura do AOL)	0,5236 $\pm$ 0,0029	0,4999 $\pm$ 0,0055
Escore de Marmoreio³	3,9830 $\pm$ 0,0667	3,7632 $\pm$ 0,0779
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS)⁴	8,8322 $\pm$ 0,2254	5,4652 $\pm$ 0,2078
EGSG 100 (EGS100)⁵	1,3669 $\pm$ 0,0337	0,8388 $\pm$ 0,0251
EGSG⁶	11,0441 $\pm$ 0,299	8,8799 $\pm$ 0,4792
Idade da Aspiração Folicular Guiada por Ultrassom (OPU)	7,4765 $\pm$ 0,1441	7,6571 $\pm$ 0,1116
Oócitos Grau 1	1,4938 $\pm$ 0,3049	1,2981 $\pm$ 0,2338
Oócitos Grau 2	2,9506 $\pm$ 0,3881	3,1538 $\pm$ 0,4169
Oócitos Grau 3	15,7407 $\pm$ 1,1392	17,5385 $\pm$ 1,0886
Oócitos Expandidos	0,6790 $\pm$ 0,1436	0,5481 $\pm$ 0,1003
Total de Oócitos Viáveis⁷	20,8642 $\pm$ 1,4532	22,5385 $\pm$ 1,4781
Oócitos Desnudos	1,7037 $\pm$ 0,2340	1,8750 $\pm$ 0,1796
Oócitos Atrésicos	1,4815 $\pm$ 0,1877	1,5385 $\pm$ 0,1587
Oócitos Degenerados	2,5926 $\pm$ 0,2622	2,8173 $\pm$ 0,2440
Total de Oócitos Inviáveis⁸	5,7778 $\pm$ 0,3869	6,2308 $\pm$ 0,3403
Total de Oócitos (viáveis e inviáveis)	26,6420 $\pm$ 1,6142	28,7692 $\pm$ 1,6748
Oócitos maturados <i>In Vitro</i> (MIV)⁹	20,8642 $\pm$ 1,4532	22,5385 $\pm$ 1,4781
Oócitos Clivados	15,6173 $\pm$ 1,1606	16,2019 $\pm$ 1,1919
Taxa de Clivagem¹⁰	75,64%	73,14%
Número de embriões produzidos	6,1358 $\pm$ 0,6203	5,5865 $\pm$ 0,6272
Taxa de Embriões¹¹	37,07%	31,79%

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹AOL: músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas circundado em todo o seu diâmetro (cm²); ²AOL 100: AOL/peso do animal x 100; ³Escore de Marmoreio: quantidade de gordura entremeada entre as fibras musculares na região entre a 12ª e 13ª costela; ⁴EGS: Espessura de gordura subcutânea mensurada no terço distal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas (mm); ⁵EGS100: EGS/peso do animal x 100; ⁶Medição da gordura de cobertura subcutânea na garupa - EGSG (mm); ⁷Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ⁸Soma dos oócitos desnudos, atrésicos e degenerados; ⁹São colocados na MIV dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ¹⁰(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ¹¹(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100.

6.2.4 Espessura de gordura subcutânea na garupa (EGSG)

As médias e erro padrão das variáveis mensuradas considerando as vacas com escore de gordura subcutânea na picanha alto ($EGS \geq 9,41$; 94 OPU) e baixo ($EGS < 9,41$; 91 OPU) estão apresentadas na **Tabela 11**.

Tabela 11. Média $\pm$ erro padrão das diferentes variáveis para o banco de dados referente a vacas ($n = 34$) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 185 sessões de OPU, separadas por escore de gordura subcutânea na garupa alto (EGSG $\geq 9,41$; 94 OPU) e baixo (EGSG $< 9,41$; 91 OPU).

	EGSG ALTO (EGSG $\geq 9,41$)	EGSG BAIXO (EGSG $< 9,41$)
Idade da Doadora (anos)	7,3416 $\pm$ 0,0880	6,8034 $\pm$ 0,0558
Peso (Kg)	691,0745 $\pm$ 8,9716	588,7912 $\pm$ 6,2555
Área de Olho de Lombo (AOL) ¹	96,4910 $\pm$ 0,7896	82,7068 $\pm$ 1,1441
Área de Olho de Lombo 100 (AOL100) ²	14,0945 $\pm$ 0,1488	14,1034 $\pm$ 0,1901
Ratio (altura x largura do AOL)	0,5316 $\pm$ 0,0031	0,4882 $\pm$ 0,0054
Escore de Marmoreio ³	4,0514 $\pm$ 0,0517	3,6611 $\pm$ 0,0895
Espessura de Gordura Subcutânea (EGS) ⁴	8,5487 $\pm$ 0,2273	5,277 $\pm$ 0,2101
Espessura de Gordura Subcutânea 100 (EGS100) ⁵	1,2466 $\pm$ 0,0358	0,8876 $\pm$ 0,0342
EGSG⁶	13,2393 $\pm$ 0,2785	6,4947 $\pm$ 0,2162
Idade da Aspiração Folicular Guiada por Ultrassom (OPU)	7,7824 $\pm$ 0,1189	7,3669 $\pm$ 0,1297
Oócitos Grau 1	1,1702 $\pm$ 0,2262	1,6044 $\pm$ 0,2993
Oócitos Grau 2	3,1489 $\pm$ 0,4363	2,9780 $\pm$ 0,3786
Oócitos Grau 3	16,1489 $\pm$ 1,0590	17,3736 $\pm$ 1,1786
Oócitos Expandidos	0,5426 $\pm$ 0,1289	0,6703 $\pm$ 0,1083
Total de Oócitos Viáveis ⁷	21,0106 $\pm$ 1,3425	22,6264 $\pm$ 1,6142
Oócitos Desnudos	1,7021 $\pm$ 0,1858	1,9011 $\pm$ 0,2205
Oócitos Atrésicos	1,5532 $\pm$ 0,1893	1,4725 $\pm$ 0,1502
Oócitos Degenerados	2,6596 $\pm$ 0,2312	2,7802 $\pm$ 0,2746
Total de Oócitos Inviáveis ⁸	5,9149 $\pm$ 0,3695	6,1538 $\pm$ 0,3536
Total de Oócitos (viáveis e inviáveis)	26,9255 $\pm$ 1,5139	28,7802 $\pm$ 1,8139
Oócito maturados <i>In Vitro</i> (MIV) ⁹	21,0106 $\pm$ 1,3425	22,6264 $\pm$ 1,6142
Oócitos Clivados	14,7872 $\pm$ 1,0723	17,1429 $\pm$ 1,2912
Taxa de Clivagem ¹⁰	72,01%	76,54%
Número de embriões produzidos	5,6915 $\pm$ 0,6415	5,9670 $\pm$ 0,6171
Taxa de Embriões ¹¹	35,02%	33,15%

