

UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL COM ÊNFASE EM
PRODUTOS BIOATIVOS

PATRÍCIA WYNNEK MESKIV

**AVALIAÇÃO DA DINÂMICA OVARIANA DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA
REPETIDORAS DE ESTRO SUBMETIDAS AO PROTOCOLO DE SINCRONIZAÇÃO DE
OVULAÇÃO**

Umuarama
2026

PATRÍCIA WYNNEK MESKIV

**AVALIAÇÃO DA DINÂMICA OVARIANA DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA
REPETIDORAS DE ESTRO SUBMETIDAS AO PROTOCOLO DE SINCRONIZAÇÃO DE
OVULAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos da Universidade Paranaense como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal com área de concentração em Saúde Animal.

Orientação: Dr. Ranulfo Piau Junior.

Coorientador: Dr. Denis Vinicius Bonato

Umuarama
2026

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Paranaense**

Ficha Catalográfica

M578a Meskiv, Patrícia Wynnek.

Avaliação da dinâmica ovariana de vacas da raça holandesa repetidoras de estro submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação / Patrícia Wynnek Meskiv. – Umuarama: Universidade Paranaense – UNIPAR, 2026.
50 f.

Orientador: Dr. Ranulfo Piau Júnior.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Paranaense – UNIPAR.

1. Bovinocultura leiteira. 2. Estro. 3. Progesterona. 4. Reprodução animal. 5. Ultrassonografia em modo doppler. I. Universidade Paranaense – UNIPAR. II. Título.

(21 ed.) CDD: 636.214

Bibliotecária Responsável Regiane Luiza Campaneli CRB 9/2194

O presente trabalho foi realizado no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos da Universidade Paranaense como requisito para a obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos – Área de Concentração Saúde Única, sob orientação do Dr. Ranulfo Piau Junior e coorientação do Dr. Denis Vinicius Bonato.

**AVALIAÇÃO DA DINÂMICA OVARIANA DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA
REPETIDORAS DE ESTRO SUBMETIDAS AO PROTOCOLO DE SINCRONIZAÇÃO DE
OVULAÇÃO.**

Os recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto foram obtidos junto às agências e órgãos de fomento à pesquisa abaixo relacionadas:

1 UNIPAR: Universidade Paranaense;

2 CAPES: Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior.

PATRÍCIA WYNNEK MESKIV

**AVALIAÇÃO DA DINÂMICA OVARIANA DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA
REPETIDORAS DE ESTRO SUBMETIDAS AO PROTOCOLO DE SINCRONIZAÇÃO DE
OVULAÇÃO**

Trabalho de conclusão do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos aprovado como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos pela Universidade Paranaense – UNIPAR, pela seguinte banca examinadora:

Dr. Ranulfo Piau Junior

Doutor em biomedicina – Universidad de León - Espanha
Docente da Universidade Paranaense – UNIPAR (orientador)

Dr. Denis Vinicius Bonato

Doutor em Ciências Animal - Universidade Estadual de Londrina - UEL
Docente da Universidade Paranaense – UNIPAR (banca interna)

Dr. Júlio Cezar Heker Junior

Doutor em Produção Vegetal – Universidade Estadual do Centro-oeste
Docente do Centro Universitário Guairacá– UNIGUAIACÁ (banca externa)

Umuarama, 27 de agosto de 2026.

1 **AGRADECIMENTOS**

2 Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança para
3 enfrentar os desafios e me permitir concluir mais esta etapa da minha vida.

4 À minha família, pelo amor incondicional, incentivo e compreensão em todos os
5 momentos, especialmente nos períodos de maior dedicação a este trabalho.

6 Ao meu esposo, Valdemir, por estar sempre ao meu lado, oferecendo apoio, paciência,
7 incentivo e suporte em cada desafio. Sua confiança em mim foi essencial para que eu chegasse
8 até aqui.

9 Aos meus filhos, Maria Clara e João Miguel, que são a maior inspiração da minha vida
10 e a razão pela qual busco ser uma pessoa melhor a cada dia. Obrigada por serem minha luz,
11 minha motivação e minha fonte diária de alegria e esperança.

12 Ao meu orientador, Prof. Dr. Ranulfo Piau Junior, e ao meu coorientador Prof. Dr. Denis
13 Vinicius Bonato, pela confiança, orientação, disponibilidade, dedicação e pelos valiosos
14 ensinamentos compartilhados ao longo desta pesquisa. Sua experiência e incentivo foram
15 fundamentais para a realização deste trabalho.

16 Aos professores do Programa de Pós-Graduação, pelos conhecimentos compartilhados
17 e por contribuírem para minha formação acadêmica e profissional.

18 Aos colegas, amigos e a todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização
19 deste trabalho, seja por meio de incentivo, apoio ou compartilhamento de conhecimentos.

20 Por fim, agradeço a todos que fizeram parte desta caminhada e contribuíram, direta ou
21 indiretamente, para que este sonho se tornasse realidade. Meu sincero muito obrigada.

22
23

24
25
26
27
28
29
30
31
32

33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63

*"A dúvida é o princípio da sabedoria."
(Aristóteles)*

MESKIV, Patrícia Wynnek. **Avaliação da dinâmica ovariana de vacas da raça Holandesa repetidoras de estro submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação**. Orientador: Ranulfo Piau Junior. 2026. 50f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos) - Universidade Paranaense, Umuarama,

RESUMO

O objetivo presente deste estudo foi avaliar o efeito da produção de leite sobre a resposta reprodutiva de vacas da raça Holandesa submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação. Para o estudo foram utilizadas 22 vacas lactantes, híginas, mantidas em criação no sistema *compost barn*, distribuídas em dois grupos, sendo primeiro grupo ($n = 12$) composto por vacas com produção diária de até 35 kg e o segundo grupo ($n = 10$) de vacas com produção diária acima de 40 kg. Nas vacas de ambos os grupos foi realizado um protocolo farmacológico de sincronização de ovulação. O índice de estro foi avaliado com o auxílio de colares eletrônicos de monitoramento, que identificam o momento em que as vacas manifestam o estro e dá uma nota de acordo com a intensidade do estro. Foram avaliados o diâmetro e perfusão sanguínea do folículo ovulatório, a área e a perfusão sanguínea do corpo lúteo por ultrassonografia no modo B e Doppler e também a concentração sérica de progesterona no décimo primeiro dia do protocolo (D11). Os dados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, as comparações entre os grupos foram realizadas pelo Test t, adotando valor $p \leq 0,05$ como significativo. As vacas de alta produção apresentaram menor período de dias em leite ($64,5 \pm 18,2$ vs. $197,5 \pm 44,6$ dias; $p = 0,021$), menor expressão de estro ($92 \pm 9,67$ vs. $96 \pm 3,66$; $p = 0,0051$), maior área de perfusão do corpo lúteo ($109,11 \pm 9,2$ vs. $68,9 \pm 7,6$ mm²; $p = 0,025$) e maior porcentagem de perfusão luteal ($23,16 \pm 2,93$ vs. $13,15 \pm 1,48\%$; $p = 0,0084$). Não foram observadas diferenças entre os grupos quanto ao diâmetro e à perfusão do folículo ovulatório, à área do corpo lúteo ou à concentração sérica de progesterona ($p > 0,05$). Conclui-se que vacas que são criadas em confinamento e ordenhadas três vezes ao dia, a diferença na produção irá influenciar na resposta reprodutiva dos animais quando submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação.

Palavras-chave: Bovinocultura leiteira. Estro. Progesterona. Reprodução Animal. Ultrassonografia em modo Doppler.

MESKIV, Patrícia Wynnek. **Evaluation of ovarian dynamics in repeat-breeder Holstein cows subjected to an ovulation synchronization protocol.** Advisor: Ranulfo Piau Junior. 2026. 50f. Dissertation (Master's Degree in Animal Science with Emphasis on Bioactive Products) - Universidade Paranaense, Umuarama, 2026.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of milk production on the reproductive response of Holstein cows subjected to an ovulation synchronization protocol. Twenty-two healthy lactating cows housed in a compost barn system were used and assigned to two groups: the first group (n = 12) consisted of cows with a daily production of up to 35 kg, and the second group (n = 10) consisted of cows with a daily production exceeding 40 kg. Cows in both groups underwent a pharmacological ovulation synchronization protocol. Estrus was assessed using electronic monitoring collars, which identify the onset of estrus and assign a score based on estrus intensity. The diameter and blood perfusion of the ovulatory follicle, the area and blood perfusion of the corpus luteum (via B-mode and Doppler ultrasonography), and serum progesterone concentration on day 11 of the protocol (D11) were evaluated. Data were analyzed for normality and homogeneity using the Shapiro-Wilk and Levene tests; comparisons between groups were performed using the t-test, with a p-value ≤ 0.05 considered significant. High-producing cows exhibited a shorter period of days in milk (64.5 ± 18.2 vs. 197.5 ± 44.6 days; $p = 0.021$), lower estrus expression (92 ± 9.67 vs. 96 ± 3.66 ; $p = 0.0051$), a larger corpus luteum perfusion area (109.11 ± 9.2 vs. 68.9 ± 7.6 mm²; $p = 0.025$), and a higher percentage of luteal perfusion (23.16 ± 2.93 vs. $13.15 \pm 1.48\%$; $p = 0.0084$). No differences were observed between groups regarding the diameter and perfusion of the ovulatory follicle, corpus luteum area, or serum progesterone concentration ($p > 0.05$). It is concluded that, for cows raised in confinement and milked three times daily, production levels influence the animals' reproductive response when subjected to an ovulation synchronization protocol.

Keywords: Dairy cattle farming. Estrus. Progesterone. Animal reproduction. Doppler ultrasound.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Artigo 1 - Avaliação da dinâmica ovariana de vacas da raça Holandesa repetidoras de estro submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação.

