



Fisiologia da Reprodução de Bovinos Leiteiros: Aspectos Básicos e Clínicos

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva

**Fisiologia da Reprodução de Bovinos Leiteiros:
Aspectos Básicos e Clínicos**

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva

**Pernambuco
2022**

Fisiologia da Reprodução de Bovinos Leiteiros: Aspectos Básicos e Clínicos

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva

Normalista - EEFCC

Técnico em Agropecuária - IFPE Belo Jardim

Bel. em Zootecnia - UFRPE

Researcher em Alimentos, Alimentação e Nutrição Animal - IPA e Embrapa Semiárido
Researcher em Fisiologia da Reprodutiva e Reprodução Animal - IPA e Embrapa Semiárido
Criador de Caprinos e Ovinos em Belo Jardim

Revisão técnica: Marianne Christina Velaqua, *Bsc. Med. Vet., Lic. Med. Vet., Esp. Clínica Cirúrgica Animal, Msc. Reprodução Animal. Prof^a Titular.*

Primeira edição, janeiro de 2022

Tecg^o Bel. ©2022 Emanuel Isaque Cordeiro da Silva

Belo Jardim, Pernambuco

ISBN: 978-85-7946-325-9

“Proibida a reprodução total ou parcial por qualquer meio sem a autorização por escrito do titular dos direitos patrimoniais. Os infratores estarão violando o Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610/98, podendo ser privados de sua liberdade por até 2 (dois) anos.”

Impresso e elaborado no Brasil

Todos os direitos reservados - Emanuel Isaque Cordeiro da Silva - ©2022

FICHA CATALOGRÁFICA

DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro.

Fisiologia da Reprodução de Bovinos Leiteiros: aspectos básicos e clínicos - 1^a ed. - Belo Jardim: EICS, 2022.

199 p. ilustr.

1. Fisiologia da Reprodução. 2. Bovinos Leiteiros. 3. Clínica. 4. Manejo. I. Título.

Para Alana, Arthur, Éderson, Eduarda, Emanuely e Flor

“Todos os animais domésticos prestam serviços ao homem. O gado leiteiro é especial, porque produz o leite, alimento completo. Perpetuar a espécie bovina leiteira é assegurar boa alimentação à humanidade, desde que visemos o bem-estar das vacas.”

“Não é só elaborar técnicas de reprodução e meios de melhoramento genético teóricos e logo aplicá-los na prática, visando a maior e melhor produção de leite; é entender se a vaca irá responder positivamente a tais métodos e se esta irá transmitir à prole.”

PREFÁCIO

Existem excelentes livros de fisiologia e manejo da reprodução bovina, nos quais os processos que regulam a reprodução e as técnicas reprodutivas são revistos em pormenor e em profundidade, mas a maioria deles estão escritos em língua inglesa. Em nossa língua há muito poucos livros de reprodução de bovinos com uma abordagem prática e de acordo com as condições do rebanho leiteiro em sistemas confinados de produção intensiva. O presente livro foi concebido neste contexto, nesta obra os estudantes e clínicos da reprodução encontrarão informação útil, abreviada, atualizada e de fácil compreensão, o suficiente para o seu melhorar seu desempenho profissional. Os capítulos foram ordenados de acordo com as diferentes etapas do manejo reprodutivo das vacas leiteiras: Ciclo Estral, Estro e Serviço, Gestação, Puerpério, Anestro, Fertilidade, e Reprodução em Novilhas. Em cada capítulo é revista a fisiologia suficiente para a compreensão dos processos, o manejo da vaca, os principais distúrbios reprodutivos e o seu tratamento.

Desejo agradecer a todos os meus professores, não só da área animal, mas também de humanas, ambos colaboraram comigo na escritura e discussão da presente obra. Agradeço, também, aos meus colegas clínicos da reprodução em gado leiteiro, por sua generosidade por compartilhar suas experiências profissionais. Dou graças em especial para Arthur Éden, Éderson Vinícius e Emanuele Vitória (Flor), filhos do coração; e para Alana Thaís e Eduarda Carvalho por me apoiarem psicologicamente e profissionalmente em tudo aquilo que estou disposto a fazer.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 | 1 |
| CICLO ESTRAL | 1 |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. EIXO HIPOTÁLAMO-HIPÓFISE-OVÁRIO | 1 |
| 3. DESENVOLVIMENTO FOLICULAR | 5 |
| 3.1 Ovulação múltipla | 8 |
| 4. DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DA FUNÇÃO DO CORPO LÚTEO | 9 |
| 5. REGRESSÃO DO CORPO LÚTEO | 11 |
| 6. ETAPAS DO CICLO ESTRAL | 13 |
| 6.1 Estro | 13 |
| 6.2 Metaestro | 13 |
| 6.3 Diestro | 13 |
| 6.4 Proestro | 14 |
| 7. RESUMO | 15 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 16 |
| 2 | 19 |
| ESTRO E SERVIÇO | 19 |
| 1. INTRODUÇÃO | 19 |
| 2. COMO SABER SE UMA VACA ESTÁ EM CIO/ESTRO? | 19 |
| 3. RELAÇÃO TEMPORAL ENTRE O ESTRO E A OVULAÇÃO | 23 |
| 4. EFICIÊNCIA NA DETECÇÃO DO ESTRO | 24 |
| 4.1 Intervalos entre serviços/cobrições | 25 |
| 5. FATORES QUE AFETAM A EFICIÊNCIA NA DETECÇÃO DO ESTRO/CIO | 26 |
| 5.1 Concentrações séricas de estradiol | 26 |
| 5.2 Somatotropina bovina recombinante (bST) | 26 |
| 5.3 Produção de leite | 26 |
| 5.4 Tempo e hora de observação | 26 |
| 5.5 Instalações | 27 |
| 5.6 Problemas do sistema locomotor | 27 |
| 5.7 Estresse térmico | 28 |
| 5.8 Fatores humanos | 28 |
| 6. FERRAMENTAS QUE FACILITAM A DETECÇÃO DE VACAS EM ESTRO | 28 |

| | |
|---|-----------|
| 6.1 Pedômetros | 29 |
| 6.2 Adesivos com cápsula de corante (K-mar) | 30 |
| 6.3 Detectores eletrônicos de monta (heat watch) | 30 |
| 6.4 Chin ball | 30 |
| 6.5 Crayon | 31 |
| 7. PERÍODO VOLUNTÁRIO DE ESPERA | 32 |
| 8. TAXA DE PREENHEZ | 33 |
| 9. CONTROLE DO CICLO ESTRAL PARA AUMENTAR A TAXA DE PREENHEZ | 34 |
| 9.1 Prostaglandina F _{2α} | 34 |
| 9.1.1 Precisão na palpação retal do corpo lúteo | 35 |
| 9.1.2 Eficácia da PGF _{2α} na regressão lútea | 35 |
| 9.1.3 Etapa do diestro em que a PGF _{2α} é aplicada | 36 |
| 9.1.4 Detecção de estros | 37 |
| 9.2 Programas com a PGF _{2α} | 37 |
| 9.2.1 Injeção dupla com 11 ou 14 dias de intervalo | 37 |
| 9.2.2 Programa de sincronização do estro com PGF _{2α} a cada 14 dias | 38 |
| 9.2.3 Sincronização de ondas foliculares | 38 |
| 9.2.4 Sincronização da ovulação e inseminação em tempo fixo | 39 |
| 9.2.5 Inseminar em um tempo fixo ou estro detectado | 43 |
| 9.3 Progestágenos | 43 |
| 10. RESUMO | 44 |
| 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |
| 3 | 49 |
| GESTAÇÃO | 49 |
| 1. INTRODUÇÃO | 49 |
| 2. TRANSPORTE DE GAMETAS | 49 |
| 2.1 Transporte dos espermatozoides | 49 |
| 2.2 Transporte do ovócito | 51 |
| 3. FERTILIZAÇÃO | 52 |
| 4. DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO | 53 |
| 5. RECONHECIMENTO MATERNO DA GESTAÇÃO | 55 |
| 6. ENDOCRINOLOGIA DA GESTAÇÃO | 57 |
| 7. PLACENTAÇÃO | 58 |
| 8. DIAGNÓSTICO DA GESTAÇÃO | 58 |
| 8.1 Palpação do útero via retal | 59 |
| 8.2 Ultrassom | 61 |
| 8.3 Proteína B específica da gravidez | 62 |
| 8.4 Determinação das concentrações de progesterona | 63 |
| 9. MANEJO DA VACA SECA | 63 |

| | |
|--|-----------|
| 10. O PERÍODO DE TRANSIÇÃO | 65 |
| 11. RESUMO | 66 |
| 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 68 |
| 4 | 70 |
| PUERPÉRIO | 70 |
| 1. INTRODUÇÃO | 70 |
| 2. INVOLUÇÃO UTERINA | 70 |
| 3. ANORMALIDADES DO PUERPÉRIO | 72 |
| 3.1 Retenção da placenta | 72 |
| 3.2 Patogenia | 73 |
| 3.3 Tratamento | 74 |
| 3.4 Prevenção | 75 |
| 4. INFECÇÕES UTERINAS | 76 |
| 4.1 Metrite puerperal | 76 |
| 4.2 Metrite clínica | 77 |
| 4.3 Endometrite clínica | 77 |
| 4.4 Endometrite subclínica | 78 |
| 5. DIAGNÓSTICO | 78 |
| 6. IMPACTO DAS INFECÇÕES UTERINAS NA REPRODUÇÃO E PRODUÇÃO | 78 |
| 7. TRATAMENTOS | 79 |
| 7.1 Antibióticos | 79 |
| 7.2 Tratamento com infusões de substâncias antissépticas | 81 |
| 7.3 Tratamentos hormonais | 81 |
| 8. PIOMETRA | 83 |
| 9. VAGINITE EM FÊMEAS GESTANTES | 83 |
| 10. RESUMO | 84 |
| 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 85 |
| 5 | 88 |
| ANESTRO | 88 |
| 1. INTRODUÇÃO | 88 |
| 2. CONTROLE NEUROENDÓCRINO DO ANESTRO | 88 |
| 2. FATORES QUE DETERMINAM O INÍCIO DA ATIVIDADE OVARIANA PÓS-PARTO | 89 |
| 4. O CORPO LÚTEO DOS PRIMEIROS CICLOS PÓS-PARTO | 91 |
| 5. ANESTRO PATOLÓGICO | 92 |
| 5.1 Alterações do aparelho genital que causam anestro | 92 |
| 5.2 Cistos foliculares | 92 |
| 5.3 Cistos luteinizados | 95 |

| | |
|--|------------|
| 5.4 Aplasia segmentar | 95 |
| 5.5 Piometra | 96 |
| 6. ANESTRO RELACIONADO COM O TEMPO DE SERVIÇO | 96 |
| 6.1 Anestro pré-serviço | 96 |
| 6.2 Anestro pós-serviço | 96 |
| 7. FALSO ANESTRO OU ANESTRO FUNCIONAL | 97 |
| 8. MANEJO DA VACA ANÉSTRICA | 97 |
| 8.1 UN CLD2-3 FE10 | 98 |
| 8.2 UE CLD1 FE10-15 | 98 |
| 8.3 UT DE FE10-15 | 99 |
| 8.4 UE DE EE | 99 |
| 8.5 UE CHD FE10 | 99 |
| 8.6 UN DE EE | 99 |
| 8.7 UN CFD EE | 100 |
| 8.8 UN CLD EE | 100 |
| 8.9 Piometra CLD2-3 FE | 100 |
| 9. TRATAMENTOS HORMONAIIS PARA INDUÇÃO DA ATIVIDADE OVARIANA | 100 |
| 10. GONADOTROPINA CORIÔNICA EQUINA (eCG) | 102 |
| 11. RESUMO | 103 |
| 12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 105 |
| 6 | 108 |
| FERTILIDADE | 108 |
| 1. INTRODUÇÃO | 108 |
| 2. ESTIMATIVA DA FERTILIDADE EM BOVINOS LEITEIROS | 108 |
| 2.1 Porcentagem de concepção | 109 |
| 2.2 Taxa de prenhez | 110 |
| 2.3 Porcentagem de vacas gestantes | 112 |
| 2.4 Dias abertos | 112 |
| 2.5 Intervalo entre partos (IEP) | 112 |
| 2.6 Dias em leite | 113 |
| 2.7 Porcentagem de vacas secas | 113 |
| 3. FATORES ASSOCIADOS À FERTILIDADE | 114 |
| 3.1 Produção de leite | 114 |
| 3.2 Número de vacas por rebanho | 115 |
| 3.3 Início da atividade ovariana pós-parto | 116 |
| 3.4 Número de serviços | 116 |
| 3.5 Concentrações séricas de progesterona | 117 |
| 3.6 Nutrição | 120 |
| 3.7 Estresse calórico | 121 |

| | |
|--|------------|
| 3.8 Estratégias para diminuir o efeito do estresse calórico na fertilidade | 124 |
| 3.8.1 Sombreamento | 124 |
| 3.8.2 Ventilação forçada | 124 |
| 3.8.3 Refrescamento/banhos em tanques | 126 |
| 3.8.4 Refrescamento com umidade/aspersão de água e ventilação forçada | 127 |
| 3.9 Estresse oxidativo | 128 |
| 3.10 Momento e técnica da inseminação artificial | 129 |
| 3.11 Condição corporal e fertilidade | 131 |
| 3.12 Mastite | 133 |
| 3.13 Endometrite | 133 |
| 3.14 Dinâmica folicular pré-serviço e pós-serviço | 134 |
| 3.15 Número de folículos antrais: indicador da fertilidade nas vacas | 135 |
| 3.16 Anormalidades do aparelho reprodutor | 136 |
| 4. TRATAMENTOS HORMONAIS PARA MELHORAR A PORCENTAGEM/TAXA DE CONCEPÇÃO | 139 |
| 4.1 Progesterona | 140 |
| 4.2 hCG no quinto dia pós-inseminação | 140 |
| 4.3 GnRH ou hCG no momento da inseminação | 141 |
| 4.4 GnRH ou hCG nos dias 12 a 14 pós-inseminação | 142 |
| 4.5 Hormônio bovino do crescimento (bGH) ou somatotropina bovina (bST) | 142 |
| 5. MORTE FETAL | 143 |
| 5.1 Brucelose | 144 |
| 5.2 Diarreia viral bovina (DVB ou BVD) | 146 |
| 5.3 Neosporose | 147 |
| 5.4 Leptospirose | 148 |
| 5.5 Maceração fetal | 149 |
| 5.6 Mumificação fetal | 150 |
| 6. RESUMO | 150 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 153 |
| 7 | 158 |
| REPRODUÇÃO EM NOVILHAS LEITEIRAS | 158 |
| 1. INTRODUÇÃO | 158 |
| 2. PUBERDADE | 159 |
| 3. DETECÇÃO DE ESTRO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL | 160 |
| 4. TAXA DE PREENHEZ | 162 |
| 5. INSEMINAÇÃO DE NOVILHAS COM SÊMEN SEXADO | 162 |
| 6. MONTA DIRIGIDA | 164 |
| 7. PROGRAMAS DE SINCRONIZAÇÃO DE ESTROS | 164 |
| 7.1 Prostaglandina F2a | 164 |
| 7.1.1 Dupla injeção de PGF2a | 165 |

| | |
|---|------------|
| 7.2 Progestágenos | 166 |
| 7.3 Progestágenos orais | 167 |
| 7.4 Sincronização da ovulação e inseminação em tempo fixo | 168 |
| 8. MANEJO DO ANESTRO | 169 |
| 9. MANEJO DA NOVILHA INFÉRTIL | 170 |
| 10. RESUMO | 171 |
| 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 172 |
| ÍNDICE ANALÍTICO | 174 |



1

CICLO ESTRAL

1. INTRODUÇÃO

A fêmea bovina apresenta ciclos estrais em intervalos de 19 a 23 dias e estes só são interrompidos durante a gestação ou devido a alguma patologia. O estro é o período de aceitação da cópula e tem uma duração de 8 a 18 horas. Durante o metaestro ocorre a ovulação e se desenvolve o corpo lúteo. O diestro é o estágio mais longo do ciclo e é caracterizado pela presença de um corpo lúteo. Se a gestação não for estabelecida, o endométrio secreta prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$) o que induz a luteólise, reiniciando assim um novo ciclo.

2. EIXO HIPOTÁLAMO-HIPÓFISE-OVÁRIO

Os hormônios são substâncias produzidas por diferentes células do organismo que exercem funções específicas em outras células (células brancas). Alguns hormônios atuam na mesma célula que o secreta (atividade autócrina), outros nas células vizinhas (atividade parácrina) e outros são transportados pelo sangue e exercem a sua função em células de outros órgãos (atividade endócrina). Existem outros tipos de hormônios que comunicam a diferentes indivíduos e são conhecidos como feromônios. Os feromônios regulam diferentes funções, entre as quais se destacam as reprodutivas.

O hipotálamo encontra-se na base do cérebro, é formado por núcleos pares de neurônios e comunica-se com a hipófise através de um sistema circulatório especializado conhecido como sistema porta-hipotálamo-hipofisário. Os neurônios da área ventromedial e da área pré-óptica do hipotálamo secretam o hormônio libertador

das gonadotropinas (GnRH), que por sua vez chega à hipófise através do sistema porta-hipotálamo-hipofisário e estimula a secreção do hormônio luteinizante (LH) e do hormônio folículo estimulante (FSH). O LH mantém um padrão de secreção paralelo à secreção de GnRH; ou seja, uma parcela de GnRH corresponde a uma parcela de LH, ao contrário do FSH que tem uma produção basal elevada inibida pelo estradiol e inibina, por este motivo, a sua secreção não apresenta um padrão pulsante semelhante ao LH.

O GnRH tem duas formas de secreção: a primeira é pulsante ou tônica, regulada por estímulos externos (fotoperíodo, bioestimulação, amamentação) e por estímulos internos (metabolitos, hormônios metabólicos, hormônios sexuais); a segunda forma é pré-ovulatória ou cíclica e é estimulada pelos estrogênios durante o estro e inibida pela progesterona.

A secreção de alguns hormônios, bem como diversos processos fisiológicos, são sincronizados com a duração do dia e da noite (ritmos endógenos). A luz é percebida pelos fotorreceptores da retina e o sinal luminoso chega à glândula pineal através de conexões neuronais (trato retino-hipotalâmico). Na glândula pineal, o estímulo produzido pela luz inibe a síntese da melatonina. Desta forma, a duração do dia e da noite (fotoperíodo) é registrada pelas variações nas concentrações da melatonina. Na vaca, sabe-se que o fotoperíodo influencia alguns processos reprodutivos, embora não seja, em sentido estrito, uma espécie com um padrão reprodutivo sazonal.

Os feromônios sexuais são excretados através da urina, fezes e fluidos corporais; eles são percebidos pelo epitélio olfatório e órgão vomeronasal. Posteriormente, algumas vias nervosas estimulam no hipotálamo a frequência dos pulsos de secreção do GnRH. A exposição a feromônios femininos provoca no macho um aumento na frequência de secreção do LH e isto por sua vez aumenta as concentrações de testosterona. Os feromônios masculinos induzem na fêmea um aumento da frequência de secreção do LH, estimulando o crescimento folicular e a secreção de estradiol. A estimulação sexual provocada pelo macho ou pela fêmea é denominada bioestimulação.

As alterações na condição corporal estão positivamente correlacionadas com as concentrações séricas de insulina, fator de crescimento semelhante à insulina tipo I (IGF- I) e leptina. Assim, quanto maior a classificação da condição corporal, maior é a concentração sérica destes hormônios, que atuam como sinais que chegam ao

hipotálamo e modificam a frequência de secreção do GnRH. Por exemplo, a transição do anestro para a ciclicidade coincide com um aumento da condição corporal e das concentrações de insulina, IGF- I e leptina (figura 1.1).

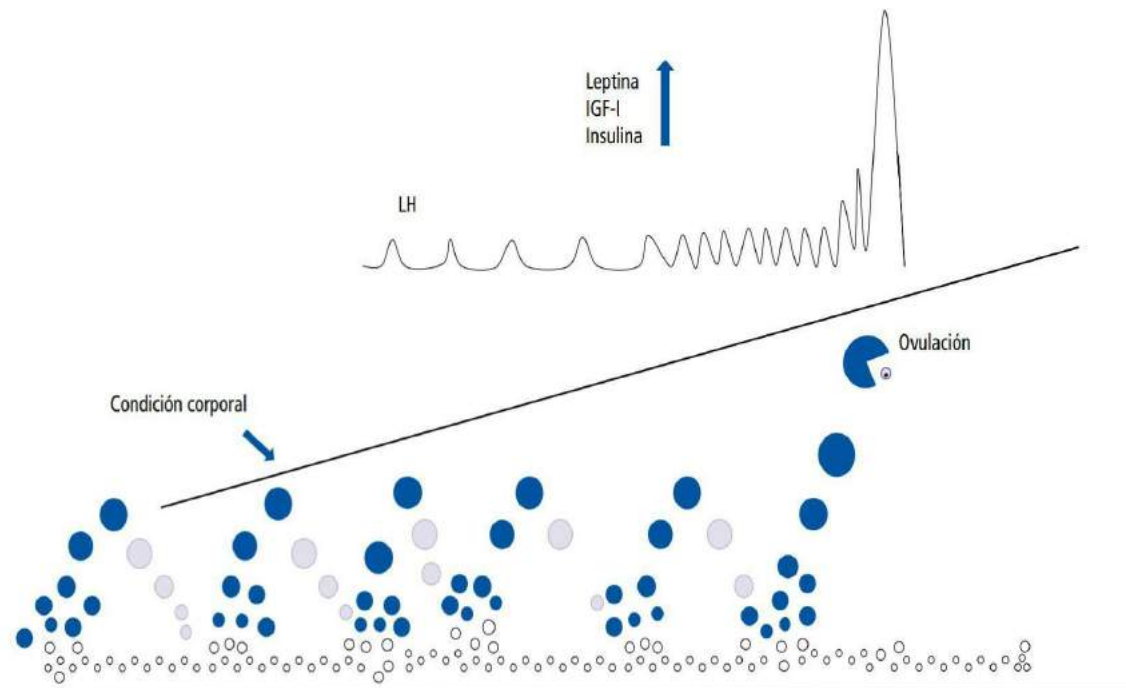


Figura 1.1: A transição do anestro para a ciclicidade coincide com um aumento da condição corporal e das concentrações de insulina, IGF- I e leptina. Estes hormônios atuam como sinais que chegam ao hipotálamo e aumentam a frequência de secreção do GnRH. **Fonte:** GALINA, *et al.* 1988.

Os estrogênios podem ter um feedback positivo ou negativo sobre a secreção de GnRH, o que depende da fase do ciclo reprodutivo. Em animais pré-púberes e em anestro pós-parto, os estrogênios inibem a secreção de GnRH, mas durante o período de proestro e estro há uma estimulação para a secreção de GnRH.

A progesterona reduz a secreção de GnRH, bem como a resposta da hipófise ao GnRH, inibindo assim a maturação folicular e a ovulação. Por esta razão, a progesterona foi utilizada com sucesso como contraceptivo em humanos e para o controle artificial da reprodução em animais domésticos (figura 1.2).

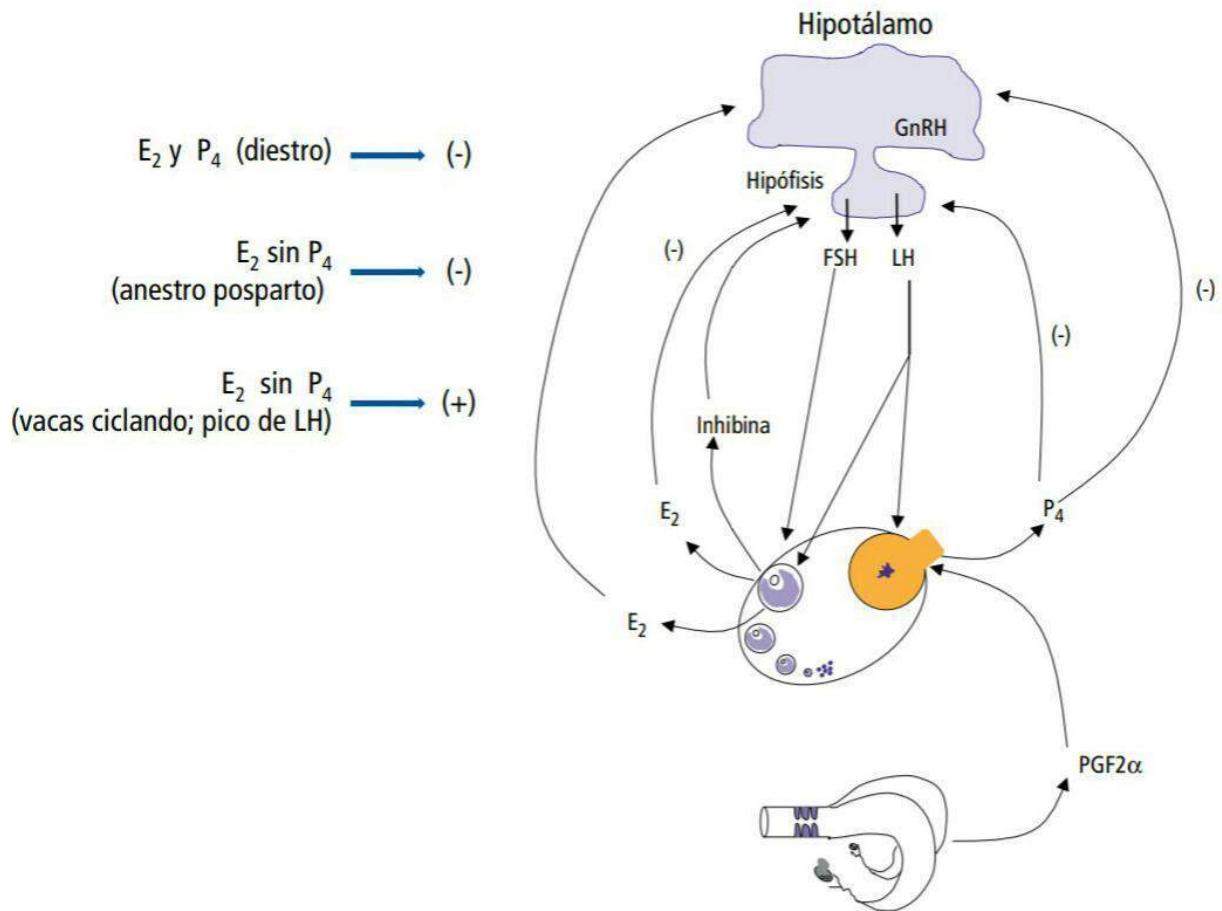


Figura 1.2: Retroalimentação entre o hipotálamo, hipófise e o ovário. O GnRH estimula na hipófise a síntese e secreção de LH e FSH. Na fase pré-púbere e no anestro pós-parto, os estrogênios inibem a secreção de GnRH, enquanto no proestro e estro, estimulam-na. A progesterona inibe a secreção de GnRH e diminui a resposta da hipófise ao GnRH. Os estrogênios e a inibina suprimem a secreção de FSH diretamente na hipófise. **Fonte:** GALINA, *et al.* 1988.

Os neurônios secretores de GnRH não têm receptores para estrogênios e progesterona, pelo que estes hormônios não têm forma de regular diretamente a secreção de GnRH. Existe um grupo de neurônios hipotalâmicos que exprimem o gene Kiss-1 que codifica o peptídeo kisspeptina. Os neurônios secretores de GnRH têm receptores para este peptídeo, de modo que a kisspeptina fornece a informação aos neurônios secretores de GnRH em relação às concentrações de hormônios sexuais. A kisspeptina é um potente estimulador da secreção de GnRH e é muito provável que nos próximos anos venha a fazer parte dos recursos hormonais para o controle artificial da reprodução, não só nos bovinos, mas em todas as espécies domésticas.

3. DESENVOLVIMENTO FOLICULAR

O ovário é responsável pela produção de ovócitos e pela síntese de hormônios sexuais, estrogênios e progesterona, que promovem e regulam a fertilização do ovócito e a manutenção da gestação. O ovócito encontra-se no interior do folículo ovárico rodeado por células granulosas que participam de forma ativa no seu crescimento e maturação. As experiências *in vitro* demonstram a dependência dos ovócitos das células da granulosa, assim, quando os ovócitos são induzidos a amadurecer devem estar rodeados por várias camadas de células da granulosa para que este processo seja bem sucedido, caso contrário, não adquirem o potencial para desenvolver um embrião.

Embora as células da teca interna não estejam em contato direto com o ovócito, seu papel na maturação deste o exercem mediante a produção de andrógenos, mesmos que são convertidos em estrógenos pelas células da granulosa. Além disso, as células da teca favorecem o estabelecimento da rede capilar que apoia o desenvolvimento folicular. Por outro lado, os novos conhecimentos indicam que o ovócito não é um elemento passivo no desenvolvimento folicular, mas regula a função das células foliculares; o que significa que ele próprio participa na criação de um microambiente ideal para a sua maturação. Além disso, é possível que o ovócito tenha um papel na ativação do desenvolvimento dos folículos primordiais.

A fêmea bovina nasce com aproximadamente 200 mil folículos, dos quais muito poucos se ativam e iniciam seu crescimento, e a maior parte deles sofre atresia em diferentes etapas de desenvolvimento. Ao nascimento, os folículos estão na fase mais elementar e são conhecidos como folículos primordiais. Posteriormente, estes folículos se ativam e se transformam em folículos primários e secundários; até este momento os folículos não têm antro (etapa pré-antral) e seu desenvolvimento é independente das gonadotropinas. Quando os folículos formam o antro são conhecidos como folículos terciários e seu desenvolvimento é dependente das gonadotropinas (etapa antral).

O crescimento folicular no estágio antral ocorre em forma de ondas e cada onda começa com um aumento nos níveis de FSH, o qual promove o crescimento de um grupo de cinco a seis folículos (~4 mm de diâmetro); este processo é conhecido como recrutamento. Subseqüentemente, um único folículo continua a crescer (folículo dominante), o que provoca um aumento das concentrações de estrogênios e inibina, uma

diminuição das concentrações de FSH e atresia dos folículos subordinados, pois eles dependem totalmente deste hormônio, enquanto o folículo dominante continua o seu desenvolvimento estimulado pelo LH. O folículo dominante perdura de quatro a seis dias e se não chega a ovular, sofre atresia. Após a atresia do folículo dominante, diminuem-se os níveis de estrogênio e inibina, observa-se um aumento das concentrações de FSH e inicia-se uma nova onda folicular.

O folículo dominante que está presente quando o corpo lúteo sofre regressão, continua seu desenvolvimento e ovula, em resposta ao pico pré-ovulatório de LH. Além de promover a liberação do ovócito, a secreção pré-ovulatória de LH regula a formação do corpo lúteo a partir das células foliculares, processo conhecido como luteinização. Durante o ciclo estral são apresentadas de duas a três ondas foliculares. As vacas com três ondas foliculares têm uma fase lútea mais longa e, conseqüentemente, um ciclo estral mais longo, de 22 a 23 dias; enquanto as vacas com duas ondas apresentam um ciclo estral de 18 a 21 dias. Nas vacas leiteiras, cerca de 70% apresentam duas ondas foliculares, enquanto 30% exibem três ondas (figura 1.3 e 1.4).



Figura 1.3: Neste ovário se observam folículos antrais, os quais crescem em forma de ondas (1) e em cada onda se desenvolve um folículo dominante, o qual pode ovular se ocorrer o pico pré-ovulatório de LH (2). Após a ovulação o folículo se transforma em um corpo hemorrágico (3) e, posteriormente, esta estrutura se torna no corpo lúteo (4). Se a gestação não for estabelecida, o útero secreta PGF2 α provocando a luteólise. Após a regressão lútea, resta apenas uma cicatriz (corpo branco) no córtex do ovário (5). **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 1.4. Ovário com folículos de diferentes tamanhos e com um corpo lúteo. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

Nas vacas com duas ondas foliculares, o período de dominação folicular é maior do que nas de três ondas. O tempo de dominação influencia o potencial dos ovócitos para desenvolver um embrião viável; assim, a porcentagem de concepção é menor quando ovulam folículos que tiveram mais dias de dominação dos que quando ovulam folículos com menor tempo de dominação (figura 1.5).

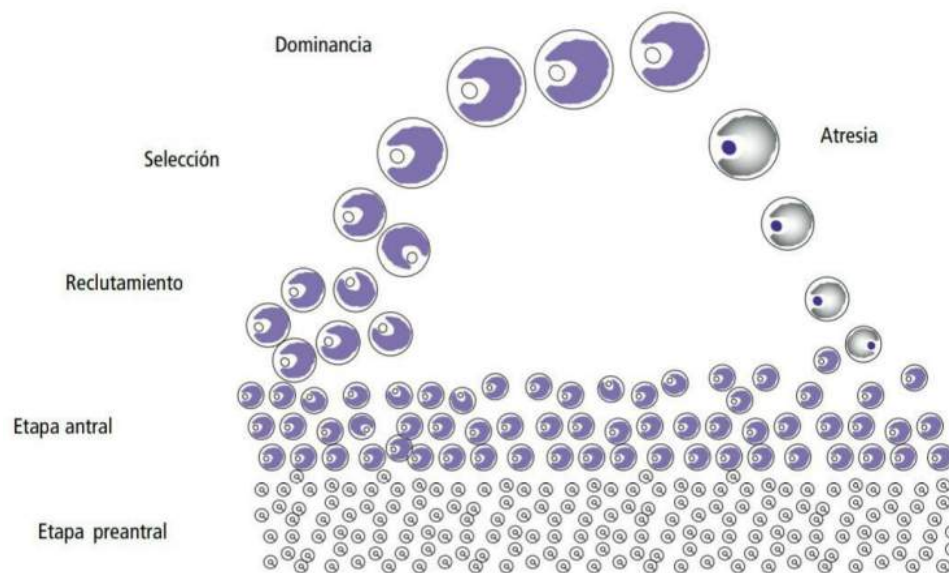


Figura 1.5. O crescimento folicular no estágio antral ocorre na forma de ondas. Cada onda começa com um aumento nas concentrações de FSH, o que promove o recrutamento de cinco a seis folículos (~4 mm de diâmetro). Posteriormente um único folículo continua crescendo (folículo dominante), enquanto seus companheiros (subordinados) sofrem atresia. O folículo dominante perdura de quatro a seis dias e se não chega a ovular, sofre atresia. Após a atresia do folículo dominante observa-se um aumento das concentrações de FSH, iniciando-se uma nova onda folicular. **Fonte:** GALINA, *et al.* 1988.

3.1 Ovulação múltipla

Nos últimos anos tem-se observado um aumento na proporção de vacas com ovulação múltipla (20% x 1% em novilhas), o que tem provocado um aumento da proporção de partos gêmeos (8% x 1% em novilhas). A frequência de vacas com ovulação múltipla está associada com a alta produção de leite; de modo que, as vacas que produzem menos de 40 kg mostram 6% de ovulações múltiplas e aquelas que produzem mais de 50 kg alcançam até 50%. A causa deste fenômeno não é conhecida, contudo, observaram-se diferenças nas concentrações de FSH, de tal forma que as vacas que desenvolvem de dois a três folículos dominantes numa onda folicular, apresentam níveis de FSH mais elevados que as vacas que têm apenas um folículo dominante. Em vacas em lactação, a concentração de progesterona é baixa devido ao aumento do metabolismo hepático, o que aumenta a sua taxa de descarte. Foi observado que as vacas que tiveram uma fase lútea com níveis de progesterona mais elevados, no ciclo anterior à inseminação, apresentam menos ovulações múltiplas em comparação com as vacas que tiveram níveis de progesterona mais baixos. Propõe-se que as baixas concentrações de progesterona permitam um aumento da frequência de secreção do GnRH e, conseqüentemente, do LH e do FSH, favorecendo a predominância múltipla e, eventualmente, a ovulação de mais de um folículo. Nos rebanhos leiteiros, as gestações gemelares não são desejáveis porque aumenta o risco de perda da gestação e, se esta chegar ao término, haverá o risco de perda da gestação e, se esta for concluída, o risco de distocia é consideravelmente mais elevado (figuras 1.6, 1.7, 1.8 e 1.9).

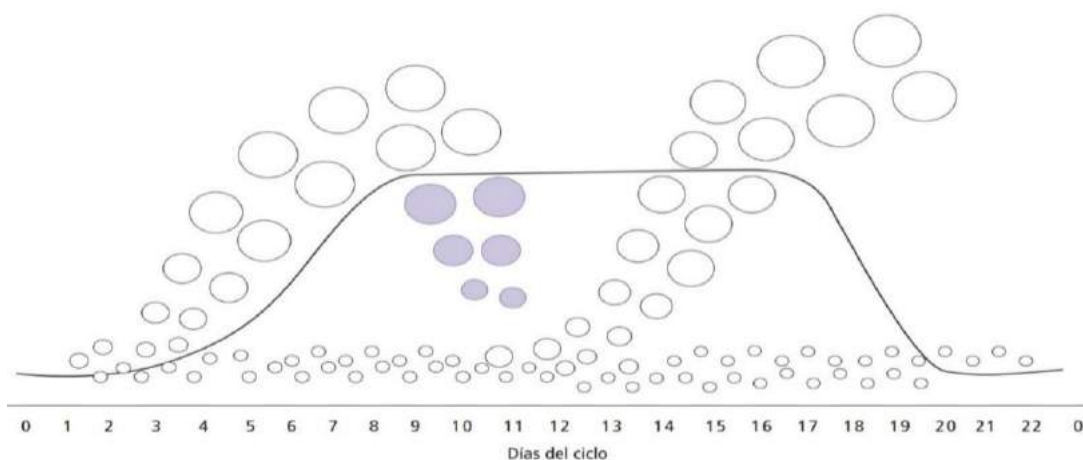


Figura 1.6: As baixas concentrações de progesterona sérica nas vacas em lactação permitem um aumento da frequência de secreção do GnRH, bem como o aumento do LH

e do FSH. Isto favorece a dominação múltipla e eventualmente a ovulação de mais de um folículo. Esta figura mostra a dominância de dois folículos em cada onda folicular (codominância). **Fonte:** GALINA, *et al.* 1988.



Figura 1.7: Ovários de uma vaca leiteira em diestro com três folículos dominantes. **1.8:** Ovários de uma vaca leiteira com três corpos lúteos. **1.9:** Ovários de uma vaca leiteira com dois corpos hemorrágicos. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

4. DESENVOLVIMENTO E CONTROLE DA FUNÇÃO DO CORPO LÚTEO

Quando o folículo dominante completa sua maturação, ele produz níveis de estrogênio suficientes para provocar a liberação máxima do GnRH, o que desencadeia o pico pré-ovulatório de LH. Esta secreção de LH provoca a ovulação e inicia as mudanças para que o folículo se transforme em um corpo lúteo, processo conhecido como luteinização.