Fonte: Elaborado pelo autor.

¹AOL: músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas circundado em todo o seu diâmetro (cm²); ²AOL 100: AOL/peso do animal x 100; ³Escore de Marmoreio: quantidade de gordura entremeada entre as fibras musculares na região entre a 12ª e 13ª costela; ⁴EGS: Espessura de gordura subcutânea mensurada no terço distal do músculo *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª costelas (mm); ⁵EGS100: EGS/peso do animal x 100; ⁶Medição da gordura de cobertura subcutânea na garupa - EGSG (mm); ⁷Soma dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ⁸Soma dos oócitos desnudos, atrésicos e degenerados; ⁹São colocados na MIV dos oócitos Grau 1, 2 e 3 e oócitos expandidos; ¹⁰(Número de oócitos fertilizados no D3/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100; ¹¹(Número de embriões produzidos no D6 e D7/ número de total de oócitos colocados na MIV) x 100.

6.2.5 Correlações AOL 100, EM, EGS 100 e EGSG com à produção de oócitos e embriões *in vitro*

Na **Tabela 12**, estão apresentadas as correlações com as medidas de AOL 100, escore de Marmoreio, EGS 100 e EGSG correlacionadas aos parâmetros relacionados à produção de oócitos e embriões *in vitro*. Nas vacas, evidenciou-se que quanto maior o EM maior o número total de oócitos colocados na MIV ($P=0,0417$; $r = + 0,3511$); maior a taxa de clivagem ($P=0,0370$; $r = + 0,3591$) e maior o número de embriões produzidos ($P=0,0371$; $r = + 0,3588$).

Tabela 12. Correlações com as medidas de AOL 100, EM, EGS 100 e EGSG correlacionadas aos parâmetros relacionados à produção de oócitos e embriões *in vitro*, referente a vacas (n=34) pertencentes ao banco de dados referente ao total de 185 sessões de OPU.

Variáveis Correlacionadas para vacas	Valor de P	r
AOL 100 x Total de oócitos coletados	0,3554	0,1635
AOL 100 x Total de oócitos colocados na MIV	0,6567	0,0790
AOL 100 x Total de oócitos inviáveis	0,0647	- 0,3203
AOL 100 x Total de oócitos clivados	0,1104	0,2787
AOL 100 x Taxa de clivagem	0,8751	0,0279
AOL 100 x Número de embriões produzidos	0,7639	-0,0534
AOL 100 x Taxa de produção de embriões	0,6773	0,0740
EM x Total de oócitos coletados	0,3618	0,1614
EM x Total de oócitos colocados na MIV	0,0417	0,3511
EM x Total de oócitos inviáveis	0,5863	-0,0967
EM x Total de oócitos clivados	0,9090	0,0202
EM x Taxa de clivagem	0,0370	0,3591
EM x Número de embriões produzidos	0,0371	0,3588
EM x Taxa de produção de embriões	0,8620	0,0309
EGS 100 x Total de oócitos coletados	0,1145	- 0,2757
EGS 100 x Total de oócitos colocados na MIV	0,6746	- 0,0746
EGS 100 x Total de oócitos inviáveis	0,2709	- 0,1942
EGS 100 x Total de oócitos clivados	0,1444	- 0,2557
EGS 100 x Taxa de clivagem	0,7009	- 0,0683
EGS 100 x Número de embriões produzidos	0,7643	- 0,0533
EGS 100 x Taxa de produção de embriões	0,9834	0,0037
EGSG x Total de oócitos coletados	0,3553	- 0,1661
EGSG x Total de oócitos colocados na MIV	0,9441	- 0,0127
EGSG x Total de oócitos inviáveis	0,4378	- 0,1398
EGSG x Total de oócitos clivados	0,3550	- 0,1662
EGSG x Taxa de clivagem	0,9947	- 0,0012
EGSG x Número de embriões produzidos	0,8190	- 0,0414
EGSG x Taxa de produção de embriões	0,4659	- 0,1314

Fonte: Elaborado pelo autor.