Figura 1. Protocolo farmacológico para sincronização de ovulação em vacas receptoras de embrião	37
Figura 2. Procedimentos de coleta e acondicionamento das amostras de sangue para determinação da concentração sérica de progesterona (P4)	39
Figura 3. Avaliação ultrassonográfica em modo das estruturas ovarianas de vacas submetidas ao protocolo de sincronização da ovulação.	40

LISTA DE TABELAS

Artigo 1 -. Avaliação da dinâmica ovariana de vacas da raça Holandesa repetidoras de estro submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação

Tabela 1 —. Comparação entre resposta ao protocolo de TETF dos grupos experimentais gerados com base na produção de leite diária .39

LISTA DE SIGLAS

BEN	Balanço energético negativo
CB	<i>Compost Barn</i>
CE	Cipionato de estradiol
CFA	Contagem de folículos antrais
CL	Corpo lúteo
D0	Dia zero
D7	Dia sete
D11	Dia onze
D18	Dia dezoito
E2	Estrógeno
ECC	Escore de condição corporal
FO	Folículo ovulatório
FSH	Hormônio folículo estimulante
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofinas
HPG	Hipotálamo-hipofisário-gonadal
IA	Inseminação artificial
IATF	Inseminação artificial em tempo fixo
LH	Hormônio luteinizante
P4	Progesterona
PGF α	Prostaglandina
TE	Transferência de embrião
TETF	Transferência de embrião em tempo fixo
UNIPAR	Universidade Paranaense

SUMÁRIO

CAPITULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA	16
1.1 Introdução	17
1.2 Revisão da Literatura	18
1.2.1 Fisiologia da glândula mamária.....	18
1.2.2 Fisiologia do ciclo estral de fêmeas bovinas	18
1.2.3 Desafios reprodutivos em vacas de alta produção	20
1.2.4 Manipulação farmacológica do ciclo estral	21
1.2.5 Ultrassonografia para diagnóstico gestacional em vacas	25
1.2.6 Uso de colares de monitoramento de rebanho leiteiro	25
1.3 Referências	27
1.4 Objetivo	31
CAPÍTULO 2 – ARTIGO	32
2.1 ARTIGO 1 - Avaliação da dinâmica ovariana de vacas da raça Holandesa repetidoras de estro submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação.....	33
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	35
Introdução	36
Material e Métodos	37
Resultados	41
Discussão	42
Conclusão	44
Referências.....	44
Conclusão geral.....	46

3 ANEXOS	47
-----------------------	-----------

ANEXO 1 – Normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia	47
--	----

CAPÍTULO 1

REVISÃO DA LITERATURA

AVALIAÇÃO DA DINÂMICA OVARIANA DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA REPETIDORAS DE ESTRO SUBMETIDAS AO PROTOCOLO DE SINCRONIZAÇÃO DE OVULAÇÃO.

O capítulo 1 foi editado de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

AValiação DA Dinâmica Ovariana De Vacas Da Raça Holandesa Repetidoras De Estro Submetidas Ao Protocolo De Sincronização De Ovulação.

1.1 Introdução

Nos últimos 20 anos, a produção de leite no Brasil teve um aumento de 59%, a produtividade por animal aumentou aproximadamente 95%, mas os números de vacas ordenhadas apresentaram uma redução de 19%, evidenciando avanços na atividade leiteira (EMBRAPA, 2025). Entretanto, a atividade leiteira enfrenta diversos desafios e riscos em relação a melhoria da eficiência produtiva, como investimentos na atividade, políticas públicas, a capacidade de inovação tecnológica, estrutura do sistema de produção e profissionais qualificados (Bassotto *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a eficiência reprodutiva representa um dos principais fatores que estão relacionados à produtividade e à sustentabilidade do sistema de produção de leite (Consentini; Wiltbank; Sartori, 2021). As alterações nos processos reprodutivos podem resultar no prolongamento de intervalo entre partos e redução da eficiência reprodutiva, na mesma forma, a dinâmica folicular e função ovariana podem ter influência sobre o desempenho reprodutivo e longevidade produtiva das fêmeas leiteiras. Por isso, o manejo adequado destes animais é essencial para a eficiência dos sistemas de produção (Jimenez-Krassel *et al.*, 2017).

Entre as biotécnicas na reprodução bovina, a técnica mais antiga ainda utilizada é a inseminação artificial (IA), é a mais difundida na pecuária, permitindo que se tenha animais geneticamente superiores e propagação de características reprodutivas e produtivas desejável no rebanho (Baruselli *et al.*, 2012). Associada a IA, a utilização de protocolos e sincronização da ovulação permitem que se tenha um maior controle da dinâmica folicular e momento da ovulação favorecendo o planejamento reprodutivo e a realização a inseminação ou transferência de embrião em tempo fixo (Baruselli *et al.*, 2019).

Em vacas de alta produção, podem ter redução no desempenho reprodutivo, como retardo na atividade ovariana e redução nas taxas de concepção (Lucy, 2001). A avaliação da resposta ovariana e ovulatória de vacas que são submetidas ao protocolo de sincronização permite identificar quais os fatores que influenciam o sucesso reprodutivo e conduzindo ao protocolo mais adequado para determinada situação (Consentini *et al.*, 2025).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da produção de leite sobre a expressão do estro e a dinâmica ovariana de vacas leiteiras da raça Holandesa submetidas a um protocolo de sincronização da ovulação.

1.2 Revisão de Literatura

1.2.1 Fisiologia da Glândula mamária

Nos bovinos as glândulas mamárias estão agrupadas em quatro glândulas mamárias que formam o úbere. As vacas possuem glândula mamária independente, pois cada quarto mamário possui sistema vascular, inervação e ligamentos, tecido secretor e sistema de ductos, porém o formato dos tetos varia de acordo com cada animal (Nickerson; Akers, 2011).

A síntese do leite ocorre nas células epiteliais dos alvéolos mamários. Os nutrientes passam pela corrente sanguínea, passam pelas células secretoras e são convertidos nos principais componentes do leite, lactose, proteína e gordura. Esses nutrientes são liberados juntamente com outros componentes do leite (Nickerson; Akers, 2011).

A galactopoiese é a fase de manutenção de produção da lactação após o parto. Quanto mais eficiente a retirada do leite, tende a ser maior a atividade secretora da glândula mamária. Para ocorrer todo os processos de produção do leite vários hormônios participam desse mecanismo, como prolactina, somatotropina, insulina e cortisol.

Quando a vaca chega no final da lactação e o início do período seco, há a involução mamária, ocasionando a apoptose das células epiteliais, que é caracterizada pela redução da atividade da glândula secretora e passa por remodelação do tecido mamário. É importante que esse processo ocorra, para que haja regeneração da glândula e preparação para uma nova fase de lactação (Nickerson; Akers, 2011).

A excreção do leite ocorre por um mecanismo de reflexo neuroendócrino, desencadeado pelo estímulo do teto durante a ordenha ou na amamentação do bezerro por sucção. O estímulo promove a liberação de ocitocina pela hipófise posterior, a ocitocina tem ação sobre as células mioepiteliais que envolvem os alvéolos, causando contração e conduzindo o leite para os ductos, cisternas e tetos, para posteriormente realizar a remoção do leite (Capuco; Akers, 2010).

1.2.2. Fisiologia do ciclo estral de fêmeas bovinas

O ciclo estral em bovinos tem uma duração de aproximadamente 21 dias, sendo dividido em duas fases: estrogênica ou folicular, que inclui as subfases de proestro, estro, metaestro e diestro (Pansani *et al.*, 2009), cada fase é caracterizada por mudanças hormonais e fisiológicas específicas.

No proestro há o desenvolvimento folicular e aumento dos níveis de estrógeno (E2) (Kasimanickam *et al.*, 2020), nesta fase a vaca tem como característica reduzir a ingestão de alimentos, vocalizar com mais frequência e ficar inquieta (Borchardt *et al.*, 2021).

A fase do estro é caracterizada pelo comportamento de cio e pico de E2, sua duração é de aproximadamente 18 horas, com a ovulação ocorrendo de 10 a 12 horas após o término deste evento (Fraser *et al.*, 2007). Segundo King *et al.* (1982), a manifestação do cio é provocada por altos níveis de E2, que favorecem a dilatação da cérvix, secreção de muco vaginal e o transporte de espermatozoides pelo trato reprodutivo. A vaca neste período fica inquieta, aceita ser montada e monta em outros animais, além disso, também tem a redução do apetite, diminuição da produção de leite e apresenta corrimento vaginal claro e viscoso.

No metaestro há transição de produção de E2 para progesterona (P4), a vaca já não aceita mais a monta, neste momento ocorre a ovulação e após a ovulação a parede do folículo passa por uma diferenciação celular que forma o corpo lúteo (CL), que é responsável pela produção de P4 (Rojas Canadas *et al.*, 2021).

Durante o diestro, o CL apresenta elevada atividade secretora de P4, que é um hormônio essencial para a manutenção da gestação quando há fertilização, mas na ausência da gestação, há luteólise com regressão do CL, permitindo que a vaca recomece o ciclo novamente (Pate, 2020).

A regulação hormonal do ciclo estral é feita pelo eixo hipotálamo-hipofisário-gonadal (HPG), iniciando a dinâmica ovariana através da liberação de GnRH no hipotálamo, que promove a liberação de Hormônio Luteinizante (LH) e Hormônio Folículo-Estimulante (FSH), na adeno-hipófise (Huang *et al.*, 2022).

O FSH faz o amadurecimento dos folículos e desenvolve os folículos até a formação de um folículo dominante, através da divergência folicular, então o folículo dominante produz inibina, que tem o papel de inibir a secreção do FSH para que outros folículos não se desenvolvam.

As células da granulosa folicular produzem o E2 que faz feedback positivo sobre o eixo hipotálamo-hipófise, contribuindo para a ocorrência do pico pré-ovulatório de LH. No pico de LH as células da granulosa se desenvolvem e se modificam, formando o CL, promovendo a ovulação e desencadeando a luteinização das células da granulosa e da teca, que posteriormente constituirão o CL. Com a presença de CL há produção de P4, que auxilia no desenvolvimento do oócito e quando ocorre a fecundação, durante toda a gestação (Consentini *et al.*, 2021). Nesta condição, a P4 faz feedback negativo para a produção de FSH e LH. Quando há a fecundação

haverá o reconhecimento materno e a P4 será produzida pelo CL durante toda a gestação. Se não houver fecundação o ovócito será eliminado e o endométrio irá liberar prostaglandina (PGF2 α), promovendo a luteólise e iniciando um novo ciclo estral.

1.2.3. Desafios reprodutivos em vacas de alta produção

Os sistemas de produção de leite estão se tornando cada vez mais tecnológicos, resultando em um aumento na produtividade, especialmente por meio do melhoramento genético, nutrição do rebanho, manejo e cuidados com o bem-estar animal (Costa, 2016).

No entanto, diversos fatores podem impactar negativamente a vida reprodutiva de vacas de alta produção, como estresse metabólico associado à nutrição, problemas uterinos, manejo inadequado e estresse térmico. Esses aspectos podem ter consequências prejudiciais para a saúde reprodutiva (Carneiro *et al.*, 2010).