A luteinização compreende todas as mudanças morfológicas, endócrinas e enzimáticas que ocorrem no folículo ovulatório até que este se transforme num corpo lúteo. O processo de luteinização começa a partir da elevação pré-ovulatória de LH; mesmo antes da ovulação. A luteinização do folículo dominante (≥ 8 mm de diâmetro) pode ser induzida hormonalmente pela injeção de GnRH ou gonadotropina coriônica humana (hCG).

A ovulação ocorre em média 30 horas após o pico pré-ovulatório de LH. A secreção pré-ovulatória de LH desencadeia a liberação de enzimas proteolíticas e de mediadores da inflamação na parede folicular, as quais degradam o tecido conjuntivo e ocasionam morte celular. Posteriormente, a $PGF2\alpha$ induz contrações da teca externa, levando à ruptura folicular e à expulsão do ovócito.

Após a ovulação, as células da teca interna e da granulosa migram e distribuem-se nas paredes do folículo. As células da teca interna se diferenciam e se multiplicam em células lúteas pequenas, enquanto que as células da granulosa se hipertrofiam e dão origem às células lúteas grandes. Estas alterações são facilitadas pela ruptura da membrana basal que separa a camada celular da granulosa da teca interna. De forma paralela começa a formação de uma ampla rede de capilares que se distribuem em todo o corpo lúteo em formação, e chegam a constituir até 20% do volume desta estrutura (figuras 1.10 e 1.11).



Figura 1.10: Corpo lúteo do dia 8 do ciclo.
Fonte: Acervo pessoal do autor.



Figura 1.11: Corte sagital de corpo lúteo do dia 10 do ciclo. Esta glândula pode representar mais da metade da massa ovariana. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

A progesterona é o principal produto de secreção do corpo lúteo. No quinto dia do ciclo estral, as concentrações séricas deste hormônio são superiores a 1 ng/ml, indicando que o corpo lúteo adquiriu a sua plena funcionalidade. A progesterona atua basicamente sobre os órgãos genitais da fêmea, sendo responsável pela preparação do útero para o estabelecimento e manutenção da gestação. Na mucosa do oviduto e do útero, estimula a secreção de substâncias que promovem o desenvolvimento do embrião, até que este comece a nutrir-se através da placenta.

A progesterona suprime a resposta imunitária do útero, o que é necessário para tolerar o embrião, já que este é um corpo estranho para a vaca. Além disso, a progesterona evita as contrações do útero, fecha o colo do útero e modifica as características do muco cervical, tornando-o mais viscoso, impedindo a passagem de

agentes estranhos para o interior do útero. Na glândula mamária, estimula o desenvolvimento do sistema alveolar, preparando-a para a síntese e a secreção de leite.

5. REGRESSÃO DO CORPO LÚTEO

A regressão lútea é um processo ativo ocasionado pela secreção uterina da $PGF2\alpha$. O mecanismo pelo qual se inicia a síntese e secreção da $PGF2\alpha$ depende de uma interação entre o corpo lúteo, os folículos e o útero. Os estrogênios produzidos no folículo dominante desempenham um papel importante no início da secreção de $PGF2\alpha$, uma vez que promovem a síntese de receptores para ocitocina. Além disso, os estrogênios estimulam, no endométrio, a produção da fosfolipase A e da ciclooxigenase; enzimas indispensáveis para a síntese da $PGF2\alpha$.

Durante o ciclo estral, a progesterona inibe a síntese da $PGF2\alpha$ através da supressão da formação de receptores para o estradiol. Após um período de 12 a 14 dias de exposição à progesterona, as células endometriais tornam-se insensíveis à progesterona. Quando isso ocorre, as células endometriais sintetizam receptores para estradiol, permitindo que o estradiol produzido no folículo dominante estimule a síntese de receptores para ocitocina. Neste momento, o endométrio está pronto para sintetizar e secretar $PGF2\alpha$, em resposta ao estímulo da ocitocina. A primeira secreção de ocitocina é de origem hipotalâmica, o que desencadeia o primeiro pulso de $PGF2\alpha$. Os seguintes episódios de $PGF2\alpha$ são induzidos pela ocitocina produzida no corpo lúteo. A $PGF2\alpha$ é secretada em episódios (pulsos) com intervalos de seis a oito horas, sendo necessários cinco a seis episódios para a luteólise ocorrer. Se a $PGF2\alpha$ não seguir este padrão de secreção, a regressão do corpo lúteo falhará. Além da $PGF2\alpha$ de origem uterina, o corpo lúteo também produz $PGF2\alpha$, que aumenta o efeito luteolítico. A falta de sensibilidade à $PGF2\alpha$ observada nos corpos lúteos imaturos (primeiros cinco dias após a ovulação) deve-se ao fato de, neste período, o corpo lúteo ainda não produzir $PGF2\alpha$ (figura 1.12, 1.13 e 1.14).

Figura 1.12: Ovários de uma vaca em metaestro (terceiro dia do ciclo). O ovário esquerdo tem um corpo lúteo em regressão (amarelo pálido) e no direito se observa um corpo hemorrágico. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 1.13: Ovário com um corpo hemorrágico. Dia 4 do ciclo estral. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 1.14: Entre os dias 17 e 18 do ciclo, o endométrio secreta $\text{PGF}_{2\alpha}$, que chega por via local ao ovário e destrói o corpo lúteo, iniciando-se assim um novo ciclo estral. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



6. ETAPAS DO CICLO ESTRAL

O ciclo estral é dividido em quatro etapas bem definidas.

6.1 Estro

Neste estágio a fêmea aceita a cópula ou a monta de outra vaca. O estro é provocado pelo aumento significativo das concentrações de estradiol produzido pelo folículo pré-ovulatório e pela ausência de um corpo lúteo. A duração desta etapa é de 8 a 18 horas.

6.2 Metaestro

O metaestro é a etapa posterior ao estro, tem uma duração de quatro a cinco dias. Durante esta etapa ocorre a ovulação e se desenvolve o corpo de lúteo. Após a ovulação, observa-se uma depressão no lugar ocupado pelo folículo ovulatório (depressão ovulatória) e, posteriormente, se desenvolve o corpo hemorrágico (corpo lúteo em processo de formação). Durante o metaestro, as concentrações de progesterona começam a aumentar até atingirem níveis superiores a 1 ng/ml, momento a partir do qual considera-se que o corpo lúteo atingiu a maturidade. No momento em que as concentrações de progesterona são superiores a 1 ng/ml, toma-se como critério fisiológico a determinação do fim do metaestro e o início do diestro. Um evento hormonal que se destaca neste período consiste na apresentação do pico pós-ovulatório de FSH, o qual desencadeia a primeira onda de desenvolvimento folicular. Algumas vacas apresentam sangramento conhecido como sangramento metaestral (figura 1.15).

6.3 Diestro

O diestro é o estágio de maior duração do ciclo estral, de 12 a 14 dias. Durante este estágio o corpo lúteo mantém sua plena funcionalidade, o que se reflete em concentrações sanguíneas de progesterona, maiores que 1 ng/ml. Além disso, nesta fase, pode-se encontrar folículos de tamanho diferente devido às ondas foliculares. Após 12-14 dias de exposição à progesterona, o endométrio começa a secretar $PGF2\alpha$ em um padrão pulsátil, ao qual termina com a vida do corpo lúteo e com o diestro. Em termos endócrinos, quando o corpo lúteo perde a sua funcionalidade, ou seja, quando as

concentrações de progesterona diminuem abaixo de 1 ng/ml, finaliza-se o diestro e começa o proestro. Cabe mencionar que durante esta fase, o LH é secretado com uma frequência muito baixa e o FSH tem incrementos responsáveis pelas ondas foliculares.



Figura 1.15: Sangramento metaestral. Este sinal se manifesta em cerca de 50% das vacas.
Fonte: Acervo pessoal do autor.

6.4 Proestro

O proestro caracteriza-se pela ausência de um corpo lúteo funcional e pelo desenvolvimento e maturação do folículo ovulatório. O proestro na vaca dura de dois a três dias. Um evento hormonal característico desta etapa é o aumento da frequência dos pulsos de secreção de LH que levam à maturação final do folículo ovulatório e ao aumento do estradiol sérico, que desencadeia o estro.

Para além da classificação do ciclo estral acima descrita, existe outra que divide o ciclo em duas fases: progestacional (lútea) e estrogênica (folicular). A fase progestacional inclui o metaestro e o diestro, e a fase estrogênica ao proestro e estro (figura 1.16).

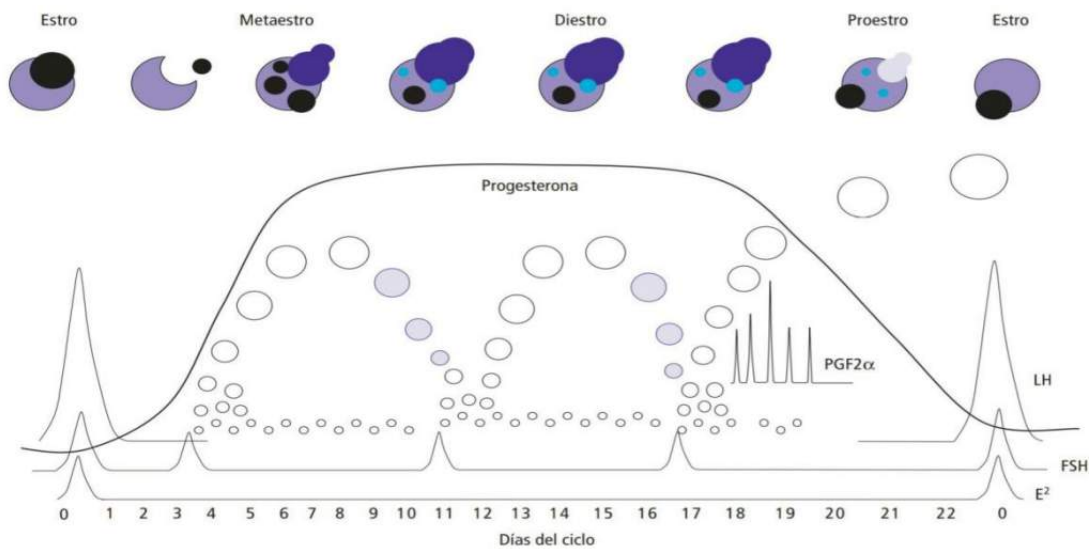


Figura 1.16: Etapas do ciclo estral. **Fonte:** Adaptado e elaborado a partir de FERREIRA, 2010.

7. RESUMO

- ✓ O ciclo estral dura de 19 a 23 dias.
- ✓ A vaca é receptiva durante 8 a 18 horas (estro).
- ✓ Ao nascimento uma bezerra tem cerca de 200 mil folículos primordiais.
- ✓ Durante o ciclo estral se apresentam de duas a três ondas foliculares.
- ✓ De cinco a seis folículos são recrutados em cada onda folicular.
- ✓ Cerca de 70% das vacas têm duas ondas foliculares e 30% apresentam três ondas.
- ✓ Entre 10 e 20% das vacas têm ovulações múltiplas (dois a três folículos) e 8% têm partos gêmeos.
- ✓ A ovulação ocorre 30 horas após o pico pré-ovulatório de LH.
- ✓ A secreção pré-ovulatória de LH é de 15 a 30 ng/ml.
- ✓ 12 a 14 dias são necessários para que o endométrio se torne insensível à progesterona e comece a secretar PGF2α.
- ✓ São necessários cinco a seis pulsos de PGF2α com um intervalo de oito horas para ocasionar a luteólise.
- ✓ O corpo lúteo não é sensível à PGF2α nos primeiros cinco dias do ciclo estral.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Nadja Gomes; PEREIRA, Marcos Neves; COELHO, Rodrigo Michelini. Nutrição e reprodução em vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, p. 11248-11248, 2009.
- ARBOLEDA, José Leonardo Ruiz; URIBE-VELÁSQUEZ, Luis Fernando; OSORIO, José Henry. Factor de crecimiento semejante a insulina tipo 1 (IGF-1) en la reproducción de la hembra bovina. **Vet. zootec**, v. 5, n. 2, p. 68-81, 2011.
- BARUSELLI, Pietro Sampaio; GIMENES, Lindsay Unno; SALES, José Nélio de Sousa. Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 2, p. 205-211, 2007.
- COLE, H. H.; CUPPS, P. T. **Reproduction in domestic animals**. 1ª ed. Londres: Academic Press, 1977.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Características Gerais dos Bovinos/General Characteristics of Cattle Bovine**. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/DASCGD>. Acesso em: Fevereiro de 2020.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Definição de Conceitos Básicos na Reprodução Animal: Fertilidade, Fecundidade e Prolificidade-Suínos**. Philarchive. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/DASDDC-2>. Acesso em: Fevereiro de 2020.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fisiologia Clínica do Ciclo Estral de Vacas Leiteiras: Desenvolvimento Folicular, Corpo Lúteo e Etapas do Estro**. Belo Jardim: IFPE, 2020.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fisiologia da Reprodução Animal: Ovulação, Controle e Sincronização do Cio**. Belo Jardim: IFPE, 2020.
- DO VALLE, Ezequiel Rodrigues. **O ciclo estral de bovinos e métodos de controle**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1991.
- FERREIRA, A. M. **Reprodução da fêmea bovina: fisiologia aplicada e problemas mais comuns**. Juiz de Fora: Editar, 2010.
- GALINA HIDALGO, Carlos *et al.* **Reproducción de animales domésticos**. México: Limusa, 1988.
- HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. São Paulo: Manole, 2004.
- MCDONALD, L.E. **Veterinary endocrinology and reproduction**. 3.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1980.
- MELLO, R. R. C. *et al.* Desenvolvimento folicular inicial em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 37, n. 4, p. 328-333, 2013.
- MELLO, Raquel Rodrigues Costa *et al.* Aspectos da dinâmica folicular em bovinos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 4, p. 01-06, 2015.

- NEBEL, Ray; DEJARNETTE, M. Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. **SELECT SIRES INC**, v. 6, 2011.
- PALMA, Gustavo A. **Biotecnología de la reproducción**. Balcarce: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2008.
- PEREIRA, Elias de Oliveira. **Fisiologia da reprodução em vacas leiteiras: REVISÃO DE LITERATURA**. TCC Medicina Veterinária. Ituverava: FAFRAM, 2019.
- PETERS, A. R.; BALL, P. J. H. **Reprodução em bovinos**. São Paulo: Editora Roca, 2006.
- PRIETO-GÓMEZ, Bertha; VELÁZQUEZ-PANIAGUA, Mireya. Fisiología de la reproducción: hormona liberadora de gonadotrofinas. **Rev Fac Med UNAM**, v. 45, n. 6, p. 252-57, 2002.
- SALISBURY, Glenn Wade; LODGE, J. R.; VANDEMARK, N. L. **Fisiología de la reproducción e inseminación artificial de los bóvidos**. Zaragoza: Acribia, 1978.
- VIVEIROS, Ana Tereza de Mendonça. **Fisiologia da reprodução de bovinos**. Lavras: UFLA, 1997.



2

ESTRO E SERVIÇO

1. INTRODUÇÃO

A identificação de vacas em cio (estro ou cio) é, sem dúvida, a prática mais importante no manejo da reprodução do rebanho leiteiro. Apesar dos avanços no conhecimento da fisiologia da reprodução a nível celular e molecular, a identificação de vacas em estro continua sendo o problema reprodutivo mais importante e o que mais causa prejuízos econômicos. Na indústria de laticínios no Brasil, seu impacto não foi estimado, porém, a estimativa feita por países como os Estados Unidos, onde se perdem 300 milhões de dólares por ano, pode dar uma ideia, atribuída apenas à baixa eficiência na detecção de estros. Por que é cada vez mais difícil detectar vacas em estro? A resposta está relacionada aos aspectos intrínsecos da vaca leiteira moderna, associadas às práticas de manejo dos rebanhos atuais, caracterizados por possuírem grande número de vacas nos plantéis.

2. COMO SABER SE UMA VACA ESTÁ EM CIO/ESTRO?

O comportamento estral é causado por um aumento no estradiol sérico produzido pelo folículo ovulatório. O aumento do estradiol provoca mudanças de comportamento e modificações na genitália externa e interna. A vaca mostra-se inquieta, sua vocalização aumenta, ela anda mais, tenta montar em outras vacas e aceita a monta do touro ou de outra vaca, bem como urinam com mais frequência (micção frequente). A vulva fica levemente inflamada, à palpação retal o útero pode ser visto com tônus ou turgor (duro e contraído) e ao massagear o colo do útero observa-se que

sai muco cristalino da vulva em abundância. O mecanismo clássico proposto na regulação do estro é baseado principalmente no papel do estradiol; no entanto, estudos recentes indicam que o GnRH pode participar da regulação do estro ao nível do hipotálamo. O estro possui duração entre 8 e 18 horas e a intensidade do mesmo é afetada por fatores ambientais e intrínsecos da vaca moderna (figuras de 2.1 a 2.6).



Figura 2.1: As vacas em estro formam grupos ativos (grupo sexualmente ativo) separados do resto das vacas. A conformação desses grupos facilita a observação do estro. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 2.2: A observação do grupo sexualmente ativo facilita a identificação das vacas em estro. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 2.3: O único comportamento positivo do estro é a aceitação da monta de outra vaca. É frequente que a vaca que realiza a monta também esteja em estro, o que só será afirmado até que ela aceite a monta de outra vaca. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 2.4: Cada monta dura de 5 a 7 segundos. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 2.5: A vaca leiteira aceita de 5 a 30 montas distribuídas entre 8 e 18 horas. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 2.6: Além das mudanças comportamentais, os estrogênios causam alterações na genitália interna. Uma delas é a produção de muco cervical, que juntamente com o turgor uterino, constituem os sinais genitais do estro. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

A formação de grupos de vacas é um fator ideal para a detecção de vacas em cio, elas ficam juntas e começam a montar uma nas outras, a cheirar a urina de ambas etc. comportamentos que podem ser visualizados de longe pelo tratador, para que seja diagnosticado o cio o mais breve possível, seleção das vacas e depois para a implementação do manejo reprodutivo adotado pela propriedade, seja monta natural ou controlada e/ou inseminações artificiais (IA) e artificiais em tempo fixo (IATF).

O cio pode ser dividido em três fases, a inicial, a fase de cio verdadeiro e a fase final. O cio verdadeiro, quando é observado, é caracterizado pelo momento em que a vaca aceita claramente a monta. Por sua vez, os sinais de início e final de cio se

misturam, apresentam nervosismo e inquietação, cheiram e lambem a vagina e a urina de outras vacas, apoiam a cabeça na garupa de outras fêmeas etc. (figura 2.7). Uma das sugestões adotadas nas propriedades para facilitar a identificação do cio em um rebanho é realizada pelos funcionários com a utilização de um bastão ou fita de coloração da garupa das vacas.



Figura 2.7: Principais sinais que demonstram que a vaca está entrando em cio. As imagens mostram o início do cio, cio verdadeiro e final do cio. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

3. RELAÇÃO TEMPORAL ENTRE O ESTRO E A OVULAÇÃO

O início do estro está relacionado temporalmente ao pico pré-ovulatório de LH (hormônio luteinizante). Entre o início do estro e o pico de LH transcorrem de duas a seis horas e, em alguns casos, esses dois eventos ocorrem simultaneamente. A ovulação mantém uma relação temporal constante com o pico de LH. Em geral, a ovulação ocorre de 28 a 30 horas após o pico de LH; ou, visto de outra forma, 30 a 36 horas após o início do estro (figura 2.8).

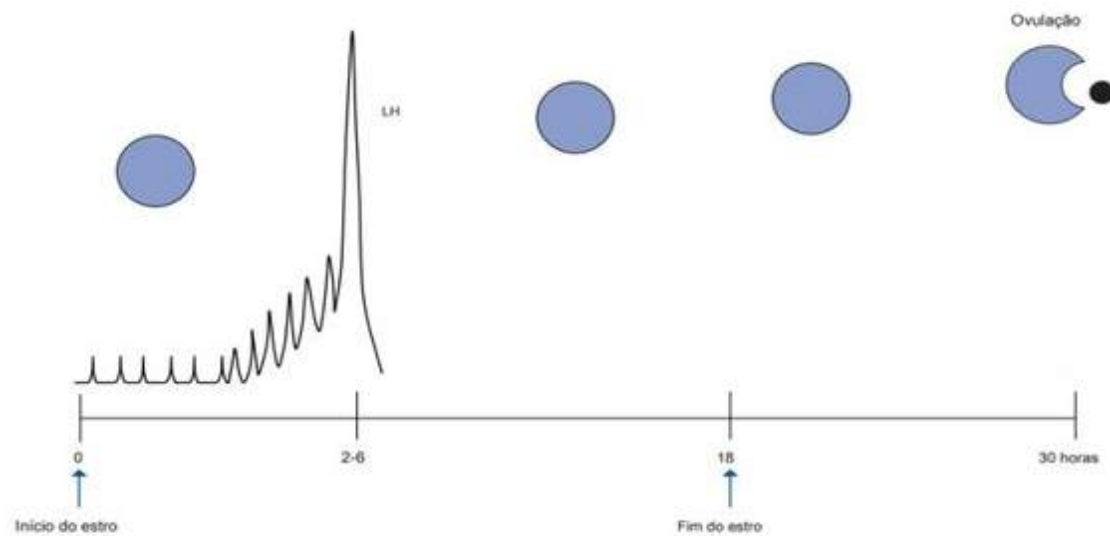


Figura 2.8: Relação temporal entre estro, pico de LH pré-ovulatório e ovulação. O pico pré-ovulatório ocorre duas a seis horas após o início do estro e a ovulação ocorre, em média, 30 horas após o início do estro. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

4. EFICIÊNCIA NA DETECÇÃO DO ESTRO

A eficiência de detecção de estro (EDE) é definida como a proporção de vacas observadas em estro em relação ao total elegível (esperado), para apresentar estro em um período equivalente à duração de um ciclo estral. Esses dados são calculados a partir das vacas que atendem às seguintes características: vacas não inseminadas, sem doenças reprodutivas, com mais de 60 dias pós-parto e não gestantes. Depois de fazer a lista das vacas que atendem às condições acima (vacas elegíveis), espera-se um período de 22 dias (duração média do ciclo estral) e as fichas reprodutivas são revisadas para saber quantas foram observadas em estro. É comum que metade das vacas elegíveis apresentem estro (eficiência de 50%). Uma meta alcançável com observação contínua é de 80%. Essa observação e cálculo é de suma importância, uma vez que porcentagens ideais de 80-85-90% indicam bom manejo e menores gastos, em contraste, baixos índices de vacas em estro indicam mau manejo e maiores gastos, ou até mesmo problemas reprodutivos relacionados com a falta de nutrientes na ração que leva ao retardamento da puberdade e a entrada à vida reprodutiva, ou até mesmo vacas que não manifestam cio e tendem a serem descartadas.

Uma forma indireta de conhecer a eficiência na detecção do estro é saber a porcentagem de vacas vazias que atingem o diagnóstico de prenhez. De modo geral, vacas não gestantes devem apresentar estro entre 21 e 24 dias após a cobertura ou serviço.

Quando isso não ocorre, as vacas são palpadas entre os dias 40 e 45 pós-inseminação para o diagnóstico de gestação. É comum que algumas vacas estejam vazias, o que indica, na maioria dos casos, que elas não foram detectadas no retorno ao estro. Espera-se que menos de 20% das vacas estejam vazias quando o diagnóstico de gestação for feito; uma porcentagem maior indica baixa eficiência na detecção do estro.

4.1 Intervalos entre serviços/cobrições

Outra forma de estimar a eficiência na detecção de estro em rebanhos leiteiros é avaliando os intervalos entre serviços. É desejável que todas as vacas não gestantes retornem ao cio com um intervalo normal (21 a 24 dias). É aceito que 65-70% das vacas apresentem estro com intervalo normal; <10% de intervalo curto (<17 dias); <10% de intervalo longo (25 a 35 dias); <20% de intervalo duplo (36 a 48 dias), e 0% com intervalo de mais de 48 dias. Os intervalos entre serviços observados em rebanhos comerciais estão muito distantes dos objetivos apontados, o que indica sérios problemas de eficiência na detecção do estro (tabela 2.1):

Tabela 2.1: Intervalos entre serviços em rebanhos leiteiros confinados

| Intervalo | Duração (dias) | Número de vacas | Porcentagem (%) | Meta (%) |
|-----------|----------------|-----------------|-----------------|----------|
| Normal | 18 a 24 | 1685 | 33 | 65 - 70 |
| Curto | ≤ 17 | 300 | 6 | < 10 |
| Longo | 25 a 35 | 797 | 16 | < 10 |
| Duplo | 36 a 48 | 977 | 19 | < 20 |
| > 48 dias | 36 a 48 | 1278 | 25 | 0 |
| Total | | 5037 | 100 | |

Fonte: Adaptação de TIXI et al., 2009.

5. FATORES QUE AFETAM A EFICIÊNCIA NA DETECÇÃO DO ESTRO/CIO

5.1 Concentrações séricas de estradiol

A eficiência na detecção das ondas de cios tem diminuído nos últimos anos devido à redução da intensidade do estro atribuída, entre outras causas, a uma elevada taxa de eliminação hepática de estrogênios. Em vacas em lactação, o fluxo hepático é maior devido à alta ingestão de matéria seca, o que aumenta a taxa de catabolismo dos hormônios esteroides.

5.2 Somatotropina bovina recombinante (bST)

Em vacas regularmente tratadas com bST, a eficiência na detecção de estro é menor do que em vacas não tratadas. A influência da bST na manifestação do estro independe do aumento da produção de leite. O bST provavelmente reduz a intensidade do estro ao reduzir a sensibilidade do cérebro aos estrogênios.

5.3 Produção de leite

Existe uma associação negativa entre a produção de leite e a eficiência da detecção de cios. Assim, quanto maior a produção de leite, menos vacas são detectadas no estro. Possivelmente, a baixa eficiência na detecção de cio em vacas de alta produção se deve ao fato de apresentarem estro menos intenso e de menor duração do que vacas com menor produção de leite. Talvez a alta produção de leite diminua a expressão do estro porque essas vacas apresentam maior taxa metabólica e menores concentrações séricas de estrogênio.

5.4 Tempo e hora de observação

Embora a eficiência na detecção do estro seja o problema reprodutivo mais importante, o tempo dedicado a esta atividade é insuficiente. Os trabalhadores dedicados a esta tarefa são frequentemente responsáveis por outras atividades que nada têm a ver com a reprodução.

A atividade estral é mais intensa durante o nascer e o pôr do sol e quando as vacas se movem em grupos para as áreas de ordenha ou descanso. Os melhores horários

para observar o cio são das 6h00 às 9h00 e das 17h00 às 20h00; com esses períodos de observação, pode-se alcançar uma eficiência na detecção do cio em até 80%.

5.5 Instalações

As instalações têm importante influência na expressão do estro. Em alojamentos com piso de concreto, a expressão do estro é reduzida, enquanto nas baias com piso de terra o estro é mais longo e intenso, o que aumenta a probabilidade de detecção (figura 2.9).



Figura 2.9: Pisos de cimento reduzem a intensidade do estro, portanto, em rebanhos criados nessas instalações, deve-se ser mais rigoroso com o tempo de observação do cio.
Fonte: Acervo pessoal do autor.

5.6 Problemas do sistema locomotor

Em rebanhos leiteiros, cerca de 40% das vacas costumam ter problemas musculoesqueléticos (laminite e pododermatite). Essas patologias fazem com que as vacas se deitem por mais tempo, o que reduz o consumo de matéria seca e aprofunda o balanço energético negativo, afetando diversos processos reprodutivos. Além disso, problemas nas patas reduzem a intensidade do estro, o que diminui a eficiência de sua detecção.

A laminite é uma infecção caracterizada como uma inflamação aguda ou crônica das lâminas do casco, que sustenta todo o peso do animal, um problema no casco traz sérias perdas ao animal como diminuição da produtividade leiteira, perda de peso, diminuição do ciclo estral, perda de condição corporal etc. A pododermatite também é uma infecção que causa uma lesão infecciosa nos cascos do animal geralmente devido a exposição do animal a superfícies irregulares como pedras, pastos secos etc., que faz com que o animal apoie-se em apenas um ou dois membros; e em ambientes úmidos e com más condições de higiene.

5.7 Estresse térmico

A intensidade do estro diminui quando as vacas estão sob estresse térmico. Uma redução no número de montas recebidas durante a estação quente foi observada em comparação com a estação fria. A redução do comportamento estral deve-se à diminuição da atividade física causada pela alta temperatura e possivelmente à diminuição das concentrações séricas de estradiol observadas em vacas sob estresse calórico.

5.8 Fatores humanos

Embora esse fator tenha pouco a ver com a fisiologia reprodutiva, é sem dúvida o fator que mais influencia a eficiência reprodutiva. A maioria dos trabalhadores do rebanho leiteiro não tem seguridade social (previdência) e recebe baixos salários, o que é uma oportunidade atraente para aumentar a eficiência reprodutiva; se os trabalhadores recebessem melhores salários, seguridade social e estímulos econômicos, o problema de fertilidade seria menor e a lucratividade dos rebanhos leiteiros aumentaria significativamente.

6. FERRAMENTAS QUE FACILITAM A DETECÇÃO DE VACAS EM ESTRO

Atualmente existem várias ferramentas disponíveis para ajudar a detectar vacas em estro, sendo as mais importantes as descritas a seguir.

6.1 Pedômetros

O fundamento desta ferramenta é que a vaca, durante a fase de estro, caminha mais do que nas outras fases do ciclo estral. O pedômetro (figura 2.10), colocado na região dos ossos metacarpais III e IV, registra a atividade locomotora diária. Quando a vaca caminha mais longe, ela é listada para o inseminador examinar retalmente, para determinar se há sinais genitais de estro e proceder à inseminação dela (figura 2.11).



Figura 2.10: Vaca com pedômetro. O aumento da atividade locomotora é um indicador do comportamento do estro. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

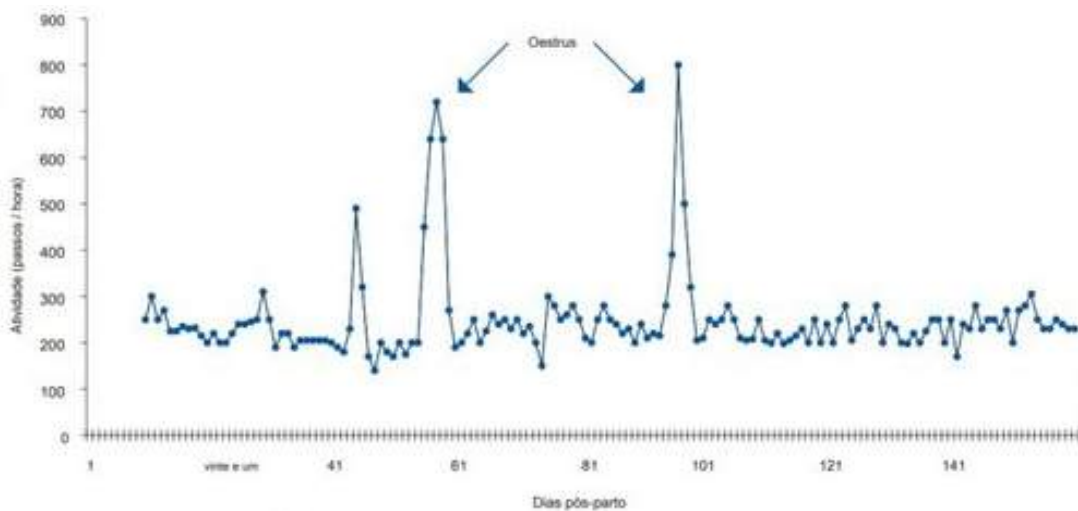


Figura 2.11: O pedômetro registra o número de passos que a vaca dá por hora. Esta figura mostra os dias em que a atividade locomotora aumentou, o que está associado ao início do estro. **Fonte:** Dados avaliados e elaborados pelo autor.

6.2 Adesivos com cápsula de corante (K-mar)

Esses dispositivos (figura 2.12) são colocados na garupa, são de cor branca e contém uma cápsula de tinta, que se quebra quando a vaca recebe uma monta. Assim, na vaca positiva a mancha torna-se vermelha, enquanto na negativa permanece branca. Existem também outros detectores de montas no mercado que consistem em manchas que, quando esfregadas, mostram uma cor fluorescente (figura 2.13).



Figura 2.12: Remendo da cápsula de tinta (K-mar). A fotografia mostra uma vaca que recebeu montas (esquerda) e outra sem montas (direita). **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 2.13: Adesivo detector de montas que, quando esfregado, mostra uma cor fluorescente. Nesse caso, mostra-se uma vaca que recebeu uma monta. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

6.3 Detectores eletrônicos de monta (heat watch)

Esses dispositivos (figura 2.14) são colocados na garupa. Eles contêm um sensor eletrônico que é acionado quando a vaca recebe a montaria e emite um sinal que é recebido por uma antena colocada no curral (telemetria). O sinal é gravado em um computador e as vacas positivas aparecem em um laudo para o técnico inseminador.

6.4 Chin ball

Este método consiste em colocar um acessório na região da mandíbula do touro, denominado bola de queixo, que contém tinta (como uma caneta esferográfica, figura 2.15); o touro utilizado deve ter seu pênis desviado cirurgicamente. Quando o touro monta uma vaca, ele pinta sua garupa.

6.5 Crayon

O uso do giz de cera (“crayoneo”, figura 2.16) é a técnica mais comum em rebanhos leiteiros e consiste em pintar a garupa com giz de cera (região do sacro). Em vacas que recebem montas, a tintura desbota. Todos os dias o técnico verifica quais vacas não têm mais tinta, para examiná-las retalmente, e aquelas com sinais genitais de estro são inseminadas.



Figura 2.14: Vaca com detector de monta eletrônico (heat watch) colocado na garupa.
Fonte: Acervo pessoal do autor.



Figura 2.15: Touro com bola de queixo. Os touros com este dispositivo devem ter o pênis desviado para evitar a cópula. Embora esse sistema ajude na detecção do estro, o manejo do touro no curral representa um risco para os trabalhadores.
Fonte: Acervo pessoal do autor.



Figura 2.16: A marca do giz de cera na garupa é o meio mais simples e econômico para a detecção de vacas em estro.
Fonte: Acervo pessoal do autor.

7. PERÍODO VOLUNTÁRIO DE ESPERA

O período de espera voluntária é o tempo que decorre desde o parto até a decisão do primeiro serviço. A duração deste período depende dos critérios do criador e do veterinário. Há trinta anos o atendimento nas vacas era praticado a partir do 40º dia pós-parto; entretanto, atualmente é preferível entre os dias 50 a 60. A mudança se deve ao fato de que hoje as vacas produzem mais leite e não é incomum observar que quando começa a secagem há vacas que estão produzindo mais de 30 kg, o que é lamentável, pois uma quantidade considerável de leite é perdida.

Por outro lado, começar a servir vacas antes do 50º dia pós-parto resulta em baixas taxas de concepção, isso se deve a um ambiente uterino inadequado, anormalidades oocitárias e alta incidência de morte embrionária precoce. Em contrapartida, quando o primeiro serviço é realizado após o dia 50, a probabilidade da vaca ficar gestante aumenta, já que ela está se afastando dos efeitos negativos do estado metabólico pós-parto e dos problemas do puerpério.

Em um rebanho leiteiro, vacas no 50º dia pós-parto apresentam produção de leite e condição corporal diferentes; além disso, são vacas de diferentes números de partos e com diferentes antecedentes de puerpério. Portanto, cada vaca deve ter um período de espera voluntária diferente; no entanto, o manejo de rebanhos modernos (rebanhos com mais de 500 vacas) exige o agendamento de grupos de vacas para inseminação, o que limita o manejo individual. Apesar da baixa fertilidade de algumas

vacas que são inseminadas alguns dias após o parto: é necessário iniciar a inseminação o mais rápido possível para atingir um alto percentual de vacas prenhes no dia 100 pós-parto.

8. TAXA DE PRENHEZ

Existem diferentes parâmetros para avaliar a fertilidade no rebanho leiteiro e cada parâmetro permite identificar problemas específicos. Assim, o percentual de concepção refere-se à proporção de vacas prenhes do total inseminado, enquanto a taxa de prenhez é a proporção de vacas prenhes do total elegível para ser inseminado, durante um período equivalente a um ciclo estral (21 dias).

O percentual de concepção permite identificar problemas relacionados ao tempo de serviço, à técnica de inseminação e aos fatores associados à morte embrionária precoce. A taxa de prenhez é um parâmetro resultante de dois aspectos: a eficiência na detecção do estro e a porcentagem de concepção. A taxa de prenhez é calculada multiplicando-se a eficiência na detecção de estro pela porcentagem de concepção, dividido por 100. De forma que, em um rebanho com eficiência na detecção de estro de 50% e com porcentagem de concepção de 30%, a taxa de prenhez é de 15%. Esse número indica que, das vacas elegíveis para apresentar estro e inseminadas em um período de 21 dias, apenas 15% permanecem gestantes.

A taxa de prenhez permite identificar problemas relacionados à falha da concepção e aqueles associados à eficiência na detecção do estro. A maior pretensão de um especialista é conseguir que a taxa de prenhez seja igual ao percentual de concepção (30%), isso indicaria que todas as vacas elegíveis para apresentar estro foram inseminadas (100% de eficiência na detecção do estro). Uma taxa geral aceitável de prenhez é de 20%. Deve-se notar que nos rebanhos dos Estados Unidos a taxa média de prenhez é de 15%. Aumentar a fertilidade geral do rebanho, aumentando a taxa de concepção, é uma meta realmente difícil. Porém, pode ser aumentado com o aumento da taxa de prenhez, ou seja, com o aumento do número de vacas inseminadas.

Em estudo realizado no México, foi desenvolvido um modelo matemático que simula o comportamento de um rebanho e estima a utilidade com diferentes taxas de prenhez. O lucro por vaca por ano com uma taxa de prenhez de 15% foi de R\$767 reais.

Quando a taxa de prenhez aumenta 5%, a utilidade aumenta para R\$935 reais. O aumento da taxa de prenhez de 20 para 25% gera um aumento de R\$485 reais e de 25 para 30% o aumento é de apenas R\$160 reais. A simulação foi feita com uma porcentagem de concepção fixa de 30%, de forma que o aumento da taxa de prenhez depende apenas do aumento da eficiência na detecção do estro.