7 DISCUSSÃO

A identificação e seleção de animais geneticamente superiores de forma mais objetiva, inclusive utilizando as medidas de AOL 100, EGS 100, EGSG e EM; ganha projeção nos sistemas de produção de carne para a determinação das matrizes que merecem ser multiplicadas em larga escala. A PIVE aliada a TETF, constituem biotecnologias poderosas na multiplicação exponencial de tais fêmeas geneticamente superiores na raça. A fertilidade das doadoras de oócitos em programas de PIVE é afetada por diversos fatores, especialmente a nutrição (VELAZQUEZ, 2015). A quantidade de nutrientes oferecida na dieta torna-se determinante no desenvolvimento do tecido muscular e adiposo, ambos são determinantes no controle da síntese e liberação dos hormônios que orquestram o metabolismo corporal e reprodutivo (D'OCCHIO *et al.*, 2019a). O aumento da reserva energética corporal pode afetar positiva ou negativamente a capacidade reprodutiva das fêmeas. Em animais em fase de alta demanda energética, como ocorre durante o crescimento e a puberdade, o aumento da ingestão de energia torna-se altamente favorável as funções reprodutivas. O oposto desta condição, observado quando a ingestão de energia está acima da demanda energética; condição em que o excesso de reserva de gordura corporal determina um ECC acima do recomendado para o sucesso reprodutivo; promove um desfavorecimento nas funções reprodutivas, pois o sobrepeso influencia negativamente o crescimento folicular e ovulação. Entretanto, pouco se sabe sobre qual seria o tênue limite entre a quantidade de reservas corporais, especialmente na forma de gordura, que exerceria efeitos positivos e negativos na reprodução. Considerando que as medidas de EGS 100, EGSG e EM mensuradas por ultrassonografia expressam alta correlação com as reservas de gordura corporal, neste estudo hipotetizou-se que as medidas AOL 100, EGS 100, EGSG e EM em novilhas e vacas doadoras de oócitos da raça Senepol, exercem efeitos no potencial de produção de oócitos e embriões durante a PIVE. Em nosso estudo, o AOL 100, EGS 100 e a EGSG não exerceram efeito no potencial de produção de oócitos e embriões durante a PIVE. Observamos que novilhas com EM alto apresentaram menor número de oócitos inviáveis quando comparado as novilhas com EM alto ($6,7541 \pm 0,310$ vs. $9,1756 \pm 0,5449$; $P = 0,0515$), maior taxa de clivagem ($65,45\%$ vs. $59,59\%$; $P = 0,0298$) e maior taxa de embriões ($20,38\%$ vs. $13,54\%$; $P = 0,0011$). Também foi observado em novilhas uma correlação significativa e negativa

entre o EM e o total de oócitos inviáveis, quanto maior o EM menor o número de oócitos inviáveis ($P = 0,0020$; $r = -0,4630$) e uma correlação positiva entre o EM e a taxa de produção de embriões, ou seja, quanto maior o EM maior a taxa de produção de embriões ($P = 0,0149$; $r = 0,3734$). Nas vacas, observou-se que o alto EM quando comparado ao baixo EM determina maior número de embriões produzidos ($7,0400 \pm 0,7172$ vs. $5,0000 \pm 0,5540$ respectivamente; $P = 0,0060$) e maior taxa de embriões ($43,44\%$ vs. $27,74\%$ respectivamente; $P = 0,0034$). Para as vacas também observamos uma correlação positiva entre o EM e a taxa de produção de embriões, ou seja, quanto maior o EM maior a taxa de produção de embriões ($P = 0,0371$; $r = 0,3588$). Diante dos efeitos observados em nosso estudo, é possível concluir que novilhas e vacas com maior depósito de gordura nos adipócitos intramusculares, onde o maior EM determinou a melhor produção embrionária.

A metodologia da ultrassonografia de carcaça como ferramenta de predição das medidas dentro da indústria frigorífica, é confiável apresentando valores de correlação de 90-95% (SUGUISAWA *et al.*, 2002; Abate Técnico Mata Velha Expoinel, 2019 – comunicação pessoal) e permite predições individuais nos animais vivos. Como discutido na revisão de literatura a medida de AOL (cm^2) quantifica o potencial de musculabilidade da carcaça, enquanto da EGS (mm) determina o grau de acabamento de carcaça e/ou precocidade de abate no indivíduo vivo. O AOL e EGS, dado as herdabilidades moderadas a altas, são importantes informações de seleção pelo fenótipo. A medida de EM (%) ainda é inovação para Programas de Melhoramento Genético de todas as raças no Brasil pois é dependente da tecnologia desenvolvida nos EUA; Software BIA (coleta e interpretação), que permite precisão (mais medidas: AOL, AOL/100 kg de peso vivo, Ratio; EGS, EGS/100 kg de peso vivo, RUMP e MAR), varredura de rebanhos (velocidade e segurança do processo: 9 imagens/animal à campo), padrão, imparcialidade e auditoria dos resultados (quantificação e qualificação das imagens em Laboratório Centralizado). Este processo, empregado nos EUA desde 1995, foi responsável pela revolução da carne bovina (aumento da produção e qualidade da carne/animal), destacando a indústria norte americana como o maior produtor mundial mesmo com a metade do efetivo do rebanho brasileiro. Pela deposição de gordura ser sinalizador do metabolismo geral e reprodutivo, espera-se que a EGS afete de maneira significativa a precocidade sexual e o índice de fertilidade das fêmeas, principalmente quando esta informação é coletada em animais jovens dentro de grupos de mesmo ambiente e idade