O manejo ambiental é importante para que se garanta o bem-estar térmico dos animais, no qual impacta diretamente na produção de leite e na reprodução (Carneiro *et al.*, 2010).

O estresse térmico pode prejudicar a homeostase da regulação da temperatura corporal, comprometendo as funções reprodutivas e resultando em alterações no balanço energético, ciclicidade, concepção e desenvolvimento fetal (Costa, 2016).

As vacas de alta produção tem grandes desafios reprodutivos, como BEN no pós-parto, atraso ao retorno à ciclicidade, baixa manifestação de estro e perdas embrionárias. Os animais de alta produção normalmente apresentam atraso ao retorno da ciclicidade ovariana, após o parto por apresentar elevada demanda energética associado ao início da lactação (Velasco acosta *et al.*, 2022), pois o animal mobiliza as reservas corporais para suprir as demandas energéticas para a produção de leite, afetando a atividade hormonal e função reprodutiva, havendo como consequências irregularidades do ciclo estral ou anovulação (Caldas neto, 2008).

Franco (2015) mostra a importância de um adequado Escore de Condição Corporal (ECC) antes do parto, tendo em vista que, vacas geneticamente melhoradas para alta produção leiteira tendem a perder peso e ECC no período pós-parto, estes fatores podem contribuir no atraso da ciclicidade e prolongar o período de serviço. Vacas de alta produção possuem elevados requerimentos nutricionais para manter sua produção de leite e quando não supridas podem impactar negativamente na saúde reprodutiva (Consentini, Wiltbank e Sartori, 2021).

No início da lactação ocorre o aumento das exigências energéticas, associado à ingestão insuficiente de matéria seca para suprir essa demanda resulta em BEN acentuado, essa condição resulta no desacoplamento funcional do eixo somatrópico hepático, que é caracterizado por

aumento das concentrações de GnRH (Lucy, 2008). O eixo somatrópico hepático é composto principalmente pelo GnRH, somatotropina bovina e o fator de crescimento semelhante a insulina tipo 1 (IGF-1), (Lucy, 2008). O uso de somatotropina bovina recombinante (bST) na reprodução na reprodução de bovinos apresenta efeitos variáveis, que podem ser influenciados pelo estado fisiológico e pelo protocolo reprodutivo empregado (Oliveira *et al*, 2019). Quando utilizado na IATF, a bST pode favorecer a dinâmica folicular e o desenvolvimento embrionário, entretanto seu uso inadequado em fêmeas não lactantes pode estar relacionado a redução da manifestação do estro e do desempenho reprodutivo (Oliveira *et al*, 2019).

A repetição de cio também é um problema em fêmeas bovinas leiteiras, esses animais com repetição de cio podem apresentar anormalidades ou infecções que podem fazer com que os animais não consigam emprenhar após o parto (Gustafsson H., Emanuelson, 2002). As fêmeas tem ciclos estrais regulares entre 17 a 25 dias, porém não tem a concepção e isso ocorre repetidamente e não se percebe anomalias anatômicas detectáveis (Pérez-Marín; Quintela, 2023).

Além disso, os animais de alta produção podem apresentar maior comprometimento da qualidade dos oócitos e dos embriões, quando comparadas a novilhas, vacas não lactantes ou animais de produção intermediária (Nowicki, 2021). Também os efeitos sobre a eficiência reprodutiva, a repetição de inseminações pode prolongar o intervalo entre partos e aumentar os custos relacionados ao manejo reprodutivo e à reposição de animais no rebanho da propriedade (Gustafsson H., Emanuelson, 2002; Nowicki, 2021).

Em vacas repetidoras de cio, alterações na dinâmica folicular e sincronização dos eventos endócrinos podem comprometer a competência oocitária, repercutindo negativamente nos processos de fecundação e desenvolvimento embrionário final (Bage *et al*, 2002). A relação entre a dinâmica folicular está associada a qualidade oocitária. Embora as taxas de fecundação em vacas leiteiras apresentem resultados superiores a 80%, a observa-se a redução de fertilidade em animais de elevada produção apresenta estar relacionada aos eventos posteriores à fecundação, especialmente ao desenvolvimento embrionário inicial (Sartori, Bastos, Wiltbank, 2010).

1.2.4 Manipulação farmacológica do ciclo estral

A manipulação farmacológica do ciclo estral bovino evoluiu significativamente nos últimos 20 anos, com desenvolvimento de protocolos hormonais, que permite sincronizar os processos reprodutivos, diminuindo a necessidade de observação de estro, como na IATF (EMBRAPA, 2025). Os protocolos utilizados possibilitam sincronizar as novas ondas

foliculares, luteólise e ovulação em um momento determinado, possibilitando melhor controle sobre o momento da IA ou transferência de embriões (TE) (Sartori *et al.*, 2023).

A regulação hormonal do ciclo estral é feita pelo eixo hipotálamo-hipofisário-gonadal (HPG), iniciando a dinâmica ovariana através da liberação de GnRH no hipotálamo, que promove a liberação de Hormônio Luteinizante (LH) e Hormônio Folículo-Estimulante (FSH), na adeno-hipófise (Huang *et al.*, 2022), o estradiol (E2), a progesterona (P4) e prostaglandina (PGF2 α), a dinâmica ovariana ocorre em ondas foliculares, recrutando folículos, seguido da seleção e crescimento do folículo dominante, o conhecimento deste mecanismo é fundamental para a sincronização da ovulação em protocolos de ovulação assistida (Sartori *et al.*, 2023).

A P4 exerce a função na regulação do ciclo estral, produzida principalmente pelo corpo lúteo (CL) após a ovulação, ela regula a dinâmica folicular e a ovulação durante o ciclo estral. A utilização de dispositivos intravaginais contendo P4 permite controlar o ambiente hormonal, contribuindo para a sincronização e desenvolvimento folicular e do estro (Consentini, Wiltbank e Sartori, 2021).

Os dispositivos intravaginais de P4 são utilizados com o objetivo de manter as concentrações adequadas de P4 durante um determinado período do protocolo e após sua retirada, a redução hormonal favorece o aumento de da frequência de pulsos de LH, favorecendo o crescimento folicular e a manifestação do estro. A resposta ao tratamento pode variar conforme a categoria do animal, o estágio do ciclo estral e a presença de CL, a dinâmica metabólica também pode influenciar a resposta ao protocolo de sincronização em vacas de alta produção (Consentini, Wiltbank e Sartori, 2021).

A PGF2 α é utilizada no protocolo de sincronização, pois a mesma tem efeito luteolítico, demonstrando de forma mais expressiva o estro, porém seu uso isolado não realiza a sincronização da ovulação, para que isso seja possível, a PGF2 α é associada com P4 e indutores de ovulação (Bó; Barusseli; Martínez, 2003).

O GnRH exerce ação sobre a hipófise, estimulando a liberação de LH e FSH e podendo induzir a ovulação ou luteinização do folículo dominante, promovendo o surgimento de uma nova onda folicular. Esse mecanismo serve como base para o protocolo Ovsynch, que utiliza GnRH, PGF2 α e uma segunda aplicação de GnRH para controlar a dinâmica folicular, induzir a luteólise e sincronizar a ovulação, possibilitando a realização da IATF (Pursley; Meez; Wiltbank, 1995).

A utilização da combinação de estradiol com P4 tem como objetivo controlar a dinâmica ovariana e sincronizar a ovulação em bovinos, para que se consiga realizar a inseminação em

um tempo fixo, sem a necessidade de observação de estro (Bhat; Dhaliwal, 2023). O protocolo com estradiol associado a dispositivos intravaginais de P4 induz a regressão do folículo dominante e induz uma nova onda folicular, geralmente cerca de 4 dias após a aplicação (Madureira *et al.*, 2020).

Combinações hormonais permitem controlar as diferentes fases do ciclo estral, promovendo a sincronização da onda folicular (BÓ, 2002). A principal estratégia envolve o controle das diferentes etapas do desenvolvimento folicular, a regressão do CL e da ovulação (Sartori *et al.*, 2023). De maneira geral os protocolos de sincronização tentam estabelecer uma sequência de eventos, isso permite que diferentes animais apresentem uma maior uniformidade quanto ao momento da ovulação, sendo possível programar a data da IA ou TETF (Baruselli *et al.*, 2019).

Pursley, Meez e Wiltbank, (1995), descreveram o primeiro protocolo de IATF, que consiste em três etapas hormonais. Sendo a primeira, com GnRH, para induzir um pico de LH e a ovulação de um folículo dominante, iniciando uma onda folicular sincronizada. A segunda, com PGF2 α , é utilizada sete dias após a aplicação da primeira dose de GnRH, promovendo a luteólise e resultando na diminuição dos níveis de P4, sincronizando assim o início do proestro. A etapa final do protocolo com GnRH é projetada para a sincronização da ovulação de modo que a IA ocorra em um momento ideal, favorecendo a fertilização e o início da gestação.

Os implantes de P4 são utilizados com objetivo de proporcionar exposição a P4 durante o período de sincronização quando comparadas a vacas com corpo lúteo (CL) ativo (Consentini; Wiltbank; Sartori, 2021). Portanto, além da utilização de implantes P4 em protocolos baseados em E2/P4, nos protocolos do tipo Ovsynch também podem ser utilizados implantes de P4 por apresentarem melhor sincronização da emergência das ondas, melhor qualidade dos ovócitos, melhor luteólise após tratamentos com PGF2 α única e redução de ovulação dupla e gestações gemelares (Consentini; Wiltbank; Sartori, 2021).

A pré-sincronização é uma estratégia utilizada para que a maioria das vacas estejam no estágio ideal do ciclo estral, no início do protocolo de IATF. Tem como objetivo aumentar a resposta de ovulação ao GnRH e sincronização de uma nova onda folicular, esse modelo de protocolo normalmente é realizado na primeira IA pós-parto, quando o retorno à atividade ovariana apresenta maior variabilidade entre os animais (Consentini; Wiltbank; Sartori, 2021).

Consentini, Wiltbank e Sartori (2021), mostram um trabalho com a pré-sincronização, o protocolo denominado como ESALQ's Fertility Program, que inicia com a inserção de dispositivo intravaginal de P4 no dia zero (D0), no sétimo dia, o implante é removido e

administrado cipionato de estradiol (CE) e PGF2 α . Depois dá-se um intervalo de oito a dez dias, para começar o protocolo de sincronização, no D0 realiza a administração de GnRH mais a inserção de dispositivo intravaginal de P4, no sétimo dia (D7), administra-se PGF2 α e no oitavo dia (D8), retira-se o implante de P4 e administra-se CE com outra dose de PGF2 α e após 48 horas da retirada do implante é realizada a inseminação. Os autores também mostraram que é possível substituir o CE no D8 por uma dose de GnRH, 32 após a retirada do implante, mantendo a inseminação conforme protocolo.