Para garantir que as vacas tenham parto a cada 13 meses, a vaca deve engravidar nos primeiros 110 dias após o parto. Por começar a servir/cobrir após o 50º dia pós-parto (período de espera voluntária), existem apenas duas ou três oportunidades (dois ou três ciclos estrais de 21 a 23 dias). Se a vaca for inseminada quando, por acaso, for observada no cio (50% de eficiência na detecção do estro), serão necessários quatro ciclos estrais (90 dias) para dar o primeiro serviço a 95% das vacas. Nessas condições, mais da metade das vacas não terá iniciado a gestação antes do 110º dia pós-parto. Portanto, a única opção para aumentar o percentual de vacas prenhes nos primeiros 110 dias pós-parto é por meio da implantação de técnicas de sincronização de estro, todas apoiadas em métodos que aumentem a eficiência na detecção do estro.

9. CONTROLE DO CICLO ESTRAL PARA AUMENTAR A TAXA DE PRENHEZ

Os tratamentos para sincronização do estro são baseados na destruição do corpo lúteo pela administração de PGF2 α , ou na inibição da ovulação com o uso de progestágenos.

9.1 Prostaglandina F2 α

A administração de PGF2 α entre os dias 6 e 17, do ciclo estral, provoca regressão do corpo lúteo, o que resulta no início do estro nas próximas 48 a 120 horas.

A PGF2 α é utilizada para a sincronização do estro em grupos de vacas, bem como é utilizada para a indução do estro individualmente nas vacas que apresentam corpo lúteo. A resposta dos animais tratados é variável; em novilhas podem ser alcançados até 95% dos animais em estro, enquanto em vacas em lactação, a resposta varia de 45 a 70%. Os fatores mais importantes que determinam a variação na resposta são discutidos abaixo.

9.1.1 Precisão na palpação retal do corpo lúteo

A $PGF2\alpha$ é eficaz apenas em vacas durante a diestro; isto é, quando têm corpo lúteo funcional (dias 6 a 17 do ciclo estral). O erro mais comum é tratar vacas sem corpo lúteo. Em testes realizados com veterinários experientes, 80% de acerto foi obtido na palpação do corpo lúteo, o que significa que 20% das vacas tratadas não tinham corpo lúteo e, portanto, não respondem à $PGF2\alpha$ (figura 2.17).



Figura 2.17: A precisão da palpação do corpo lúteo é de 80% entre veterinários experientes. Esta é a causa da baixa resposta em programas de sincronização de cio com $PGF2\alpha$. A tendência nos rebanhos leiteiros modernos é a injeção de $PGF2\alpha$, para grupos de vacas sem palpação retal. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

9.1.2 Eficácia da $PGF2\alpha$ na regressão lútea

Frequentemente, pensa-se que uma $PGF2\alpha$ comercial é mais eficaz do que outra. Diferentes marcas de $PGF2\alpha$ foram testadas, naturais e sintéticas, mediante a determinação das concentrações de progesterona, verificou-se que todos destroem o corpo lúteo com a mesma eficiência. Nestes testes, as concentrações de progesterona atingiram os níveis basais entre 24-36 horas após o tratamento. Cerca de 5% das vacas com corpos lúteos funcionais não sofrem regressão lútea, por causas desconhecidas. Além disso, nos primeiros cinco dias o corpo lúteo não é suscetível ao efeito luteolítico da $PGF2\alpha$.

9.1.3 Etapa do diestro em que a $PGF2\alpha$ é aplicada

Após o tratamento com $PGF2\alpha$, o estro ocorre entre 48 a 120 horas, com 75% do estro concentrando-se nas primeiras 96 horas. A causa da variação da resposta está na variabilidade da população folicular entre as vacas, no momento do tratamento. Se a vaca tiver um folículo de ~10 mm de diâmetro, levará menos tempo (48 a 72 horas; figura 2.18) em apresentar estro do que uma vaca com folículos menores que 5 mm (> 96 horas; figura 2.19). Essa condição limitou, por muitos anos, a inseminação artificial em tempo fixo. No entanto, atualmente existem tratamentos hormonais que permitem homogeneizar a população folicular para se obter uma melhor sincronização do estro e da ovulação, o que permite a inseminação em tempo fixo (IATF) com bons resultados.

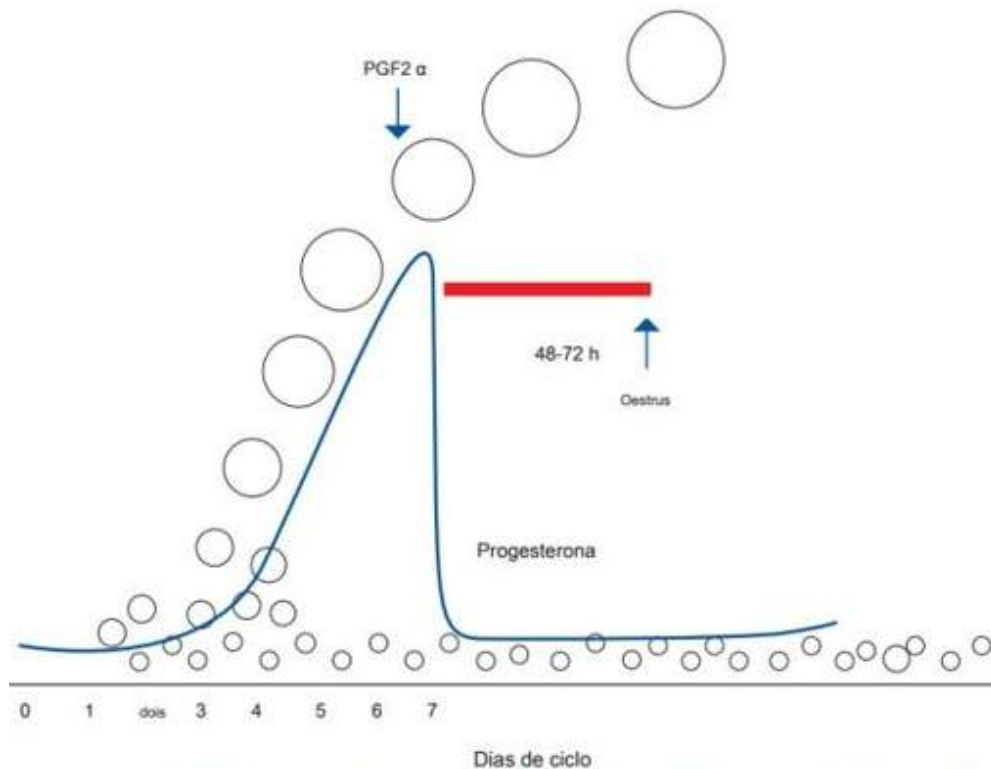


Figura 2.18: Em vacas tratadas com $PGF2\alpha$ entre o sexto e oitavo dia do ciclo estral, o tempo de apresentação do estro é de 48 a 72 horas, pois nesta fase do diestro as vacas possuem um folículo dominante, que demorará menos para completar seu desenvolvimento. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

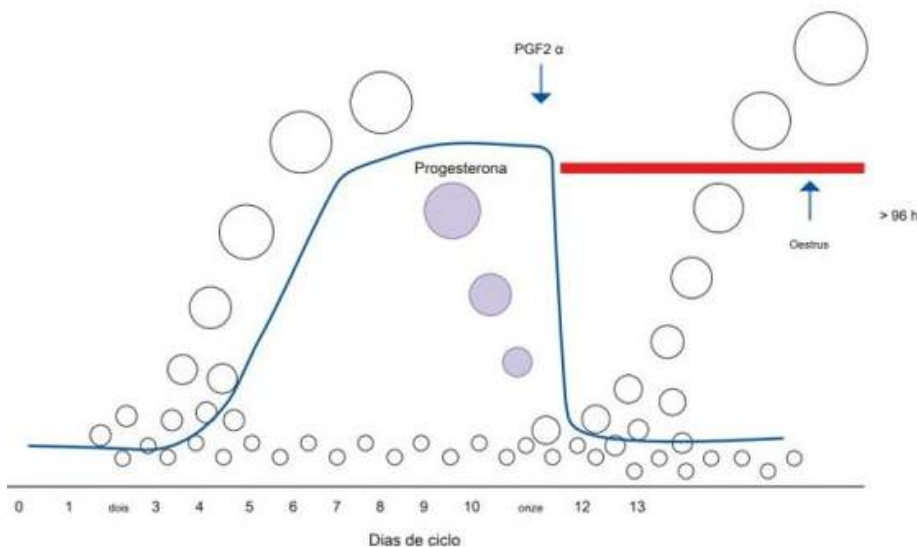


Figura 2.19: Em vacas tratadas com $\text{PGF2}\alpha$ entre os dias 10 e 12 do ciclo estral, o tempo de apresentação do estro é superior a 96 horas, visto que nesta parte do lado direito uma alta porcentagem de vacas possui folículos pequenos. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

9.1.4 Detecção de estros

Frequentemente, a causa da má resposta em programas de sincronização de estro com $\text{PGF2}\alpha$ reside na baixa eficiência na detecção do estro.

9.2 Programas com a $\text{PGF2}\alpha$

9.2.1 Injeção dupla com 11 ou 14 dias de intervalo

Além da sincronização das vacas selecionadas quanto à presença de corpo lúteo pela palpação retal, existem outras possibilidades que não requerem esse manejo. Nesses programas, duas doses de $\text{PGF2}\alpha$ são administradas com 11 ou 14 dias de intervalo. Assim, na primeira injeção, as vacas em diestro respondem; 11 ou 14 dias após a primeira injeção, tanto as vacas que apresentaram estro com a primeira dose quanto as que não apresentaram, estarão em diestro. A escolha de 11 ou 14 dias de separação entre as injeções de $\text{PGF2}\alpha$ depende das condições e do tipo de gado. Em vacas em lactação, recomenda-se intervalo de 14 dias, pois apresentam maior variação na duração do ciclo estral e, além disso, com esse intervalo, as injeções podem ser aplicadas às segundas-feiras, o que favorece a detecção do estro. Em novilhas, a injeção dupla de $\text{PGF2}\alpha$ pode ser escolhida, com 11 dias de intervalo (figura 2.20).



Figura 2.20: Programa de sincronização do estro com injeção dupla de PGF2 α . Com este programa, espera-se que no momento da segunda injeção de PGF2 α todas as vacas apresentem diestro e uma grande proporção delas apresentará estro. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

9.2.2 Programa de sincronização do estro com PGF2 α a cada 14 dias

Em gado leiteiro, a inseminação artificial foi facilitada pela injeção de PGF2 α a cada 14 dias. Esse programa consiste na injeção de PGF2 α entre 30 ou 40 dias pós-parto, que é repetida a cada 14 dias, até que a vaca seja inseminada. Esses programas são conhecidos em rebanhos leiteiros como pré-sincronização porque as vacas que não são inseminadas após as injeções de PGF2 α entram no programa de sincronização e inseminação da ovulação em um horário fixo. Espera-se que a proporção de vacas que não são servidas/cobertas durante a pré-sincronização e chegam ao programa da IATF não seja superior a 25%.

9.2.3 Sincronização de ondas foliculares

Nos últimos anos, vários programas de sincronização de estro foram desenvolvidos, combinando vários hormônios para que os estros e a ovulação sejam mais bem sincronizados e facilitem a IATF.

A fertilidade do estro sincronizado é influenciada pela duração do período de dominância do folículo ovulatório; assim, a ovulação de um folículo jovem (fresco) é mais provável de produzir uma gestação do que a ovulação de um folículo que permaneceu mais de seis dias como dominante (folículos antigos). Foram desenvolvidos tratamentos que promovem a homogeneização da população folicular entre vacas e com ela a ovulação dos folículos jovens.

Sabe-se que, após a ovulação, as concentrações dos hormônios inibidores da secreção de FSH (inibina e estradiol) diminuem e se observa aumento dessa gonadotrofina, o que ocasiona o recrutamento folicular e o início da primeira onda folicular, resultando na presença de um folículo jovem (dominante) nos dias seis ou sete do ciclo estral. A indução da ovulação ou luteinização dos folículos dominantes com GnRH ou hCG causa o início sincronizado de uma onda folicular, como ocorre após a ovulação espontânea. A atresia do folículo dominante também pode ser causada pela administração de estradiol ou progesterona; hormônios que diminuem a frequência dos pulsos de LH, o que induz a atresia do folículo e o início de uma nova onda folicular (figura 2.21). Essas técnicas de sincronização das ondas foliculares são utilizadas nos programas de sincronização da ovulação e na inseminação em tempo fixo, na sincronização do estro com progestágenos e em programas de superovulação.

9.2.4 Sincronização da ovulação e inseminação em tempo fixo

O sonho dos especialistas em reprodução bovina na década de 1960 era desenvolver um método que permitisse a inseminação artificial sem a detecção prévia do estro. Na década de 1970, com o advento da PGF2 α , os pesquisadores pensaram que a hora havia chegado; porém, este não foi o caso, pois entre a injeção do hormônio e a apresentação do estro havia muita variação, portanto, quando inseminada em tempo determinado a fertilidade era muito pobre porque, enquanto algumas vacas recebiam o serviço/cobertura muito cedo, outras eram inseminadas tarde demais.

O uso do ultrassom transretal na década de 1980 possibilitou a caracterização da dinâmica folicular e descobriu-se que o tempo entre a injeção de PGF2 α e a apresentação do estro dependeu do estágio do pico folicular em que a PGF2 α foi injetada. Na década de 1990, foram desenvolvidos programas que possibilitaram a sincronização das ondas foliculares, reduzindo a variação na apresentação do estro e da ovulação. Assim nasceram os programas de inseminação artificial em tempo fixo e sincronização da ovulação, como são conhecidos hoje. Nestes programas, as vacas são sincronizadas com PGF2 α (pré-sincronização) a cada 14 dias, a partir do 30º ou 40º dia pós-parto, com a finalidade de que no momento de iniciar a sincronização da ovulação estejam no início do diestro precoce, de cinco a nove.

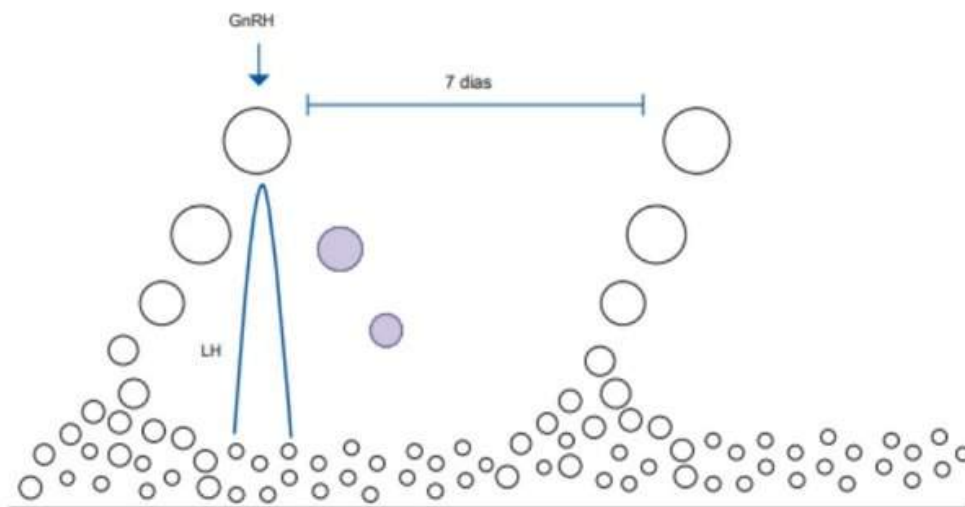
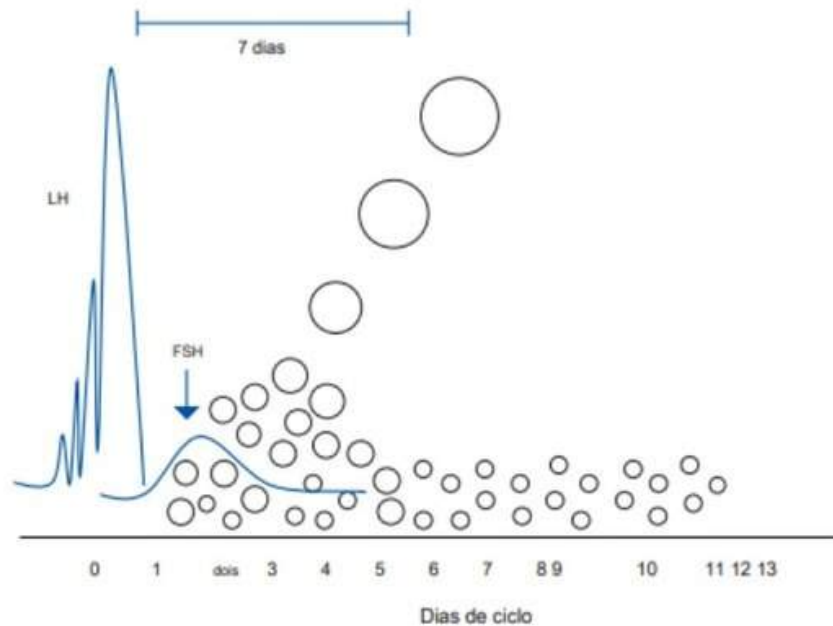


Figura 2.21: Em todas as vacas a primeira onda folicular é sincronizada, pois, após a ovulação, o FSH aumenta, iniciando o recrutamento folicular. Sete dias após a ovulação, todas as vacas têm um folículo dominante de tamanho semelhante (figura A). A sincronização do pico folicular pode ser alcançada pela injeção de GnRH, causando assim a luteinização dos folículos ≥ 8 mm de diâmetro, seguida pela secreção de FSH e início do pico folicular. Sete dias após a injeção de GnRH, haverá um folículo pré-ovulatório (Figura B). **Fonte:** Elaborado pelo autor.

A sincronização da ovulação começa 12 dias após a última injeção de PGF 2α ; começa com injeção de GnRH (dia 0), seguida pela injeção de PGF 2α (dia sete),

subsequentemente, a segunda dose de GnRH (dia nove) é administrada e a vaca é inseminada 16 horas depois. A primeira injeção de GnRH causa uma secreção de LH pré-ovulatória, que induz a ovulação ou luteinização de folículos ≥ 8 mm de diâmetro, iniciando uma nova onda folicular, uma condição semelhante à observada após a ovulação espontânea. Como a primeira injeção de GnRH é realizada no diestro inicial, no momento da injeção de PGF2 α , as vacas continuam a apresentar diestro e a maioria delas tem um folículo com grau de desenvolvimento semelhante, que ovula em resposta a segundo injeção de GnRH (figuras 2.22 a 2.24).

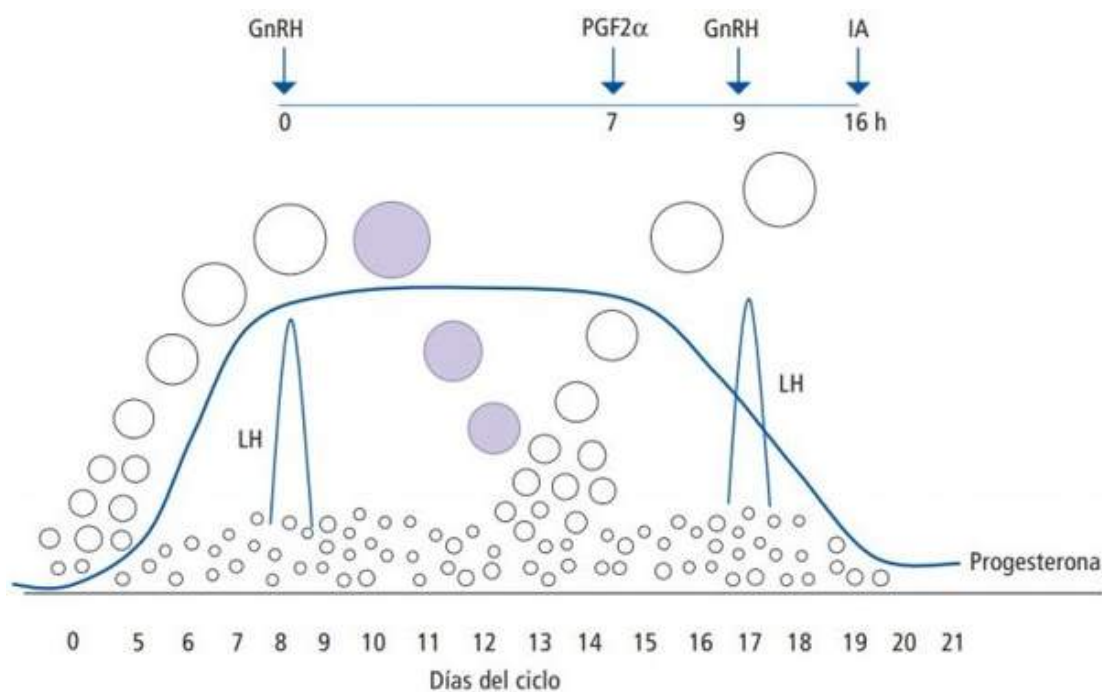


Figura 2.22: A primeira injeção de GnRH causa secreção de LH tipo pré-ovulatória, que induz luteinização ou atresia de folículos ≥ 8 mm de diâmetro, iniciando assim uma nova onda folicular. Como a primeira injeção de GnRH é feita no início do diestro inicial (dias seis a nove), no momento da injeção de PGF2 α , as vacas permanecem em diestro e a maioria tem um folículo com grau de desenvolvimento semelhante, que ovula em resposta à segunda injeção de GnRH. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

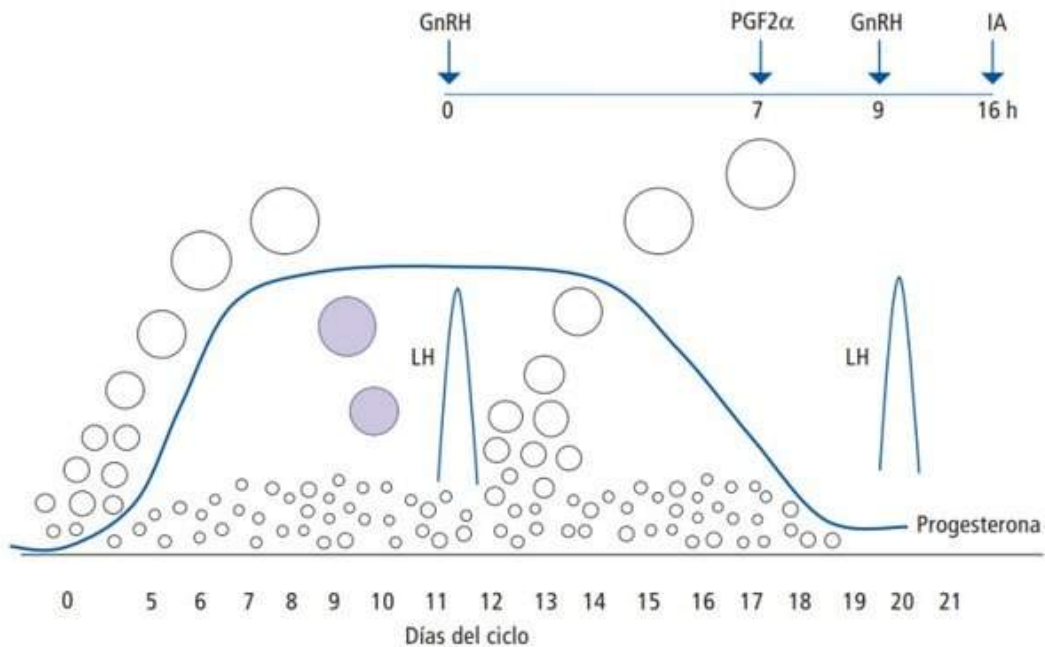


Figura 2.23: Quando a primeira injeção de GnRH é dada após o 10º dia do ciclo, a luteólise natural ocorre antes da injeção de PGF2 α , fazendo com que essas vacas não respondam ao momento da ovulação e devam ser inseminadas quando o estro é observado.
Fonte: Elaborado pelo autor.

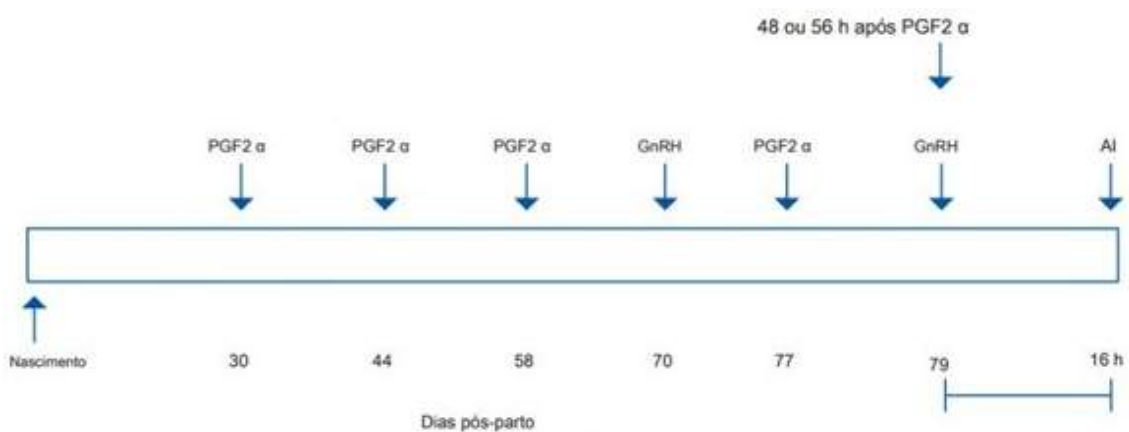


Figura 2.24: Com este programa, as vacas estarão entre os dias seis e nove do ciclo estral no momento da primeira injeção de GnRH. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

9.2.5 Inseminar em um tempo fixo ou estro detectado

Na prática, surge a discussão sobre os benefícios oferecidos pela IATF em comparação aos programas tradicionais, como a sincronização com PGF2 α e detecção do cio. Alguns especialistas manejam a reprodução do rebanho com prostaglandinas e detecção de cio apoiada pelo uso de pedômetros e giz de cera, obtendo taxas de prenhez comparáveis a outros rebanhos que utilizam programas da IATF.

Se resolvesse a baixa eficiência na detecção do estro nos rebanhos, talvez não houvesse necessidade dos programas de IATF, mas esse problema, longe de ser resolvido, tornou-se mais agudo. Adotar uma postura radical na escolha de um programa específico de manejo reprodutivo não é conveniente, pois mesmo quando o programa é baseado no uso de PGF2 α e na detecção de estro, haverá vacas com 70 a 80 dias pós-parto sem serviço e que poderão ser candidatas a um protocolo de IATF, com bons resultados.

Outro fator que deve ser considerado na escolha do programa reprodutivo é a equipe disponível no celeiro. A IATF em qualquer uma de suas versões é um programa validado, isso significa que se for realizado conforme indicado, os resultados serão favoráveis; entretanto, se o pessoal injetar o hormônio errado ou no horário errado e também se a inseminação não for feita no horário indicado no programa, os resultados serão ruins. O manejo em horário determinado ou estro detectado é uma decisão que depende da análise das características de cada rebanho e deve-se ter em mente que não são técnicas exclusivas, mas complementares.

9.3 Progestágenos

Os progestágenos constituem um grupo de hormônios esteroides, que se caracterizam por serem solúveis em gordura, estáveis ao calor e por não serem inativados no trato digestivo. Essas propriedades permitem que sejam administrados por via oral, intravaginal ou em implantes subcutâneos. A progesterona é um progestágeno natural e é a única aprovada para uso em vacas em lactação. Existem também progestágenos sintéticos como o Acetato de Melengestrol (MGA) e o Norgestomet, que são usados em programas de novilhas.

Os progestágenos suprimem a secreção de LH, que resulta na inibição da ovulação. Durante o período de administração, o corpo lúteo sofre regressão natural e, quando o tratamento é interrompido, ocorre o estro por 48 a 96 horas.

Existem dispositivos no mercado que são inseridos na vagina e liberam progesterona. O dispositivo pode ser usado por 12 dias ou o período de tratamento pode ser encurtado, desde que seja acompanhado da injeção de uma dose luteolítica de PGF2 α , um dia antes ou no momento da retirada do dispositivo. Por exemplo, existem tratamentos de sete dias, com bons resultados.

Um tratamento usado para o momento da ovulação e IATF envolve a inserção de um dispositivo de liberação de progesterona por sete dias. No dia da inserção (dia 0), o GnRH é injetado; no sétimo dia, o dispositivo é removido e a PGF2 α é injetada; no dia nove, o GnRH é injetado e a inseminação ocorre em um horário fixo 16 ou 24 horas depois. Este programa tem eficácia comprovada e é preferencialmente usado para a indução da ovulação em vacas anéstricas (figura 2.25).

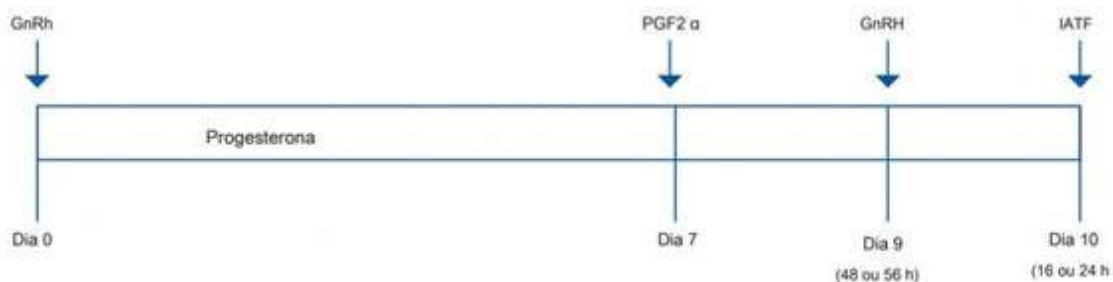


Figura 2.25: Programa de sincronização e inseminação em horário fixo com dispositivo intravaginal de progesterona. A primeira injeção de GnRH induz ovulação e luteinização de alguns folículos ≥ 8 mm de diâmetro. A PGF2 α no sétimo dia causa a regressão do corpo lúteo induzido ou do ciclo estral, se a vaca já estiver em ciclo. O segundo GnRH induz a ovulação. A inseminação em tempo fixo é recomendada de 16 a 24 horas depois. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

10. RESUMO

- Nos Estados Unidos, 300 milhões de dólares são perdidos devido à baixa eficiência na detecção do estro.
- A eficiência na detecção do estro no Brasil é de 40 a 50%.
- A meta de eficiência para detecção de estro é $> 60\%$.

- Com a observação das vacas em dois períodos diários de três horas cada (manhã e tarde), consegue-se uma eficiência na detecção de estro de 80%.
- Menos de 20% das vacas devem ter um intervalo de serviço duplo, e nenhum com mais de 48 dias.
- A taxa de prenhez é obtida multiplicando-se a eficiência na detecção do estro pela porcentagem de concepção e dividindo por 100 ($50 \times 30/100 = 15\%$).
- A taxa de prenhez em rebanhos norte-americanos é de 15%.
- Nos Estados Unidos, para cada ponto percentual que diminui a taxa de prenhez, são gastos de US \$12 a US \$15 por vaca por ano.
- No Brasil, para cada ponto percentual que aumenta a taxa de prenhez, na faixa de 15 a 20%, é gerada uma renda anual adicional de R\$190 por vaca.
- Não mais que 25% das vacas devem estar vazias no 150º dia pós-parto.
- Não mais do que 8% das vacas devem ser cobertas no 250º dia pós-parto.
- 8% das vacas devem engravidar a cada mês.
- O estro ocorre 48 a 120 horas após o tratamento com PGF2 α .
- 80% é a precisão na palpação do corpo lúteo.
- 14 dias devem decorrer entre duas injeções de PGF2 α .
- Menos de 25% das vacas incluídas no programa de pré-sincronização devem chegar à IATF.
- No momento da ovulação, a primeira injeção de GnRH deve ser aplicada entre o quinto e o nono dia do ciclo estral.
- A inseminação cronometrada é realizada 14-16 horas após a segunda injeção de GnRH.
- O tratamento com dispositivos intravaginais liberadores de progesterona dura 12 dias. Se a duração do tratamento for menor deve-se injetar PGF2 α ao retirá-lo.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATUESTA, Jorge; DIAZA, Angela Gonella. Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. **Spei Domus**, v. 7, n. 14, 2011.
- COLAZO, Marcos Germán; MAPLETOFT, Reuben. Fisiología del ciclo estral bovino. **Ciencia Veterinaria**, v. 16, n. 2, p. 31-46, 2017.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fisiologia Clínica do Ciclo Estral de Vacas Leiteiras: Desenvolvimento Folicular, Corpo Lúteo e Etapas do Estro**. Belo Jardim: IFPE, 2020.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fisiologia da Reprodução Animal: Ovulação, Controle e Sincronização do Cio**. Belo Jardim: IFPE, 2020.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro; DA SILVA, Emanuel Isaque. **Fisiologia do Estro e do Serviço na Reprodução Bovina**. Belo Jardim: IFPE, 2020.
- DOBSON, H. *et al.* The high-producing dairy cow and its reproductive performance. **Reproduction in domestic animals**, v. 42, p. 17-23, 2007.
- DO VALLE, Ezequiel Rodrigues. **O ciclo estral de bovinos e métodos de controle**. EMBRAPA-CNPQC., 1991.
- FURTADO, Diego Augusto *et al.* Inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, v. 16, p. 1-25, 2011.
- GALON, Nadav. The use of pedometry for estrus detection in dairy cows in Israel. **Journal of Reproduction and Development**, v. 56, n. S, p. S48-S52, 2010.
- HOPPER, Richard M. (Ed.). **Bovine reproduction**. John Wiley & Sons, 2014.
- LOPEZ, H.; SATTER, L. D.; WILTBANK, M. C. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. **Animal reproduction science**, v. 81, n. 3-4, p. 209-223, 2004.
- MACMILLAN, Keith L. Recent advances in the synchronization of estrus and ovulation in dairy cows. **Journal of Reproduction and development**, v. 56, n. S, p. S42-S47, 2010.
- MUNIS DE OLIVEIRA, G. **Fisiologia da Reprodução Bovina e Métodos de Controle do Ciclo Estral**. Trabalho de conclusão do curso de especialização em Reprodução e Produção de Bovinos—UCB. Rio de Janeiro, Brasil, 2006.
- O'CONNOR, MICHAEL L. **Estrus detection**. *In: Current therapy in large animal theriogenology*. WB Saunders, 2007. p. 270-278.
- RIPPE, Christian A. **El ciclo estral**. *In: Dairy Cattle Reproduction Conference*. 2009. p. 111- 116.

ROELOFS, Judith *et al.* When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects.
Theriogenology, v. 74, n. 3, p. 327-344, 2010.

VIVEIROS, Ana Tereza de Mendonça. **Fisiologia da reprodução de bovinos**. Lavras:
UFLA, p. 62, 1997.



3 GESTAÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O estabelecimento da gestação é o objetivo fundamental dos programas reprodutivos. Após a fertilização, o zigoto se divide e dá origem a embriões de duas, quatro, oito, dezesseis células, e no sétimo dia o embrião tem mais de 80 células. Entre os dias 16 e 18 do ciclo gestacional, o embrião alonga-se e atinge 15 cm de comprimento. O estabelecimento da gestação depende da supressão da secreção de PGF2 α pelo embrião, realizada por meio da secreção de interferon- τ . Em vacas leiteiras, uma alta proporção de embriões morre antes do reconhecimento materno da gestação.

Para evitar perdas embrionárias, é importante conhecer a fisiologia da gestação. Este capítulo descreve, de forma clara, os principais processos fisiológicos que levam ao estabelecimento e manutenção da gestação e ao manejo da vaca prenhe.

2. TRANSPORTE DE GAMETAS

Os gametas, ovócito e espermatozoide, são definidos como células germinativas maduras que possuem um número haploide ($n = 23$) de cromossomos que, quando unidos, dão origem a um novo indivíduo geneticamente diferente de ambos os pais.

2.1 Transporte dos espermatozoides

Os espermatozoides obtidos diretamente do testículo são funcionalmente imaturos, incapazes de fertilizar o óvulo. Durante sua permanência no epidídimo, os espermatozoides sofrem alterações na morfologia, mobilidade e metabolismo, o que

lhes dá a capacidade de fertilização. No entanto, eles terão que passar algum tempo no trato genital feminino para que adquiram o estado ideal para fertilizar; processo conhecido como capacitação.

Durante a monta natural, a ejaculação ocorre na vagina e são depositados cerca de 5×10^9 de espermatozoides (volume ejaculado de três a cinco ml e concentração espermática de 1×10^9 a $1,2 \times 10^9$ por ml) suspensos no plasma seminal, este é basicamente constituído pelas secreções das vesículas seminais e da próstata. Após a ejaculação, o transporte dos espermatozoides é favorecido pelas contrações uterinas e vaginais que ocorrem durante e após a cópula. Nos primeiros minutos após a cópula, os espermatozoides já podem ser encontrados no oviduto, o que se deve às contrações do trato genital. Durante o transporte dos espermatozoides, a mobilidade individual é importante, já que apenas os espermatozoides com essa capacidade chegam ao local da fertilização.

O primeiro local para o estabelecimento de uma população de espermatozoides é a cérvix do útero, principalmente nas criptas, onde permanecem protegidos da fagocitose. É importante observar que apenas os espermatozoides móveis permanecem nas criptas; aqueles que estão mortos ou sem movimento são eliminados pelos fagócitos ou pelo movimento do muco cervical em direção a vagina. Embora uma população temporária de espermatozoides seja estabelecida no colo do útero, o reservatório funcional de espermatozoides está localizado na região distal do istmo.

As características do muco cervical são importantes para o transporte dos espermatozoides; assim, durante o estro e a ovulação, o muco fica mais aquoso, o que favorece a migração dos espermatozoides, enquanto na fase lútea o muco torna-se mais viscoso, dificultando sua movimentação.

Já no útero, o transporte de espermatozoides depende principalmente das contrações uterinas. Aqui, os espermatozoides ficam suspensos nas secreções uterinas, cuja função é promover sua viabilidade e transporte. As secreções uterinas contêm fagócitos que removem os espermatozoides mortos e imóveis, embora os espermatozoides normais também sejam removidos por esse meio. Algumas substâncias, como prostaglandinas e ocitocina, promovem o transporte.