(contemporâneos) em qualquer raça e ambiente de produção. Relatado por Ayres *et al.* (2014), a EGSG e o ECC foram positivamente correlacionados com a possibilidade de vacas se tornarem prenhes. Até o momento, não é de nosso conhecimento, que tenha sido realizada a avaliação de tais medidas na produção de oócitos e embriões em programas de PIVE. De acordo com os valores obtidos em nosso estudo, não foram observadas diferenças significativas na produção de oócitos e embriões *in vitro* quando nos grupos EGS alto e baixo e EGSG alto e baixo. Possivelmente este resultado decorra muito provavelmente, por se tratar de dois bancos de dados de animais pré-selecionados por superioridade de carcaça que já haviam completado o seu potencial de crescimento (doadoras), não possibilitando detectar as diferenças de precocidade e/ou deposição de EGS que ocorreriam no tempo (idade de sobreano, por exemplo – dos 11 aos 23 meses de idade), como se preconiza nos Programas de Melhoramento Genético. Nas novilhas, utilizadas neste estudo, tanto a EGS 100 e a EGSG não exerceram efeito no potencial de produção de oócitos e embriões. Nas vacas, as medidas de AOL, EGS 100 e EGSG não exerceram efeito no potencial de produção de oócitos e embriões durante a PIVE.

O EM é primeiramente determinado pelo potencial genético do animal, porém há uma correlação positiva com a porcentagem de gordura total da carcaça e EGS (LORENZEN *et al.*, 2007). Foi possível observar que tanto em novilhas como em vacas, o EM alto foi relacionado diretamente com os melhores índices de produção *in vitro* de embriões. Tal resultado pode ser explicado pelo fato desta gordura entremeada as fibras musculares representar uma reserva de energia de rápida mobilização. A síntese de tecido adiposo aumenta à medida que o tecido muscular diminui, evento observado após a puberdade e durante a maturidade sexual. Segundo Petrick *et al.* (2004) a deposição de tecido adiposo não é uniforme, e ocorre basicamente em quatro instâncias: A) gordura interna (abdominal, renal-inguinal e pélvica); B) intermuscular (entre os grupos musculares); C) subcutânea (de cobertura) e D) intramuscular estimada pelo EM. Segundo os mesmos autores, a sequência da deposição de tecido adiposo segue a referida ordem respectivamente, desta forma, a gordura depositada entre as fibras musculares caracteriza-se como o último sítio de depósito de gordura. Dentro deste contexto, torna-se importante referenciar brevemente o metabolismo que rege os depósitos de gordura no organismo. Em animais ruminantes, a deposição de gordura no organismo ocorre de duas formas: A) ácidos graxos já formados são carregados pelas proteínas na corrente sanguínea, na

forma de lipoproteínas, entram no adipócito e são estocados ou B) ocorre a síntese de ácidos graxos na célula adiposa. Em bovinos de corte, 90% dos ácidos graxos estocados no adipócito provém da síntese dos mesmos na célula adiposa. O acetato é reconhecidamente a principal moeda energética em ruminantes, e representa o principal precursor da síntese de ácidos graxos nos adipócitos. Além do acetato, a deposição de gordura pode ocorrer a partir de outras moedas energéticas, especialmente propionato, butirato e lactato (VERMON, 1981). Segundo o mesmo autor, o propionato ao passar pelo fígado preferencialmente é convertido em glicose, consagrando-se como o ácido graxo de cadeia curta glicogênico. A transformação do butirato em gordura ocorre preferencialmente na glândula mamária quando as fêmeas estão em lactação (VERMON, 1981). Smith e Crouse (1984) concluíram que o acetato contribui com 70 a 80% para a deposição de gordura no tecido subcutâneo; enquanto a glicose proveniente da passagem do propionato pelo fígado representa a origem de 50 a 60% da gordura depositada entre as fibras musculares. Em nosso estudo não observamos o efeito do EGS 100 e EGSG na produção de embriões, medidas que seriam favorecidas pelo excedente de acetato estocado nos adipócitos do tecido subcutâneo. O tecido adiposo afeta a reprodução principalmente através da síntese e secreção do hormônio leptina. Indiscutivelmente, o papel mais importante da leptina em bovinos de corte é o controle do início e regulação da puberdade uma vez que regula a secreção de GnRH e ativação do eixo hipotálamo-ovariano (D'OCCHIO *et al.*, 2019a). A leptina age através do receptor GPR54, presente nos neurônios da kisspeptina (KISS1) no hipotálamo. A kisspeptina se liga aos neurônios GnRH e estimula a liberação de GnRH (ROSEWEIR; MILLAR, 2009). Assim, o EGS e EGSG, talvez sejam medidas importantes para sinalizar a puberdade, estabelecendo uma comunicação efetiva no eixo hipotálamo-hipófise e gônadas a partir de então caracterizando o estabelecimento do ciclo estral e da ovulação; mas neste estudo não observamos efeito de tais parâmetros na produção oocitária e embrionária.