A eficiência dos protocolos de sincronização está relacionada ao controle da dinâmica ovariana, mas pode ser influenciada também por outros fatores como estágio fisiológico, período pós-parto e metabolismo hepático (Omar *et al.*, 2021). Vacas de alta produção possuem metabolismo e demanda hormonal elevadas e isto pode impactar na resposta ao tratamento hormonal (Nascimento *et al.*, 2013), pois o intenso metabolismo hepático aumenta a depuração dos hormônios, reduzindo as concentrações circulantes de estradiol e P4 podendo alterar a resposta do protocolo (Omar *et al.*, 2021).

O aumento da produção de leite está associado a maior demanda energética no pós-parto, causando balanço energético negativo (BEN), e isso afeta diretamente o ambiente hormonal, dinâmica folicular e função luteal, a manipulação farmacológica do ciclo estral permite ter um maior controle sobre a ovulação, porém a resposta ao protocolo pode variar de acordo com o nível de produção, BEN e as características individuais do animal (Velasco acosta *et al.*, 2022)

O controle farmacológico do ciclo estral apresenta ampla aplicação nas biotecnologias reprodutivas, o uso da técnica da IATF, tem a vantagem de permitir que o produtor escolha o momento ideal para inseminar as vacas sem a necessidade da espera do ciclo natural (Ferreira; Garcia, 2024). Pois, o uso da inseminação artificial convencional em vacas de alta produção pode ser comprometido por estros curtos e difíceis de detectar. Nestes casos, a inseminação artificial em tempo fixo é recomendada para melhorar a taxa de fertilidade e serviço sem necessidade de detectar o estro (Silva *et al.*, 2021).

Dentro desse contexto, a transferência de embrião (TE) em vacas leiteiras de alta produção é uma biotecnologia utilizada para agilizar o melhoramento genético no rebanho leiteiro. Essa técnica permite multiplicar a genética de animais superiores de maneira rápida, colaborando para o aumento da produtividade e eficiência na atividade leiteira (Baruselli *et al.*, 2019).

Nesse contexto, os protocolos mais utilizados na reprodução bovina são com a presença de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) ou ésteres de estradiol, combinados com progesterona (P4) exógena por meio de dispositivos intravaginais (D'Avila *et al.*, 2019). em vacas de alta produção, o maior consumo de matéria seca e o aumento do fluxo sanguíneo hepático, aumenta a depuração de hormônios esteróides, alterando a resposta ao protocolo (Fricke; Wiltbank, 2022). Portanto, a associação entre IATF e TETF contribui para maior controle da reprodução e para o progresso genético do rebanho, sendo necessário considerar o status metabólico e as características individuais das vacas (Sartori *et al.*, 2023).

1.2.5. Ultrassonografia para diagnóstico gestacional em vacas

O diagnóstico precoce de gestação é fundamental para reduzir os intervalos entre partos e aumentar a eficiência reprodutiva, minimizando as perdas econômicas e melhorando o gerenciamento reprodutivo (Ferraz *et al.*, 2024). Estudos recentes mostram que a ultrassonografia no modo Doppler tem uma boa precisão, quando utilizada para avaliar a funcionalidade do CL e identificar fêmeas não prenhes (Pugliese *et al.*, 2023). Com este modo do ultrassom, além de fazer o diagnóstico gestacional precoce dos ruminantes, é possível verificar a viabilidade embrionária e fetal, avaliação do CL e auxilia no diagnóstico de algumas doenças reprodutivas (Pugliese, 2018).

O método mais utilizado para o diagnóstico precoce de gestação em bovinos é a ultrassonografia transretal, que pode ser realizada 30 dias após a inseminação artificial (Ferraz *et al.*, 2021). Para a identificação precoce de bovinos não gestacionais tem-se utilizado o ultrassom no modo Doppler, sendo possível realizar o diagnóstico 22 dias após a inseminação artificial (Pugliese *et al.*, 2017).

1.2.6. Uso de colares de monitoramento de rebanho leiteiro

Segundo Marques *et al.* (2020), a detecção do estro é fundamental para o sucesso reprodutivo, pois possibilita alta produção de leite e, consequentemente, aumenta os lucros da produção. No entanto, com o crescimento da produção e o aumento do custo com mão de obra, surgiu a necessidade de alternativas para um monitoramento mais eficiente e econômico.

Através do colar eletrônico o produtor pode ter acesso a várias informações sobre o animal, onde se mantém um histórico individual de cada vaca. O aparelho consegue distinguir o comportamento da vaca durante a rotina diária das atividades comportamentais associadas ao estro, através de algoritmos que se baseiam nos dados do histórico com os atuais (Reith *et al.*,

2014). Além do monitoramento do estro, o colar consegue gerenciar toda a produção do animal (Santos, 2019).

Ferreira e Garcia (2024), mostram que o monitoramento eletrônico teve uma boa resposta quando comparado ao método de observação de cio e ao colar de identificação, principalmente quanto a taxa de serviço e a taxa de prenhez.

Strapák *et al.* (2021), através do estudo com o dispositivo Heatime RuminAct, observaram que, com o auxílio do colar, é possível verificar que o período do estro tem influência na atividade locomotora e na ruminação das vacas, pois neste período as vacas aumentam a atividade de locomoção e como consequência tem diminuição na alimentação e ruminação.

Apesar dos avanços nos protocolos de sincronização de ovulação (Consentini; Wiltbank; Sartori, 2021; Baruselli *et al.*, 2019) e das ferramentas de monitoramento comportamental disponíveis, como os colares eletrônicos (Strapák *et al.*, 2021) e a ultrassonografia Doppler (Pugliesi *et al.*, 2017), ainda são escassos os estudos que avaliam, de forma integrada, o efeito do nível de produção de leite sobre a expressão do estro e a dinâmica ovariana de vacas confinadas submetidas a protocolos de IATF. Adicionalmente, a contagem de folículos antrais (CFA) tem se mostrado um indicador relevante da eficiência reprodutiva (Bonato *et al.*, 2022; Alward; Cockrum; Ealy, 2023), porém sua interação com o nível produtivo e a resposta aos protocolos hormonais em sistemas de vacas leiteiras confinadas permanece pouco explorada.

1.2 Referências

- ALWARD, K. J.; COCKRUM, R. R.; EALY, A. D. Associations of antral follicle count with fertility in cattle: a review. **JDS Communications**, v. 4, n. 2, p. 132–137, 2023.
- BÂGE, R. *et al.* Repeat breeding in dairy heifers: follicular dynamics and estrous cycle characteristics in relation to sexual hormone patterns. **Theriogenology**, v. 57, n. 9, p. 2257–2269, 2002.
- BARUSELLI, P. S. *et al.* Estratégias para aumentar a produção de embriões em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 43, n. 2, p. 327–330, 2019.
- BARUSELLI, P. S. *et al.* History, evolution and perspectives of timed artificial insemination programs in Brazil. **Animal Reproduction**, v. 9, n. 3, p. 139–152, 2012.
- BASSOTTO, L. C.; LOPES, M. ABRITO, M. J. BENEDICTO, G. C. Eficiência produtiva e riscos para propriedades leiteiras: uma revisão integrativa. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 60, n. 4, e245277, 2022.
- BHAT, G. R.; DHALIWAL, G. S. Estrus and ovulation synchrony of buffaloes (*Bubalus bubalis*): a review. **Buffalo Bulletin**, v. 42, n. 2, p. 239–261, 2023.
- BONATO, D.V. *et al.* Follicular dynamics, luteal characteristics, and progesterone concentrations in synchronized lactating Holstein cows with high and low antral follicle counts. **THERIOGENOLOGY**, v. 179, p. 223–229, 2022.
- BÓ, G. A. *et al.* The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. **Theriogenology**, v. 57, n. 1, p. 53–72, 2002.
- BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S.; MARTÍNEZ, M. F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 78, n. 3–4, p. 307–326, 2003.
- BORCHARDT, S. *et al.* Association of estrous expression detected by an automated activity monitoring system within 40 days in milk and reproductive performance of lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 8, p. 9195–9204, 2021.
- CALDAS NETO, S. F. *et al.* Proteína degradável no rúmen na dieta de bovinos: digestibilidades total e parcial dos nutrientes e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 6, p. 1094–1102, jun. 2008b.
- CAPUCO, A. V.; AKERS, R. M. Galactopoiesis: effects of hormones and growth factors. In: **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2011.
- CONSENTINI, C. E. C.; WILTBANK, M. C.; SARTORI, R. Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 301, 2021.

CONSENTINI, Carlos E. C. *et al.* Fertility programs for lactating dairy cows: a novel presynch + timed artificial insemination program (Double E-Synch) produces similar ovarian dynamics, synchronization, and fertility as Double-Ovsynch. **Journal of Dairy Science**, v. 108, p. 4435-4447, 2025.

D'AVILA, C. A.; MORAES, F. P.; LUCIA JR., T.; GASPERIN, B. G. Hormônios utilizados na indução da ovulação em bovinos – Artigo de revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 43, n. 4, p. 797–802, 2019

EMBRAPA, Anuário do leite, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1176413/anuario-leite-2025-producao-de-leite-e-as-mudancas-climaticas>

FARIAS, B. *et al.* Heranças congênitas em bovinos: revisão de literatura. Anais do Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2020

FERRAZ, P. A. *et al.* Accuracy of early pregnancy diagnosis and determining pregnancy loss using different biomarkers and machine learning applications in dairy cattle. **Theriogenology**, v. 226, p. 39–50, maio 2024.

FERRAZ, P. A. *et al.* Feasibility and accuracy of using different methods to detect pregnancy by conceptus-stimulated genes in dairy cattle. **JDS Communications**, v. 2, n. 3, p. 153–158, 2021.

FERREIRA, L. C.; GARCIA, J. A. D. Métodos de detecção de cio em fazendas leiteiras e taxa de concepção. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 5, p. e13413545900, 2024.

FRANCO, F. F. **Escore de condição corporal e desempenho reprodutivo de vacas leiteiras mestiças lactantes.** 2015. Dissertação (Mestrado em ciências veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

FRICKE, P. M.; WILTBANK, M. C. Symposium review: The implications of spontaneous versus induced ovulation for reproductive management of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 105, p. 4679-4689, 2022.