O oviduto desempenha um papel muito importante no transporte e maturação dos gametas, bem como na fertilização e desenvolvimento embrionário inicial. As características das secreções do oviduto variam de acordo com a região deste e o estágio do ciclo estral. Uma vez que os espermatozoides atingem o oviduto, eles são distribuídos em dois lugares. Alguns espermatozoides são imediatamente transportados para a região da ampola; esses são os primeiros que encontram o ovócito, mas sua capacidade de fertilização é limitada. O outro local de distribuição é a região caudal do istmo; aqui eles permanecem até que a ovulação seja iminente. Para que a fertilização ocorra, é necessário que o espermatozoide se estabeleça neste local por um período de seis a oito horas, antes da ovulação. Uma a duas horas, antes da ovulação, um movimento ativo do espermatozoide é observado em direção à região da ampola.

No oviduto, o transporte de espermatozoides depende de seu movimento, do fluido ovidutal e das contrações musculares. É comum que alguns espermatozoides continuem seu movimento e saiam pela fimbria. A viabilidade do espermatozoide de uma ejaculação varia de 24 a 48 horas.

2.2 Transporte do ovócito

A ovulação é o processo pelo qual o ovócito é liberado. Este evento é desencadeado pela secreção de LH, conhecido como pico de LH ovulatório ou pré-ovulatório.

Devido ao efeito do LH o *cumulus* descola-se da parede folicular e começa a observar-se um adelgaçamento em uma pequena área da parede folicular, causada pela isquemia e pela ação de enzimas proteolíticas. Mais tarde, nesta área, uma pequena vesícula protuberante (estigma) se forma e eventualmente se quebra. Depois que o estigma é quebrado, o *cumulus* que contém o ovócito junto com as células da granulosa libera-os. O ovócito é capturado pela fimbria; processo apoiado por movimentos dos cílios da mucosa e por contrações das pregas desta estrutura. Assim que o ovócito é capturado, ele é transportado para a ampola.

3. FERTILIZAÇÃO

A fertilização é o processo pelo qual os gametas, masculino e feminino, se unem para formar o zigoto, uma célula a partir da qual um novo indivíduo se desenvolverá. A fecundação começa com a penetração dos espermatozoides e termina com a união dos dois conjuntos haploides de cromossomos (pró-núcleos); processo conhecido como singamia.

Antes da fertilização, os espermatozoides devem ser capacitados, ou seja, devem ocorrer mudanças morfológicas e fisiológicas neles que os capacitem a fertilizar. Essas mudanças incluem um aumento na mobilidade (mudam de movimento linear para frenético, o que facilita o contato com o ovócito) e na fusão da membrana externa do acrossomo com a membrana plasmática, para a liberação das enzimas (acrosina e hialuronidase); esse processo é conhecido como reação acrossomal e é a alteração mais importante, pois, caso não ocorra, o espermatozoide não consegue fertilizar. A capacitação dura, em média, quatro horas e ocorre na região caudal do istmo; deve-se notar que a reação acrossomal ocorre quando o espermatozoide entra em contato com o ovócito.

Por sua vez, o ovócito, como consequência do pico pré-ovulatório de LH, reinicia a meiose, que estava suspensa na prófase da primeira divisão meiótica no momento do nascimento. O ovócito é liberado na metáfase da segunda divisão meiótica; neste estágio, a meiose para e é reativada quando o espermatozoide é penetrado.

A penetração do espermatozoide é facilitada pela ação da hialuronidase e da acrosina. Uma vez que a membrana plasmática do espermatozoide entra em contato com a membrana vitelina, eles se fundem, incorporando a cabeça do espermatozoide ao citoplasma do ovócito; mais tarde, o núcleo do espermatozoide torna-se o pró-núcleo masculino e, simultaneamente, a cromatina do ovócito forma o pró-núcleo feminino.

Com a penetração do espermatozoide no ovócito, o mecanismo de bloqueio da polispermia é ativado; o que impede a penetração de mais de um espermatozoide. O bloqueio da polispermia é obtido por meio da liberação de substâncias (mucopolissacarídeos, proteases, ativador do plasminogênio, fosfatase ácida e peroxidases) contidas nos grânulos corticais, localizados abaixo da membrana plasmática. Quando o esperma entra, essas substâncias são liberadas no espaço

perivitelino, onde causam alterações bioquímicas na zona pelúcida e na membrana plasmática, que impedem a entrada de mais espermatozoides. O mecanismo de bloqueio da polispermia é menos eficaz à medida que o óvulo envelhece, de forma que após 10 horas de ovulação este mecanismo falha, nesse caso, mais de um espermatozoide penetraria. A consequência da polispermia é a morte embrionária precoce devido a alterações de natureza genética. Este último aspecto é causa frequente de infertilidade quando a inseminação é realizada tardiamente, ou seja, após a ovulação.

4. DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

Zigoto é o nome dado à estrutura constituída pela fusão dos pró-núcleos, que formam o núcleo da primeira célula diploide. Uma vez que o zigoto passa pela primeira divisão e uma estrutura de duas células se forma ele já é chamado de embrião. Ele continuará a se chamar embrião até que termine a organogênese e adquira as características fenotípicas de cada espécie; a partir deste momento é denominado feto. As primeiras divisões embrionárias são caracterizadas por um aumento do número de células, que contêm metade do citoplasma das células que as deram origem. As células embrionárias, durante as primeiras divisões, são chamadas de blastômeros. Nos estágios iniciais do desenvolvimento embrionário (duas, quatro e oito células), cada blastômero tem a capacidade de desenvolver, de forma independente, um embrião; portanto, diz-se que os blastômeros nessas fases são pluripotentes (figura 3.1).

A mórula (16 células) é o estágio embrionário em que as células se agrupam e se compactam; essa estrutura continua com seu crescimento até se tornar em um blastocisto, no qual dois grupos de células já podem se diferenciar; um deles (massa celular interna) da qual o embrião se desenvolverá e a outra da qual a placenta se diferenciará (trofoblasto).

Até agora, o embrião ainda está rodeado pela zona pelúcida, que se perde no oitavo dia (eclosão). A zona pelúcida se rompe devido ao adelgaçamento progressivo e aumento da massa embrionária. Após a eclosão, o embrião sofrerá crescimento acelerado e a relação mãe-embrião será mais complexa e dinâmica (tabela 3.1).

O tempo de transporte do embrião, através do oviduto, é de três a quatro dias, é dependente da musculatura desse órgão, e das secreções dessa estrutura, do balanço

hormonal entre a progesterona e o estradiol durante os primeiros dias depois da ovulação e, além disso, neste participam fatores de crescimento, assim como as prostaglandinas.

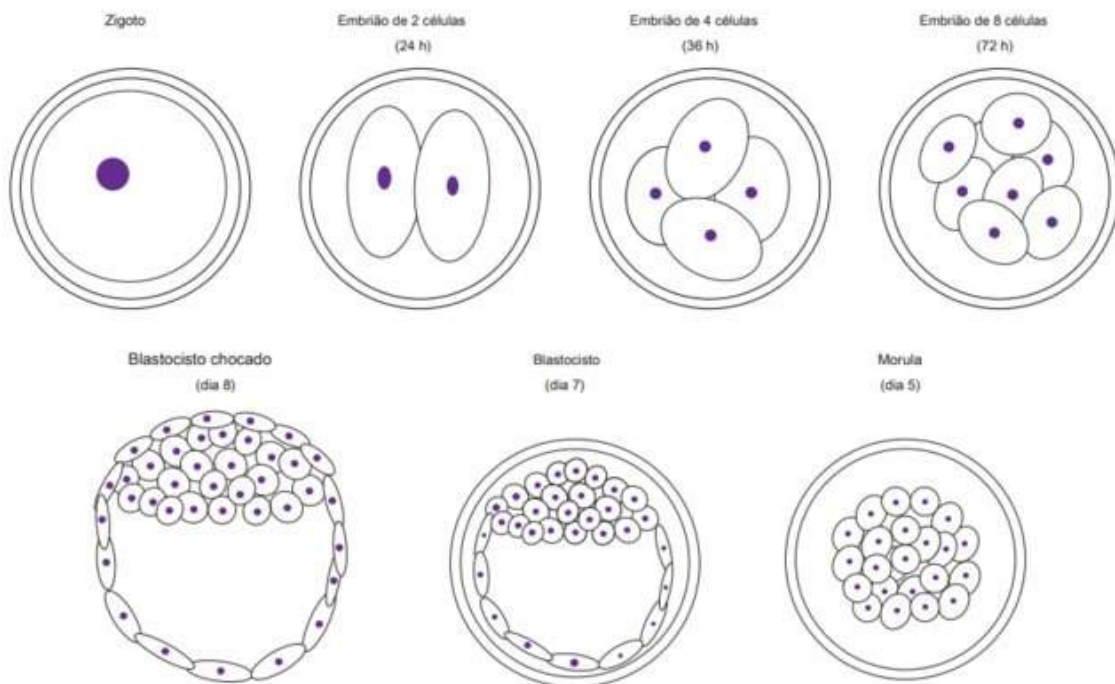


Figura 3.1: Etapas do desenvolvimento embrionário inicial. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Tabela 3.1: Definição de termos relacionados ao desenvolvimento embrionário na vaca

| Dia 0 | Dia de serviço ou dia de estro |
|---|--|
| Fertilização (<i>Fertilization</i>) | União de gametas masculinos e femininos para formar o zigoto. Evitar o termo concepção. |
| Taxa de fertilização (<i>Fertilization rate</i>) | Porcentagem de ovócitos fertilizados. Este termo é usado apenas na produção de embriões <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> . |
| Adesão (<i>Attachment</i>) | Adesão do embrião à mucosa uterina. Deve-se evitar o termo implantação. |
| Período de pré-adesão (<i>Pre-attachment period</i>) | Período de 0 ao 16º dia |
| Embrião inicial (<i>Early embryo</i>) | Embrião antes de aderir |

| | |
|---|--|
| Morte embrionária precoce (<i>Early embryonic mortality</i>) | Morte do embrião antes de aderir |
| Segmentação (<i>Cleavage</i>) | Divisão celular do zigoto ao estado de 16 células. |
| Compactação (<i>Compaction</i>) | Mudança na forma das células embrionárias de esféricas para poligonais (formação da mórula). |
| Blastulação (<i>Blastulation</i>) | Formação da cavidade dentro do embrião (Formação do blastocisto). |
| Expansão (<i>Expansion</i>) | Aumento do diâmetro do embrião, o que ocasiona o afinamento da zona pelúcida. |
| Eclosão (<i>Hatching</i>) | Saída do embrião da zona pelúcida. |
| Alongamento (<i>Elongation</i>) | Transformação do embrião em uma estrutura filamentosa de aproximadamente 1,5 cm de comprimento no dia 12 e de 14 cm no dia 16. |
| Feto | Assim se chama o embrião que tenha completado a organogênese (42 a 45 dias). |
| Taxa de concepção (<i>Conception rate</i>) | É a proporção de vacas gestantes do total servido. Este indicador é calculado no momento do diagnóstico da gestação. Não deve ser confundido com taxa de fertilização. |

Fonte: Adaptação de PEIPPO *et al.*, 2011.

5. RECONHECIMENTO MATERNO DA GESTAÇÃO

Entre os dias 17 e 19 do ciclo estral, o endométrio produz PGF2 α e ocorre a luteólise. O estabelecimento da gravidez depende da supressão da secreção de PGF2 α pelo embrião, que é realizada por meio da secreção de interferon- τ . Uma das causas mais importantes nas falhas da concepção é o atraso no desenvolvimento embrionário, resultando na incapacidade do embrião de produzir interferon- τ suficiente; nessas circunstâncias, o endométrio secreta PGF2 α , ocorre luteólise e a vaca retorna ao estro em tempo equivalente à duração de um ciclo estral normal (figuras 3.2 e 3.3).

Os fatores que afetam negativamente o desenvolvimento embrionário e, consequentemente, sua capacidade de produzir interferon- τ são de natureza diversa. Isso inclui estresse por calor, substâncias embriotóxicas, diminuição da condição corporal e baixas concentrações de progesterona. Este último fator adquire maior relevância em vacas leiteiras de alta produção, devido ao fato de seus corpos lúteos produzirem menos progesterona e esse hormônio ser eliminado mais rapidamente do sangue, devido ao alto metabolismo hepático.

Várias estratégias têm sido desenvolvidas para promover o reconhecimento materno da gestação, algumas delas destinadas a estimular o desenvolvimento embrionário por meio do aumento dos níveis de progesterona sérica; ou, pelo uso de hormônio de crescimento bovino. Outras estratégias baseiam-se na modificação da dinâmica folicular com a qual é possível alongar a meia-vida do corpo lúteo e, assim, oferecer mais tempo aos embriões com desenvolvimento retardado para produzir interferon- τ suficiente.

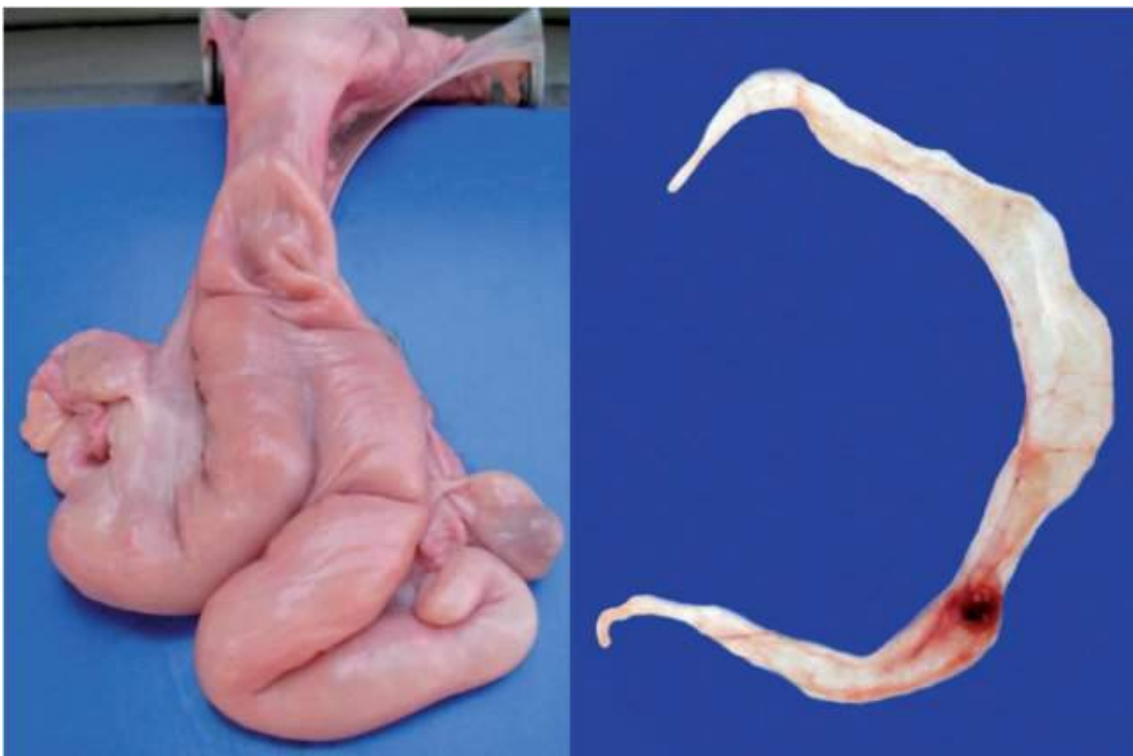


Figura 3.2: Entre os dias 16 e 18 pós- inseminação, o embrião produz interferon-t, que inibe a síntese de $\text{PGF2 } \alpha$ no endométrio. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

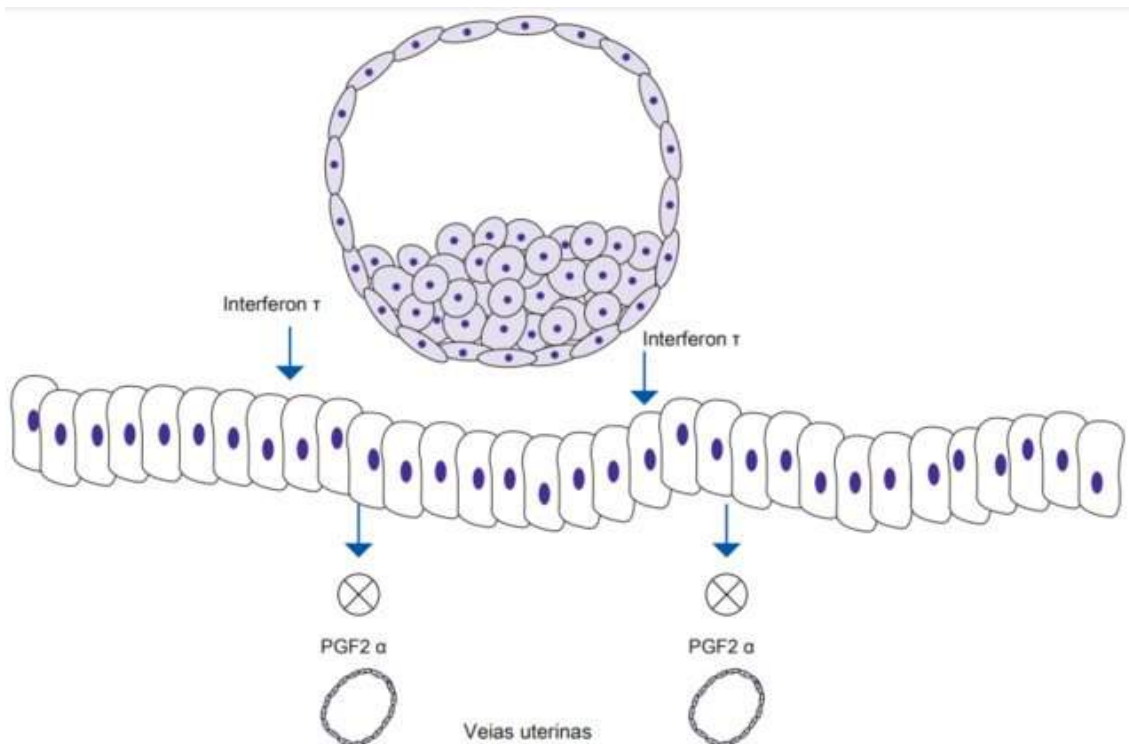


Figura 3.3: Interferon-t inibe a síntese de $PGF2\alpha$ no endométrio, evitando assim a regressão do corpo lúteo. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

6. ENDOCRINOLOGIA DA GESTAÇÃO

A progesterona é essencial para o desenvolvimento embrionário, pois é responsável por regular a função das glândulas uterinas responsáveis pela secreção das substâncias que nutrem o embrião. Além disso, esse hormônio inibe a resposta imune do útero, o que evita que o embrião seja rejeitado, já que é reconhecido como corpo estranho; além disso, evita as contrações uterinas. Outros hormônios esteroides que estão presentes durante a gestação são os estrogênios; esses hormônios são produzidos na placenta e suas concentrações foram associadas ao tamanho do produto. Os estrogênios aumentam significativamente no final da gestação e seu papel principal é no desenvolvimento das mamas e no mecanismo do parto.

A placenta produz o lactogênio placentário, esse hormônio é quimicamente semelhante à prolactina e ao hormônio do crescimento, e regula o desenvolvimento do feto e da glândula mamária.

7. PLACENTAÇÃO

Durante os estágios iniciais do desenvolvimento embrionário, o embrião é mantido graças aos nutrientes fornecidos pelas secreções do oviduto e do útero (leite uterino), processo regulado pela progesterona. Nesse período, o embrião vive suspenso no leite uterino e pode se mover com relativa liberdade no lúmen do corno uterino, no lado onde ocorreu a ovulação. Entre os dias 17 e 18, o embrião se fixa ao endométrio.

Após a eclosão do embrião (saída da zona pelúcida), o trofoblasto começa a crescer rapidamente. O trofoblasto dá origem ao córion, que possui pequenas extensões conhecidas como vilosidades coriônicas, que se fixam no endométrio, para a troca das substâncias que nutrem o embrião. Embora o tecido de origem fetal que estabelece uma relação íntima com o endométrio seja o córion, também existem outras membranas de origem fetal que formam a unidade fetoplacentária.

Por volta da terceira semana após a fertilização, o alantoide se desenvolve. Essa membrana começa como um pequeno saco que se expande rapidamente e entra em contato com o córion. O córion e o alantoide se fundem para formar a membrana córion-alantoide, que rapidamente se torna vascularizada, formando um complexo sistema sanguíneo entre o feto e a mãe. O âmnio é formado a partir do córion, essa membrana envolve o embrião formando um saco (vesícula amniótica), que é preenchido com líquido (líquido amniótico). O âmnio forma um compartimento no qual o embrião ou feto se desenvolve e também fornece uma barreira que protege o embrião contra ataques físicos. É também o meio em que os resíduos fetais são depositados.

A placenta da vaca é classificada como cotiledonar. Nesses animais, o endométrio possui áreas especializadas chamadas carúnculas, que são regiões sem glândulas e que servem para fixar as vilosidades coriônicas e estabelecer as trocas materno-fetais. A união das vilosidades coriônicas (cotilédone) e das carúnculas constitui a unidade funcional conhecida como placentoma (figura 3.4).

8. DIAGNÓSTICO DA GESTAÇÃO

O diagnóstico de gestação precoce é uma prática comum em rebanhos leiteiros e seu objetivo é identificar vacas vazias o mais rápido possível para reintegrá-las ao programa de inseminação. O retorno ao estro seria o primeiro recurso para identificar

fêmeas não grávidas; porém, devido à baixa eficiência na detecção de cio, metade das vacas vazias não são observadas em estro e chegam ao diagnóstico de prenhez.



Figura 3.4: O placentoma é a unidade funcional da placenta, formada pela união do cotilédone, do lado fetal, e da carúncula, do lado materno. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

8.1 Palpação do útero via retal

Esta técnica é a mais prática e pode ser realizada com alta precisão por veterinários treinados. Este procedimento pode ser feito com segurança a partir do 40º dia pós-inseminação. Nessa fase da gestação, deve-se identificar a vesícula amniótica ou deslizamento das membranas corioalantóicas. Qualquer um desses dois sinais é positivo para a gestação (figura 3.5). À medida que a gestação progride, outros sinais devem ser encontrados; assim, após o dia 65 pós-inseminação, o feto pode ser palpado, e após o dia 90, os placentomas podem ser palpados. Estes dois últimos sinais também são considerados positivos para gestação (tabelas 3.2 e 3.3).

A confirmação da gestação, no momento da secagem, é importante, pois permite identificar vacas que possam ter perdido a gestação (aborto ou mumificação fetal). Nestes casos, essas vacas podem continuar a ser ordenhadas enquanto se tenta emprenhá-las novamente. Se as vacas ainda estiverem vazias e secas, a lactação artificial pode ser induzida.



Figura 3.5: A palpação do útero gravídico permite o treinamento e a capacitação dos veterinários responsáveis pelo manejo reprodutivo. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

Tabela 3.2: Sinais positivos de gravidez reconhecidos pela técnica da palpação retal

| Estruturas | Dias de gestação |
|----------------------------|-------------------------|
| Deslizamento das membranas | 35 - 50 |
| Vesícula amniótica | 35 - 45 |
| Feto | > 65 |
| Placentomas | > 90 |

Fonte: Avaliações feitas pelo autor em 5 vacas.

Tabela 3.3: Tamanho comparativo do feto e idade gestacional em animais domésticos

| Tamanho comparativo do feto | Meses de gestação |
|------------------------------------|--------------------------|
| Coelhos | 1 |
| Felinos | 2 |
| Caninos | 2 |
| Suínos | 4 |
| Caprinos | 5 |
| Bovinos | 9 |
| Equinos | 11 |

8.2 Ultrassom

A ultrassonografia em tempo real é a técnica de escolha para o diagnóstico precoce da gestação. Com o equipamento de ultrassom é possível diagnosticar uma gravidez a partir do 25º dia pós-inseminação; entretanto, é mais prático e tem menos falsos negativos quando feito no dia 30 pós-inseminação.

A máquina de ultrassom deve ser equipada com transdutor linear de 5 ou 7,5 MHz, que é protegido por uma luva de palpação que contém gel e é inserido por via retal. No dia 30, a vesícula biliar amniótica e os batimentos cardíacos podem ser visualizados (figuras 3.6 e 3.7). Um aspecto que deve ser considerado é que, com o diagnóstico de gestação precoce, será encontrado um maior número de vacas gestantes, algumas das quais perderão irremediavelmente a gestação e retornarão ao cio. Esta condição é frequente e pode-se dizer que é normal; porém, o criador deve ser informado que esta técnica aumentará o diagnóstico de perdas embrionárias, que não foram observadas quando o diagnóstico foi feito por palpação retal entre os dias 40 e 45.

A vantagem do diagnóstico de gestação no dia 30, pós-inseminação, é que as vacas vazias são identificadas quando muitas delas estão no início do diestro (dias seis a oito do ciclo); isso permite que sejam sincronizados (ressincronização) com técnicas convencionais, como a injeção de PGF2 α , ou se pode submeter a sincronização da ovulação e inseminação em tempo fixo (IATF).

8.3 Proteína B específica da gravidez

Nos últimos anos, foi desenvolvido um ensaio de imuno-adsorção enzimática (ELISA), que permite a determinação da proteína B específica da gestação (PSPB), que é produzida nas células binucleadas do trofoblasto (placenta), aparece no soro materno a partir do 15º dia de gestação e permanece até o 90º dia pós-parto. As funções da PSPB não estão totalmente estabelecidas; no entanto, observações *in vitro* e *in vivo*, mostram que está envolvida na liberação de prostaglandinas no endométrio, implantação, imunotolerância ao embrião e involução uterina. Recomenda-se a dosagem da PSPB no soro no 30º dia pós-inseminação e apenas em vacas com mais de 90 dias pós-parto, pois durante o período pós-parto ainda existem níveis detectáveis de PSPB da gestação anterior. Falsos positivos atribuíveis à morte embrionária também devem ser considerados, uma vez que os níveis de PSPB permanecem altos mesmo dias após a morte do embrião.



Figura 3.6: Equipamento de ultrassom com transdutor linear transretal de 7,5 MHz dentro de uma luva de palpação contendo gel. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 3.7: Equipamento de ultrassom portátil com monitor tipo visor, para trabalho nos currais e a qualquer hora do dia. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

8.4 Determinação das concentrações de progesterona

A medição das concentrações de progesterona entre os dias 20 e 24 após a inseminação permite determinar o retorno ao estro de forma mais objetiva. Assim, as concentrações basais indicam que ocorreu uma regressão lútea, o que torna possível supor com 100% de precisão que a vaca está vazia. Em contraste, altas concentrações (> 1 ng/ml) nos permitem concluir com uma precisão de 75 a 85% que a vaca está prenhe.

Os falsos positivos são devidos a diferenças na duração do ciclo estral entre vacas, cistos luteinizados e piometra.

9. MANEJO DA VACA SECA

Em programas de manejo anteriores, a vaca seca recebia alimentação de pior qualidade e permanecia no esquecimento até o parto ocorrer. No entanto, os resultados dos estudos mostram que o período de seca é decisivo para que a vaca atinja um nível ótimo de produção e tenha um bom desempenho reprodutivo pós-parto. Por outro lado, o manejo correto no período seco reduz a incidência de doenças metabólicas no puerpério. O objetivo do período de secagem é oferecer um descanso à vaca antes do parto, durante o qual o tecido mamário se regenera, o feto atinge seu crescimento máximo e a vaca atinge uma condição corporal adequada para enfrentar uma nova lactação. A duração recomendada do período seco é de seis a oito semanas (40-60 dias). A involução do tecido da glândula mamária leva de duas a três semanas e um período semelhante é necessário para reiniciar a síntese do leite antes do parto. Assim, um período seco de 60 dias é suficiente; entretanto, a duração desse período é questionada e tempos mais curtos foram propostos. Provavelmente, nos próximos anos, mais informações estarão disponíveis para apoiar a redução do período seco.

Em termos de produção, o objetivo do manejo durante o período seco é levar a vaca ao pico de lactação cinco a seis semanas após o parto, com produção máxima de leite. Estima-se que para cada kg de leite que aumenta no pico da lactação, ocorre um aumento de 120 kg ao longo da lactação. Para atingir este objetivo é necessário que a vaca tenha um consumo adequado de matéria seca após o parto; porém, três semanas antes do parto, a vaca reduz seu consumo em até 30%, para o qual é necessário estabelecer um manejo eficaz para promover um alto consumo de matéria seca durante a

parte final do período seco e durante as três primeiras semanas pós-parto (período de transição: três semanas antes e três após o parto).

A falta de capacidade de consumir as necessidades de matéria seca após o parto obriga a vaca a mobilizar suas reservas de gordura. Praticamente todas as vacas após o parto mobilizam suas reservas de gordura e perdem a condição corporal. A mobilização da gordura corporal causa degeneração lipídica do fígado e é responsável por distúrbios metabólicos e retardo da atividade ovariana pós-parto. O grau de degeneração da gordura está relacionado à magnitude da mobilização da gordura corporal, que é diretamente dependente da capacidade de consumir matéria seca. Dessa forma, vacas com alto consumo de matéria seca no pós-parto, mobilizam menos gordura e, portanto, o dano ao fígado é menor.

O período de secagem é dividido em duas partes, a primeira compreende desde a secagem até duas semanas antes do parto; a segunda parte inclui as últimas duas semanas de gestação e é conhecida como período de desafio.

O período de desafio é decisivo para o desempenho produtivo e reprodutivo. Durante este período, uma dieta semelhante em ingredientes e forma deve ser oferecida, à dieta que terão após o parto. Para facilitar esse manejo, as vacas deste grupo devem ser separadas do restante das vacas secas.

No período seco, atenção especial deve ser dada para que as vacas não alcancem escores de condição corporal de quatro ou mais, uma vez que o excesso de gordura causa problemas metabólicos durante o puerpério, que afetam negativamente o comprometimento uterino e início da atividade ovariana pós-parto (figura 3.8).

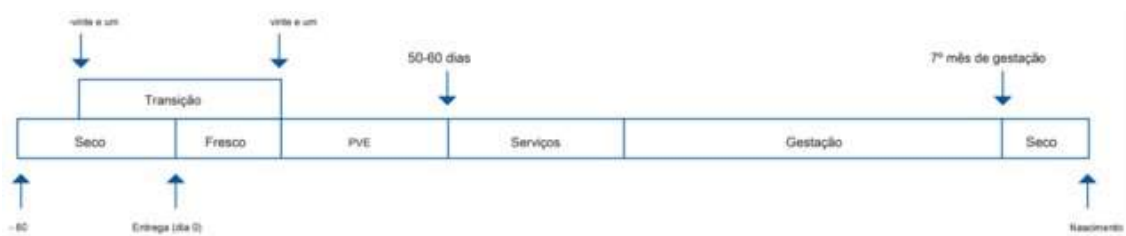


Figura 3.8: Estágios fisiológicos e reprodutivos da vaca leiteira. Período de espera voluntário (PVE). **Fonte:** Elaborado pelo autor.

10. O PERÍODO DE TRANSIÇÃO

O período de transição na vaca leiteira é três semanas antes e três após o parto (também conhecido como periparto). Nos últimos anos, esse tema tem merecido muitas pesquisas, pois o que for bem ou mal feito durante ele terá impacto na eficiência reprodutiva e na produção de leite. Durante o período de transição, a glândula mamária se prepara para a lactogênese, o feto cresce exponencialmente, a resposta imune é suprimida e o consumo de matéria seca diminui; além disso, o rúmen deve se adaptar à dieta recebida pelas vacas *in natura* (primeiras três semanas pós-parto), dieta caracterizada por alto teor de energia na forma de grãos.

Muitos distúrbios que se manifestam nas duas primeiras semanas pós-parto (hipocalcemia clínica e subclínica, cetose, retenção placentária, prolapso uterino, metrite, mastite, deslocamento do abomaso etc.), como os que se apresentam posteriormente (laminite, cistos ovarianos, endometrite e anestro) têm sua origem nos erros cometidos durante o período de transição. Em grande parte, os problemas estão relacionados à diminuição do consumo de matéria seca durante o período de transição; assim, o consumo diminui cerca de 30% durante as últimas três semanas de gestação, mas a maior parte da redução ocorre de cinco a sete dias antes do parto. O manejo correto do período de transição tem como objetivo manter a normocalcemia, fortalecer o sistema imunológico, adaptar o rúmen a uma dieta rica em energia e aumentar a ingestão de matéria seca. Algumas recomendações gerais de manejo durante o período de transição são: separar as novilhas das vacas, ter comedouros suficientes para todos os animais, ter as mesmas características dos comedouros de vacas frescas e a dieta deve estar disponível 24 horas por dia (figuras 3.9 e 3.10).



Figura 3.9: Vacas no curral do desafio. Recomenda-se separar as novilhas das vacas, ter espaço suficiente com comedouro e a dieta deve estar disponível 24 horas por dia. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 3.10: O desempenho produtivo e reprodutivo das vacas depende em grande parte da condição corporal no momento do parto. Nesta fotografia são mostradas vacas recém-paridas, com uma condição corporal ideal (3,5). **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

11. RESUMO

- Cerca de 5 bilhões de espermatozoides são depositados na genitália da vaca durante a cópula.
- Os espermatozoides devem permanecer no istmo e na região da junção útero-tubárica por seis a oito horas antes da ovulação para obter uma alta taxa de fertilização.
- A viabilidade dos espermatozoides no útero é de 24 a 48 horas.
- A polispermia é efetivamente bloqueada nas primeiras 10 horas após a ovulação.
- Os blastômeros de embriões de duas, quatro e oito células são pluripotentes.
- A eclosão do embrião ocorre no oitavo dia.
- O tempo que o embrião leva para chegar ao útero é de três a quatro dias.
- Entre os dias 16 e 18 do ciclo, o embrião produz interferon-t, para bloquear a secreção de PGF2 α .
- Entre os dias 17 e 18, o embrião se fixa ao endométrio.
- A medição da progesterona entre os dias 20-24 pós-inseminação é 100% precisa na identificação de vacas não gestantes.
- A vaca deve atingir seu pico de lactação entre cinco e seis semanas após o parto.
- Para cada kg de leite que é aumentado no pico da lactação, um aumento de 120 kg é alcançado na lactação de 305 dias.
- Três semanas antes do parto, a vaca reduz seu consumo em até 30%.
- O período de transição inclui três semanas antes e três após o parto.
- As vacas ao parto não devem ter mais do que quatro pontos de condição corporal.

➤ A proporção de vacas secas deve ser de 15% (12,5% de vacas secas e 2,5% de novilhas).

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEARDEN, Henry Joe *et al.* **Applied animal reproduction**. Reston Publishing Company, Inc., 1984.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Endocrinologia da Reprodução Animal**. Recife, UFRPE, 2020.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Estabelecimento da Gestação nos Animais**. Belo Jardim: EICS, 2021.
- DA SILVA, Emanuel Isaque. **Fisiologia da Gestação na Reprodução Bovina**. Belo Jardim: IFPE, 2020.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fisiologia da Reprodução Animal: Fecundação e Gestação**. Recife: UFRPE, 2020.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Transporte de Gametas, Fertilização e Segmentação**. Belo Jardim: EICS, 2021.
- HAFEZ, Elsayed Saad Eldin; HAFEZ, Bahaa. **Reprodução animal**. São Paulo: Manole, 2004.
- HIDALGO, Galina *et al.* **Reproducción de animales domésticos**. México: Limusa, 2008.
- HOLY, Lubos; MARTÍNEZ JÚSTIZ, G. Colab. **Biología de la reproducción bovina**. Havana: Revolucionária, 1975.
- HOPPER, Richard M. (Ed.). **Bovine reproduction**. John Wiley & Sons, 2014.
- LEBLANC, Stephen. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. **Journal of reproduction and Development**, v. 56, n. S, p. S29-S35, 2010.
- SARTORI, Roberto; BASTOS, Michele R.; WILTBANK, Milo 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, 2009.
- SENGER, Phillip L. *et al.* Pathways to pregnancy and parturition. **Current Conceptions**, Inc., 1615 NE Eastgate Blvd., 1997.
- VIVEIROS, Ana Tereza de Mendonça. **Fisiologia da reprodução de bovinos**. Lavras: UFLA, p. 62, 1997.



4 PUERPÉRIO

1. INTRODUÇÃO

O puerpério é definido como o período entre o parto e a apresentação do primeiro estro fértil. Dois processos ocorrem durante o puerpério: a involução uterina e o início da atividade ovariana pós-parto. Em vacas leiteiras, os cuidados médicos pós-parto são essenciais nos programas de manejo, uma vez que as patologias uterinas são diagnosticadas e tratadas nesse período para que a vaca esteja em ótimas condições para ser inseminada, uma vez terminado o período de espera voluntário.

2. INVOLUÇÃO UTERINA

O útero após o parto sofre modificações macroscópicas e microscópicas, até atingir as características de um útero não gestante, o que leva de 30 a 45 dias. O peso e o tamanho, pós-parto, diminuem rapidamente como consequência da atrofia das fibras musculares, por necrose das carúnculas e por eliminação de líquidos. Ao mesmo tempo em que o útero diminui de tamanho, o endométrio passa por um processo regenerativo para poder hospedar uma nova gestação.

A involução é promovida pelas contrações uterinas, que facilitam a eliminação de fluidos e dejetos e reduzem o tamanho do útero. As contrações são causadas pela secreção contínua de $PGF2\alpha$, de origem uterina, e pela ocitocina secretada durante a amamentação. A $PGF2\alpha$ é secretada durante as primeiras 3 semanas pós-parto e seu envolvimento é considerado necessário para que a involução uterina ocorra normalmente.

Durante a involução uterina, as secreções conhecidas como lóquios, que são formadas por restos de membranas, carúnculas, fluidos fetais e sangue, são derramadas pela vagina. Essas secreções variam da cor vermelha ao marrom, têm consistência viscosa e são inodoras. A maioria dos lóquios é descartada durante os primeiros 15 dias após o parto e, em seguida, praticamente desaparece, exceto em casos de involução uterina anormal, quando o útero continua a derramar fluidos de consistência, cor e odor diferentes (figura 4.1).