Em contrapartida, a estocagem de gordura entre as fibras musculares, que definem maior EM, advém de uma maior disponibilidade de propionato, que notoriamente favoreceu a produção embrionária. Considerando tais vias diferenciais, sugerimos que o excedente de propionato parece favorecer a qualidade oocitária em novilhas e embrionária em ambas as categorias. Devemos salientar que embora o EM não tenha aumentado o número de oócitos coletados em ambas as categorias e que em novilhas diminui o número de oócitos inviáveis. Assim, embora a produção

numérica e morfológica dos oócitos não tenha sido favorecida o maior EM ter favoreceu a produção embrionária, assim não podemos desprezar a ideia de que a produção embrionária pode ter sido favorecida pela melhor qualidade dos oócitos em fêmeas com maior EM. Lolicato *et al.* (2014) observaram que as células do *cumulus* que circundam os oócitos possuem concentrações particularmente altas de ácidos graxos, condição que constitui um mecanismo de proteção dos oócitos. Sanchez-Lazo *et al.* (2014) também observam que durante a fase de crescimento e no início da maturação dos oócitos bovinos, as células do *cumulus* fornecem ácidos graxos ao oócito e que o metabolismo lipídico nas CCOs afeta a sobrevivência do oócito e o sucesso da maturação. Warzych *et al.* (2017) relatam que novilhas pré-púberes possuem menores quantidades de ácidos graxos no fluido folicular quando comparadas às vacas e que os oócitos de vacas possuem um maior conteúdo lipídico que as novilhas, condição que determina maior qualidade dos oócitos de vacas em comparação com novilhas. Durante a fase de crescimento e no início da maturação do oócito bovino, as células do *cumulus* fornecem ácidos graxos ao oócito, resultantes da atividade da lipase. Portanto, o metabolismo lipídico em CCOs afeta a sobrevivência do oócito e o sucesso da maturação (SANCHEZ-LAZO *et al.*, 2014). Considerando os resultados obtidos neste estudo, acreditamos que o maior EM pode favorecer a composição lipídica dos oócitos favorecendo a viabilidade oocitária em novilhas e embrionária em ambas as categorias.

8 CONCLUSÃO

Diante dos resultados observados, a medida de EM nas vacas e novilhas doadoras de oócitos da raça Senepol exercem efeito no potencial de produção de embriões durante a PIVE, novilhas com EM alto apresentam menor número de oócitos inviáveis coletados, maior taxa de clivagem e maior taxa de embriões e vacas com EM alto apresentaram maior número de embriões produzidos e maior taxa de embriões. Concluímos que o EM exerce efeito na qualidade dos oócitos e em ambas as categorias exerce efeito na produção de embriões durante a PIVE em fêmeas da raça Senepol.

REFERÊNCIAS

- ABIEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Beef Report 2023**: perfil da pecuária no Brasil. 2023. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023-capitulo-03/>. Acesso em: 10 ago. 2023.
- ABREU, L. A.; MARTINS, C. M.; SILVA, L. G.; CATUSSI, B. L. C.; REIS, P. O.; CAIPINZAÍKI, C. R.; GARCIA, J.; SALOMÃO, NATÁLIA R.; ELLIFF, F. M.; ZANATTA, G. M.; WEILER, M. S. A. Effect of nutrition and genetics in the fertility of 62ellore heifers synchronized for TAI. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL – IRAC, 13., 2019. **Resumo** [...]. [S.l.: s.n.], 2019.
- ADAMIAK, S. J. *et al.* Impact of Nutrition on Oocyte Quality: Cumulative Effects of Body Composition and Diet Leading to Hyperinsulinemia in Cattle. **Biology of Reproduction**, [s.l.], v. 73, n. 5, p. 918–926, 2005.
- AYRES, H.; FERREIRA, R. M.; TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; DEMÉTRIO, C. G. B.; SÁ FILHO, M. F.; GIMENES, L. U.; PENTEADO, L.; D'OCCHIO, M. J.; BARUSELLI, P. S. Inferences of body energy reserves on conception rate of suckled Zebu beef cows subjected to timed artificial insemination followed by natural mating, **Theriogenology**, [s.l.], v. 82, n. 4, 2014.
- BARCELLOS, J. O. J.; PEREIRA, G. R.; DIAS, E. A.; MCMANUS, C.; CANELLAS, L.; BERNARDI, M. L.; TAROUÇO, A.; PRATES, Ê. R. Higher feeding diets effects on age and liveweight gain at puberty in crossbred Nelore × Hereford heifers. **Tropical Animal Health and Production**, [s.l.], v. 46, n. 6, p. 953–960, ago. 2014.
- BARUSELLI, P. S.; CATUSSI, B. L. C.; ABREU, L. A.; SILVA, L. G.; ELLIF, F. M.; FREITAS, B.G. Implementação de serviço precoce em novilhas zebuínas. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL – IRAC, 13., 2019. **Resumo** [...]. [S.l.: s.n.], 2019. .
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: University of Sydney, 1976.
- CATUSSI, B. L. C.; DE MELO, C.; DA SILVA, L. G.; DE ABREU, L. Â.; KOURY FILHO, W.; LÔBO, R. B.; BARUSELLI, P. S. Influence of nutrition and genetic selection for puberty on the reproductive response of Nelore heifers submitted to fixed-time AI and oocyte recovery with in vitro fertilization. **Livestock Science**, [s.l.], 105263, 2023.
- CHARAGU, P. K.; CREWS JUNIOR D. H.; ; KEMP, R. A.; MWANSA, P. B. Machine effects on accuracy of ultrasonic prediction of backfat and ribeye area in beef bulls, steers and heifers. **Can. J. Anim. Sci.**, [s.l.], v. 80, p. 19-24, 2000.
- CHILLIARD, Y.; DELAVAL, C.; BONNET, M. Leptin expression in ruminants: nutritional and physiological regulations in relation with energy metabolism. **Domest. Anim. Endocrinol.**, [s.l.], v. 29, p. 3–22, 2005.
- DICKINSON, S. E.; ELMORE, M. F.; KRIESE-ANDERSON, L.; ELMORE, J. B.; WALKER, B. N.; DYCE, P. W.; BIASE, F. H. Evaluation of age, weaning weight, body