Gustafsson H., Emanuelson U.: Caracterização da síndrome de repetição de cio em bovinos leiteiros suecos. **Acta Vet Scand** 2002, 43, 115–125.

HUANG, Y. *et al.* Identification and regulatory network analysis of genes related to reproductive performance in the hypothalamus and pituitary of Angus cattle. **Genes**, v. 13, n. 6, p. 965, 2022.

JIMENEZ-KRASSEL, F. *et al.* A single ultrasound determination of ≥ 25 follicles ≥ 3 mm in diameter in dairy heifers is predictive of a reduced productive herd life. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 5019–5027, 2017.

KASIMANICKAM, R. K. *et al.* Cyclicity, estrus expression and pregnancy rates in beef heifers with different reproductive tract scores following progesterone supplementation. **Theriogenology**, v. 145, p. 39–47, 2020.

KING, M. E. **The effect of stage of the estrous cycle on interval to estrus and fertility after PGF2 α injection in beef females.** 1982. Thesis — Kansas State University, v.10, n.2. 1982.

LUCY, M. C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 1277-1293, 2001.

LUCY, M. C. Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: implications for post-partum nutrition and reproduction. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, supl. 2, p. 31-39, 2008.

MADUREIRA, G. *et al.* Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle I: evaluation of ovarian function. **Theriogenology**, v. 145, p. 126-137, 2020.

MARQUES, L. R. *et al.* Detecção de estro e desempenho reprodutivo de vacas leiteiras: revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e243974063, 2020.

NASCIMENTO, B. *et al.* Produção e metabolismo da progesterona e seu papel antes, durante e depois da inseminação artificial influenciando a fertilidade de vacas leiteiras de alta produção. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 41, n. 1, 2013.

NICKERSON, S. C.; AKERS, R. M. Mammary gland. In: FUQUAY, J. W. (ed.). **Encyclopedia of Dairy Sciences**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2011. p. 331-337.

OLIVEIRA, F. A.; ALMEIDA, I. C. de; SENA, L. M.; PENITENTE-FILHO, J. J.; TORRES, C. A. A. Recombinant bovine somatotropin in the synchronization of ovulation in crossbred dairy cows (*Bos taurus indicus* $\times$ *Bos taurus taurus*). **Veterinary World**, v. 13, p. 746-750, 2020.

OMAR, A. A. *et al.* Factors affecting days open in dairy cattle. **Annals of the Romanian Society for Cell Biology**, v. 25, n. 1, p. 564–568, 2021

NOWICKI, A. Embryo transfer as an option to improve fertility in repeat-breeding dairy cows. **Journal of Veterinary Research**, v. 65, p. 231-237, 2021.

PATE, J. L. Roadmap to pregnancy during the period of maternal recognition in the cow: Changes within the corpus luteum associated with luteal rescue. **Theriogenology**, v. 150, p. 294–301, 2020.

P1érez-Marín, C.C.; Quintela, L.A. Current Insights in the Repeat Breeder Cow Syndrome. **Animals** 2023, 13, 2187

PUGLIESI, G. *et al.* Use of Doppler ultrasonography in embryo transfer programs: feasibility and field results. **Animal Reproduction**, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, p. 239–246, 2018.

PUGLIESI, G. *et al.* Uso da ultrassonografia Doppler em programas de IATF e TETF em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 41, n. 1, p. 140–150, 2017.

PURSLEY, J. R.; KOSOROK, M. R.; WILTBANK, M. C. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 5, p. 801-807, 1997.

PURSLEY, J. R.; MEE, M. O.; WILTBANK, M. C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 α and GnRH. **Theriogenology**, v. 44, n. 7, p. 915–923, 1995.

REITH, S. *et al.* Influence of estrus on dry matter intake, water intake and BW of dairy cows. **Animals**, v. 8, n. 5, p. 748–753, 2014.

ROJAS CANADAS, E. *et al.* Plasma progesterone concentration after first service is associated with individual genetic traits, postpartum phenotypes, and likelihood of conception in seasonal-calving pasture-based dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 12, p. 12968–12979, 2021.

SALES, J. N. S. *et al.* Evolution over the last 40 years of the assisted reproduction technologies in cattle – the Brazilian perspective I – timed artificial insemination. **Animal Reproduction**, v. 21, n. 3, e20240034, 2024.

SANTOS, C. *et al.* Automated systems for estrous and calving detection in dairy cattle. **AgriEngineering**, v. 4, n. 2, p. 475–482, 2022.

SARTORI, R.; BASTOS, M. R.; WILTBANK, M. C. Factors affecting fertilisation and early embryo quality in single- and superovulated dairy cattle. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 22, n. 1, p. 151-158, 2010.

SARTORI, R. *et al.* Review: Manipulation of follicle development to improve fertility of cattle in timed-artificial insemination programs. **Animal**, v. 17, p. 1-11, 2023.

SILVA, L. O. E.; CONSENTINI, C. E. C.; SARTORI, R. Por que a IATF é uma ferramenta imprescindível para se otimizar a eficiência reprodutiva em rebanhos leiteiros? **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 45, n. 4, p. 335–343, 2021.

STRAPÁK, P. *et al.* Influence of estrus on changes of locomotion activity and rumination time in cattle dams. **Acta Fytotechnica et Zootechnica**, v. 24, Monothematic Issue, p. 127–130, 2021.

VELASCO ACOSTA, D. A. *et al.* Principais fatores que afetam o momento da primeira ovulação pós-parto em vacas leiteiras. **Archivos de Zootecnia**, v. 71, n. 276, p. 434-441, 2022.

1.4 Objetivo

Avaliar o efeito da produção de leite sobre a resposta reprodutiva de vacas leiteiras da raça Holandesa submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação.

CAPÍTULO 2

ARTIGO

**AVALIAÇÃO DA DINÂMICA OVARIANA DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA
REPETIDORAS DE ESTRO SUBMETIDAS AO PROTOCOLO DE SINCRONIZAÇÃO DE
OVULAÇÃO.**

Artigo editado de acordo com as normas de publicação da Revista ARQUIVO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA – ISSN 0102-0935.

AValiação DA Dinâmica Ovariana De Vacas Da Raça Holandesa Repetidoras De Estro Submetidas Ao Protocolo De Sincronização De Ovulação.

RESUMO

O objetivo presente deste estudo foi avaliar o efeito da produção de leite sobre a resposta reprodutiva de vacas da raça Holandesa submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação. Para o estudo foram utilizadas 22 vacas lactantes, híginas, mantidas em criação no sistema *compost barn*, distribuídas em dois grupos, sendo primeiro grupo (n = 12) composto por vacas com produção diária de até 35 kg e o segundo grupo (n = 10) de vacas com produção diária acima de 40 kg. Nas vacas de ambos os grupos foi realizado um protocolo farmacológico de sincronização de ovulação. O índice de estro foi avaliado com o auxílio de colares eletrônicos de monitoramento, que identificam o momento em que as vacas manifestam o estro e dá uma nota de acordo com a intensidade do estro. Foram avaliados o diâmetro e perfusão sanguínea do folículo ovulatório, a área e a perfusão sanguínea do corpo lúteo por ultrassonografia no modo B e Doppler e também a concentração sérica de progesterona no décimo primeiro dia do protocolo (D11). Os dados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, as comparações entre os grupos foram realizadas pelo Test t, adotando valor $p \leq 0,05$ como significativo. As vacas de alta produção apresentaram menor período de dias em leite ($64,5 \pm 18,2$ vs. $197,5 \pm 44,6$ dias; $p = 0,021$), menor expressão de estro ($92 \pm 9,67$ vs. $96 \pm 3,66$; $p = 0,0051$), maior área de perfusão do corpo lúteo ($109,11 \pm 9,2$ vs. $68,9 \pm 7,6$ mm²; $p = 0,025$) e maior porcentagem de perfusão luteal ($23,16 \pm 2,93$ vs. $13,15 \pm 1,48\%$; $p = 0,0084$). Não foram observadas diferenças entre os grupos quanto ao diâmetro e à perfusão do folículo ovulatório, à área do corpo lúteo ou à concentração sérica de progesterona ($p > 0,05$). Conclui-se que vacas que são criadas em confinamento e ordenhadas três vezes ao dia, a diferença na produção irá influenciar na resposta reprodutiva dos animais quando submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação.

Palavras-chave: Bovinocultura leiteira. Inseminação artificial em tempo fixo. Progesterona. Reprodução Animal. Ultrassonografia em modo Doppler.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of milk production on the reproductive response of Holstein cows subjected to an ovulation synchronization protocol. Twenty-two healthy lactating cows housed in a compost-bedded pack barn system were used. The cows were divided into two groups: the first group ($n = 12$) consisted of cows with a daily production of up to 35 kg, and the second group ($n = 10$) consisted of cows with a daily production exceeding 40 kg. A pharmacological ovulation synchronization protocol was administered to cows in both groups. Estrus was evaluated using electronic monitoring collars, which identify the moment cows exhibit estrus and assign a score based on estrus intensity. The diameter and blood perfusion of the ovulatory follicle, the area and blood perfusion of the corpus luteum (assessed via B-mode and Doppler ultrasonography), and serum progesterone concentration were evaluated on day 11 (D11) of the protocol. Data were analyzed for normality and homogeneity using the Shapiro-Wilk and Levene tests; comparisons between groups were performed using the t-test, with a p -value ≤ 0.05 considered significant. High-producing cows exhibited a shorter period of days in milk (64.5 ± 18.2 vs. 197.5 ± 44.6 days; $p = 0.021$), lower estrus expression (92 ± 9.67 vs. 96 ± 3.66 ; $p = 0.0051$), a larger corpus luteum perfusion area (109.11 ± 9.2 vs. 68.9 ± 7.6 mm²; $p = 0.025$), and a higher percentage of luteal perfusion (23.16 ± 2.93 vs. $13.15 \pm 1.48\%$; $p = 0.0084$). No differences were observed between groups regarding ovulatory follicle diameter and perfusion, corpus luteum area, or serum progesterone concentration ($p > 0.05$). It is concluded that, for cows raised in confinement and milked three times daily, production levels influence the animals' reproductive response when subjected to an ovulation synchronization protocol.

Keywords: Dairy cattle farming. Fixed-time artificial insemination. Progesterone. Animal reproduction. Doppler ultrasound.

INTRODUÇÃO

A produção leiteira enfrenta o desafio de elevar a produtividade animal e ao mesmo tempo garantir segurança alimentar, bem-estar animal e redução nos impactos ambientais. Neste contexto, os animais de alta produção apresentam eficiência dos sistemas de produção, conseguindo produzir maior quantidade de leite com menor número de animais quando comparado aos animais de baixa produtividade e resultando em menor impacto ambiental por unidade de produto, mas exigem mais insumos e produz mais resíduos por animal, necessitando de novas inovações em gestão ambiental (Britt, 2021).