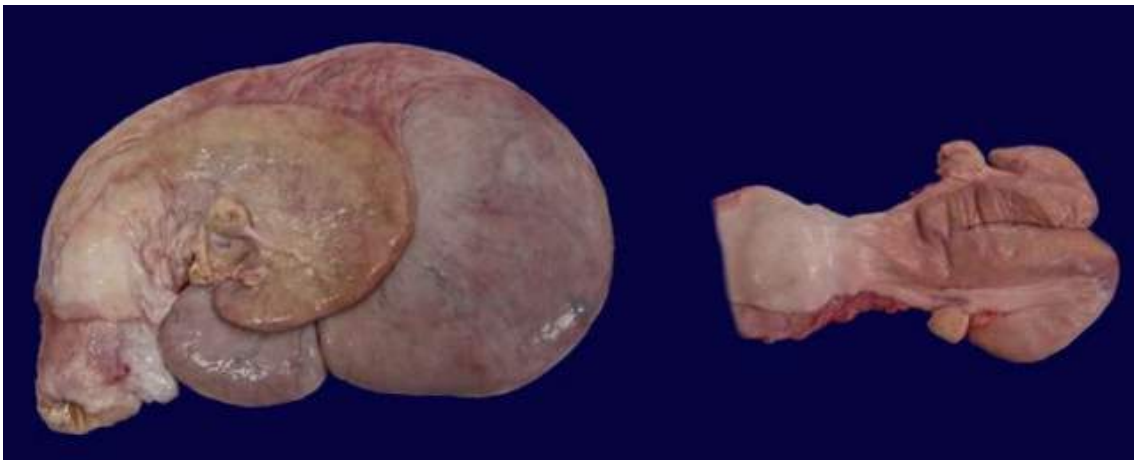


Figura 4.1: O útero após o parto sofre alterações macroscópicas e microscópicas, até atingir as características de um útero não grávido, o que leva de 30 a 45 dias. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

Antes do parto, o útero é estéril, pois é protegido da contaminação bacteriana pelo colo do útero ou cérvix. Durante e após o parto, essa barreira física desaparece e o útero é invadido por bactérias que se encontram no meio ambiente, pele e fezes, ou que são introduzidas durante a assistência ao parto. Além disso, a capacidade funcional dos fagócitos uterinos é baixa após o parto, o que contribui para o estabelecimento de infecções. Cerca de 95% das vacas desenvolvem infecções uterinas durante a involução, e uma alta porcentagem de vacas as eliminam por meio de mecanismos naturais.

Os mecanismos de defesa uterinos são constituídos pelas barreiras anatômicas (vagina, vulva e cérvix); fatores fisiológicos (produção de muco na vagina e cérvix); fagocitose promovida por neutrófilos, que migram da circulação geral para o útero; pela produção de substâncias inespecíficas, que inibem o crescimento bacteriano e favorecem a eliminação de microrganismos. A capacidade de eliminar bactérias do

útero é determinada pelos hormônios ovarianos (progesterona e estrogênios); durante o diestro, a progesterona reduz a migração de neutrófilos, suprime o sistema imunocompetente, fecha o colo do útero e causa atonia uterina, resultando em aumento da suscetibilidade à infecção. Ao contrário, durante a fase folicular do ciclo estral (proestro e estro), o estradiol promove a migração de neutrófilos, abre a cérvix e aumenta o tônus uterino, o que facilita a eliminação de agentes infecciosos. Além disso, a atividade dos neutrófilos é afetada pelas deficiências antioxidantes e pela profundidade do balanço energético negativo.

3. ANORMALIDADES DO PUERPÉRIO

Após o parto, ocorrem algumas patologias que retardam a involução uterina e, conseqüentemente, afetam o intervalo entre o parto e o primeiro serviço.

3.1 Retenção da placenta

A placenta é eliminada dentro de 12 horas após o parto; a retenção da placenta por mais de 24 horas é considerada uma patologia. A retenção placentária (RP) é uma alteração frequente do puerpério, que deve ser considerada como um sinal clínico de várias condições que podem ter origem infecciosa (aborto), metabólica (hipocalcemia, cetose, síndrome da vaca gorda), deficiências nutricionais (selênio e vitamina E) e erros de manejo (demasiada intervenção no parto).

A incidência de RP varia de 5 a 15% e depende, em grande parte, do estado de saúde e do manejo do rebanho. A RP é o principal fator de risco para infecções uterinas (metrite puerperal, metrite, endometrite e endometrite subclínica); também causa atraso no período entre o parto e a concepção e está associada à redução do percentual de concepção no primeiro serviço.

Em termos econômicos, determinou-se que a RP causa perdas significativas principalmente devido aos custos de serviços médicos, aumento da taxa de descarte e diminuição da fecundidade. Além disso, vacas com retenção placentária produzem 355 kg a menos de leite durante os primeiros 60 dias do que vacas que não apresentam esta patologia (figuras 4.2 e 4.3).



Figura 4.2: Vaca com retenção placentária. Em rebanhos comerciais, 5 a 15% das vacas retêm a placenta. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 4.3: Vaca com retenção placentária. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

3.2 Patogenia

A placenta está ligada ao endométrio pelas vilosidades coriônicas, que estão ligadas às carúnculas (junção carúncula-cotilédone). A união entre essas estruturas é favorecida por um fluido adesivo formado por colágeno e outras proteínas. Antes e durante o trabalho de parto, observa-se um aumento da atividade das enzimas proteolíticas (colagenase, talvez a mais importante), que são responsáveis por separar o cotilédone da carúncula. Posteriormente, a placenta é removida mecanicamente por contrações uterinas após o parto do feto.

A etiologia e patogênese da retenção placentária não são conhecidas. Uma explicação proposta é que isso se deve a uma falha dos mecanismos proteolíticos responsáveis pela separação do cotilédone da carúncula. Foi observado que a atividade

da colagenase no cotilédone é maior em vacas que não retêm placenta do que naquelas que a retêm. Propõe-se que alguns fatores de risco para retenção placentária possam estar atuando na redução da atividade da colagenase. Por outro lado, as condições inflamatórias na junção carúncula-cotilédone de origem infecciosa também impedem a separação da placenta.

3.3 Tratamento

Existem vários tratamentos, como a remoção manual da placenta em combinação com a aplicação local de antibióticos (infusões intra-uterinas) e a administração de produtos hormonais (ocitócicos e PGF2 α). A eficácia desses tratamentos é discutível.

A remoção manual da placenta é o tratamento mais popular; entretanto, não é o melhor, pois causa danos ao endométrio, que variam de leve sangramento a hematomas, mesmo quando não há evidências externas. Além disso, a remoção manual diminui a capacidade fagocítica dos leucócitos uterinos, resultando em metrite mais grave, maior atraso na involução uterina e baixo desempenho reprodutivo.

Outro tratamento consiste em cortar a placenta ao nível da vulva. Posteriormente, quando a placenta se separa das carúnculas, devido ao processo de decomposição do tecido, uma leve tração da vulva é suficiente para retirá-la, sem consequências. Essas vacas devem ser observadas quanto à febre e imediatamente integradas ao programa de check-up pós-parto, pois certamente desenvolverão metrite ou endometrite. A administração de antibióticos, tanto nos casos de retirada manual como naqueles em que a placenta é cortada, depende do estado geral da vaca. Deve-se sempre ter em mente que a RP é o principal fator de risco para metrite, portanto as vacas devem ser observadas para detectar prontamente aquelas que apresentam febre. Os antibióticos devem ser considerados para inibir a putrefação das membranas fetais, o que pode atrasar sua expulsão. No caso de opção pela administração de antibióticos, deve-se optar pela via parenteral em vez da intrauterina, pois esta causa irritação do endométrio, que está associada à baixa fertilidade (figura 4.4).

Outros tratamentos são baseados na administração de hormônios que estimulam a mobilidade uterina (ocitocina, estrogênios e PGF2 α); entretanto, não há evidências

clínicas que demonstrem sua eficácia; além disso, a causa menos frequente de RP é a incapacidade mecânica do útero de expelir a placenta.



Figura 4.4: A placenta não deve ser removida inserindo a mão na vagina. É aconselhável aguardar a autólise (48 horas) e removê-la por leve tração. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

3.4 Prevenção

As estratégias de prevenção desta patologia devem ter como objetivo reduzir a influência dos fatores de risco para RP. Assim, a incidência de abortos deve ser reduzida por meio de programas eficazes de vacinação e biossegurança; deve-se evitar períodos secos muito longos para que as vacas não cheguem obesas ao parto; intervir o mínimo possível nos partos, e se atendido, deve ser feito com medidas de higiene rígidas; oferecer sais minerais de boa qualidade e administrar antioxidantes antes do parto (vitamina E, selênio e betacarotenos) (tabela 4.1).

Tabela 4.1: Incidência de retenção na membrana fetal (RMF), metrite hemorrágica (MH), metrite purulenta (MP) e puerpério anormal (PA) em vacas leiteiras tratadas com selênio e vitamina E nos dias 60, 21 antes do parto e 30, 90 pós-parto (grupo pré-pós-parto) e 21 dias pré-parto (grupo pré-parto) e grupo de controle

| Grupos | n | RMF (%) | MH (%) | MP (%) | PA (%) |
|---------------|-----|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Pré-pós-parto | 122 | 6 ^a | 8 ^a | 24 ^b | 27 ^b |
| Pré-parto | 117 | 13 ^{ab} | 12 ^a | 33 ^{ab} | 40 ^a |
| Controle | 114 | 20 ^a | 9 ^a | 34 ^a | 45 ^a |

Laterais diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ($P < 0,05$). **Fonte:** Adaptado de RUIZ *et al.*, 2008.

4. INFECÇÕES UTERINAS

Cerca de 95% das vacas desenvolvem infecção uterina durante os primeiros dias pós-parto; no entanto, a maioria elimina as infecções por meio de seus mecanismos de defesa e apenas 30 a 50% delas desenvolvem metrite ou endometrite nas primeiras três semanas. As bactérias mais frequentes encontradas em processos inflamatórios no útero são: *Arcanobacterium pyogenes* (antes *Actinomyces pyogenes*), *Fusobacterium necrophorum* e *Escherichia coli*. Essas três bactérias agem sinergicamente.

4.1 Metrite puerperal

A metrite puerperal é comum em vacas com retenção placentária. Essa patologia é observada nas três primeiras semanas pós-parto e é caracterizada pela presença de secreções abundantes na luz uterina que são vermelhas ou marrons, aquosas, fétidas e com involução retardada. As vacas afetadas mostram sinais de doença sistêmica (toxemia e febre > 39,5 °C) e diminuição da produção de leite (figura 4.5).



Figura 4.5: Vaca com metrite puerperal; vacas afetadas apresentam sinais de doença sistêmica. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

4.2 Metrite clínica

Metrite é o processo inflamatório que envolve as diferentes camadas do útero (mucosa, muscular e serosa). Esta condição se apresenta nos primeiros 21 dias pós-parto e é caracterizada por atraso na involução uterina e secreção purulenta, e não há sinais de doença sistêmica (figura 4.6).



Figura 4.6: Vaca com exsudato mucopurulento. Na prática, é difícil estabelecer um diagnóstico diferencial entre endometrite e metrite. Uma vaca com essa secreção pode ser tratada com cefalosporinas intra-uterinas ou, se ela já estiver em ciclo, a administração de PGF2a é eficaz. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

4.3 Endometrite clínica

Endometrite se refere à inflamação do revestimento uterino; clinicamente, caracteriza-se por retardo na involução uterina e eliminação de exsudato purulento ou mucopurulento. Pode surgir nos primeiros 21 dias pós-parto ou mais, sem apresentar qualquer afetação no estado geral.

4.4 Endometrite subclínica

Apresenta-se entre 21 e 40 dias pós-parto, não apresenta sinais externos e só é diagnosticada pela citologia uterina. Essa condição afeta entre 20 e 30% das vacas. Os fatores de risco identificados são retenção placentária e metrite.

5. DIAGNÓSTICO

O diagnóstico é baseado na avaliação uterina por palpação retal, na qual são verificados o grau de involução e as características das secreções. Além disso, é necessária uma avaliação clínica geral, uma vez que vacas com metrite nos primeiros 10 dias pós-parto desenvolvem febre. Outra forma de estabelecer o diagnóstico é avaliando as secreções uterinas sem palpação retal. Pode ser feito introduzindo a mão por via vaginal, após a limpeza da região; embora este método possa parecer arriscado, a experiência em campo indica que é um método seguro e rápido. Outra possibilidade é por meio da vaginoscopia, esse método permite a avaliação da cérvix e das secreções uterinas. Existe um instrumento (Metricheck) que é inserido pela vagina e possui uma campânula atraumática na extremidade que permite a coleta das secreções uterinas (figuras 4.7 e 4.8).

6. IMPACTO DAS INFECÇÕES UTERINAS NA REPRODUÇÃO E PRODUÇÃO

As infecções uterinas (metrite e endometrite) prolongam o período do parto até a concepção; diminuem a porcentagem de concepção no primeiro serviço; a porcentagem de resíduos aumenta; a taxa de vacas inseminadas diminui e a produção diminui (300 kg a menos que vacas não afetadas). Além disso, elas afetam o período do parto à primeira ovulação; em vacas com puerpério anormal, os folículos dominantes são menores em diâmetro e produzem menos estradiol do que vacas saudáveis. Também uma proporção menor dos folículos da primeira onda ovula em comparação com as vacas com puerpério anormal.

A endometrite subclínica diminui a taxa de concepção no primeiro serviço e aumenta os dias abertos. Além disso, a metrite ou endometrite pode afetar os ovidutos e causar inchaço, obstrução e aderências (esse processo é mais frequente em vacas que recebem injeções de estrogênio).



Figura 4.7: O diagnóstico de infecções uterinas pode ser estabelecido com a introdução da mão por via vaginal, após limpeza da região. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 4.8: Outra forma de diagnosticar infecções uterinas é por meio da introdução de um instrumento que possui em sua extremidade uma campânula atraumática que permite a coleta de secreções uterinas (Metricheck). **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

7. TRATAMENTOS

Para evitar o efeito negativo das infecções uterinas na eficiência reprodutiva, é necessário um diagnóstico e tratamento oportunos. Existem diversos tratamentos para a metrite ou endometrite, como o uso de antibióticos sistêmicos ou intra-uterinos, infusões intra-uterinas de antissépticos e a administração de hormônios.

7.1 Antibióticos

Os tratamentos com antibióticos intra-uterinos são usados há muitos anos e são uma opção, desde que alguns aspectos sejam considerados: que o útero é um ambiente anaeróbio; que há a presença de exsudatos e tecidos em decomposição e a existência de uma grande diversidade de bactérias, algumas das quais até produzem enzimas que inativam alguns antibióticos.

Como o útero é um ambiente anaeróbio, os antibióticos do grupo dos aminoglicosídeos não são ativos, pois precisam de oxigênio. Por outro lado, o acúmulo de exsudato purulento e restos de tecido no útero inibe a atividade das sulfonamidas. Os nitrofuranos são eficazes contra *A. pyogenes*, somente quando doses extremamente altas são usadas; as doses usuais nunca atingem a concentração inibitória mínima no endométrio; além disso, não são ativos na presença de sangue ou exsudato purulento, são irritantes e estão associados a problemas de fertilidade.

A penicilina intra-uterina ou parenteral é eficaz na cura de infecções entre os dias 25 e 30 após o parto; ou seja, quando for observada uma diminuição na diversidade de espécies bacterianas (menor probabilidade de que algumas bactérias produzam penicilinase) e predomina *A. pyogenes*, que é sensível a este antibiótico. As formulações intra-uterinas de cefalosporinas (cefapirina benzatina) são eficazes em vacas com endometrite entre os dias 15- 20 pós-parto e não é necessário retirar o leite do mercado.

A tetraciclina é o antibiótico mais utilizado devido ao seu amplo espectro e por manter sua atividade nas condições do útero pós-parto; porém, a probabilidade de resistência bacteriana é alta devido ao seu uso contínuo por muitos anos, também causa danos ao endométrio e reduz a fertilidade (figura 4.9).

Em testes de campo, a administração de uma única infusão intra-uterina de cefapirina benzatina, em vacas com endometrite entre os dias 15 a 20 pós-parto, produz uma maior taxa de recuperação e não afeta a fertilidade, em comparação com aquelas que foram tratadas com infusões de oxitetraciclina.

O problema mais importante na terapia com antibióticos é estabelecer um critério de quais animais realmente precisam. Nos casos de metrite puerperal não há dúvida, essas vacas precisam de tratamento com antibióticos por via sistêmica e intrauterina. Porém, em casos de metrite e endometrite a decisão é difícil, pois muitas vacas se curam sem nenhum tratamento.

Na prática, antes que os antibióticos sejam administrados às vacas, deve-se considerar alguns fatores: características das secreções uterinas, dias após o parto, início da atividade ovariana, presença de febre e condição corporal.



Figura 4.9: As infusões de oxitetraciclina causam irritação do endométrio e diminuem a fertilidade. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

7.2 Tratamento com infusões de substâncias antissépticas

Tratamentos baseados na administração intrauterina de substâncias antissépticas também são usados. O tratamento mais frequente consiste na infusão de soluções de iodo; no entanto, os resultados com esta terapia não são positivos e estão associados a uma diminuição subsequente da fertilidade. Deve-se ter cautela no uso de antissépticos intra-uterinos, pois todos causam irritação, afetam os mecanismos de defesa do útero e, em alguns casos, chegam a causar necrose do endométrio.

7.3 Tratamentos hormonais

Na prática, a administração de estrogênio é comum em casos de metrite, principalmente quando o útero retém muito líquido. Sabe-se que os estrógenos em condições fisiológicas favorecem a contratilidade uterina e auxiliam na eliminação de infecções, porém, em doses farmacológicas o efeito é negativo. A administração de estrogênios pode contribuir para infecções que ascendem aos ovidutos e causam salpingite, aderências ovarianas e infertilidade.

A $\text{PGF}_{2\alpha}$ desempenha um papel importante no parto e durante a involução uterina. Em vacas com puerpério normal, a duração dos níveis elevados de $\text{PGF}_{2\alpha}$ está negativamente correlacionada com o tempo de involução uterina; portanto, quanto mais tempo duram os níveis elevados de $\text{PGF}_{2\alpha}$, menor é o tempo de involução uterina. Além disso, a administração de $\text{PGF}_{2\alpha}$ a cada 12 horas, dos dias 3 a 10 pós-parto,

encurta o período de involução uterina. Ao contrário, em vacas com puerpério anormal, foi observada uma correlação positiva entre as concentrações de PGF2 α e o tempo de involução uterina; portanto, vacas com retenção placentária ou endometrite apresentam níveis mais elevados de PGF2 α .

Algumas evidências envolvem a PGF2 α como parte do mecanismo de eliminação da placenta; ou seja, foi observado que as vacas que normalmente eliminam a placenta apresentaram maiores concentrações de PGF2 α na placenta, em comparação com as vacas com retenção placentária. Foi proposto que a falha do processo que leva à separação do cotilédone da carúncula está associada a uma alteração no metabolismo da prostaglandina, resultando em uma diminuição na PGF2 α e um aumento na PGE2. Por outro lado, a inibição da síntese de PGF2 α após o parto, por meio da injeção de ácido acetilsalicílico (aspirina), causa retenção da placenta. Esse conhecimento motivou estudos nos quais o tratamento com PGF2 α após o parto foi avaliado para prevenir a retenção placentária ou reduzir o tempo de involução em vacas com retenção placentária ou metrite.

Em alguns estudos, uma única injeção de PGF2 α foi administrada nas primeiras horas após o parto com resultados conflitantes. Em outros estudos, a injeção de PGF2 α entre os dias 20 a 30 pós-parto foi avaliada e não foi observado um efeito favorável na involução uterina. Porém, a injeção sistemática de PGF2 α , a cada 14 dias a partir do 25 $^{\circ}$ dia pós-parto, aumenta a proporção de vacas inseminadas, o que aumenta a taxa de prenhez. A PGF2 α causa contrações uterinas e favorece a eliminação de secreções; entretanto, um efeito favorável da PGF2 α na involução uterina, sem envolver um corpo lúteo, é questionável.

Na prática, um programa é usado com base na administração sistemática de PGF2 α a todas as vacas a cada 14 dias, do 25 ao 30 $^{\circ}$ dia pós-parto. Esse tratamento é baseado no encurtamento das fases lúteas, o que favorece a eliminação das infecções. Deve-se observar que cerca de 30% das vacas desenvolvem corpos lúteos longevos (21 a 50 dias) nos primeiros ciclos pós-parto, nessas condições a injeção de PGF2 α , a cada 14 dias, encurta o ciclo estral e diminui o risco de persistência de infecções uterinas.

8. PIOMETRA

Esta patologia se desenvolve em vacas que ovulam nos primeiros 20 dias pós-parto e, concomitantemente, sofrem de infecção uterina. Nessas condições, a progesterona promove a proliferação bacteriana e fecha o colo do útero, causando acúmulo de exsudado purulento no útero. As alterações causadas no endométrio alteram a secreção de PGF2 α , resultando na persistência do corpo lúteo e anestro. Vacas com piometra respondem muito bem ao tratamento com PGF2 α ; uma segunda injeção desse hormônio, 14 dias depois, encurta o período de recuperação (figura 4.10).

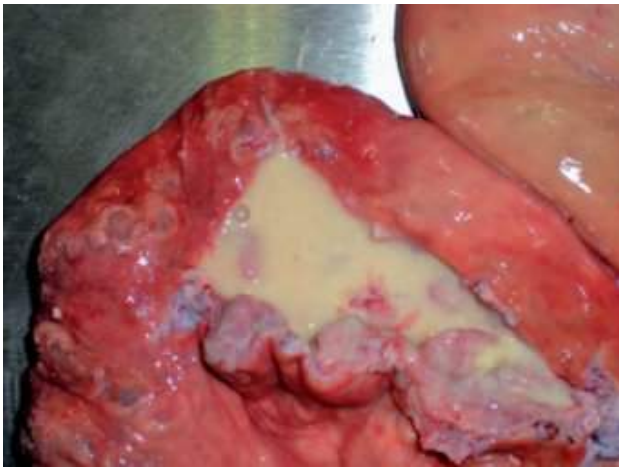


Figura 4.10: A piometra é caracterizada pelo acúmulo de exsudato purulento no útero, colo uterino fechado e presença de corpo lúteo. O diagnóstico é feito por palpação retal e tratado com PGF2 α .
Fonte: Acervo pessoal do autor.

9. VAGINITE EM FÊMEAS GESTANTES

A vaginite em fêmeas grávidas ocorre com baixa frequência; porém, quando há um caso causa alarme porque é confundido com um aborto. Nesses casos, o veterinário deve fazer um exame retal para determinar se o produto está vivo e se a cérvix está aberta. O diagnóstico é concluído com o exame vaginal com vaginoscópio ou diretamente à mão com luva limpa.

No caso de um aborto, o produto geralmente está morto e a cérvix está aberta; nestes casos, o produto deve ser extraído. Ao contrário, se a cérvix estiver fechada e o feto estiver vivo, o prognóstico é favorável e o problema diminui com o tratamento com antibióticos sistêmicos.

10. RESUMO

- O útero após o parto pesa 13 kg e no dia 21 pós-parto, 1 kg.
- A regeneração do epitélio uterino leva 25 dias.
- A regeneração das camadas profundas do endométrio leva 42 a 56 dias.
- 95% das vacas desenvolvem alguma infecção uterina.
- 30 a 50% das vacas desenvolvem metrite nas primeiras duas semanas após o parto.
- 15 a 20% persistem como endometrite clínica > 3 semanas após o parto.
- 18 a 20% têm metrite com efeitos sistêmicos.
- 20 a 30% das vacas têm endometrite subclínica.
- 5 a 15% das vacas retêm a placenta.
- 355 kg de leite são perdidos em vacas com retenção placentária.
- Em vacas que sofrem de puerpério anormal, a proporção de vacas prenhes é reduzida em 10% no 90º dia pós-parto.
- No Reino Unido, 192 euros (R\$1180) são gastos por cada vaca que tem um puerpério anormal.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREWS, Anthony H. *et al.* (Ed.). **Bovine medicine: diseases and husbandry of cattle**. John Wiley & Sons, 2008.
- AZAWI, O. I. Postpartum uterine infection in cattle. **Animal reproduction science**, v. 105, n. 3-4, p. 187-208, 2008.
- BEARDEN, Henry Joe *et al.* **Applied animal reproduction**. Reston Publishing Company, Inc., 1984.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro; DA SILVA, Emanuel Isaque. **Fisiologia e Patologias do Puerpério na Reprodução de Bovinos**. Recife: UFRPE, 2020.
- HOLY, Lubos; MARTÍNEZ JÚSTIZ, G. Colab. **Biología de la reproducción bovina**. Havana: Revolucionária, 1975.
- HOPPER, Richard M. (Ed.). **Bovine reproduction**. John Wiley & Sons, 2014.
- HORTA, António Eduardo Monteiro. Fisiologia do puerpério na vaca. **Jornada Internales de Reproducción Animal**, v. 8, p. 73- 84, 1995.
- KOZICKI, Luiz Ernandes. Aspectos fisiológicos e patológicos do puerpério em bovinos. **Archives of Veterinary Science**, v. 3, n. 1, 1998.
- LEBLANC, S. J. *et al.* Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 9, p. 2223-2236, 2002.
- LEBLANC, S. J. *et al.* The effect of treatment of clinical endometritis on reproductive performance in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 9, p. 2237-2249, 2002.
- MARTINS, T. M.; BORGES, A. M. Avaliação uterina em vacas durante o puerpério. **Rev. Bras. Reprod. Anim**, Belo Horizonte, v. 35, n. 4, p. 433-443, 2011.
- RADOSTITS, Otto M. *et al.* **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- RISCO, CARLOS A.; YOUNGQUIST, ROBERT S.; SHORE, M. DAWN. Postpartum uterine infections. *In: Current therapy in large animal theriogenology*. WB Saunders, 2007. p. 339-344.
- SHELDON, I. M. *et al.* Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. **REPRODUCTION-CAMBRIDGE-**, v. 123, n. 6, p. 837-845, 2002.

- SHELDON, I. M. *et al.* Mechanisms of infertility associated with clinical and subclinical endometritis in high producing dairy cattle. **Reproduction in domestic animals**, v. 44, p. 1-9, 2009.
- SHELDON, I. Martin *et al.* Uterine diseases in cattle after parturition. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 1, p. 115-121, 2008.
- TIXI, C. *et al.* Factores que afectan el porcentaje de vacas gestantes en el día 90 posparto. *In: Memorias del XXXIII Congreso Nacional de Buiatría*. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. México. pp. 2009.



5

ANESTRO

1. INTRODUÇÃO

O anestro pós-parto é o período após o parto no qual a fêmea não apresenta ciclos estrais (atividade cíclica). Na vaca leiteira, o parto é seguido de um período de inatividade ovariana de duração variável, que é principalmente afetada pelo estado nutricional, produção leiteira, ganho ou perda de condição corporal antes e depois do parto, e por condições patológicas como hipoplasia dos ovários, cistos ovarianos, mumificação uterina, piometra entre outras, além, também, de condições ambientais como instalações que podem causar estresse etc.

2. CONTROLE NEUROENDÓCRINO DO ANESTRO

Entre os 12 e 15 dias pós-parto, as células gonadotróficas presentes na adenohipófise começam a produzir e secretar o FSH (hormônio folículo estimulante), o qual estimula a primeira onda folicular; entretanto, nenhum folículo dominante do(s) ovário(s) chega a completar seu desenvolvimento devido à carência de estímulo apropriado do LH (hormônio luteinizante) que também é produzido pelas mesmas células e que deve estar presente em altas concentrações. Nas 2 primeiras semanas pós-parto (primeiros 15 dias), as concentrações circulantes de LH são baixas, o que se deve à ausência de reservas do LH e à incapacidade temporal da hipófise para responder ao estímulo do GnRH (hormônio liberador de gonadotrofina). Entre os dias 15 e 20 pós-parto, a hipófise aumenta a sua capacidade para responder ao GnRH; entretanto, o estabelecimento do padrão de secreção do LH adequado para estimular a maturação e a

ovulação do folículo dominante das primeiras ondas foliculares depende fundamentalmente do balanço energético.

2. FATORES QUE DETERMINAM O INÍCIO DA ATIVIDADE OVARIANA PÓS-PARTO

Na vaca leiteira, é frequente que algum dos primeiros folículos dominantes que se desenvolvem durante as primeiras duas ou três semanas complete a sua maturação e chegue à ovulação, isto é, madure e ovule. O fator limitante para o reinício da atividade ovariana é o balanço energético negativo (BEN). No gado leiteiro, o consumo de matéria seca (CMS), após o parto, deverá ser aumentado em até quatro vezes, para cobrir a demanda de nutrientes para a produção de leite e manutenção; no entanto, a vaca é incapaz de consumir a exigência de matéria seca, por isso recorre a suas reservas de gordura e proteína, e cai em BEN. As vacas que consomem menos matéria seca, produzem menos leite, têm um BEN mais profundo e o período do parto à primeira ovulação é maior.

O nível mais baixo do BEN é alcançado entre os 10 a 20 dias pós-parto e a vaca continua em BEN até os 70 a 80 dias pós-parto e, em alguns casos, até aos 100 dias pós-parto (vacas primíparas). Entretanto, mesmo com BEN, uma proporção elevada das vacas inicia sua atividade ovariana normal nas primeiras 8 semanas pós-parto. As vacas que alcançam um nível baixo de BEN rapidamente e saem deste ponto mínimo de forma rápida, iniciam sua atividade ovariana mais rápido (20 a 30 dias pós-parto) em comparação com aquelas que têm um BEN mais profundo e duradouro, essas, muitas vezes, permanecem em anestro até os 70 dias pós-parto (figura 5.1).

As mudanças na condição corporal estão correlacionadas positivamente com as concentrações séricas de insulina, IGF-I e leptina; assim, a maior qualificação da condição corporal é maior mediante a concentração sérica desses hormônios, que atuam principalmente como sinais que chegam ao hipotálamo e modificam a frequência de secreção do GnRH e, conseqüentemente, de LH. A leptina é um hormônio que é produzido pelos adipócitos e tem sido proposto que sua concentração é o sinal mais importante de alterações de condição corporal. A transição do anestro para a ciclicidade coincide com um aumento das concentrações séricas de insulina, IGF-I e leptina.

Além das mensagens dadas pelos hormônios supracitados, outras substâncias presentes no sangue fornecem informações sobre o estado metabólico do animal. Por exemplo, os ácidos graxos não esterificados e o β -hidroxibutirato são indicadores da mobilização e utilização da gordura corporal; assim, o aumento destas substâncias proporciona uma mensagem inibidora de reprodução.

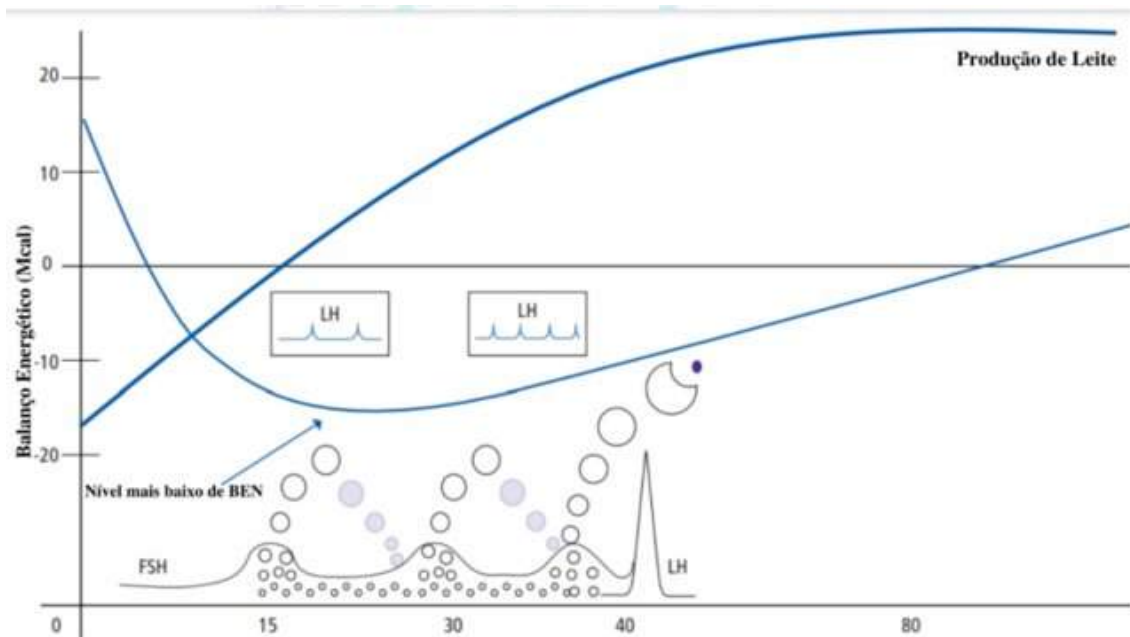


Figura 5.1: As vacas atingem o seu ponto mais baixo de balanço energético entre os 10 a 20 dias pós-parto, e permanecem em balanço negativo até 70 a 80 dias e, em alguns casos, até os 100 dias pós-parto. Nos primeiros 20 a 35 dias pós-parto observam-se ondas foliculares; no entanto, nenhum folículo termina a sua maturação devido à ausência de um padrão de secreção LH adequado. Uma vez que o balanço energético muda de direção, aumenta a frequência de LH, o que leva à maturação do folículo e à primeira ovulação pós-parto. Observamos, também, que a produção leiteira é positiva após a primeira onda folicular, isto é, após os 15 dias pós-parto. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

O intervalo médio entre o parto e a primeira ovulação, em vacas leiteiras em sistemas de produção não intensiva, é em torno de 30 dias; enquanto em vacas em sistemas de produção intensiva, é de 40 dias. Deve-se sinalar que é comum aos 70 dias pós-parto, que 20% das vacas ainda não ovulem.

Verifica-se frequentemente que as vacas leiteiras desenvolvem folículos que crescem mais que os folículos ovulatórios, os quais convertem em cistos foliculares. Esta condição está associada com insensibilidade do hipotálamo ao retorno positivo do estradiol, o que não desencadeia o pico pré-ovulatório de LH (figura 5.2).

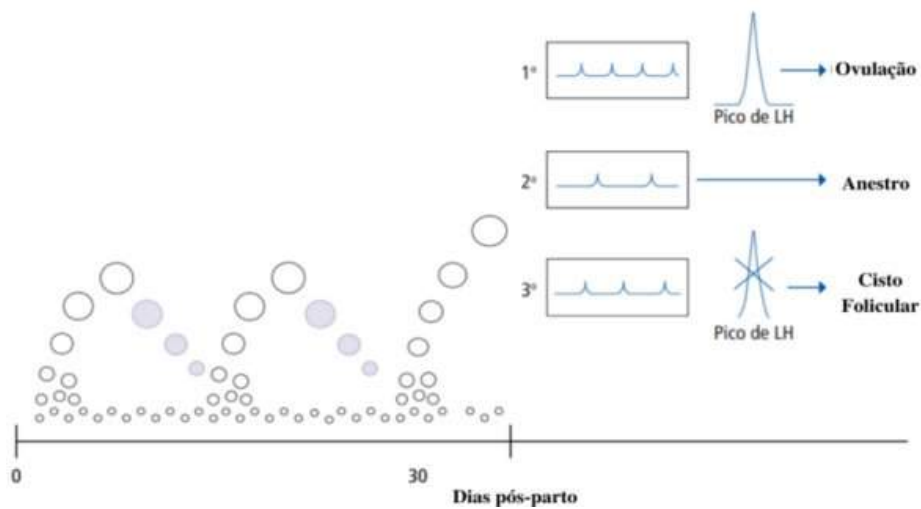


Figura 5.2: Nas primeiras semanas pós-parto iniciam-se as ondas foliculares e em cada onda surge um folículo dominante, que possui três destinos: 1º pode amadurecer, ovular e formar um corpo lúteo; 2º nunca amadurece por falta de um estímulo apropriado de LH e a vaca continua em anestro, e/ou 3º amadurece, mas não ocorre o pico pré-ovulatório de LH e forma-se um cisto folicular. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

4. O CORPO LÚTEO DOS PRIMEIROS CICLOS PÓS-PARTO

Durante um ciclo estral o corpo lúteo tem uma meia-vida fisiológica de 12 a 14 dias; no entanto, na primeira ovulação pós-parto cerca de 25% das vacas desenvolvem corpos lúteos de vida curta (<10 dias), 30% de vida longa (21 a 50 dias) e 45% da vida normal (11 a 20 dias).

A regressão prematura do corpo lúteo é uma condição frequente nos ruminantes no primeiro ciclo estral, da transição do anestro à ciclicidade. Ou seja, na vaca é frequente que no primeiro ciclo de pós-parto e da puberdade sejam ciclos curtos; isto deve-se à liberação antecipada da PGF2 α . Por outro lado, a causa dos corpos lúteos de vida longa (corpos lúteos persistentes) não é clara, mas está relacionada com alterações na secreção da PGF2 α devido a infecções uterinas (tabela 5.1).

Tabela 5.1: Duração da primeira fase lútea em vacas leiteiras determinada mediante concentrações séricas de progesterona

| Fases lúteas | Duração (dias) | Número de observações | Porcentagem (%) |
|--------------|----------------|-----------------------|-----------------|
| Normal | 11 - 20 | 15 | 45,5 |

| | | | |
|-------|---------|----|------|
| Curta | < 10 | 8 | 24,2 |
| Longa | 21 - 52 | 10 | 30,3 |
| TOTAL | | 33 | 100 |

5. ANESTRO PATOLÓGICO

5.1 Alterações do aparelho genital que causam anestro

Na vaca foi calculado que as alterações do aparelho genital que afetam a atividade ovariana representam apenas 10% do total das causas de anestro. Entre as alterações do aparelho genital se encontram os cistos foliculares, cistos luteinizados, aplasia segmentar, piometra e mumificação fetal.

5.2 Cistos foliculares

Os cistos foliculares são a patologia ovariana mais comum nos bovinos leiteiros, causando perdas econômicas devido ao atraso do período do parto ao primeiro serviço, pelo custo dos tratamentos e pelo risco que têm as vacas de serem descartadas. A incidência aumentou à medida que a produção de leite se intensificou. Entre 5 e 30% das vacas desenvolvem cistos foliculares nos primeiros 60 dias do pós-parto; no entanto, cerca de 60% destas se recuperam espontaneamente. Sinais clínicos de vacas com cistos foliculares descritos na literatura são: ninfomania, ciclos curtos, masculinização e relaxamento dos ligamentos pélvicos. Atualmente uma alta proporção de vacas com cistos foliculares apresentam anestro.

Por muitos anos um cisto folicular foi definido como um folículo com um diâmetro de 2,5 mm, presente em um ou em ambos os ovários durante um período mínimo de 10 dias, na ausência de um corpo lúteo. Os conhecimentos atuais modificaram o conceito clássico; assim, nem todos os cistos foliculares têm um diâmetro de 2,5 mm; além disso, alguns podem persistir mais de 10 dias. Outros são estruturas dinâmicas, que sofrem regressão e podem ser substituídas por novos cistos. Por esta razão, a definição mais precisa e técnica de um cisto folicular é: folículo de um

diâmetro, de pelo menos 20 mm, que está presente em um ou ambos os ovários na ausência de tecido lúteo que interfere com o ciclo estral normal (figura 5.3).