condition score, and reproductive tract score in pre-selected beef heifers relative to reproductive potential. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 1-7, 2019.

D'OCCHIO, M. J.; BARUSELLI, P. S.; CAMPANILE, G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: a review. **Theriogenology**, [s.l.], v. 125, p. 277–284, 2019a.

D'OCCHIO, M. J.; BARUSELLI, P. S.; CAMPANILE, G. Metabolic health, the metabolome and reproduction in female cattle: a review. Ital. **J. Anim. Sci.**, [s.l.], v. 18, p. 858–867, 2019b.

DOMECQ, J. J.; SKIDMORE, A. L.; LLOYD, J. W.; KANEENE, J. B. Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows. **J. Dairy Sci.**, [s.l.], v. 78, p. 2308–2313, 1995

DUFF, C. J.; VAN DER WERF, J. H. J.; PARNELL, P. F.; CLARK, S. A. Comparison of two live-animal ultrasound systems for genetic evaluation of carcass traits in Angus cattle. **Transl Anim Sci.** [s.l.], v. 5, n. 1, txab011, 2021.

EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A. Body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **J. Dairy Sci.**, [s.l.], v. 72, p. 68–78, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Brasil e o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo diz estudo**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil>. Acesso em: 20 out. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA) **Utilização de escores visuais de características morfológicas de bovinos Nelore como ferramenta para o melhoramento genético animal**. 2007. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/28911/1/doc_177.pdf. Acesso em: 01 ago. 2023.

FELÍCIO, P. E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. **Produção de Novilho de Corte**, [s.l.], v. 1, p. 79-97, 1997.

FELÍCIO, P. E. Desdobramento da função qualidade da carne bovina. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 54, p. 16-22, 1998.

FERGUSON, I. D.; GALLIGAN, D. T.; THOMEN, N. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. **J. Dairy Sci.**, [s.l.], v.77, p. 2695, 1994.

FERRÉ LB, KJELLAND ME, STRØBECH LB, HYTTEL P, MERMILLOD P, ROSS PJ. Review: Recent advances in bovine in vitro embryo production: reproductive biotechnology history and methods. **Animal**, [s.l.], v. 5, p. 991-1004, 2020.

FREITAS, B. G. **Influência do desenvolvimento corporal na resposta aos programas de sincronização para inseminação artificial em tempo fixo em novilhas Nelore de 14 meses de idade**. 2015. 85 f. Dissertação (Mestrado em

Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2015.

FREITAS, B. G.; MINGOTI, R. D.; MONTEIRO, B. M.; GUERREIRO, B. M.; CREPALDI, G. A.; RAMOS, L.; VASCONCELLOS, G. S. F. M.; SÁ-FILHO, M. F.; D'OCCHIO, M. J.; BARUSELLI, P. S. Relationship of body maturation with response to estrus synchronization and fixed-time AI in Nelore (*Bos indicus*) heifers. **Livestock Science**, [s.l.], v. 251, p. 104632, set. 2021.

GASSER, C. L.; GRUM, D. E.; MUSSARD, M. L.; FLUHARTY, F. L.; KINDER, J. E.; DAY, M. L. Induction of precocious puberty in heifers I: enhanced secretion of luteinizing hormone1. **J. Anim. Sci.**, [s.l.], v. 84, p. 2035–2041, 2006.

GONÇALVES, R. L. R.; VIANA, J. H. M. Situação atual da produção de embriões bovinos no Brasil e no mundo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL - CBRA, 23., 2019, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: [s.l.], 2019.

GREENWOOD, P. L.; GARDNER, G. E.; FERGUSON, D. M. Current situation and future prospects for the Australian beef industry—A review. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, [s.l.], v. 31, p. 992–1006, 2018.

GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E.; CUNDIFF, L. V.; WHEELER, T. L. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 3, p. 676–682, mar. 2003. HESLIN, J.; KENNY, D. A.; KELLY, A. K.; MCGEE, M. Age at puberty and pregnancy rate in beef heifer genotypes with contrasting nutritional intake from 8 to 13 months of age. **Anim. Reprod. Sci.**, [s.l.], v. 212, p. 106221, 2020.

KLAUWUHN, D. **Vergleich der Rückenfettdicke mit dem über die Gesamtkörperwasserbestimmung ermittelten Körperfettgehalt bei Rindern**. Berlin: Vet. Diss. Humboldt-Univ., 1992.

KOURY FILHO, W.; TRAMONTE, N. C.; BITTENCOURT, A.; ALVES, F. C. P. Avaliação visual: EPMURAS descritivo. **Caderno de Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 12-21, 2015.