A qualidade do leite está relacionada entre a saúde animal, do ambiente de produção, manejo durante a ordenha e proteção ao consumidor, o leite quando produzido sob condições inadequadas possui um potencial risco microbiológico e químicos ao consumidor (Silva *et al.*, 2026). Práticas integradas na prevenção de doenças, como uso racional de medicamentos e preservação dos recursos naturais, contribuem para obtenção de alimentos seguros e ao mesmo tempo há redução dos impactos sobre o ambiente, portanto a atividade leiteira não deve ser avaliada somente pela produção também pela capacidade em produzir alimento seguro e com qualidade (Garcia; Osburn; Jay-Russell, 2020).

Além dos aspectos relacionados à qualidade do leite e sustentabilidade, o alto desempenho produtivo está associado a demandas nutricionais e metabólicas, que podem interferir no desempenho reprodutivo das fêmeas bovinas (Chagas *et al.*, 2007). A alta ingestão de alimentos promove aumento do metabolismo hepático, acelerando a depuração dos hormônios produzidos no ovário, que alteram o ambiente endócrino, o que favorece o desenvolvimento simultâneo dos folículos codominantes (Wiltbank *et al.*, 2012). Além disso, essa condição faz com que a vaca tenha menores níveis séricos de hormônios reprodutivos em fases importantes do ciclo estral, como o diestro, período em que a P4 exerce papel importante no desenvolvimento folicular e oocitário, e no estro, que a vaca precisa de um adequado nível de E2 para que se tenha a ovulação dentro do padrão fisiológico (Consentini, Sartori e Wiltbank, 2021).

Loiklung *et al.* (2022) citam que vacas criadas em sistema confinado possuem maior desafio metabólico que vacas criadas em sistema a pasto e isso ocorre principalmente pela alimentação mais concentrada. Além disso, existe a influência do número de ordenhas, uma vez que vacas ordenhadas três vezes ao dia apresentam maior produção diária em comparação às aquelas que são ordenhadas duas vezes ao dia, resultando assim em maior desafio metabólico (Sánchez-Duarte *et al.*, 2020).

Entretanto, apesar de diversas pesquisas relacionando o desempenho com a produção de leite, até o momento não existem estudos que avaliaram se uma diferença na produção diária pode influenciar a dinâmica ovariana, a hemodinâmica ovariana, a manifestação do estro e perfil sérico de P4 de vacas criadas em um mesmo sistema confinado e com o mesmo número de ordenhas diárias. Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa é avaliar o efeito da produção de leite sobre a dinâmica e hemodinâmica ovariana, a manifestação de estro e nível sérico de P4 de vacas criadas em sistema confinado, que são ordenhadas três vezes ao dia e que foram submetidas ao protocolo de sincronização de ovulação para receberem embrião transferido em tempo fixo.

Material e métodos

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Experimentação Animal da Universidade Paranaense sob protocolo 3654/25.

Local, Animais e Protocolo Farmacológico Para Sincronização de ovulação

A pesquisa foi realizada na Fazenda Pompéia, localizada em Tapejara, Paraná, Brasil. A propriedade contém um rebanho de vacas leiteiras, todas da raça Holandesa, criadas em sistema *compost barn*, ordenhadas três vezes ao dia e com média de produção de 39 kg leite/vaca/dia. As vacas da propriedade possuem colar de monitoramento de ruminação (Allflex Livestock Intelligence®, Merck & Co., Rahway, Nova Jersey, Estados Unidos) que identifica o estro e expressa uma nota de 0 a 100 de acordo com a intensidade do estro.

Para o estudo foram utilizadas 22 vacas lactantes múltiparas, híginas, que após passarem por exame clínico geral e ginecológico, foram divididas em dois grupos experimentais, sendo primeiro grupo (G1, n = 12) composto por vacas com produção diária de até 35 kg de leite/vaca/dia e o segundo grupo (G2, n = 10) de vacas com produção diária acima de 40 kg de leite/vaca/dia. As vacas de ambos os grupos foram submetidas a um protocolo de sincronização de ovulação e um dia antes de iniciar o protocolo (D -1), foi pesada a produção de leite individual das vacas em cada uma das três ordenhas realizadas durante o intervalo de 24h.

Em ambos os grupos foi utilizado o mesmo protocolo farmacológico para TETF descrito na figura 1, que iniciou (dia zero; D0) com a administração de 50 µg de licirelina (análogo sintético ao GnRH - Tec- Relin®, Agener União Saúde Animal, Brasil) e de 2 mg benzoato de estradiol (Ric-BE®, Agener União Saúde Animal, Brasil), além da inserção intravaginal do dispositivo de primeiro uso impregnado com 2 g de P4 (Repo Sync®, GlobalGen Vet Science, Brasil). No sétimo dia (D7) foi administrado 0,525 mg de PGF2α (Estron®, Agener União

Saúde Animal, Brasil). No nono dia (D9) foi administrado outra dose de 0,525 mg de PGF2 α , 1 mg de cipionato de estradiol (Cipiotec®, Agener União Saúde Animal, Brasil) e removido o implante impregnado com P4. No décimo primeiro dia (D11) foi administrado 25 μ g de licirelina. Com exceção ao dispositivo impregnado com P4, os demais fármacos do protocolo foram administrados por via intramuscular. No décimo oitavo dia (D18) do protocolo foi realizada a TETF.



Figura 1. Protocolo farmacológico para sincronização de ovulação em vacas receptoras de embrião

Legenda: D0- dia inicial foi administrado licirelina e benzoato de estradiol, com inserção do dispositivo intravaginal contendo progesterona (P4). No D7-sétimo dia foi administrada PGF2 α e D9 nono dia foi administrada PGF2 α , cipionato de estradiol e removido o dispositivo de P4. No D11- décimo primeiro dia foi administrada licirelina e realizada avaliação ultrassonográfica do folículo ovulatório. No D18- décimo oitavo foram realizadas a avaliação ultrassonográfica do corpo lúteo, a coleta de sangue para dosagem de P4 e a transferência de embrião. *IM- via intramuscular.

Dosagem de progesterona (P4)

No dia da TETF (D18) foi coletado sangue por punção da veia coccígea para dosar os níveis de P4. O procedimento da coleta e o acondicionamento das amostras estão apresentados na Figura 2. As amostras foram quantificadas em duplicata utilizando um ensaio de quimioluminescência (Atellica IM Analyzer, Siemens; Laboratório Pardini, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil). O valor médio obtido a partir das medições em duplicata para cada animal foi utilizado para a análise estatística. A sensibilidade do ensaio foi de 0,21 ng/mL, e a faixa de medição estendeu-se até 60,00 ng/mL. A consistência metodológica foi confirmada

por coeficientes de variação (CV) intra-ensaio e inter-ensaio inferiores a 5,47% e 9,4%, respectivamente.

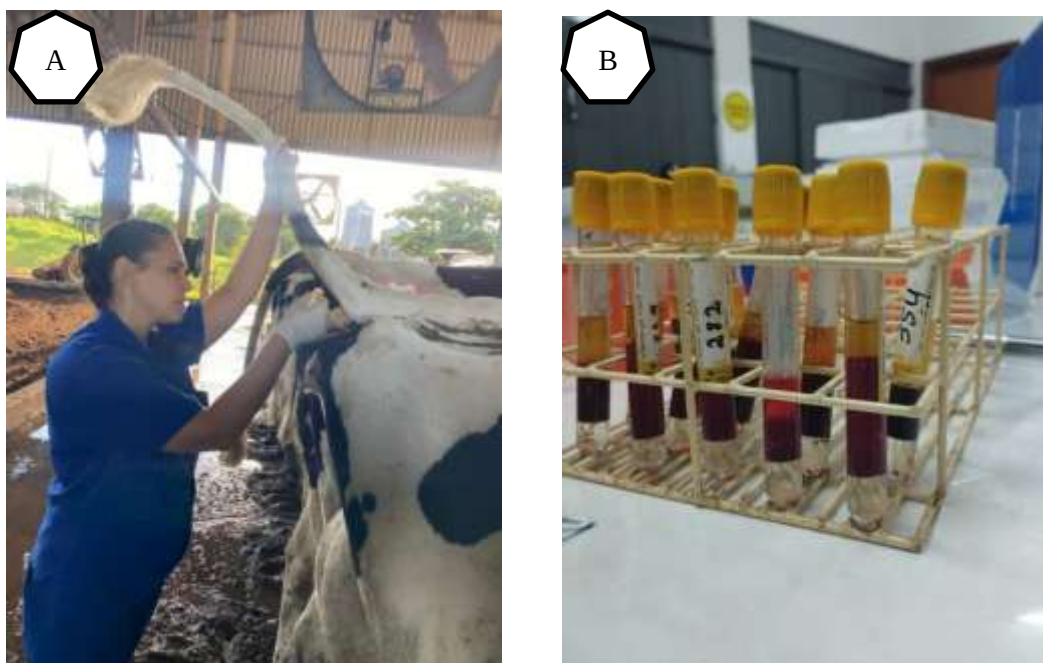


Figura 2- Procedimentos de coleta e acondicionamento das amostras de sangue para determinação da concentração sérica de progesterona (P4). A: coleta de sangue por punção da veia concócea; B: amostras de sangue coletadas.

Avaliação do índice de estro e do período de dias em leite (DEL)

A pontuação do índice de estro foi coletada do sistema do colar de monitoramento de cada animal, no D11 do protocolo. Para o cálculo do DEL, foi considerado o intervalo, em dias, entre o parto e a data da TETF.

Avaliações ultrassonográficas

No D11, foi realizado exame ultrassonográfico em modo B e Doppler, utilizando um transdutor linear transretal com frequência de 5,3 MHz (DM 20V®, Formedical, Campinas - SP, Brasil) para avaliar o diâmetro e a perfusão sanguínea do folículo ovulatório. No D18, antes da TETF, foi realizado novo exame ultrassonográfico para avaliação dos corpos lúteos. A realização dos exames ultrassonográficos e exemplos de imagens obtidas durante as avaliações são apresentados na Figura 3.