Figura 5.3: Cistos foliculares em uma vaca leiteira. Um cisto folicular é um folículo, de pelo menos 20 mm de diâmetro, presente num ou em ambos os ovários na ausência de tecido lúteo que interfere com o ciclo estral normal. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

A patogênese dos cistos foliculares não é conhecida. Propõe-se que as vacas que desenvolvem esta patologia têm uma anomalia nos mecanismos de retroalimentação entre o hipotálamo e a hipófise, em conjunto com uma disfunção a nível folicular. É pesquisado e sugerido que, em vacas com cistos foliculares, o pico pré-ovulatório de LH não ocorre ou é de menor amplitude, ou não tem uma relação síncrona com o amadurecimento do folículo, o que provoca a falha ovulatória. A alteração na secreção de LH pode obedecer a falta de sensibilidade do hipotálamo ao feedback positivo de estrogênio. Observa-se também que algumas anormalidades a nível folicular, tais como alterações na síntese de hormônios esteroides e uma menor sensibilidade ao LH, podem contribuir com a patogenia. Uma vez que o cisto folicular foi estabelecido, observou-se um aumento na frequência de secreção pulsátil de LH, o que contribui com a persistência desta patologia.

Existem fatores associados com a incidência de cistos foliculares que, de acordo com a patogenia proposta, podem influenciar ao nível do eixo hipotálamo-hipófise-ovário. Os cistos foliculares ocorrem principalmente durante a transição do anestro pós-parto para a ciclicidade. Neste período as vacas estão em BEN, e tem sido observado que as vacas que sofrem de um BEN mais profundo tendem a apresentar uma incidência maior de cistos foliculares. Por outra parte, há uma

correlação positiva entre a produção de leite e a incidência de cistos, o que indica que as vacas que produzem mais leite têm maior risco de sofrer com esta patologia. Também existem outros fatores relacionados com a incidência de cistos foliculares tais como estresse, genética, infecções uterinas, estresse calórico e presença de fitoestrógenos na dieta (tabela 5.2).

Tabela 5.2: Porcentagem de vacas gestantes aos 90 dias pós-parto que apresentaram cistos foliculares e vacas saudáveis

| Cistos | Vacas | Gestantes (%) |
|--------|-------|---------------|
| Não | 2436 | 39 |
| Sim | 219 | 11 |

Fonte: TIXI *et al.*, 2009

O tratamento indicado consiste na administração do GnRH, que provoca a luteinização do cisto. É recomendável a combinação com uma dose luteolítica de PGF2 α , 7 a 10 dias depois da injeção de GnRH. Também é indicado o tratamento com hCG em vez de GnRH. Em alguns estudos foi possível integrar vacas com cistos foliculares em programas de sincronização da ovulação e inseminação em tempo fixo, com resultados aceitáveis de fertilidade (figura 5.4).

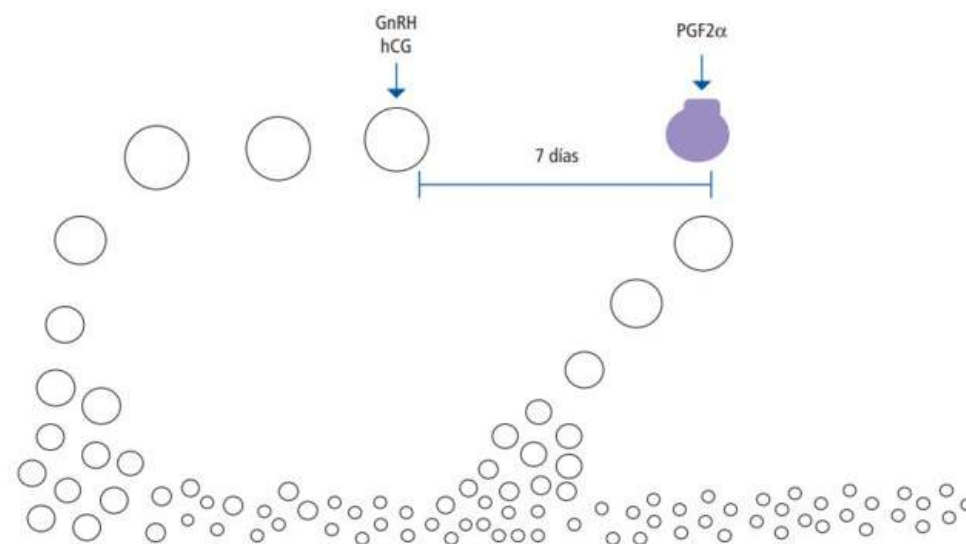


Figura 5.4: Um tratamento para vacas com cistos foliculares consiste na administração do GnRH ou hCG, que provoca a luteinização do cisto e a formação de um corpo lúteo. É recomendável a combinação com uma dose luteolítica de PGF2 α , 7 dias depois. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

5.3 Cistos luteinizados

Esse tipo de cisto pode se desenvolver a partir de um cisto folicular, também ocorre quando o saco libera um óvulo e, em seguida, se fecha novamente e enche-se de líquido. O tecido luteinizado produz progestágenos do qual os sinais incluem anestro persistente.

São bastante raros e originam-se pelo contínuo aumento do espaço cavitário central normalmente existente nos corpos lúteos (figura 5.5).



Figura 5.5: Cisto luteínico. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

Normalmente, a parede do cisto contém células lúteo-granulosas grandes e células teca-luteais pequenas. Se diferenciam com dificuldade de corpos lúteos recém-formados durante o período em que ainda possuem um antro.

Os cistos luteínicos únicos, pelo menos os menores, necessitam de importância clínica.

Se os cistos são funcionais, a sintomatologia mais destacada é o anestro ou pseudogestação. É preciso lembrar que esses cistos agem como uma fonte de secreção contínua de progesterona, diminuindo assim a resistência do útero a infecções, podendo desencadear-se uma endometrite (figura 5.6).

Se eles forem diagnosticados é recomendável a administração de PGF2 α .

5.4 Aplasia segmentar

As vacas com esta condição podem gestar quando a ovulação ocorre do lado do corno uterino presente. Se a ovulação acontece do lado onde falta o corno uterino causa anestro.



Figura 5.6: Cisto acessório. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

5.5 Piometra

A piometra, por definição, é a acumulação de material purulento no interior da luz uterina que ocorre, geralmente, durante ou imediatamente após o período de domínio da progesterona.

É uma condição que ocorre frequentemente nos primeiros 30 dias pós-parto; no entanto, algumas vacas em anestro que são revisadas no dia 50 pós-parto chegam a ter piometra. O tratamento indicado consiste na administração de PGF2 α .

6. ANESTRO RELACIONADO COM O TEMPO DE SERVIÇO

O anestro em bovinos também é classificado como anestro pré-serviço e pós-serviço.

6.1 Anestro pré-serviço

Inclui vacas e novilhas que não tenham mostrado estro, isto é, manifestado cio, no período em que devem ser servidas. Em alguns estudos observou-se que o anestro antes do serviço pode afetar até 50% das vacas elegíveis para apresentar estro.

6.2 Anestro pós-serviço

Neste grupo incluem-se as vacas que não retornam ao estro, ou seja, que não retornaram ao cio, 21 dias depois da inseminação e não estão prenhes. Essas vacas são conhecidas como vacas fantasma (The Phantom Cow). A causa principal do atraso do

retorno ao estro é a baixa eficiência na detecção de estros; mas também foram descritas outras causas como: inseminação em um estro anovulatório, inseminação em tempo fixo em vacas em anestro, suspensão da ciclicidade após o serviço, fases lúteas longas e morte embrionária.

O diagnóstico precoce da gestação é de grande ajuda para conhecer oportunamente o número de fêmeas que não estão prenhes. A ecografia no trigésimo dia pós-inseminação adianta, pelo menos 10 dias, a ressincronização de vacas vazias.

7. FALSO ANESTRO OU ANESTRO FUNCIONAL

Este causa as maiores perdas econômicas de caráter reprodutivo em rebanhos leiteiros, e refere-se às vacas que estão ciclando, mas não são observadas em estro pelos trabalhadores. É um dos maiores problemas dentro de um sistema de criação extensivo e, às vezes, semi-intensivo, uma vez que é de suma importância a observação técnica e precisa do comportamento da vaca para observar o possível retorno ao cio ou não.

8. MANEJO DA VACA ANÉSTRICA

A probabilidade de que a vaca seja inseminada oportunamente depende da eficiência da detecção de estros. É comum que a metade das vacas apresentem estro e não sejam observadas, por essa razão, muitas não são inseminadas uma vez que termina o período de espera voluntária. Por outro lado, há vacas que, por causas patológicas ou por seu estado metabólico, ainda estão em anestro depois que termina o período voluntário de espera. Para identificar as causas da ausência de estros, todas as vacas que não tenham sido inseminadas no dia 60 pós-parto, devem ser revisadas por via retal para aplicar o tratamento ou manejo pertinentes. Durante esta revisão é dada especial atenção às características do útero e nas estruturas ovarianas, já que daqui depende o manejo subsequente. A palpação começa no útero; neste é importante determinar se não há gestação. Posteriormente, avalia-se sua consistência que pode ser normal, edematosa ou turgente. Depois de avaliar o útero procede-se à palpação dos ovários, começando com o direito e, em seguida, o esquerdo. Abaixo estão descritas as diferentes descobertas que podem ser encontradas na literatura e seu tratamento ou manejo. O registro dos resultados à palpação é feito através de chaves reprodutivas.

8.1 UN CLD₂₋₃ FE₁₀

Útero normal (UN) com um corpo lúteo 2 ou 3 no ovário direito (CLD₂₋₃) e um folículo no ovário esquerdo de 10 mm de diâmetro (FE₁₀). A consistência normal do útero (é normal quando não há edema ou turgescência) é encontrada em vacas não prenhes durante o diestro, ou em vacas que estão em anestro. O CL 2 ou 3 é uma estrutura bem desenvolvida que deforma o ovário e, em alguns casos, representa mais de 50% da massa ovariana. Classificá-los como CL 2 ou 3 é uma apreciação subjetiva do tamanho do corpo lúteo e não tem significado prático, pois em qualquer dos casos o manejo é o mesmo. O CL indica que a vaca está em qualquer dia do diestro e, obviamente, indica que está ciclando. Durante o diestro pode-se encontrar folículos de tamanhos diferentes em qualquer um dos dois ovários, já que este depende das ondas de desenvolvimento folicular.

É importante frisar que as estruturas mencionadas podem estar em ovários diferentes ou no mesmo ovário. O achado mais importante nesta fase é a presença do corpo lúteo o que permite o tratamento com a PGF2 α , o que resulta na apresentação do estro nas próximas 48 a 120 horas.

A presença de um corpo lúteo é o estado fisiológico que é frequentemente encontrado neste grupo de vacas, primeiro porque paradoxalmente a maior proporção de vacas em “anestro” está ciclando (anestro funcional) e, em segundo lugar, porque o diestro ocupa 65% dos dias do ciclo estral.

8.2 UE CLD₁ FE₁₀₋₁₅

Útero edematoso (UE) com um corpo lúteo 1 no ovário direito (CLD₁) e um folículo 10 ou 15 mm de diâmetro no ovário esquerdo. O útero edematoso pode ser encontrado no proestro e metaestro. A presença do CL1 e um folículo grande indicam que se trata de uma vaca que muito provavelmente é encontrada em proestro. A diferença entre um CL1 e um CL 2 ou 3 é basicamente o seu tamanho; um CL1 é uma estrutura pequena com consistência dura. As vacas que têm estas características devem ser marcadas para que os trabalhadores prestem mais atenção, já que apresentarão o estro nas próximas 48 a 72 horas. Se a vaca não apresentar estro neste período, deverá ser palpada na semana seguinte.

8.3 UT DE FE₁₀₋₁₅

Útero túrgido ou tonificado, ovário direito estático e ovário esquerdo com um folículo de 10 ou 15 mm de diâmetro. Estes achados, além da presença de muco estral, correspondem a uma vaca em estro. Frequentemente, na palpação das vacas do grupo de anestro, há vacas em estro; estas vacas deverão ser programadas para inseminação.

8.4 UE DE EE

Útero estático e ovários estáticos. Estas observações correspondem a uma vaca em metaestro; esta decisão tem uma alta margem de erro uma vez que também pode corresponder a um animal no proestro ou em anestro verdadeiro. Um achado que permite ser mais bem sucedido no diagnóstico é a presença de sangue no muco cervical; neste caso, a presença de sangue indica, com certeza, que a vaca está em metaestro; no entanto, nem todas as vacas apresentam este sangramento. As vacas com estes achados devem ser palpadas sete dias depois para confirmar ou corrigir um primeiro diagnóstico. Se a primeira palpação foi correta, na segunda se encontrará um CL2-3.

8.5 UE CHD FE₁₀

Útero edematoso, com corpo hemorrágico no ovário direito (CHD) e com folículo de 10 mm de diâmetro no ovário esquerdo. Estas observações são de uma vaca em metaestro. O corpo hemorrágico é considerado como a fase de transição entre o folículo e o corpo lúteo; o CH é palpado como uma estrutura com uma saliência em forma de papila e é muito suave ao toque. Será necessário esperar 4 ou 5 dias para que se converta num corpo lúteo maduro e assim destruí-lo com PGF2 α . Na prática, estas vacas são palpadas na seguinte revisão (sete dias depois).

8.6 UN DE EE

Útero normal e ovários estáticos. Este caracteriza as vacas que estão no anestro verdadeiro. As vacas entram no anestro principalmente por se encontrar em balanço negativo de energia; este problema é mais grave em vacas de primeiro parto. O único tratamento eficaz consiste em melhorar o seu estado metabólico. Tratamentos hormonais não funcionam caso não seja resolvido primeiro o seu estado nutricional.

8.7 UN CFD EE

Útero normal, cisto folicular no ovário direito e ovário esquerdo estático. Embora as vacas com cistos foliculares sejam caracterizadas por apresentar estros recorrentes, também chegam a apresentar anestro. O tratamento consiste na administração do GnRH ou hCG.

8.8 UN CLD EE

Útero normal, cisto luteinizado no ovário direito e ovário esquerdo estático. Este cisto também é causado por uma deficiência na secreção de LH, só que neste caso a deficiência é parcial, o que provoca um certo grau de luteinização. O cisto luteinizado é uma estrutura com mais de 20 mm de diâmetro e de paredes grossas. O tratamento indicado é a administração de PGF2 α . Na prática, é difícil diferenciar um cisto folicular de um luteinizado, pelo que o tratamento recomendado é, primeiro, a administração de GnRH ou hCG e sete dias depois é injetado PGF2 α (figura 5.7).

8.9 Piometra CLD₂₋₃ FE

A piometra é uma condição que ocorre principalmente nos primeiros 30 dias pós-parto; no entanto, na revisão das vacas anéstricas são encontradas vacas com esta patologia. O tratamento indicado consiste na administração de PGF2 α .

9. TRATAMENTOS HORMONAIS PARA INDUÇÃO DA ATIVIDADE OVARIANA

O estabelecimento precoce da ciclicidade pós-parto favorece a involução uterina e está positivamente correlacionado com a fertilidade; ou seja, quanto mais ciclos estrais a vaca tiver antes da primeira inseminação, a porcentagem de concepção é maior. Um tratamento utilizado para induzir a primeira ovulação pós-parto em vacas anéstricas, consiste na administração de GnRH quando à palpação retal se encontra um folículo grande (> 10 mm). Com isso se pretende fazer o folículo ovular e depois injeta-se PGF2 α para provocar a regressão lútea. Outras combinações consistem na administração de GnRH e na inserção de dispositivos de liberação de progesterona e, ao retirar o progestágeno, injeta-se PGF2 α (figura 5.8). No entanto, os tratamentos mencionados são de uso comum, não funcionam em todos os casos. Um requisito para

se obter êxito é que as vacas devem ter boa condição corporal ou que estejam ganhando condição corporal. Embora os tratamentos hormonais possam ajudar em alguns casos, não deve-se esquecer que as causas do anestro não são corrigidas apenas com a administração de hormônios, já que a vaca não cicla porque toda a informação do estado metabólico que recebe o cérebro, indica que não o deve fazer.



Figura 5.7: 1) Ovários de uma vaca em metaestro (dia três do ciclo). No ovário direito apresenta-se um corpo hemorrágico e no esquerdo são observados folículos médios. 2) Ovário com um corpo hemorrágico (dia quatro a cinco do ciclo estral). O corpo hemorrágico é de consistência suave e nos primeiros dias, se pressionado, tende a desaparecer dentro do estroma e ao retirar a pressão sente-se novamente. 3) Ovários de uma vaca em diestro (dias 6 a 17 do ciclo). No ovário esquerdo são observados folículos médios e no ovário direito há um corpo lúteo, folículos médios e um folículo grande. 4) Ovário com um corpo lúteo. Esta estrutura é característica do diestro e pode tomar

diversas formas; nesta foto se observa um corpo lúteo de forma referida na literatura com coroa ou papila que sai do estroma ovárico. 5) Ovário com um corpo lúteo. Como se pode ver nesta foto, o corpo lúteo sobressai do estroma ovárico. 6) Ovário com um corpo lúteo. Nesta foto se observa o corpo lúteo que apenas sobressai do estroma ovárico. Estes corpos lúteos costumam ser confundidos com folículos. 7) Ovário com um folículo pré-ovulatório. Os folículos pré-ovulatórios na vaca medem entre 15 e 20 mm de diâmetro e à palpação sente-se uma estrutura esférica de paredes delgadas e que quando pressionado flutua. A palpação desta estrutura, juntamente com a presença de turgescência uterina e presença de muco cervical, indica que a vaca está em estro. 8) Ovários estáticos ou sem estruturas. Estes ovários são grandes, achatados e de consistência dura. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

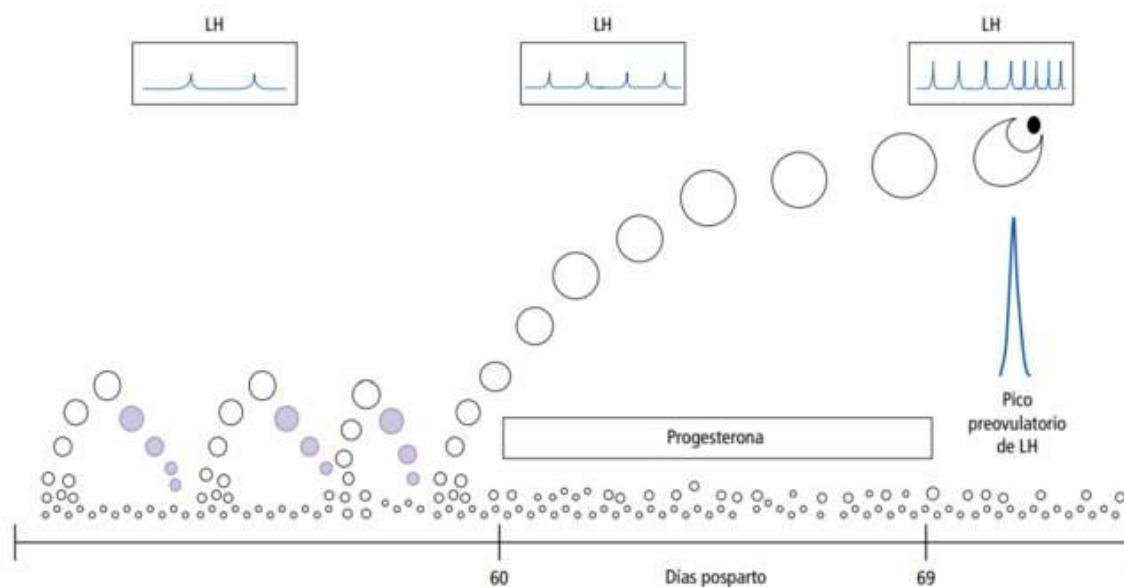


Figura 5.8: Este esquema mostra o mecanismo de ação de um tratamento com progestágenos para induzir a atividade ovariana. Durante o anestro, o LH tem uma baixa frequência de secreção (um pulso a cada quatro a seis horas), o que impede a maturação e ovulação do folículo dominante. Quando recebe o implante de progesterona aumenta a frequência de secreção do LH (um pulso cada três a quatro horas), cresce o folículo dominante e torna-se um folículo dominante persistente; após a remoção do progestágeno, aumenta mais a frequência do LH (de forma semelhante ao proestro), o folículo termina a sua maturação, desencadeia o pico pré-ovulatório do LH e ocorre a ovulação. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

10. GONADOTROPINA CORIÔNICA EQUINA (eCG)

Na égua, por volta do dia 30 de gestação, células do córion migram para o endométrio e formam umas estruturas conhecidas como copas endometriais. Entre o dia 40 e o dia 130 de gestação, nestas estruturas é produzido o eCG (anteriormente

conhecida como gonadotropina sérica da égua prenha ou PMSG, pela sua abreviatura em inglês). Na égua esse hormônio tem atividade de LH pelo qual estimula a função do corpo lúteo e promove a formação de corpos lúteos acessórios.

Nos ruminantes, o eCG se une aos receptores de LH e FSH do folículo, estimulando o desenvolvimento folicular, e no corpo lúteo estimula a secreção de progesterona. O eCG tem sido utilizado com a finalidade de superovulação, e em vacas de corte em anestro, é incluído em programas com progestágenos para induzir ciclicidade. Nestes programas é injetado eCG no momento da remoção do progestágeno, o que favorece o desenvolvimento folicular e apresentação do estro. Em rebanhos leiteiros na Nova Zelândia tem sido incrementado a taxa de prenhez sem aumentar a proporção de partos gêmeos, através da injeção de eCG na remoção do dispositivo de liberação de progesterona em programas combinados com a injeção de benzoato de estradiol.

11. RESUMO

- Transcorrem 15 dias pós-parto para que a hipófise responda ao hormônio GnRH.
- Entre os dias 12 e 15 pós-parto começa-se a secreção de FSH e iniciam-se as ondas foliculares.
- As vacas chegam ao ponto mais baixo de BEN entre os dias 15 e 20 pós-parto.
- As vacas iniciam a atividade ovariana normal, em média, após os 40 dias pós-parto.
- Aos 70 dias pós-parto é normal que 20% das vacas ainda estejam em anestro.
- Na primeira ovulação pós-parto 25% das vacas desenvolvem corpos lúteos de vida curta e 30% mostram corpos lúteos de vida longa (persistentes).
- As anormalidades do aparelho reprodutor são responsáveis por 10% das causas de anestro.
- 5 a 30% das vacas desenvolvem cistos foliculares nos primeiros 60 dias pós-parto e 60% destas se recuperam de forma espontânea.
- No dia 30 pós-inseminação é possível identificar vacas vazias mediante a ecografia e reservá-las para a ressincronização.
- A proteína B específica da gestação aparece no soro a partir do 15º dia de gestação.

- Para o diagnóstico precoce de gestação é recomendado medir a PSPB no dia 30 pós-inseminação e em vacas com mais de 90 dias pós-parto.
- Entre os dias 50 e 60 pós-parto todas as vacas não servidas devem ser examinadas via retal para programar seu serviço.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSE, Divakar J. Postpartum anestrus and its management in dairy cattle. **Bovine Reproduction**, p. 408-430, 2021.
- BALL, P. J. H.; PETERS, A. R. **Reprodução em bovinos**. São Paulo: SP, 2006.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Anestro em Vacas Leiteiras: Fisiologia e Manejo**. Belo Jardim: EICS, 2021.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Características Gerais dos Bovinos/General Characteristics of Cattle Bovine**. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/DASCGD>. Acesso em: janeiro de 2022.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fisiologia da Reprodução Animal: Ovulação, Controle e Sincronização do Cio**. Belo Jardim: IFPE, 2020.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Nutrição Sobre a Reprodução e Fertilidade dos Bovinos**. Belo Jardim: Emanuel Isaque Cordeiro da Silva, 2021.
- DERIVAUX, Jules; BECKERS, Jean-François; ECTORS, Francis. L'anoestrus du postpartum. **Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift**, v. 53, p. 215-229, 1984.
- ELLI, Massimiliano. **Manual de reproducción en ganado vacuno**. Zaragoza, ES: Servet Edit., 2005.
- FERNÁNDEZ DE CÓRDOBA DE LA BARRERA, Luis. **Reproducción aplicada en el ganado bovino lechero**. 1993.
- FERREIRA, A. de M. **Reprodução da fêmea bovina: fisiologia aplicada e problemas mais comuns (causas e tratamentos)**. Juiz de Fora: Minas Gerais–Brasil, p. 422, 2010.
- GARVERICK, H. Allen. Ovarian follicular cysts in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 80, n. 5, p. 995-1004, 1997.
- HAFEZ, Elsayed Saad Eldin; HAFEZ, Bahaa. **Reprodução animal**. São Paulo: Manole, 2004.
- HIDALGO, Galina *et al.* **Reproducción de animales domésticos**. México: Limusa, 2008.
- PETER, A. T.; VOS, P. L. A. M.; AMBROSE, D. J. Postpartum anestrus in dairy cattle. **Theriogenology**, v. 71, n. 9, p. 1333-1342, 2009.
- PETERS, A. R. *et al.* **Reproducción del ganado vacuno**. 1991.
- SPAIN, JAMES N.; LUCY, MATTHEW C.; HARDIN, DAVID K. Effects of nutrition on reproduction in dairy cattle. *In: Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. WB Saunders, 2007. p. 442-450.

UNGERFELD, Rodolfo. **Reproducción de los animales domésticos**. Edizioni LSWR, 2020.

VILLA-GODOY, A. *et al.* Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 4, p. 1063-1072, 1988.

WATHES, D. C. *et al.* Influence of negative energy balance on cyclicity and fertility in the high producing dairy cow. **Theriogenology**, v. 68, p. S232-S241, 2007.



6 FERTILIDADE

1. INTRODUÇÃO

A fertilidade das vacas com aptidão leiteira tem apresentado queda de quase 1% ao ano nos últimos 30 anos como apresentam os estudos acerca da reprodução de bovinos leiteiros; essa diminuição tem coincidido com um aumento sustentado na produção de leite. Estudos realizados a partir da década de 1960 pelo NRC, demonstraram que nos rebanhos leiteiros da América do Norte, nessa década, era conseguido emprenhar até 65% das vacas inseminadas, enquanto, atualmente, a porcentagem de concepção é em torno de 30%.

Na literatura e por meio de pesquisas foi-se comprovado que de 80 a 90% dos ovócitos são fertilizados, entretanto, uma alta proporção de embriões morre antes do 18º dia após a inseminação. Com isso, as vacas apresentam um novo ciclo, isto é, regressam ao estro em um período equivalente a um ciclo estral normal, devido ao fato de que a morte do embrião ocorre antes do reconhecimento materno da gestação (figura 6.1).

2. ESTIMATIVA DA FERTILIDADE EM BOVINOS LEITEIROS

Em bovinos leiteiros, existem diferentes métodos de estimar a fertilidade e cada um deles fornece uma visão parcial do problema seja relacionado com o manejo, com o trato reprodutivo da vaca ou detalhes como técnicas e métodos de inseminação, serviços, etc. Neste capítulo é descrito os principais estimadores da fertilidade em bovinos leiteiros.

2.1 Porcentagem de concepção

Refere-se à proporção de vacas que apresentaram prenhez, isto é, vacas gestantes do total inseminado e é calculado no momento de diagnóstico da gestação. É difícil estipular ou impor uma meta para esse método, uma vez que depende de vários fatores que podem variar entre os rebanhos e, também, é afetado pela época do ano. Entretanto, nos últimos anos, uma boa meta global de porcentagem de concepção deve estar entre 35 e 40%, porém esse valor é um parcial, uma vez que diante o manejo e os custos opta-se sempre por uma porcentagem maior de vacas prenhes no momento de diagnóstico de gestação. A taxa ou porcentagem de concepção é obtida pela divisão do total de vacas prenhes com o total de vacas inseminadas e multiplicado por 100.

$$\% \text{ concepção} = \frac{\text{Total de vacas prenhes}}{\text{Total de vacas inseminadas}} \times 100$$

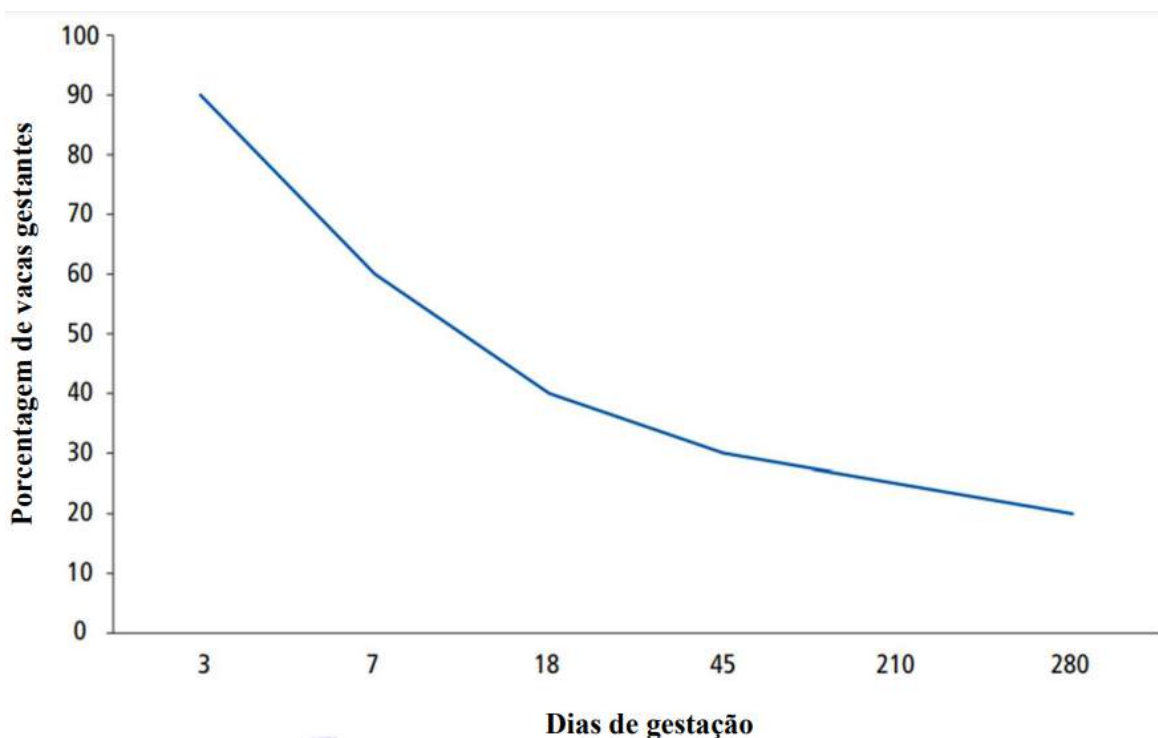


Figura 1: A principal causa de falha reprodutiva é a morte embrionária precoce. Cerca de 80 a 90% dos ovócitos são fertilizados. Apenas 50% dos embriões sobrevivem até o momento de diagnóstico da gestação. Além disso, entre 20 e 30% das vacas diagnosticadas prenhes perdem a gestação nos meses seguintes. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

2.2 Taxa de prenhez

A taxa de prenhez representa a proporção de vacas prenhes pós-inseminação, do total elegível para a inseminação durante um período equivalente a um ciclo estral (± 21 dias). Essa taxa é um parâmetro resultante de dois aspectos: a eficiência na detecção do cio ou estro à campo visual do comportamento das vacas e/ou pelos métodos modernos de identificação como os marcadores; e a porcentagem de concepção. A taxa de prenhez é calculada multiplicando a eficiência na detecção de estros pela porcentagem de concepção e dividindo o valor dessa multiplicação por 100. Assim, um rebanho com uma eficiência na detecção de cio ou estro de 50% e com uma porcentagem de concepção de 30%, obtém-se uma taxa de prenhez de 15%. Esse número indica que das vacas elegíveis que manifestam cio e são inseminadas em um período de 21 dias, apenas 15% delas engravidam. Uma taxa de prenhez aceitável é de 21%, entretanto, o índice almejado é de 35%.

O primeiro cio deve se manifestar aos 40 dias pós-parto. As taxas de detecção de cios devem estar entre 70%, mas podem variar entre 30 e 80% dependendo da forma que é realizada. Existem diferentes métodos de observação visual com diferentes porcentagens de detecção (tabela 6.1).

Tabela 6.1: Métodos de detecção e porcentagem de cios detectados

| | |
|------------------------------------|----|
| Observação casual | 43 |
| Observação por ordenhadores | 50 |
| Observadores treinados (2x ao dia) | 50 |
| Observação com auxílio de rufiões | 71 |
| Observação 24h/dia | 89 |

Fonte: BÓ, G. A. *et al.*, 2002.

Existem alguns fatores que limitam a detecção de estros por todos e quaisquer métodos de observação, sendo eles o horário, tempo e número das observações, número de vacas em estro, tamanho dos lotes e piquetes, temperatura ambiente e olho clínico do observador. Dada uma boa detecção de estros termos, conseqüentemente, boas taxas de prenhez (tabela 6.2).

Tabela 6.2: Taxa de prenhez em função das taxas de detecção de estro e de concepção

| Taxas (%) | | |
|-------------------|-----------|---------|
| Detecção de estro | Concepção | Prenhez |
| 30 | 30 | 9 |
| 50 | 30 | 15 |
| 30 | 50 | 15 |
| 50 | 50 | 25 |
| 70 | 50 | 35 |
| 70 | 60 | 42 |
| 80 | 60 | 48 |

Fonte: BERGAMASCHI, M. A. C. M. *et al.*, 2010.

As duas formas do cálculo:

$$\text{Taxa de prenhez} = \frac{\% \text{ detecção de estro} \times \% \text{ concepção}}{100}$$

$$\text{Taxa de prenhez} = \frac{\text{Total de vacas prenhes}}{\text{Total de vacas aptas à reprodução}} \times 100$$

EXEMPLO PRÁTICO: em uma determinada fazenda um lote de 100 vacas está apto para inseminação, desse total 55 vacas foram inseminadas, de modo que a taxa de inseminação foi de 55% que equivale a taxa de serviço. Calcularemos a taxa de concepção e prenhez.

1º taxa de concepção: de 55 vacas, no momento de diagnóstico da gestação, observou-se que 17 emprenharam, de modo que a taxa de concepção será:

$$\frac{17 \text{ vacas prenhes}}{55 \text{ vacas inseminadas}} \times 100 = 30,9\%$$

2º taxa de prenhez: usando a % de detecção de estro de 30% e a porcentagem de concepção obtida acima, temos uma taxa de prenhez de 9,3%. Usando a segunda forma, encontraremos 17%.

2.3 Porcentagem de vacas gestantes

A porcentagem de vacas gestantes é um parâmetro que oferece uma visão genérica da condição de fertilidade do rebanho. Este indicador é calculado a partir das vacas positivas no momento de diagnóstico de gestação (60 dias depois do último serviço) e inclui as vacas secas. Assim, multiplica-se 7 (os meses restantes de gestação da vaca) pela porcentagem de vacas que devem estar gestando cada mês (7×8) do qual resulta 56%. A meta esperada desse parâmetro reprodutivo é entre 50 e 60% de vacas gestantes em qualquer momento do ano.

Outra forma de conhecer a fertilidade é mediante a estimativa da porcentagem de vacas gestantes por mês. Para manter a população estável, devem estar gestantes mensalmente 8% das vacas (número de vacas/intervalo entre partos).

2.4 Dias abertos

Este parâmetro indica os dias que transcorrem do parto ao dia em que a vaca fica gestante. Ao calcular os dias abertos deve-se ser cuidadoso, já que há duas maneiras de fazê-lo. Na primeira, calcula-se considerando só as vacas que ficam gestantes, pelo qual há uma subestimação do parâmetro; este cálculo produz resultados satisfatórios (120 ou 130 dias abertos), já que não considera as vacas que têm mais de 200 dias de leite e não estão prenhes. Na segunda forma de estimativa, são consideradas vacas gestantes e as não gestantes (abertas). Este segundo método é o mais exato, já que o parâmetro obtido se aproxima mais da realidade. A meta deste parâmetro, considerando as vacas em gestação e as vacas abertas, é de 150 dias.

2.5 Intervalo entre partos (IEP)

Este parâmetro refere-se ao tempo decorrido entre dois partos consecutivos na mesma vaca. É um parâmetro tão geral que não permite fazer uma análise dos problemas reprodutivos, nem facilita a tomada de decisões. Este parâmetro sobrestima a fertilidade porque para sua obtenção só são consideradas as vacas que têm dois partos consecutivos e não as vacas que permanecem abertas por longos períodos e, inclusive, que chegam a ser descartadas e as inférteis.

Há cerca de 30 anos atrás, o intervalo entre os partos recomendado era de 12 meses. Atualmente, ter um curto intervalo entre partos não é sempre conveniente, uma vez que se obtém menor volume acumulado de leite, e é frequente que muitas vacas cheguem ao momento da secagem com altas produções. Neste sentido, em gados leiteiros explorados intensivamente, a meta é alcançar um intervalo entre os partos de 13,5 meses; propõe-se que as lactações prolongadas com intervalos entre os partos de 18 meses sejam economicamente rentáveis, embora ainda não existam dados suficientes que corroborem esta proposta.

2.6 Dias em leite

Os dias no leite é a média de dias em lactação, de todas as vacas em produção do rebanho. Este parâmetro é calculado somando os dias em lactação que cada vaca tem e se divide pelo total de vacas. Em um rebanho com uma distribuição uniforme dos partos durante o ano, haverá vacas com diferentes dias no leite (frescas, de média lactação e lactação avançada). A meta de dias em leite é de 160 a 170 a qualquer momento do ano. Ao contrário dos dias abertos ou o intervalo entre os partos, que são geralmente calculados sem considerar as vacas vazias, os dias no leite incluem todas as vacas, independentemente do seu estado reprodutivo.

Em rebanhos leiteiros comerciais muitas vezes este parâmetro é de mais de 200 dias. Um aumento no número médio de dias no leite indica um aumento do número de vacas com lactação de mais de 365 dias, o que obedece a longos períodos abertos e, especificamente, a problemas de fertilidade. Os dias no leite, brindam, de forma prática e rápida, um parâmetro da fertilidade do rebanho.