LEE, J. Y.; OH, D. Y.; KIM, H. J.; JANG, G. S.; LEE, S. U. Detection of superior genotype of fatty acid synthase in Korean native cattle by an environment-adjusted statistical model. *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, [s.l.], v. 30, p. 765–772, 2017.

LOLICATO, F.; BROUWERS, J. F.; VAN DE LEST, C. H. A.; WUBBOLTS, R.; AARDEMA, H.; PRIORE, P.; ROELEN, B. A. J.; HELMS, J. B.; GADELLA, B. M. The cumulus cell layer protects the bovine maturing oocyte against fatty acid-induced lipotoxicity. **Biol. Reprod.**, [s.l.], v. 92, n. 16, p. 1-16, 2014.

LORENZEN, C. L.; GOLDEN, J. W.; MARTZ, F. A.; GRÜN, I. U.; ELLERSIECK, M. R.; GERRISH, J. R.; MOORE, K. C. Conjugated linoleic acid content of beef differs by feeding regime and muscle. **Meat Sci.**, [s.l.], v. 75, p. 159–167, 2007.

LOUVANDINI, H.; McMANUS, C. M.; DALLAGO, B. S. Evaluations of carcass traits, non-carcass components and 12th rib analysis of hair sheep supplemented with phosphorus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 35, p. 550-554, 2006

SILVA, S. DA L. E.; LEME, P. R.; PEREIRA, A. S. C.; PUTRINO, S. M. Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultra-som e pós-abate em novilhos Nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 32, n. 5, p. 1236–1242, out. 2003.

MANNEN, H. Identification and utilization of genes associated with beef qualities. **Anim. Sci. J.**, [s.l.], v. 82, p. 1–7, 2011,

MELLO, R. R. C.; FERREIRA, J. E.; SOUSA, S. L. G. De; MELLO, M. R. B. De; PALHANO, H. B. Produção in vitro (PIV) de embriões em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, [s. l.], v. 40, n. 2, 2016.

MOURÃO, G. B.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P.; BALIEIRO, J. C. C.; BUENO, R. S.; MATTOS, E. C.; FIGUEIREDO, L. G. G. Genetic parameters for growth traits of a Brazilian Bos taurus X Bos indicus beef composite. **Genetics and Molecular Research**, [s.l.], v. 6, n. 4, p. 1190-1200, 2007.

ODLE, A. K.; AKHTER, N.; SYED, M. M.; ALLENSWORTH-JAMES, M. L.; BENEŠ, H.; MELGAR CASTILLO, A. I.; MACNICOL, M. C.; MACNICOL, A. M.; CHILDS, G. V. Leptin Regulation of gonadotrope gonadotropin-releasing hormone receptors as a metabolic checkpoint and gateway to reproductive competence. **Frontiers in Endocrinology**, v. 8, p. 367, 5 jan. 2018. PERRY, G. A. Factors affecting puberty in replacement beef heifers. *Theriogenology*, [s.l.], v. 86, p. 373–378, 2016. DOI 10.1016/j.theriogenology.2016.04.051

PETHICK, D. W.; HARPER, G. S.; ODDY, V. H. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, [s.l.], v. 44, n. 7, p. 705, 2004.

RIBEIRO, E. S. Lipids as regulators of conceptus development: Implications for metabolic regulation of reproduction in dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, [s.l.], v. 101, p. 3630-3641, 2018.

ROSEWEIR A. K.; MILLAR, R. P. The role of kisspeptin in the control of gonadotrophin secretion. **Hum. Reprod. Update**, [s.l.], v. 15, p. 203-212, 2009.

SAINZ, R. D.; ARAUJO, F. R. C. Uso de tecnologias de ultra-som no melhoramento do produto final carne. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 5., 2022, Uberaba. **Anais [...]**. Uberaba: Associação Brasileira de Criadores de Zebu, 2002.

SAMADI, F.; BLACHE, D.; MARTIN, G. B.; D'OCCHIO, M. J. Nutrition, metabolic profiles and puberty in Brahman (Bos indicus) beef heifers. **Anim. Reprod. Sci.**, [s.l.], v. 146, p. 134–142, 2014. DOI 10.1016/j.anireprosci.2014.03.004

SANCHEZ-LAZO, L.; BRISARD, D.; ELIS, S.; MAILLARD, V.; UZBEKOV, R.; LABAS, V.; DESMARCHAIS, A.; PAPILLIER, P.; MONGET, P.; UZBEKOVA, S. Fatty

acid synthesis and oxidation in Cumulus Cells support oocyte maturation in bovine. **Molecular Endocrinology**, [s.l.], v. 28, p. 1502-1521, 2014.

SANGSRITAVONG, S.; COMBS, D. K.; SARTORI, R.; ARMENTANO, L. E.; WILTBANK, M. C. High Feed Intake Increases Liver Blood Flow and Metabolism of Progesterone and Estradiol-17 β in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, [s.l.], v. 85, n. 11, p. 2831–2842, nov. 2002. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(02)74370-1

SARTORI, R.; DRUM, J. N.; OLIVEIRA, L. H. Problemas metabólicos que influenciam a reprodução. In: BARUSELLI, P. S.; SENEDA, M. M. (ed.). **Biotecnologia da reprodução em bovinos**. 7º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada ed. [s.l.: s.n.]p. 68–86.