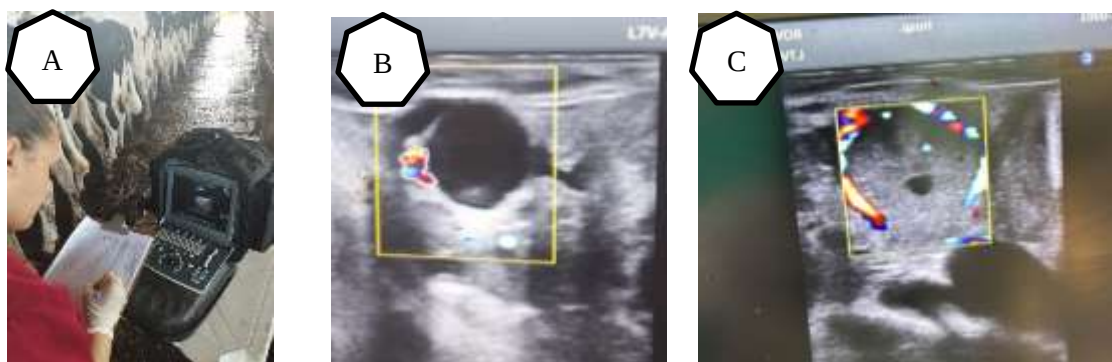


Figura 3. Avaliação ultrassonográfica em modo das estruturas ovarianas de vacas submetidas ao protocolo de sincronização da ovulação. A: exame ultrassonográfico no dia D11, em modo B. B: exame ultrassonográfico do folículo. C: área de perfusão luteal- Doppler.

As imagens em modo B e Doppler que foram geradas nas avaliações do D11 e D18, foram salvas no aparelho para posterior avaliação mais precisa seguindo a metodologia de Bonato et al. (2022). A avaliação do diâmetro do FO no D11 foi realizada na imagem ultrassonográfica em modo B, que foi capturada quando a estrutura apresentou o maior diâmetro. Para os FO foi realizada a medida do diâmetro usando a função “distância” do próprio aparelho. A medição foi realizada nos dois maiores eixos do diâmetro do folículo e a medida que foi considerada para comparação entre os grupos, correspondeu à média das duas medições de diâmetro de cada FO.

Para avaliação dos CLs, a área central de cada CL foi medida usando a função elipse do aparelho que resultou na área em mm^2 . No caso de CLs cavitários, a área de cavidade foi medida e o valor descontado da área total do CL, sendo considerado apenas a área líquida de cada CL. Para a avaliação da área de perfusão ao redor do FO e dos CLs, nas imagens geradas no modo Doppler, a área de perfusão sanguínea foi mensurada utilizando a função tracejar do aparelho, em que cada ponto colorido ao redor do FO ou dentro e ao redor do CL foi contornado manualmente para determinação da área em mm^2 . A área de perfusão ao redor do FO e do CL corresponde à soma da área de cada ponto colorido de cada estrutura. Obtendo a área do CL e a área de perfusão do CL, foi calculada a porcentagem da área do CL que possuía perfusão sanguínea.

Análise estatística

Entre os grupos foi comparada a produção de leite no D0, o DEL, o índice de estro, o diâmetro do FO, a área do CL, a área de perfusão do FO e do CL, a porcentagem de perfusão do CL e a concentração sérica de P4 no momento da TETF.

Os dados dos animais, divididos nos dois grupos de acordo com a produção, foram avaliados quanto à normalidade de distribuição pelo teste de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene. Dados paramétricos foram comparados entre os grupos por teste t para amostras independentes e os dados não paramétricos foram comparados pelo teste de Mann-Whitney. Em todos os testes foi utilizado o programa estatístico Bioestat 5.3, sendo adotado um valor de $p \leq 0,05$ para ser considerado significativo e $p < 0,01$ para tendência estatística.

RESULTADOS

Os resultados da comparação entre resposta ao protocolo de TETF dos grupos experimentais gerados com base na produção de leite diária estão apresentados na tabela 1. Houve diferença no período de DEL ($p = 0,021$), em que o grupo de vacas de menor produção apresentou DEL maior ($197,5,5 \pm 44,6$ dias), quando comparado ao grupo de vacas de alta produção ($52,5 \pm 18,2$).

Tabela 1- Comparação entre resposta ao protocolo de TETF dos grupos experimentais gerados com base na produção de leite diária

Grupo	N	Produção- kg ($M_e \pm se$)	DEL- dias ($M_d \pm se$)	DFO ($M_d \pm se$)	Índice de estro ($M_d \pm se$)	Área de perfusão- Folículo- mm ² ($M_d \pm se$)	Área de CL mm ² ($M_d \pm se$)	Área de perfusão do CL mm ² ($M_d \pm se$)	% de perfusão CL ($M_d \pm se$)	P4 ng/ml ($M_d \pm se$)
BP	12	$31,25 \pm 1,2$	$197,5 \pm 44,6$	$15,8 \pm 0,75$	$96 \pm 3,66$	$14 \pm 2,59$	$474,88 \pm 44,2$	$68,9 \pm 7,6$	$13,15 \pm 1,48$	$3,02 \pm 0,41$
AP	10	$45,9 \pm 2,4$	$64,5 \pm 18,2$	$15,65 \pm 0,46$	$92 \pm 9,67$	$13,5 \pm 3,95$	$441,74 \pm 25,2$	$109,11 \pm 9,2$	$23,16 \pm 2,93$	$3,02 \pm 0,39$
Valor de p*	-	< 0,0001	0,021	0,7	0,0051	0,77	0,29	0,025	0,0084	1,00

BP (baixa produção), AP (alta produção), N (número de animais), DFO (diâmetro do folículo ovulatório). Dados paramétricos apresentados em média e erro padrão, dados não paramétricos apresentados em mediana e erro padrão.

Não houve diferença no diâmetro e área de perfusão dos folículos ovulatórios. Entretanto, houve diferença no índice de estro, tendo as vacas de menor produção estros mais expressivos. O tamanho dos CLs não diferiu entre os grupos, mas os animais de alta produção tinham CLs com maior área de perfusão ($p = 0,025$), que resultou em maior porcentagem de perfusão. Contudo, o nível sérico de P4 foi o mesmo na comparação entre os grupos ($3,02 \pm 0,41$ vs. $3,02 \pm 0,39$; $P = 1,00$).

DISCUSSÃO

A diferença na produção de leite comprova que os grupos eram heterogêneos. Observou-se uma diferença significativa de DEL, em que o grupo de maior produção leiteira estava no início de sua lactação quando comparado ao grupo de baixa produção. Segundo Rearte *et al.* (2018), não é somente a alta produção de leite, isoladamente, de uma vaca que vai determinar o desempenho reprodutivo do animal, existem vários fatores que podem influenciar como BEN, metabolismo, doenças metabólicas, também fazem influência sobre a fertilidade do animal. De acordo com Middleton, Minela e Pursley (2019), as vacas de alta produção deve estar gestantes antes dos 130 dias em lactação (DEL), pois o atraso na concepção resulta em lactações muito longas, que ao final irão resultar em animais com excesso de peso e na lactação seguinte, aumenta a ocorrência de doenças comuns do período de transição. Desta forma, Consentini, Sartori e Wiltbank (2021) indicam que a propriedade deve utilizar estratégias reprodutivas para evitar que se tenham animais como os de menor produção do presente estudo, que ainda não estavam gestantes com mais de 130 de DEL.

Vacas que estão em início de lactação possuem uma demanda energética intensa, contribuindo o estabelecimento de BEN e causando alterações hormonais e metabólicas que pode comprometer o ambiente uterino, o desenvolvimento embrionário e a qualidade oocitária (Vasconcelos *et al.*, 2006). Além disso, a produção de leite pode passar por alterações da quantidade produzida ao longo dos dias em lactação, apresentando um pico de produção nas primeiras semanas e posteriormente há uma regressão gradual na quantidade de leite produzido (Masía *et al.*, 2020), justificando o motivo das vacas do presente estudo com maior DEL terem menor produção.

Sendo assim, a diferença de DEL entre os grupos mostra uma limitação na interpretação dos resultados, visto que, as alterações fisiológicas podem estar relacionadas ao estágio da lactação e não exclusivamente à quantidade de produção de leite (Vasconcelos *et al.*, 2006; Rearte *et al.* 2018). Portanto, o DEL deve ser considerado na interpretação de resultados, sem que se atribuam exclusivamente à produção de leite as diferenças observadas entre os grupos avaliados.

A ausência de diferença no diâmetro do folículo ovulatório entre os grupos, sugere que, nas condições do presente estudo, a diferença na produção de leite não esteve associada a alterações no tamanho do folículo ovulatório. López-Gatius *et al.* (2022), ressaltam que o tamanho folicular, não influencia isoladamente sua capacidade funcional, pois folículos com menor diâmetro podem apresentar capacidade de ovulação sob condições específicas. Stevenson (2005), demonstrou em seu trabalho, que o fato de o tamanho do folículo estar

relacionado a possibilidade de ovulação, não significa que será o fator determinante para manutenção da gestação, pois há outros fatores como condição reprodutiva, como concentração de progesterona ou o método de protocolo utilizado, são fatores resultam em maior influência na fertilidade do animal.

Bonato *et al.* (2022), demonstram que não é somente o diâmetro do folículo, que determina toda a competência reprodutiva. Através dos grupos do experimento, observou que a dinâmica folicular ocorreu de maneira semelhante entre os grupos, o que pode estar relacionado à utilização de um protocolo de sincronização que proporcionou estímulo hormonal semelhante às vacas, favorecendo a manutenção de um padrão semelhante do crescimento folicular, mesmo diante das diferenças na produção de leite e no metabolismo dos animais.

Do mesmo modo, a área de perfusão do folículo não mostrou diferença significativa entre os grupos do experimento. Entretanto, houve diferença significativa na manifestação de estro, em que as vacas com maior produção tiveram estros menos expressivos. O estrógeno, hormônio responsável pela manifestação do comportamento de estro, é produzido pelas células da parede folicular (Fortune, 2018) e embora não tenha sido observadas diferenças na dinâmica folicular ou na perfusão do folículo, a menor expressão de estro pode estar relacionada a alterações na disponibilidade de estradiol, entretanto como as concentrações de E2 não foram mensuradas no presente estudo, essa hipótese deve ser interpretada com cautela.

Não houve diferença no tamanho dos CLs dos grupos avaliados, contudo, a área de perfusão e a porcentagem de perfusão foi maior no grupo de vacas de alta produção. No trabalho de Bonato *et al.* (2022), os autores identificaram, em vacas confinadas e com o volume de produção semelhante, que animais que possuíam maior área de perfusão luteal, apresentavam níveis séricos mais elevados de P4. Entretanto, na presente pesquisa, mesmo os animais de alta produção tendo CLs com maior perfusão sanguínea, os níveis séricos de P4 foram os mesmos na comparação com as vacas de baixa produção.