2.7 Porcentagem de vacas secas

Espera-se que 15% das vacas estejam no grupo das vacas secas, a qualquer momento do ano. Dentro dessa porcentagem são consideradas novilhas de reposição (12,5% vacas secas e 2,5% de novilhas). Um aumento na proporção de vacas secas indica falta de homogeneidade na distribuição de partos durante o ano ou um aumento do tempo (mais de dois meses) de permanência no grupo seco, o que está relacionado com problemas de fertilidade; isto é, vacas que teriam secado por baixa produção e com

pouco tempo de gestação. Pelo contrário, uma diminuição da proporção de vacas secas indica que não se está cumprindo a porcentagem de vacas gestantes por mês. Dito de outra forma, reflete um aumento do número de vacas abertas devido, frequentemente, à elevada incidência de abortos nos estábulos.

3. FATORES ASSOCIADOS À FERTILIDADE

Esses fatores estão associados com o impacto sobre a fertilidade individual ou do rebanho, seja de forma positiva ou negativa. Estão em relação com os parâmetros raciais, genéticos ou ambientais.

3.1 Produção de leite

A vaca especializada na produção de leite foi transformada e melhorada nos últimos 40 anos. O melhoramento genético, a utilização de dietas com maior concentração de nutrientes e melhoria dos sistemas de manejo permitiram um aumento significativo da produção de leite.

Metabolicamente a vaca de hoje, com potencial genético para produzir 12 mil kg de leite/ano, é diferente da vaca de 40 anos atrás. Observou-se que vacas com maior mérito genético têm concentrações sanguíneas do hormônio do crescimento mais elevadas do que as vacas menos selecionadas, e esta diferença é independente das alterações do balanço energético.

O metabolismo das vacas altamente selecionadas difere do das vacas menos selecionadas, pelo que parece torná-las mais adaptadas para mobilizar reservas energéticas corporais e para enfrentar as altas demandas de energia próprias da lactação. Estas mudanças no metabolismo animal, que assegura a disponibilidade adequada de nutrientes para a produção de leite, podem ter efeitos negativos para a função reprodutiva, especialmente quando associam a um mau manejo da alimentação. Por exemplo, as vacas selecionadas para maior produção de leite são mais propensas a ter um atraso no tempo do parto à primeira ovulação.

Recentemente foi-se demonstrado uma correlação entre os valores previstos de touros para intervalo entre partos, dias à primeira inseminação e número de inseminações por concepção com a probabilidade que têm os ovócitos de suas filhas

para se desenvolver até à fase de blastocisto, o que indica uma clara influência genética na fertilidade.

Sem dúvida, a seleção de um rebanho maior produtor de leite também selecionou vacas menos férteis. No entanto, a participação relativa da genética, como uma causa de baixa fertilidade do efetivo leiteiro, é inferior aos fatores relacionados com a intensificação do manejo em rebanhos modernos.

3.2 Número de vacas por rebanho

Ao mesmo tempo que aumentou-se a produção de leite por vaca, a pecuária leiteira também tem experimentado um crescimento no número de cabeças por rebanho. No Brasil tem sido observado nos últimos anos um crescimento dos rebanhos e o estabelecimento de outros novos com mais de 1000 vacas em ordenha (figura 6.2). O crescimento dos rebanhos faz com que as práticas mais elementares de manejo não se realizem corretamente. Um exemplo de erros de manejo, devido ao tamanho do rebanho, é durante a administração de hormônios para a sincronização da ovulação e inseminação a tempo fixo. O manejo de lotes grandes faz com que algumas vacas recebam uma injeção errada e em outros casos (não raros) que algumas vacas recebam $\text{PGF}_{2\alpha}$ quando estão prenhes.



Figura 6.2: O problema da fertilidade se agravou nos últimos anos devido ao crescimento dos rebanhos leiteiros. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

O tamanho do rebanho provoca outros tipos de problemas associados ao manejo geral. Ao ser o rebanho maior e ao ter práticas de manejo mais intensivo (rebanhos com

três ordenhas), os trabalhadores perdem mais facilmente o controle das vacas. Por outro lado, o confinamento em grandes grupos também pode afetar a fertilidade, já que se sabe, por exemplo, que o confinamento está associado à incidência de diferentes condições que afetam a reprodução (exemplo: retenção da placenta e infecções uterinas).

3.3 Início da atividade ovariana pós-parto

O intervalo do parto para a primeira ovulação foi associado com a fertilidade. Assim, as vacas que ovulam rápido após o parto, têm mais ciclos estrais antes da primeira inseminação, o que as torna mais férteis que as vacas que têm menos ciclos estrais. O tempo médio do parto à primeira ovulação aumentou nos últimos 40 anos; assim, em 1964 era de 30 dias e atualmente é de 40 dias.

O intervalo do parto para a primeira ovulação é afetado principalmente por alterações metabólicas que ocorrem durante o período de transição. Observou-se que a perda de condição corporal superior a 1 ponto (escala 1 a 5) durante as quatro primeiras semanas pós- -parto, prolonga o período do parto até à primeira ovulação.

3.4 Número de serviços

No passado, a baixa fertilidade era uma condição que se limitava às vacas repetidoras (vacas com mais de três serviços inférteis), atualmente, sabe-se que este problema é crítico desde o primeiro serviço, no qual, com frequência, a porcentagem de concepção não é superior a 30%. Nos atuais rebanhos leiteiros é frequente que as vacas do terceiro e quarto serviço tenham uma porcentagem de concepção maior do que o primeiro e o segundo serviço. O efeito do número de serviços indica que algumas causas de infertilidade nas vacas leiteiras estão relacionadas com a proximidade do período pós-parto, desta forma ao acumular mais dias em leite observa-se uma melhoria na fertilidade. As vacas nos primeiros dois serviços estão mais expostas a fatores que podem conduzir a uma concepção deficiente, tais como o balanço energético negativo ou qualquer problema relacionado com o puerpério; enquanto as vacas com três ou mais serviços estão mais distantes de serem influenciadas por tais fatores. Há evidência de que o balanço energético negativo afeta a função do corpo lúteo do segundo e terceiro

ciclos pós-parto e diminui o potencial dos ovócitos para desenvolver embriões viáveis (tabela 6.3 e figura 6.3).

Tabela 6.3: Porcentagem de concepção por número de serviços em vacas leiteiras

| Número de serviços | Vacas inseminadas | Vacas gestantes | % de concepção |
|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 3154 | 943 | 30 ^b |
| 2 | 2037 | 633 | 31 ^b |
| 3 | 1278 | 464 | 36 ^c |
| ≥ 4 | 1738 | 615 | 35 ^c |

^{b, c} - valores que não compartilham a mesma literal, são diferentes ($P < 0,05$). **Fonte:** TIXI *et al.*, 2009.

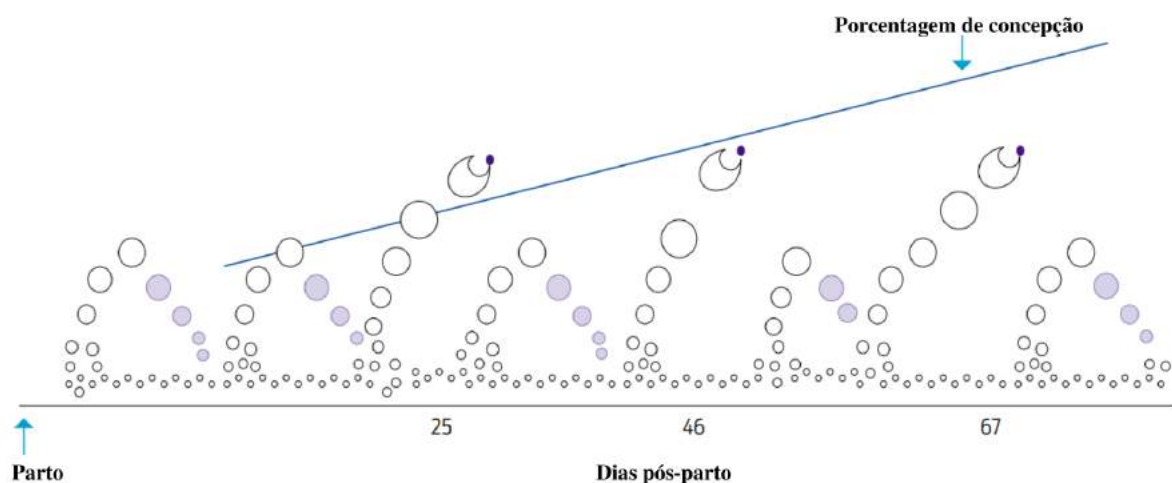


Figura 6.3: A porcentagem de concepção é aumentada à medida que transcorrem os dias pós-parto. Este fenômeno se deve a que com o passar dos dias após o parto a vaca se afasta das patologias do puerpério, já que com as ondas foliculares vão sendo eliminados os folículos e ovócitos afetados pelo balanço negativo de energia e começam a desenvolver outros com maior potencial para desenvolver embriões saudáveis. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

3.5 Concentrações séricas de progesterona

As causas da baixa fertilidade na vaca leiteira são de natureza diversa; entretanto, muitas delas estão relacionadas com a alta produção de leite e com concentrações séricas baixas de progesterona. As vacas leiteiras têm níveis subnormais de progesterona sérica devido à elevada taxa de eliminação hepática determinada pelo

elevado consumo de matéria seca (tabela 6.4; figuras 6.4 e 6.5). Foi demonstrado que as vacas em lactação têm concentrações séricas de progesterona inferiores às das novilhas ou às vacas que não estão em lactação. As baixas concentrações de progesterona têm sido relacionadas com anormalidades do desenvolvimento embrionário precoce e com menor secreção de IFN- τ mas, o efeito da progesterona na fertilidade não se limita à influência que este hormônio possui no desenvolvimento embrionário, mas também está associada com alterações na dinâmica folicular. As vacas com níveis subnormais de progesterona sérica ovulam folículos que têm mais dias de dominação que vacas com níveis normais de progesterona. Sabe-se que os folículos com mais dias de domínio liberam ovócitos com menor potencial para desenvolver um embrião saudável. Além disso, as vacas que têm uma fase lútea com níveis elevados de progesterona pré-inseminação tendem a ser mais férteis do que vacas com níveis mais baixos.



Figura 6.4: Uma das principais causas da falha na concepção é o baixo nível de progesterona sérica, o qual deve-se à disfunção do corpo e à rápida eliminação da progesterona no fígado. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

A participação relativa das concentrações subnormais de progesterona sérica, como causa de infertilidade, é maior nas vacas de primeiro serviço que nas vacas de maior serviço, devido que as de primeiro serviço estão mais próximas do balanço energético negativo e do pico de lactação.

Tabela 6.4: Diferenças de algumas características reprodutivas entre vacas em lactação e novilhas

| Características reprodutivas | Vacas em lactação | Novilhas |
|------------------------------|-------------------|----------|
| Duração do estro (h) | 8,7 | 13,8 |

| | | |
|---|---------|---------|
| Dupla ovulação (%) | 20 | 1 |
| Partos gêmeos (%) | 8 | 1 |
| Porcentagem de concepção | 30 - 35 | 65 - 70 |
| Perdas gestacionais (%) | 20 | 5 |
| Tamanho do folículo ovulatório (mm) | 18,5 | 14,9 |
| Concentração máxima de estradiol (pg/ml) | 7,9 | 11,3 |
| Volume do corpo lúteo (mm ³) | 11,1 | 7,3 |
| Concentração máxima de progesterona (ng/ml) | 5,6 | 7,3 |

Fonte: WILTBANK *et al.*, 2006.

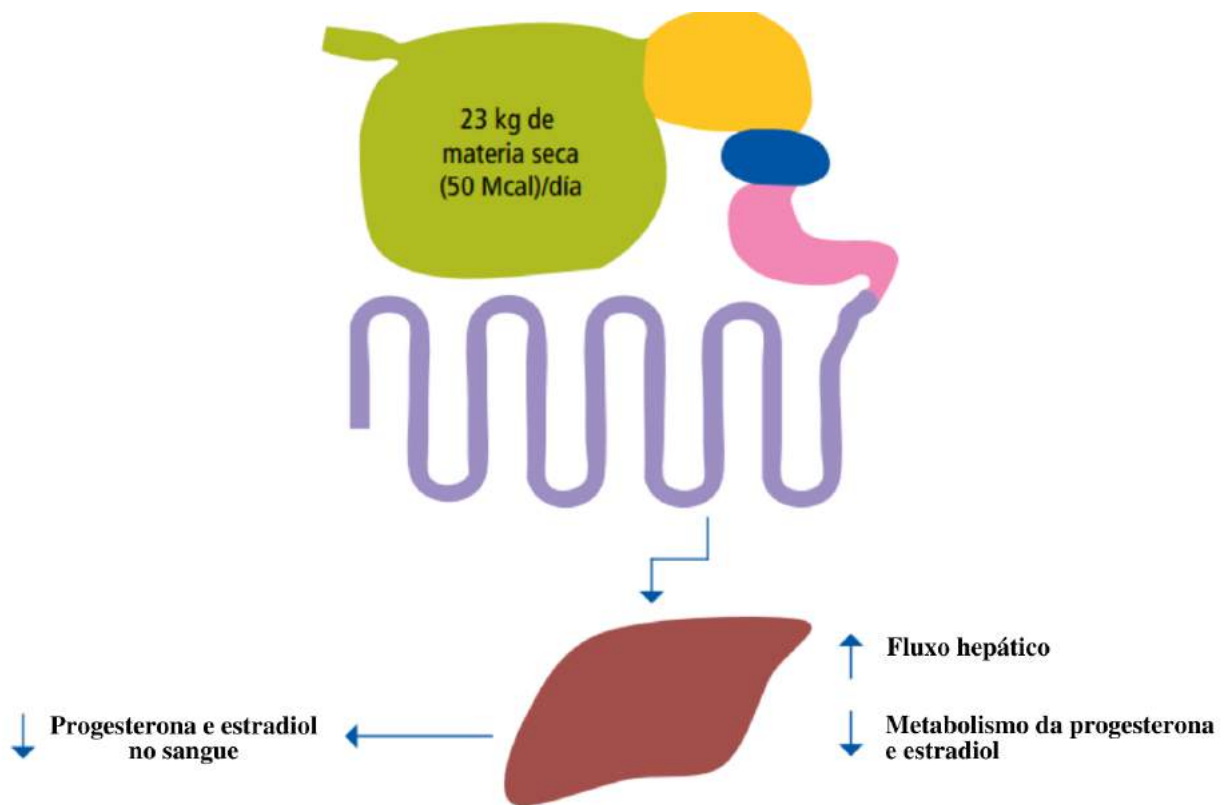


Figura 6.5: O elevado consumo de matéria seca na vaca leiteira provoca um aumento do fluxo hepático, acelerando assim a eliminação dos hormônios esteroides. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

3.6 Nutrição

Independentemente do efeito das alterações metabólicas causadas pelo balanço energético negativo, as dietas oferecidas às vacas de alta produção também podem afetar a fertilidade. Um consumo excessivo de proteína degradável (>18%) e uma deficiência relativa de carboidratos provoca um aumento de amoníaco no rúmen. Este composto é absorvido pela parede ruminal e no fígado é convertido em ureia. Outra fonte de ureia é a gerada no fígado durante o processo de catabolismo dos aminoácidos. Assim, as vacas alimentadas com altos níveis de proteína degradável têm altas concentrações de ureia no sangue, que diminui o potencial dos ovócitos para desenvolver embriões saudáveis e afeta a viabilidade embrionária.

Fornecer todos os nutrientes às vacas com altos níveis de produção obriga a oferecer dietas altas em energia (dietas energéticas), baseadas em grãos como o milho. Desta forma, ocorre frequentemente acidose ruminal subclínica, o qual também está associada com a baixa fertilidade. A associação entre acidose e fertilidade não é clara, mas pode ser determinada por absorção de endotoxinas e liberação de prostaglandinas.

A semente e caroço de algodão são usados em dietas de vacas em sistemas intensivos de produção. Esta semente/caroço, além de ser uma excelente fonte de energia, proteína e fibra, contém altas concentrações de gossipol. Esta substância é altamente tóxica em espécies monogástricas, no entanto, os ruminantes são relativamente resistentes ao gossipol, uma vez que este pigmento é inativado pelos microrganismos do rúmen.

A quantidade de semente de algodão contida nas dietas comuns oferecidas às vacas leiteiras (10% da matéria seca) provocam concentrações de gossipol no plasma dentro da margem de segurança (< 5 µg/ml). No entanto, a utilização de maiores quantidades de sementes de algodão ou a utilização de variedades com maior conteúdo deste pigmento, geram concentrações plasmáticas de gossipol superior a > 5 µg/ml, que diminuem a porcentagem de concepção. Observações em gados leiteiros na Califórnia, com dietas que continham sementes de algodão com maior teor de gossipol, mostraram uma diminuição significativa da fertilidade.

3.7 Estresse calórico

O gado leiteiro é altamente sensível às altas temperaturas, a prova disso é a redução da fertilidade quando os animais se encontram em climas quentes ou durante a época do ano com maior temperatura. A porcentagem de concepção chega a cair de 30% obtido nos meses temperados ou frios, para 10 ou 15% durante o verão.

Os efeitos do estresse calórico na reprodução do gado leiteiro aumentaram nos últimos anos, o que coincidiu com o aumento da produção de leite. Verificou-se que o aumento do peso vivo das vacas leiteiras e o aumento na produção de leite refletiu em um aumento da produção de calor metabólico. Desta forma, as vacas com maiores pesos e produções têm um aparelho digestivo com maior capacidade, o que lhes permite consumir e digerir mais alimento. Durante o metabolismo dos nutrientes gera-se calor, o qual contribui com a manutenção da temperatura corporal, condição favorável em climas frios; no entanto, em climas quentes o calor deve ser removido para manter a temperatura corporal dentro dos intervalos normais. Como a capacidade de termorregulação da vaca leiteira é limitada, é comum que, nas vacas sujeitas a estresse calórico, a temperatura corporal alcance valores entre 39,5 e 41,5 °C (figura 6.6), lembrando que a temperatura corporal normal dos bovinos é de 37,5 a 38,5 °C em adultos e de 38,5 a 39,5 °C em animais jovens.



Figura 6.6: Vacas com estresse calórico. Nestas vacas é frequente que a temperatura corporal chegue a 41,5 °C. Medidas de ventilação e bem-estar devem ser tomadas para prevenir. Observe a respiração ofegante a fim de dissipar o calor interno. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

O aumento da temperatura corporal tem efeitos negativos na reprodução. No Brasil há regiões onde é evidente o efeito negativo do estresse calórico na fertilidade; assim, em regiões muito quentes e de clima com caráter árido ou semiárido é observada uma redução da porcentagem de concepção nos meses quentes e secos do ano. Em outras regiões do centro-sul do país, ainda não é observada visualmente uma redução da fertilidade nos meses quentes e secos; contudo, dado que as vacas apresentam uma tendência ascendente na produção de leite e, conseqüentemente, na geração de calor, além do aumento da temperatura ambiental é possível que nos próximos anos comece a ser observado este fenômeno.

Uma redução da fertilidade durante o verão já é observada e relatada em regiões dos Estados Unidos e Canadá, onde até alguns anos atrás não era evidente esse efeito.

Em condições *in vivo*, o estresse calórico, durante os dias um a sete após o estro, afeta o desenvolvimento embrionário em vacas superovuladas. *In vitro*, a exposição dos embriões a temperaturas equivalentes à temperatura retal das vacas, sob estresse calórico (41 °C), diminui a proporção de embriões que chegam ao estágio de blastocisto. A suscetibilidade dos embriões ao estresse calórico diminui conforme estes avançam em seu desenvolvimento. Assim, os embriões de duas células são mais suscetíveis do que os embriões no estágio de mórula. Também, o estresse calórico diminui a capacidade dos embriões para produzir IFN- τ .

O efeito do estresse calórico na fertilidade não é apenas observado durante os meses mais quentes, mas também é evidente um efeito a longo prazo (efeito residual), uma vez que as vacas submetidas ao estresse calórico durante o verão mantêm baixa fertilidade durante o outono. Este efeito pode ser explicado pelo efeito negativo das altas temperaturas nos ovócitos durante as diferentes etapas do desenvolvimento folicular (figura 6.7).

O estresse calórico pode afetar a reprodução indiretamente através das alterações que provoca no consumo voluntário de matéria seca. As vacas sob estresse calórico reduzem o consumo de matéria seca o que torna o balanço energético negativo mais agudo e intenso. Assim, os efeitos do estresse calórico na reprodução combinam-se com os efeitos do balanço energético negativo. Por exemplo, o anestro pós-parto se prolonga

em vacas com balanço energético negativo e se agrava durante o verão, resultando em um período anovulatório mais longo (figura 6.8).

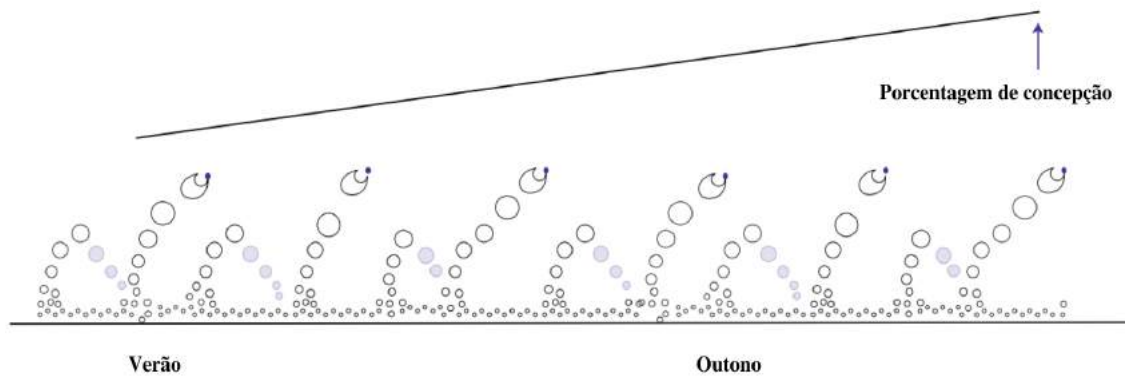


Figura 6.7: O estresse calórico tem efeito a longo prazo (efeito residual); assim, as vacas sujeitas a estresse calórico durante o verão também mostram baixa fertilidade na primeira metade do outono. Este efeito pode ser explicado pelo efeito negativo das altas temperaturas nos ovócitos, durante as diferentes etapas do desenvolvimento folicular. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

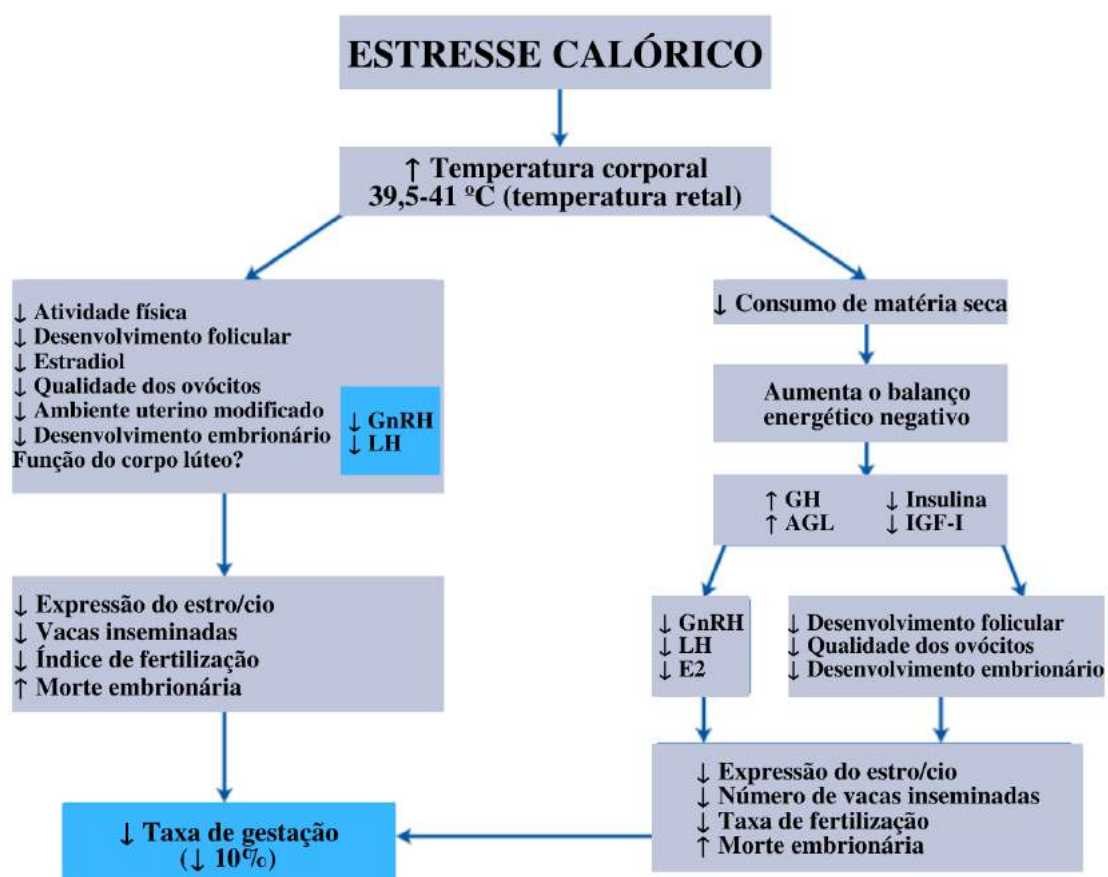


Figura 8: Diferentes efeitos do estresse calórico na reprodução das vacas leiteiras. **Fonte:** Adaptação de DE RENSIS & SCARAMUZZI, 2003.

3.8 Estratégias para diminuir o efeito do estresse calórico na fertilidade

3.8.1 Sombreamento

A diminuição da exposição à radiação solar direta usando sombreamento é o método mais simples. Existem vários projetos de sombreamento, mas o que sempre deve ser considerado é uma boa altura, por exemplo do telhado em relação ao solo, para que o ar flua, boa orientação, para que o sol incida no piso, e deve oferecer espaço suficiente para todos os animais (figura 6.9). O benefício do sombreamento, seja natural ou artificial, na reprodução tem sido demonstrado em diversos estudos; no entanto, as sombras só diminuem os efeitos do estresse calórico em condições de temperatura e umidade não extremas (por exemplo, em climas temperados ou em regiões com baixa umidade relativa).



Figura 6.9: Currais com sombreamento artificial, ótima opção para regiões áridas e/ou semiáridas do país **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

3.8.2 Ventilação forçada

O movimento do ar favorece a perda de calor por convecção e em condições de baixa umidade ambiental, permite a eliminação de calor por evaporação (figura 6.10, 6.11 e 6.12).



Figura 6.10: Currais com ventiladores instalados no teto (ventilação forçada). **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 6.11: Currais com ventiladores instalados no teto (ventilação forçada). **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 6.12: Currais com ventiladores instalados no teto (ventilação forçada). **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

3.8.3 *Resfriamento/banhos em tanques*

Este método consiste na construção de tanques, para que as vacas permaneçam em imersão durante curtos períodos (figura 6.13 e 6.14). É um método eficaz para que as vacas percam calor nas horas mais quentes do dia, mas é pouco prático já que as vacas devem se mover de seus alojamentos. É mais empregado em regiões de intenso calor dos Estados Unidos com ótimos índices de bem-estar para as vacas e viabilidade tanto para a fertilidade quanto para a financeira. A questão do deslocamento dos animais está relacionada ao manejo.



Figura 6.13: Tanques de resfriamento no Norte da Flórida, Estados Unidos. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 6.14: Tanques de resfriamento no Norte da Flórida, Estados Unidos. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

3.8.4 Refrescamento com umidade/aspersão de água e ventilação forçada

As aspersões de água para umedecimento só favorecem a perda de calor quando a umidade relativa é baixa. Em condições com umidade relativa elevada, deve-se combinar o umedecimento com a ventilação forçada. Existem duas possibilidades para combinar estas técnicas: a primeira consiste na utilização de um sistema que gera pequenas gotas (nebulizadores) que, quando evaporadas, arrefecem o ar permitindo a eliminação de calor por convecção (perda de calor por diferença de temperatura entre a superfície do animal e do ar); este sistema é mais eficaz quando se introduz uma corrente de ar fresco (figura 6.15). A segunda consiste na aspersão de água para umedecer a pele, combinada com ventilação forçada. Este sistema pode ser usado nos alojamentos e na área de espera da sala de ordenha (figura 6.16).



Figura 6.15: Instalações com refrsecamento por aspersão e ventilação forçada em condições semiáridas. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 6.16: Arrefecimento com aspersão e ventilação forçada no espaço ou sala de espera da ordenha em condições semiáridas. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

A utilização de sistemas de arrefecimento conseguiu reduzir parcialmente os efeitos negativos do estresse calórico na reprodução, mas a fertilidade continua a ser inferior comparada à dos meses frescos do ano. Foram, portanto, exploradas outras estratégias dentro das quais se destaca a utilização de substâncias antioxidantes. Existe evidência de que administrar antioxidantes às vacas leiteiras pode aumentar as porcentagens de concepção; provavelmente, ao reduzir as concentrações de radicais livres que aumentam a nível celular como consequência das altas temperaturas. Por outro lado, dado que o estresse calórico afeta o embrião durante os primeiros dias de desenvolvimento (primeiros 4 dias), foi-se efetuada uma avaliação da transferência de embriões produzidos na época fresca do ano ou produzidos *in vitro* com resultados encorajadores, mas esta estratégia ainda tem limitações técnicas e econômicas que impedem a sua aplicação rotineira.

3.9 Estresse oxidativo

Cerca de 2% do oxigênio utilizado no metabolismo animal é convertido em espécies reativas de oxigênio entre as quais encontram os íons de oxigênio, os radicais livres e os peróxidos. Estas moléculas são removidas por vários sistemas bioquímicos presentes nas células e nos fluidos extracelulares, conhecidos como antioxidantes. A produção excessiva de moléculas oxidantes e a deficiência de substâncias antioxidantes leva à sua acumulação e dano celular, o que é conhecido como estresse oxidante. A acumulação de espécies reativas de oxigênio pode ser uma causa de baixa eficiência reprodutiva, porque eles podem afetar a síntese de hormônios esteroides, taxa de fertilização e desenvolvimento precoce do embrião.

Dentro dos sistemas antioxidantes estão o selênio, vitamina E e β -carotenos. No entanto, estes antioxidantes estão presentes nas dietas dos bovinos, porém a sua administração exógena intramuscular melhora o desempenho reprodutivo.

As vacas leiteiras altas produtoras necessitam de maiores quantidades de substâncias antioxidantes, porque o seu metabolismo oxidativo é maior dado ao elevado consumo de energia metabolizável. Em testes de campo com vacas leiteiras, a complementação com selênio e vitamina E, antes e depois do parto, diminuiu as patologias do puerpério e melhorou a fertilidade; além disso, a sua administração em

vacas superovuladas melhora a qualidade embrionária. Além disso, a inclusão de β -carotenos na dieta melhora a fertilidade em vacas sob estresse calórico.

3.10 Momento e técnica da inseminação artificial

Em 1948, Trimberger recomendou o esquema de inseminação artificial am-pm e pm-am, o que significa que as fêmeas observadas em estro na parte da manhã são inseminadas na parte da tarde e as da tarde são inseminadas na manhã seguinte. Este horário de inseminação é utilizado desde então; no entanto, nas condições atuais não é o ideal.

A inseminação deve ser realizada durante o período de receptividade sexual, que dura de 8 a 18 horas. A ovulação ocorre de 28 a 30 horas após o início do estro e o ovócito tem uma vida de 8 a 10 horas. Por outro lado, os espermatozoides têm uma viabilidade de 24 a 36 horas e para que alcancem a maior capacidade de fertilização, devem permanecer, pelo menos, seis horas na região do istmo, antes da ovulação para se capacitarem. De tal modo que o depósito do sêmen, 12 horas após o início do estro, assegura o encontro de um espermatozoide com capacidade fertilizante e um ovócito com o máximo potencial para desenvolver um embrião saudável. No entanto, devido às graves deficiências que existem na detecção de estros, não se sabe se as vacas detectadas no cio encontram-se nas primeiras ou nas últimas horas do estro. No primeiro caso, se as vacas forem inseminadas 12 horas depois, estariam no momento ideal, mas no segundo caso, adiar 12 horas a inseminação tem consequências negativas sobre a fertilidade, uma vez que aumenta a probabilidade de fertilização de ovócitos velhos, resultando em morte embrionária precoce. Nestes casos é aconselhável inseminar no turno imediato à detecção do estro e evitar que transcorram 12 horas. A boa eficiência na detecção de estros permite inseminar no esquema am-pm e pm-am, ou inclusive em um único turno de inseminação pela manhã (10:00), com bons resultados em concepção (figura 6.17).

Outro erro consiste em inseminar as vacas quando não apresentam estro. A determinação das concentrações de progesterona sérica no momento do serviço indica que de 5 a 20% das vacas têm concentrações de progesterona > 1 ng/ml, o que indica que não estão em estro.

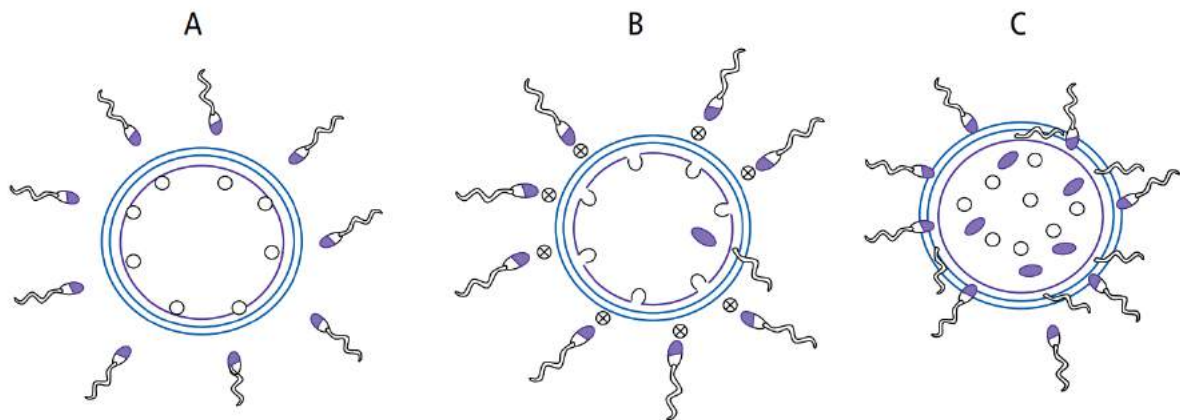


Figura 6.17: Com a penetração do espermatozoide ativa-se o mecanismo de bloqueio da polispermia. Este mecanismo consiste na liberação de substâncias contidas nos grânulos corticais, que evitam a penetração de mais espermatozoides (A e B). O bloqueio da polispermia é menos eficaz à medida que o óvulo envelhece, de tal forma que, após 10 horas de liberação, este mecanismo falha. A consequência da polispermia é a morte embrionária precoce, devido a alterações de natureza genética (C). **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Os programas de inseminação a tempo fixo têm o risco de que se podem inseminar vacas em anestro. Por outro lado, em alguns rebanhos leiteiros toma-se, como único critério para a inseminação, o desaparecimento da pintura (marcador) da garupa, o que provoca que cerca de 10% das vacas retornem em estro nos próximos 15 dias.

A taxa de fertilização indicada para o gado leiteiro foi obtida em observações experimentais, nas quais foram controlados diversos fatores que não podem ser controlados nos rebanhos comerciais, o que obriga a perguntar-se se realmente a falha na fertilização contribui apenas com 10 a 20% das falhas reprodutivas; é provável que uma proporção maior dos fracassos na concepção são devidos à baixa taxa de ovócitos fertilizados.

Por outra parte, as causas da falha na fertilização também estão relacionadas com deficiências no manejo da técnica de inseminação. Não é raro que o manejo da inseminação seja deficiente e que, frequentemente, o nível de nitrogênio diminua abaixo do nível de segurança. Também é comum verificar que as doses são descongeladas sem seguir o protocolo e que o sêmen é depositado na vagina ou no colo do útero (figuras 6.18, 6.19 e 6.20).

3.11 Condição corporal e fertilidade

A qualificação visual da condição corporal no gado leiteiro permite estimar a porcentagem de gordura corporal. As mudanças na condição corporal estão positivamente correlacionadas com as concentrações séricas de insulina, IGF-I e leptina. Estes hormônios agem como sinais que chegam ao hipotálamo e modificam a frequência de secreção do GnRH. Também se sabe que a insulina e o IGF-I estimulam o desenvolvimento folicular, a maturação do ovócito e o desenvolvimento embrionário (figura 6.21).



Figura 6.18: Frequentemente, os problemas de fertilidade têm origem na técnica de inseminação. O trabalho dos inseminadores deve ser supervisionado regularmente. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 6.19: Os técnicos inseminadores devem ser retreinados com frequência. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 6.20: O sêmen deve ser depositado no corpo do útero.
Fonte: Acervo pessoal do autor.



Figura 6.21: A perda de condição corporal nos 30 dias pós-inseminação diminui a taxa de concepção. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

As vacas que ganham ou mantêm a mesma condição corporal, entre o dia da inseminação e o dia 30 depois do serviço, são mais férteis que as vacas que perdem condição corporal (tabela 6.5).

Tabela 6.5: Porcentagem de concepção de vacas que ganharam, mantiveram ou perderam condição corporal nos seguintes 30 dias pós-inseminação

| | Ganharam | Mantiveram | Perderam |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| % | 62,1 | 56,6 | 25,1 |
| Nº de observações | (154/248) | (43/76) | (122/486) |

Fonte: URZÚA *et al.*, 2009.

3.12 Mastite

Na vaca, a mastite não só provoca perdas econômicas pelo custo dos tratamentos, eliminação do leite, diminuição da produção e qualidade do leite e aumento da taxa de resíduos, mas também pelo efeito que tem na fertilidade. Existem diferentes estudos que demonstraram uma correlação negativa entre a mastite e a fertilidade. Assim, as vacas que tiveram mastite clínica antes do primeiro serviço, e entre o primeiro serviço e o diagnóstico de gestação foram menos férteis do que as vacas que não sofreram mastite. Da mesma forma, as vacas com mastite clínica, entre a inseminação e o diagnóstico de gestação, tiveram maior risco de perder a gestação.