SCHRODER, U. J.; STAUFENBIEL, R. Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. **J. Dairy Sci.**, [s.l.], v. 89, p. 1–14, 2006.

SILVA, M. R.; PAULA, E. J. H. DE; OLIVEIRA, D. F. P.; CERVELATI, K. F.; PINHEIRO, M. DA S. M. Uso da técnica de ultrassonografia na avaliação da carcaça de bovinos in vivo. **Pubvet**, [s.l.], v. 5, n. 21, jun. 2011.

SILVA, S. L.; LEME, P. R.; PUTRINO, S. M.; MARTELLO, L.S.; LIMA, C.G.; LANNA, D. P. D. Estimativa do peso e do rendimento de carcaça de tourinhos Brangus e Nelore, por medidas de ultra-sonografia. **R. Bras. Zootec.**, [s.l.], v. 32, n. 5, p. 1227-1235, 2003.

STAUFENBIEL, R. Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes. Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke. **Mh. Vet. Med.**, [s.l.], v. 47, p. 467–474.

SAMADI, F.; PHILLIPS, N. J.; BLACHE, D.; MARTIN, G. B.; D'OCCHIO, M. J. Interrelationships of nutrition, metabolic hormones and resumption of ovulation in multiparous suckled beef cows on subtropical pastures. **Animal Reproduction Science**, v. 137, n. 3–4, p. 137–144, mar. 2013. SAMADI, F.; BLACHE, D.; MARTIN, G. B.; D'OCCHIO, M. J. Nutrition, metabolic profiles and puberty in Brahman (*Bos indicus*) beef heifers. **Animal Reproduction Science**, v. 146, n. 3–4, p. 134–142, maio 2014. SMITH, G. C.; CROSS, H. R.; CARPENTER, Z. L.; MURPHY, C. E.; SAVELL, J. W.; ABRAHAM, H. C.; DAVIS, G. W. Relationship of USDA maturity groups to palatability of cooked beef. **J. Food Sci.**, [s.l.], v. 47, p. 1100–1107, 1992.

SMITH, S. B.; CROUSE, D. J. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. **The Journal of Nutrition**, [s.l.], v. 114, p. 792-800, 1984.

SUGUISAWA, L. **Ultrassonografia para predição das características e composição da carcaça de bovinos**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

SUGUISAWA, L.; MATOS, B. C.; SUGUISAWA, J. M. Uso da ultrassonografia na avaliação de características de carcaça e de qualidade da carne. In: ROSA, A. N.;

MARTINS, E. N.; MENEZES, G. R. O.; SILVA, L. O. C. (ed.). **Melhoramento genético aplicado em gado de corte**. Brasília: Embrapa, 2013. p. 97-107.

VELAZQUEZ, M. A. Domestic animal endocrinology impact of maternal malnutrition during the periconceptional period on mammalian preimplantation embryo development. **Domestic Animal Endocrinology**, [s.l.], v. 51, p. 27–45, 2015. DOI 10.1016/j.domaniend.2014.10.003

VERMON, R. G. Lipid metabolism in adipose tissue of ruminants. *In*: CHRISTIE, W. W. **Lipid metabolism in ruminant animals**. Oxford: Pergamon, 1981 p. 296-329.

WARZYCH, E.; PAWLAK, P.; PSZCZOLA, M.; CIESLAK, A.; MADEIA, Z. E.; LECHNIAK, D. Interactions of bovine oocytes with follicular elements with respect to lipid metabolism. **Anim. Sci. J.**, [s.l.], v. 10, p. 1491-1497, 2017.

WATHES, D. C.; POLLOTT, G. E.; JOHNSON, K. F.; RICHARDSON, H.; COOKE, J. S. Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle. **Animal**, v. 8, p. 91–104, 2014.

WEIK, F.; HICKSON, R.E.; MORRIS, S.T.; GARRICK, D.J.; ARCHER, J.A. Genetic parameters for growth, ultrasound and carcass traits in new zealand beef cattle and their correlations with maternal performance. **Animals**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 25, 2022.

WILLIAMS, A.R. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal of Animal Science.**, [s.l.], v. 80, E183-188, 2002.

AUTOR PESSOAL WILTBANK, M. C.; GARCIA-GUERRA, A.; CARVALHO, P. D.; HACKBART, K. S.; BENDER, R. W.; SOUZA, A. H.; TOLEDO, M. Z.; BAEZ, G. M.; SURJUS, R. S.; SARTORI, R. Effects of energy and protein nutrition in the dam on embryonic development. **Animal Reproduction**, [s.l.], v. 11, n. 3, p. 168–182, 2014.

WRIGHT, I. A.; RHIND, S. M.; RUSSEL, A. J. F.; WHYTE, T. K.; MCBEAN, A. J.; MCMILLEN, S. R. Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum anoestrus period and associated LH, FSH and prolactin concentrations in beef cows. **Anim. Prod.**, [s.l.], v. 45, p. 395–402, 1987.

WOLCOTT, M. L.; JOHNSTON, D. J.; BARWICK, S. A.; IKER, C. L.; THOMPSON, J. M.; BURROW, H. M. Genetics of meat quality and carcass traits and the impact of tenderstretching in two tropical beef genotypes. **Anim. Prod. Sci.**, [s.l.], v. 49, n. 6, p. 383, 2009.

YOKOO, M. J. I.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G. D.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; ARAUJO, F. R. D. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 44, p. 197-202, 2009.