Em vacas confinadas e com elevado consumo de matéria seca, ocorre um aumento do fluxo sanguíneo hepático, e como a P4 e o E2 são hormônios esteróides, ao serem produzidos e liberados na corrente sanguínea sistêmica, ao passarem pelo fígado são parcialmente depurados e essa é a explicação para que animais de baixa de alta produção tenham menor nível sérico de E2 e P4 (Sangsritavong *et al.*, 2002; Sartori *et al.*, 2002, Wiltbank *et al.*, 2012). Essa depuração de hormônios esteróides, possivelmente explica o fato de que nas vacas do presente estudo, mesmo os animais do grupo de alta produção tendo a mesma dinâmica e hemodinâmica folicular, apresentaram menor manifestação de estro, muito provavelmente pela depuração de parte do E2 produzido pelo folículo. Inclusive explica o fato dos animais de alta produção,

mesmo tendo maior perfusão sanguínea luteal, apresentaram mesmo nível sérico de P4 dos animais de menor produção. Sendo assim, os resultados da presente pesquisa sugerem que mesmo estando no mesmo sistema de produção, a diferença no volume diário de produção de leite, irá influenciar na manifestação de estro e hemodinâmica ovariana.

CONCLUSÃO

Em animais criados em sistema confinado e que são ordenhados três vezes ao dia, a produção diária de leite influencia na resposta reprodutiva quando os animais são submetidos ao protocolo de sincronização de ovulação, sendo observado que os animais com maior produção leiteira apresentam menor expressão de estro. Apesar da maior hemodinâmica luteal observada nesses animais, não foram observadas diferenças nos níveis séricos de P4 em relação aos animais de menor produção.

REFERÊNCIAS

- BONATO, D.V. *et al.* Follicular dynamics, luteal characteristics, and progesterone concentrations in synchronized lactating Holstein cows with high and low antral follicle counts. **Theriogenology**, v. 179, p. 223-229, 2022. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2021.12.006
- BRITT, J. H. *et al.* Review: Perspective on high-performing dairy cows and herds. **Animal**, v. 15, supl. 1, p. 100298, 2021.
- CHAGAS, L. M. *et al.* Invited review: New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 9, p. 4022–4032, 2007. DOI: 10.3168/jds.2006-852
- CONSENTINI, C. E. C.; WILTBANK, M. C.; SARTORI, R. Factors That Optimize Reproductive Efficiency in Dairy Herds with an Emphasis on Timed Artificial Insemination Programs. **Animals**, v. 11, n. 2, art. 301, 2021. DOI: 10.3390/ani11020301.
- FORTUNE, J. E. Antral follicles: recruitment and selection of ovulatory follicles. In: SKINNER, M. K. (ed.). 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2018. v. 2, p. 18–26.
- GARCIA, S. N.; OSBURN, B. I.; JAY-RUSSELL, M. T. One Health for food safety, food security, and sustainable food production. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, p. 1, 2020
- LOIKLUNG, C.; SUKON, P.; THAMRONGYOSWITTAYAKUL, C. Global prevalence of subclinical ketosis in dairy cows: a systematic review and meta-analysis. **Research in Veterinary Science**, v. 144, p. 66–76, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.01.003>
- LÓPEZ-GATIUS, F. *et al.* Transfer of a single fresh in vitro-produced embryo may prevent twin pregnancy without compromising the fertility of the cow. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 57, n. 4, p. 450–455, 2022. DOI: 10.1111/rda.14079
- MASÍA, F. M. *et al.* Modeling variability of the lactation curves of cows in automated milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 9, p. 8189–8196, 2020. DOI: 10.3168/jds.2019-1796

MIDDLETON, E. L.; MINELA, T.; PURSLEY, J. R. The high-fertility cycle: How timely pregnancies in one lactation may lead to less body condition loss, fewer health issues, greater fertility, and reduced early pregnancy losses in the next lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 6, p. 5577–5587, 2019. DOI: 10.3168/jds.2018-15828.

REARTE, R.; LEBLANC, S. J.; CORVA, S. G.; DE LA SOTA, R. L.; LACAU-MENGIDO, I. M.; GIULIODORI, M. J. Effect of milk production on reproductive performance in dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 8, p. 7575–7584, 2018. DOI: 10.3168/jds.2017-13796

SÁNCHEZ-DUARTE, J. I. *et al.* Production response in dairy cows milked two or three times a day: A meta-analysis. **Veterinaria México OA**, v. 7, n. 2, 2020. DOI: 10.22201/fmvz.24486760e.2020.2.562.

SANGSRITAVONG, S. *et al.* High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 β in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11, p. 2831–2842, 2002. DOI: 10.3168/JDS.S0022-0302(02)74370-1

SARTORI, R. *et al.* Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 11, p. 2803–2812, 2002. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74367-1.

SILVA, M. *et al.* Milk quality at the animal, environment, and consumer interface: a One Health approach to food safety. **Periódicos Brasil. Pesquisa Científica**, Macapá, Brasil, v. 5, n. 3, p. 1113–1127, 2026.

STEVENSON, J. S. Breeding strategies to optimize reproductive efficiency in dairy herds. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 21, n. 2, p. 349–365, 2005. DOI: 10.1016/j.cvfa.2005.02.006

VASCONCELOS, J. L. M. *et al.* Factors potentially affecting fertility of lactating dairy cow recipients. **Theriogenology**, v. 65, n. 1, p. 192–200, 2006. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2005.09.030.

WILTBANK, M. C. *et al.* Positive and negative effects of progesterone during timed AI protocols in lactating dairy cattle. **Animal Reproduction**, v. 9, n. 3, p. 231–241, 2012

CONCLUSÃO GERAL

Em animais criados em sistema confinado e que são ordenhados três vezes ao dia, uma diferença na produção diária de leite irá influenciar na resposta reprodutiva quando os animais são submetidos ao protocolo de sincronização de ovulação, em que os animais com maior produção leiteira apresentam menor expressão de estro e, mesmo com maior hemodinâmica luteal, terão os mesmos níveis séricos de P4 dos animais com menor produção.

ANEXOS

ANEXO 1 – Normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

Tipos de artigos aceitos para publicação

Artigo científico

É o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" – Step 2), Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a 15, incluindo tabelas, figuras e Referências.

O número de Referências não deve exceder a 30.

Relato de caso

Contempla principalmente as áreas médicas em que o resultado é anterior ao interesse de sua divulgação ou a ocorrência dos resultados não é planejada.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" - Step 2), Resumo, Abstract, Introdução, Casuística, Discussão e Conclusões (quando pertinentes), Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a dez, incluindo tabelas e figuras.

O número de Referências não deve exceder a 12.

Comunicação

É o relato sucinto de resultados parciais de um trabalho experimental digno de publicação, embora insuficiente ou inconsistente para constituir um artigo científico.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Afiliação (somente na "Title Page" - Step 2). Deve ser compacto, sem distinção das seções do texto especificadas para "Artigo científico", embora seguindo àquela ordem. Quando a Comunicação for redigida em português deve conter um "Abstract" e quando redigida em inglês deve conter um "Resumo".

O número de páginas não deve exceder a oito, incluindo tabelas e figuras.

O número de Referências não deve exceder a 12.

Preparação dos textos para publicação

Os artigos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal.

Formatação do texto

- O texto **NÃO** deve conter subitens em nenhuma das seções do artigo, deve ser apresentado em arquivo Microsoft Word e anexado como "Main Document" (Step 2), no formato A4, com margem de 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), na fonte Times New Roman, no tamanho 12 e no espaçamento de entrelinhas 1,5, em todas as páginas e seções do artigo (do título às referências), **com linhas numeradas**.
- Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir, obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto, substância, empresa e país.

Seções de um artigo

Título: Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 50 palavras.

Autores e Filiação: Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com o número do ORCID e com identificação da instituição a qual pertencem. O autor e o seu e-mail para correspondência devem ser indicados com asterisco somente no "Title Page" (Step 6), em arquivo Word.

Resumo e Abstract: Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 200 palavras em um só parágrafo. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação completa.

Palavras-chave e Keywords: No máximo cinco e no mínimo duas*.
* na submissão usar somente o Keyword (Step 3) e no corpo do artigo constar tanto keyword (inglês) quanto palavra-chave (português), independente do idioma em que o artigo for submetido.

Introdução: Explicação concisa na qual os problemas serão estabelecidos, bem como a pertinência, a relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, o suficiente para balizá-la.

Material e Métodos: Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos

já publicados. Nos trabalhos que envolvam animais e/ou organismos geneticamente modificados **deverão constar obrigatoriamente o número do Certificado de Aprovação do CEUA**. (verificar o Item Comitê de Ética).

Resultados: Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.

Tabela. Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Tabela 1.). No texto, a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando referir-se a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho aceito é oito). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento. As tabelas devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Figura. Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é citada no texto como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se citar mais de uma figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem também ser enviados no formato JPG com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no campo próprio de submissão, na tela de registro do artigo. As figuras devem ser obrigatoriamente inseridas no corpo do texto de preferência após a sua primeira citação.

Nota: Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.

Discussão: Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo do autor, sem prejudicar qualquer uma das partes).

Conclusões: As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada e serem apresentadas de forma objetiva, **SEM** revisão de literatura, discussão, repetição de resultados e especulações.

Agradecimentos: Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.

Referências: As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, dando-se preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. Livros e teses devem ser referenciados o mínimo possível, portanto, somente quando indispensáveis. São adotadas as normas gerais da ABNT, **adaptadas** para o ABMVZ, conforme exemplos:

Como referenciar:

1. Citações no texto

A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:

- autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88);
- dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974);
- mais de dois autores: (Ferguson *et al.*, 1979) ou Ferguson *et al.* (1979);
- mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson *et al.* (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson *et al.*, 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.

Citação de citação. Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão **citado por** e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências deve-se incluir apenas a fonte consultada.

Comunicação pessoal. Não faz parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

2. Periódicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. *Am. J. Vet. Res.*, v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. *Not. Med. Vet.*, n.1, p.13-20, 1984.

3. Publicação avulsa (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C.F.A. *Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte*. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina

Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

4. Documentos eletrônicos (até quatro autores citar todos. Acima de quatro autores citar três autores *et al.*):

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em:
<<http://www.org/critca16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald, 1994. Disponível em:
<<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerald-Summit-RelatedArticles/>>.
Acessado em: 5 dez. 1994.