O mecanismo pelo qual a mastite clínica afeta a fertilidade é desconhecido, no entanto, são propostos diferentes possibilidades. O aumento da temperatura corporal secundária à mastite pode afetar a maturação dos ovócitos e o desenvolvimento embrionário, tal como ocorre em vacas expostas a estresse calórico; as substâncias produzidas pelas células durante o processo inflamatório afetam a maturação dos ovócitos e diminuem a proporção de embriões que chegam à etapa de blastocisto; as citocinas promovem a liberação de cortisol, o qual afeta a secreção do LH; A $PGF_{2\alpha}$ (liberada durante o processo infeccioso) pode causar luteólise, o que pode explicar a maior incidência de abortos em vacas com mastite.

A diminuição da fertilidade é observada não só nas vacas que sofrem de mastite clínica, mas também naquelas que apresentam a forma subclínica. As vacas que sofreram mastite subclínica antes da inseminação tiveram maior risco de perder a gestação entre os dias 28 a 45. Além disso, a mastite subclínica afeta a síntese de estradiol nos folículos e o intervalo do estro à ovulação, o que poderia ocasionar uma assimetria entre a inseminação e o momento da ovulação.

3.13 Endometrite

Entre 20 a 30% das vacas sofrem de endometrite subclínica. As vacas com este problema mostram menor fertilidade do que as vacas saudáveis. Provavelmente, as mudanças no endométrio causadas pelo processo inflamatório afetam a viabilidade embrionária.

3.14 Dinâmica folicular pré-serviço e pós-serviço

A sobrevivência embrionária também está associada com a dinâmica folicular, antes e depois do serviço. A fertilidade é maior nas vacas que apresentam três ondas foliculares antes do serviço do que naquelas que têm duas. Em outras palavras, a fertilidade é maior nas vacas que ovulam folículos da terceira onda do que da segunda onda. Isto ocorre porque os folículos ovulatórios das vacas com duas ondas têm mais dias de dominação do que os de três ondas, o que afeta o potencial dos ovócitos para desenvolver um embrião viável (figuras 6.22 e 6.23). Da mesma forma, o número de ondas foliculares após o serviço também influencia a fertilidade, de tal forma que as vacas que apresentam três ondas foliculares têm uma fase lútea mais longa e são mais férteis do que as de duas ondas.

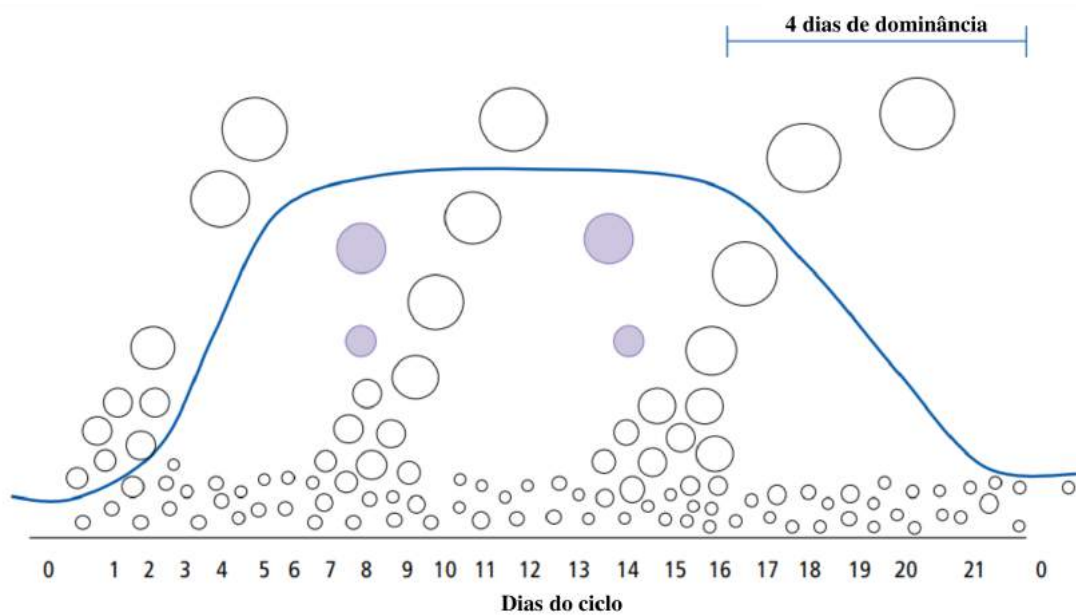


Figura 6.22: A porcentagem de concepção é maior quando a vaca tem um ciclo estral pré-serviço com três ondas foliculares do que quando tem duas ondas. Isto obedece a que os folículos ovulatórios das vacas com duas ondas têm mais dias de dominação do que os de três ondas, o que afeta o potencial dos ovócitos para desenvolver um embrião viável. Esta figura mostra uma vaca com três ondas foliculares que ovula um folículo que teve quatro dias de dominação. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

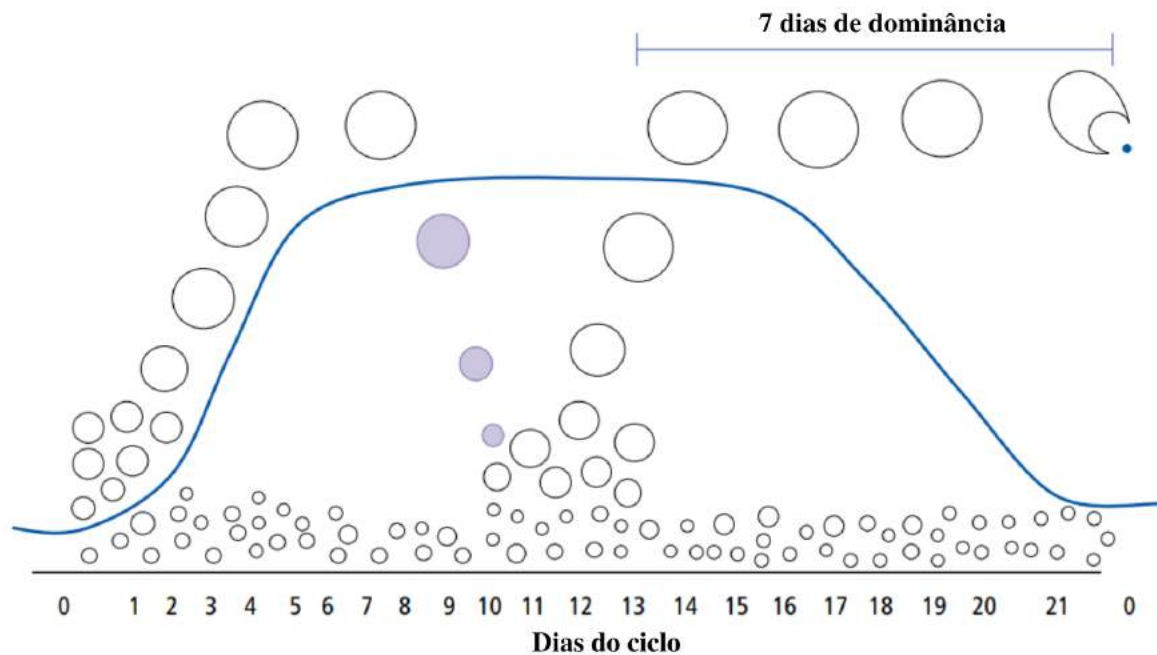


Figura 6.23: Esta figura mostra uma vaca com duas ondas foliculares no ciclo estral pré-serviço, que ovula um folículo que teve sete dias de dominância. A porcentagem de concepção será menor nestas vacas do que naquelas com três ondas foliculares no ciclo anterior. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

3.15 Número de folículos antrais: indicador da fertilidade nas vacas

Durante o ciclo estral, o número de folículos antrais (>3 mm de diâmetro) varia amplamente entre as vacas; em uma onda folicular pode flutuar de 5 a 50, em ambos os ovários. Esta característica é repetível na mesma vaca, e está correlacionada positivamente com o número total de folículos viáveis e com a fertilidade. Em observações feitas em vacas leiteiras pós-parto verificou-se que o número de folículos antrais presentes na primeira onda folicular está correlacionado positivamente com a fertilidade, de tal forma que as vacas com mais folículos antrais tiveram maior porcentagem de concepção, menos dias abertos e menos serviços por concepção do que vacas com poucos folículos. Além disso, as concentrações séricas de progesterona são mais elevadas nas vacas que têm mais folículos antrais do que aquelas que têm menos folículos. Em outras observações com vacas superovuladas foi-se correlacionado positivamente o número de folículos antrais anteriores ao tratamento com FSH com o número de ovulações e de embriões transferíveis. A causa da variação na oferta de folículos antrais não é conhecida, mas propõe-se que têm origem desde o

desenvolvimento embrionário; assim, pode-se dever a diferenças na proliferação das ovogônias ou à variação na taxa de atresia dos folículos primordiais.

O ambiente materno durante a fase embrionária e fetal não só é determinante para que nasça um bezerro viável, mas também tem efeitos a longo prazo na progênie. No ser humano, o ambiente fetal determina o risco de doenças na vida adulta, tais como problemas cardiovasculares, obesidade e diabetes. Na vaca tem sido observado que a má nutrição durante a vida fetal determina o número de folículos antrais. Além disso, a coincidência do desenvolvimento embrionário com a fase mais crítica do estresse lactacional está associada com características da bezerra na vida adulta, como sobrevivência, produção de leite e número de células somáticas. O manejo reprodutivo na vaca leiteira tem como meta que a vaca tenha um intervalo entre partos de 385 dias, o que significa que a vaca deve ficar gestante na etapa mais crítica de sua vida: isto é durante o pico de lactação e quando ainda se encontra em balanço negativo de energia. Desta forma, o desenvolvimento do folículo ovulatório, ovulação, fertilização, desenvolvimento embrionário e desenvolvimento fetal precoce, ocorrem quando a vaca tem maiores carências. Tomando a informação referida em conjunto, é possível que as bezerras que tiveram seu desenvolvimento embrionário e fetal, no período mais crítico da vaca, sejam animais com baixa fertilidade na sua vida adulta.

3.16 Anormalidades do aparelho reprodutor

A falha na concepção também se deve a anomalias congênicas e adquiridas do aparelho reprodutor. Embora as anormalidades congênicas nas vacas adultas sejam raras, elas devem ser sempre consideradas na revisão de vacas inférteis.

O cérvix duplo é uma anormalidade de desenvolvimento devido a uma falha na fusão dos condutos de Müller. O duplo cérvix pode ser completo, no qual cada conduto comunica-se com o seu respectivo corno uterino, ou parcial, onde os orifícios externos se comunicam com um único canal cervical. É uma condição pouco frequente e raramente interfere com a fertilidade, embora quando se apresenta na forma completa pode afetá-la sempre que se insemina do lado oposto do ovário que contém o folículo ovulatório. Na literatura é reportado casos de distocia devido a esta anormalidade (figura 6.24).

A aplasia segmentar também é uma anormalidade rara, caracterizada pela falta de desenvolvimento de um corno uterino. Se a ovulação ocorre do lado onde está o corno uterino completo, a vaca pode ficar gestante e parir sem complicações, mas quando a ovulação ocorre do lado da aplasia, a concepção fracassa e a vaca apresenta anestro, já que não tem o corno uterino a $PGF_{2\alpha}$ não atinge o ovário com um padrão luteolítico (figura 6.25).



Figura 6.24: Duplo cérvix completo em uma vaca leiteira. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

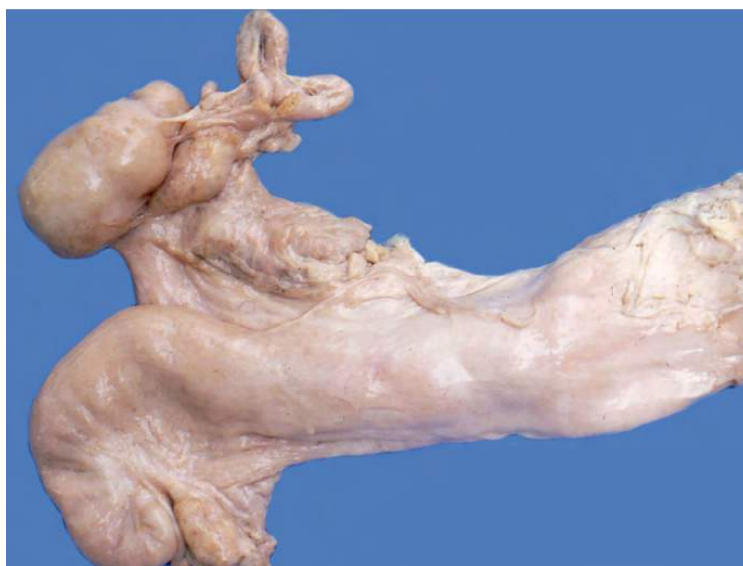


Figura 6.25: Aplasia segmentar. Se a ovulação ocorrer do lado onde está o corno uterino saudável a vaca pode ficar gestante, mas quando a ovulação ocorre do lado da aplasia, a concepção falha e a vaca apresenta anestro. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

As anomalias do aparelho reprodutor são frequentes nas vacas leiteiras adultas e causam infertilidade e eliminação das vacas do rebanho. Dentro destas patologias destacam-se salpingite e aderências ováricas.

A salpingite é a inflamação do oviduto e pode ser unilateral ou bilateral. Quando é unilateral a vaca pode ficar gestante se a ovulação ocorre do lado saudável, mas quando é bilateral, ocasiona esterilidade. A causa da salpingite está relacionada com a injeção de estrogênio em vacas com infecções pós-parto. Observam-se variantes da salpingite como piossalpinge, caracterizada pela dilatação do oviduto por acumulação de exsudado purulento, e hidrossalpinge, caracterizada por acumulação de líquido (figuras 6.26 e 6.27).

As aderências ováricas são consequência de processos inflamatórios geralmente provocados por infecções ascendentes. O ovário pode ficar preso ao oviduto ou à bolsa ovárica, o que interfere com a ovulação e com o transporte do ovócito. Assim como a salpingite, se a afetação for unilateral, a vaca pode eventualmente ficar gestante, mas quando é bilateral a vaca fica estéril (figura 6.28).

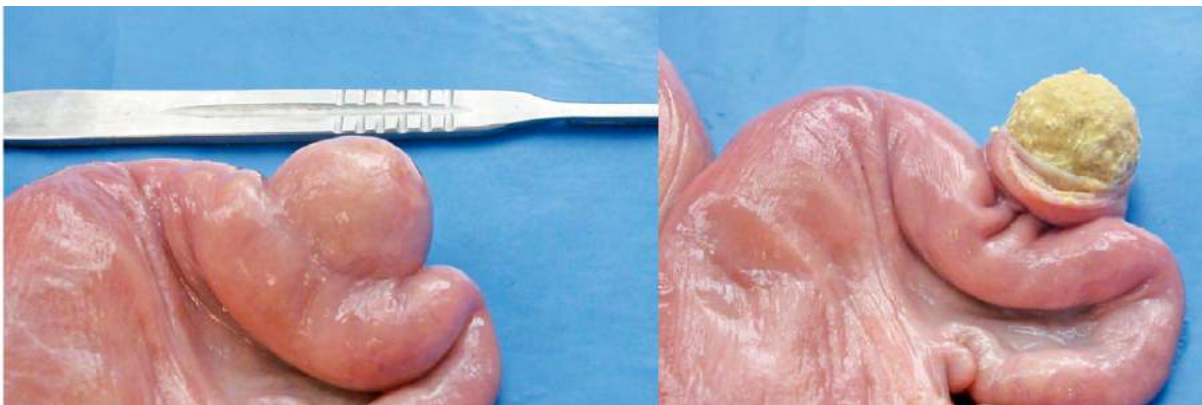


Figura 26: Algumas infecções uterinas chegam a encapsular-se e formam-se abscessos. Esta patologia pode ocasionar infertilidade. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 6.27: Inflamação do oviduto. A causa desta patologia está relacionada com a injeção de estrogênios em vacas com infecções pós-parto. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 6.28: As aderências ovárias são consequência de processos inflamatórios geralmente provocados por infecções ascendentes. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

4. TRATAMENTOS HORMONAIS PARA MELHORAR A PORCENTAGEM/TAXA DE CONCEPÇÃO

Existem diversos tratamentos para melhorar a porcentagem de concepção, que têm como objetivo principal diminuir a mortalidade embrionária; no entanto, devido ao fato de a etiologia da morte embrionária ser diversa, os resultados são pouco consistentes e na maioria dos casos em que se observa efeito favorável, este é cerca de 10% (figura 6.29).

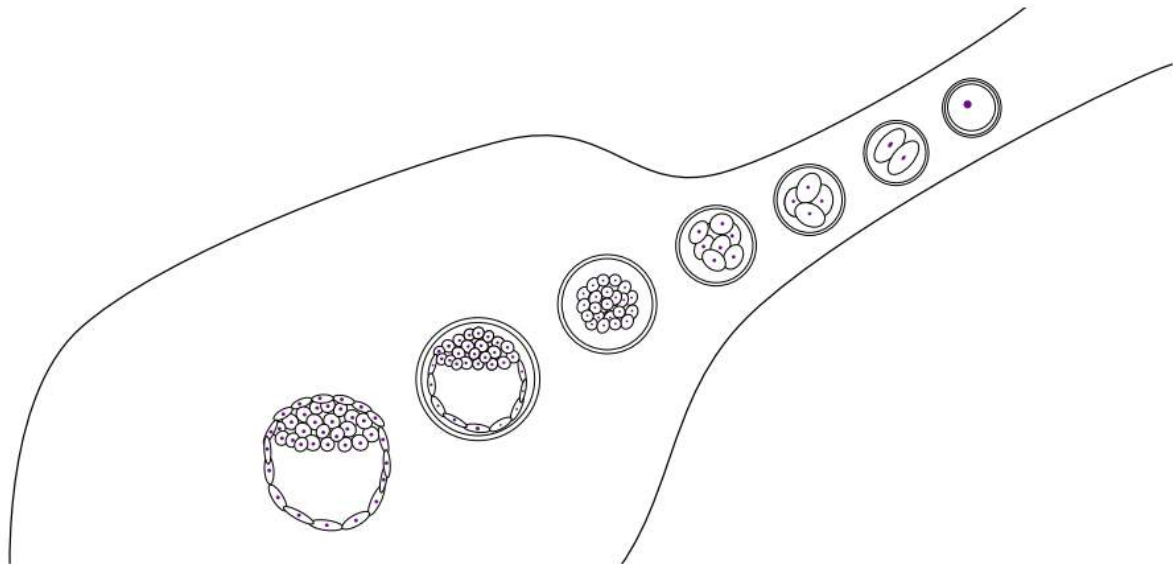


Figura 6.29: Os tratamentos para melhorar a porcentagem de concepção estão orientados a diminuir os efeitos negativos dos fatores que provocam a morte embrionária durante os primeiros 16 dias pós-inseminação. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

4.1 Progesterona

Foram desenvolvidos tratamentos para aumentar o nível sérico de progesterona. Assim, a progesterona foi administrada em dispositivos intravaginais o que induz um corpo lúteo acessório através de uma injeção de hCG no dia cinco após o estro. No primeiro, os resultados foram variáveis, enquanto no segundo caso obteve-se um aumento consistente da fertilidade, particularmente nas vacas de primeiro serviço.

4.2 hCG no quinto dia pós-inseminação

Para além do aumento do nível sérico de progesterona nas vacas tratadas com hCG no dia 5, a luteinização do folículo dominante no dia 5, com hCG, faz com que uma elevada proporção das vacas apresente três ondas foliculares e uma fase lútea mais longa. De tal forma que o aumento da porcentagem de concepção pode ser promovido pelo aumento da progesterona sérica e pela modificação da dinâmica folicular. Independentemente do mecanismo de ação do hCG, esta é uma opção eficaz para melhorar a fertilidade das vacas leiteiras (figura 6.30 e tabela 6.6).

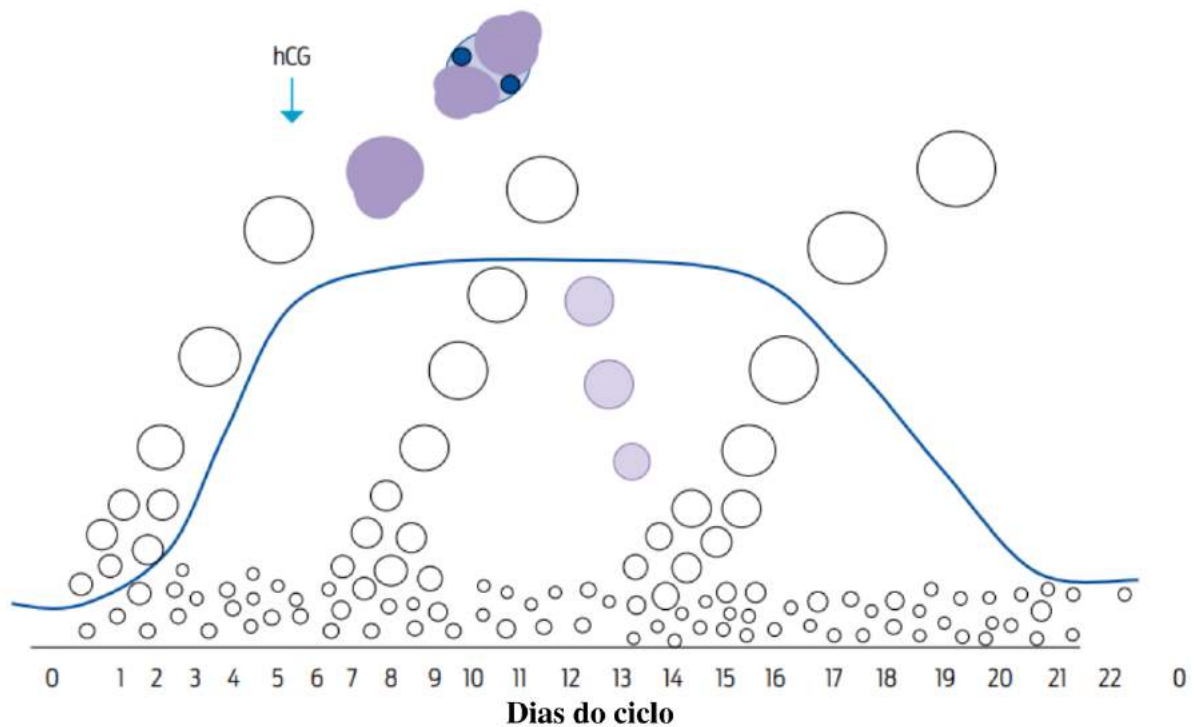


Figura 6.30: A injeção de hCG no dia 5 pós-inseminação tem como propósito provocar a ovulação do folículo dominante e a formação de um corpo lúteo acessório. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

Tabela 6.6: Porcentagem de concepção no 30º dia em vacas de primeiro serviço tratadas com hCG no 5º dia

| Estudo | Tratamento | Porcentagem de concepção |
|-----------------------------|------------|--------------------------|
| SANTOS <i>et al.</i> , 2001 | hCG | 45,8 ^a |
| | Controle | 38,7 ^b |
| URZÚA <i>et al.</i> , 2009 | hCG | 55,9 ^a |
| | Controle | 41,0 ^b |

^{a, b}Diferença literal na mesma coluna indica diferença estatística ($P < 0,05$).

4.3 GnRH ou hCG no momento da inseminação

Esta forma de enfrentar a falha na concepção se fundamenta no conhecimento de que estes hormônios sincronizam a ovulação com o momento da inseminação, bem como previnem problemas de ovulação retardada e melhoraram o desenvolvimento do

corpo lúteo. No entanto, a fertilidade obtida com estes tratamentos é variável entre estudos.

4.4 GnRH ou hCG nos dias 12 a 14 pós-inseminação

Foi proposto que um dos fatores que contribui com a falha na concepção é a incapacidade do embrião para evitar a regressão do corpo lúteo. Desta forma, a inibição da cascata da secreção da $\text{PGF}_{2\alpha}$ poderia melhorar as porcentagens de concepção, já que ao embrião se daria mais tempo para alcançar o estado ótimo de desenvolvimento, que lhe permita estabelecer eficazmente o mecanismo de reconhecimento materno da gestação. Este é o princípio dos tratamentos com GnRH ou hCG entre 12 e 14 dias pós-inseminação, que provoca a ovulação ou a luteinização dos folículos, que resulta na diminuição das concentrações séricas de estradiol. Na prática, foram avaliados tratamentos com GnRH ou hCG nos dias 12 a 14; no entanto, os resultados em fertilidade também são variáveis.

4.5 Hormônio bovino do crescimento (bGH) ou somatotropina bovina (bST)

No gado leiteiro é comum o uso da bST para aumentar a produção de leite. A utilização deste hormônio em forma periódica aumenta de 10 a 20% a produção láctea. Alguns dos efeitos da bST na produção de leite obedecem à ação direta deste hormônio. No entanto, o maior efeito é provocado pelo IGF-I, que aumenta em resposta ao tratamento com bST.

A bST e o IGF-I também desempenham funções importantes no controle da reprodução. Os dois hormônios, participam na regulação do desenvolvimento folicular, na função do corpo lúteo e, especialmente, nas primeiras etapas do desenvolvimento embrionário. Estudos *in vitro* e *in vivo* mostram efeitos favoráveis do IGF-I no desenvolvimento embrionário. O IGF-I evita o efeito negativo de algumas substâncias tóxicas para os embriões presentes no meio uterino. A aplicação de 500 mg de bST, no dia da inseminação, tem demonstrado eficácia para aumentar a porcentagem de concepção em vacas repetidoras e em vacas com mais de 100 dias em leite; em contraste, este tratamento não teve êxito nas vacas de primeiro serviço (tabelas 6.7 e 6.8).

Tabela 6.7: Porcentagem de concepção de vacas repetidoras tratadas com 500 mg de bST no dia da inseminação

| Estudo | Grupos | n | Porcentagem de concepção |
|------------------------------|----------|-----|--------------------------|
| MORALES <i>et al.</i> , 2001 | bST | 201 | 36 ^a |
| | Controle | 309 | 25 ^b |
| MENDOZA, 2000 | bST | 175 | 46 ^a |
| | Controle | 141 | 35 ^b |

a, b P < 0,05.

Tabela 6.8: Porcentagem de concepção de vacas de primeiro serviço tratadas com 500 mg de bST no dia da inseminação

| Estudo | Grupos | n | Porcentagem de concepção |
|--------------------------------|----------|-----|--------------------------|
| MENDOZA, 2000 | bST | 195 | 39 |
| | Controle | 167 | 35 |
| RODRÍGUEZ <i>et al.</i> , 2001 | bST | 185 | 36 |
| | Controle | 250 | 35 |
| BELL <i>et al.</i> , 2001 | bST | 100 | 29 |
| | Controle | 100 | 31 |

Não há diferença estatística entre grupos de cada estudo (P > 0,05).

5. MORTE FETAL

Quando o embrião morre nos primeiros 18 dias de gestação, considera-se como morte embrionária precoce; nestes casos, apenas é observado que a vaca apresenta estro de 21 a 24 dias após a inseminação. Se o embrião morrer entre os dias 24 a 42 (antes da organogênese estar completa), considera-se morte embrionária tardia; nestas vacas ocorre a reabsorção intrauterina do embrião e só se observa um atraso do retorno ao estro. Se a morte do embrião ocorrer após o dia 45, é um caso de morte fetal. Quando os fetos morrem nos primeiros quatro meses é frequente passarem despercebidos, já que são muito pequenos e se perdem nos pisos dos currais, nestes casos observa-se que as vacas regressam ao estro (figura 6.31).

O aborto é definido como a expulsão uterina do feto antes do termo fisiológico da gestação. De 20 a 25% das vacas diagnosticadas gestantes, no dia 45 pós-inseminação, perdem a gestação nos seguintes meses. A principal causa de abortos é de natureza infecciosa e neste trabalho serão abordadas, de forma breve, quatro doenças que os causam (figura 6.32).

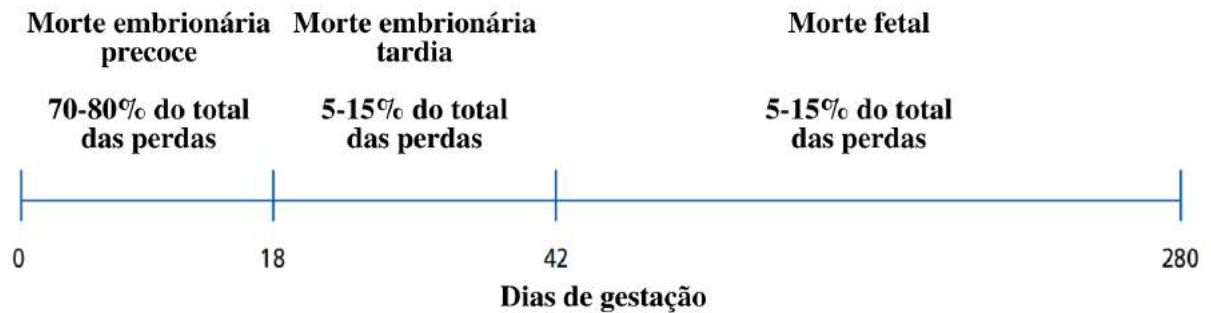


Figura 6.31: Terminologia utilizada para as perdas de gestações na vaca. **Fonte:** Elaborado pelo autor.



Figura 6.32: De 20 a 25% das vacas diagnosticadas gestantes no dia 45 pós-inseminação, perdem a gestação nos meses seguintes. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

5.1 Brucelose

A brucelose bovina é uma doença causada por *Brucella abortus*. A *Brucella abortus* é uma bactéria intracelular que é transmitida pelo contato das mucosas com fetos abortados, placentas e com fluidos genitais eliminados após o aborto. Os fluidos uterinos pós-aborto contêm concentrações de bactérias superiores à dose infectante.

Embora a bactéria possa estar nas instalações, a transmissão por este meio tem importância epizootiológica menor. Após o contágio, a bactéria é localizada nos nódulos linfáticos regionais, seguido de bacteremia e do estabelecimento da bactéria na placenta. A infecção em uma vaca suscetível provoca o aborto ou o nascimento de bezerros fracos. O aborto ocorre normalmente no terceiro trimestre da gestação; o feto apresenta autólise mínima e há retenção de placenta. A bactéria pode ser localizada no úbere e causar uma leve mastite, por sua vez, as crias podem ser contagiadas pelo consumo de leite de vacas infectadas. Embora o touro possa ser infectado, a transmissão venérea não é de importância epizootiológica.

A vacinação é o instrumento mais importante de controle e erradicação da brucelose. As vacinas RB-51 e Cepa 19 são preparações eficazes para prevenir a doença; a desvantagem da Cepa 19 implica na realização de testes de diagnóstico adicionais para ser capaz de distinguir entre uma infecção natural ou uma resposta vacinal. Em 1996, a RB-51 começou a ser utilizada nos Estados Unidos devido à baixa prevalência da doença e a seriedade de seus programas de erradicação, uma vez que a utilização da RB-51 facilita a diferenciação dos animais doentes dos vacinados. A norma brasileira permite a utilização de ambas as vacinas, a sua escolha depende do programa que o veterinário aplicar. Os especialistas recomendam que em países com alta prevalência e com programas de controle marginais, como o Brasil, a vacina de escolha é a Cepa 19, porque proporciona proteção ligeiramente maior. É muito importante não suspender a vacinação só porque se alcançou uma prevalência baixa, a experiência demonstra que quando isso é feito há um ressurgimento da doença. O programa elementar de controle consiste na vacinação com RB-51 ou com Cepa 19 com dose completa em bezerras (RB-51 de 4 a 12 meses ou Cepa 19 de 3 a 6 meses de idade) e meia dose em vacas adultas (a correspondente RB-51 ou Cepa 19). Em regiões com prevalência maior que 10%, as bezerras vacinadas devem ser revacinadas com meia dose uma única vez, a partir dos 22 meses. A vacina não tem efeitos colaterais, embora alguns veterinários têm registrados uma diminuição da produção de leite e ocasionalmente abortos. Os machos não são vacinados porque não têm papel importante na transmissão da doença. A vacinação por si só não é suficiente para o controle da

brucelose bovina, são necessárias outras disposições como a identificação e a separação dos animais positivos e medidas elementares de biossegurança.

5.2 Diarreia viral bovina (DVB ou BVD)

A diarreia viral bovina (BVD) é uma doença causada por um pestivirus (RNA). Nos gados leiteiros, a prevalência sorológica flutua entre 40 e 90%; estima-se que cause perdas similares às provocadas pela mastite. De acordo com o efeito que o vírus tem em cultura de tecidos, são reconhecidos dois biotipos: citopático e não citopático. O vírus não citopático constitui 95% dos isolamentos em campo. Uma vez que o vírus da BVD sofre mutações frequentes, existem variações (cepas), o que determina a diferença no quadro clínico e o diferente grau de resposta imune às vacinas utilizadas. Os animais afetados mostram diarreia aguda, doença respiratória, imunossupressão, síndrome trombocitopênica, infecção persistente e infecções reprodutivas. As consequências das infecções reprodutivas dependem da fase reprodutiva em que ocorre a infecção. A BVD provoca inflamação ovariana, inflamação dos folículos, necrose das células granulosas e do corpo lúteo. Durante a onda folicular, diminui o tamanho e número de folículos recrutados, de tal forma que o resultado de infecção ovárica resulta em infertilidade. A infecção durante o desenvolvimento embrionário precoce provoca a morte do embrião. Em vacas soronegativas a infecção do feto no primeiro trimestre pode causar morte fetal, aborto, mumificação fetal e bezerras com tolerância imunológica ao vírus (animais persistentemente infectados). Se a infecção ocorrer no segundo trimestre, os bezerras nascem com defeitos congênitos (hipoplasia cerebelar) e se ocorrer no último trimestre, o feto pode ser infectado e nascer com anticorpos contra o vírus da BVD, os abortos nesta fase são raros. Os animais persistentemente infectados são a fonte mais importante de contágio da doença, já que estão eliminando constantemente o vírus. A maioria dos animais persistentemente infectados morrem no primeiro ano de vida; no entanto, cerca de 10% atinge a idade adulta tornando-se disseminadores ativos do vírus. A identificação e eliminação destes animais é o primeiro passo para controlar a doença no rebanho. No entanto, as técnicas para este fim são complexas e de difícil acesso no Brasil. Nestas circunstâncias, a vacinação é a ferramenta mais prática para diminuir o impacto desta doença, uma vez que reduz as manifestações clínicas, além de prevenir ou

diminuir infecções fetais e melhorar a qualidade do colostro. Tais práticas, juntamente com medidas rigorosas de biossegurança, permitem a atenuação do efeito deste vírus.

5.3 Neosporose

A neosporose é uma doença causada por *Neospora caninum* (*N. caninum*). Este protozoário foi identificado pela primeira vez no cão em 1984 e cinco anos depois foi associado com um surto de abortos em um rebanho leiteiro no Novo México. Desde então, é considerado a causa mais importante de abortos em gado leiteiro. A doença foi diagnosticada pela primeira vez no Brasil em 1997, no estado de São Paulo, através do teste sorológico de IFI. A soroprevalência no Brasil é de 15%. O cão e alguns canídeos selvagens são hospedeiros definitivos enquanto a vaca é um hospede intermediário. O cão é infectado por via oral e elimina cistos com capacidade infectante. Embora o cão seja potencialmente transmissor do parasita na vaca, a via de infecção relacionada com abortos é principalmente transplacentária. Em estudos recentes foi identificado o protozoário no lúmen uterino e no ovário. Desta forma, a bezerra nasce infectada e quando atinge a idade reprodutiva e fica gestante, a infecção se reativa e afeta o feto.

É possível que a imunossupressão das vacas gestantes, a nível uterino, favoreça o recrudescimento da infecção. Assim, os surtos de abortos se apresentariam mais pela reativação da infecção em vacas cronicamente infetadas, e menos por uma infecção recente transmitida por um cão. Os abortos ocorrem principalmente do terceiro ao nono mês, embora seja mais comum entre o quinto e o sexto. É frequente que os fetos infectados durante o último terço da gestação sobrevivam e se convertam em animais persistentemente infectados, o que garante a permanência da infecção no rebanho. Em vacas infectadas o risco do aborto é maior na primeira gestação do que nas seguintes. A vacinação contra *N. caninum* aumenta os títulos de anticorpos, o que diminui a reativação da infecção e, assim, reduz o risco de aborto. Nota-se que a vacinação não impede a transmissão transplacentária, pelo que a doença persistirá no rebanho. No entanto, já que a causa de surtos de abortos é pela reativação da infecção, uma medida de biossegurança é a expulsão de cães dentro do rebanho, com isso também é conseguido mitigar a incidência de abortos.

5.4 Leptospirose

A leptospirose bovina compreende um grupo de doenças causadas por diversas sorovariedades de *Leptospira interrogans*; atualmente é uma das zoonoses mais frequentes a nível mundial. Existem sorovariedades adaptadas a hospedeiros (reservatórios) e não adaptadas (infecções acidentais), e as diferentes síndromes dependem do tipo de sorovariedade envolvida. A sorovariedade Hardjo tipo Hardjo-bovis, é a que possui a maior prevalência sorológica em rebanhos de bovinos leiteiros, frequentemente associadas a abortos e partos prematuros. As sorovariedades que causam infecções incidentais, associadas com abortos, são pomona, canicola, grippotyphosa, e bratislava.

Na base do ciclo epizootiológico da leptospirose encontra-se o animal excretor renal, ou seja, os animais portadores crônicos da bactéria que eliminam esta, permanentemente, pela urina. A infecção é adquirida por contato das mucosas (conjuntival, nasal, vaginal e peniana) com urina, secreções genitais e leite de animais doentes, além de que também pode haver transmissão transplacentária. Alguns dos sinais da doença aguda são icterícia, hemoglobinúria, anemia, febre e mastite; no entanto, os abortos geralmente ocorrem sem sinais clínicos da doença. A infecção fetal pode resultar em aborto (gestações de quatro meses para o fim) e nascimento de bezerras fracas. Nota-se que os abortos provocados por sorovariedades adaptadas ocorrem de forma esporádica e são raros os casos de surtos rápidos de abortos; no entanto, as infecções acidentais podem provocar abortos com este padrão. Os fetos abortados mostram um grau avançado de autólise, estão ictericos e edematosos.

O diagnóstico da doença é estabelecido principalmente por sorologia. O isolamento da bactéria é complicado e impraticável. A interpretação dos resultados da sorologia deve ter em conta o estatuto de vacinação do rebanho, uma vez que é frequente nos rebanhos leiteiros serem aplicadas várias vacinas por ano contra diferentes sorovariedades de *Leptospira*, o que contribui, em todos os casos, com resultados positivos. Dentro das medidas de prevenção, a vacinação é a estratégia mais importante para reduzir a eliminação da bactéria pela urina, e para mitigar as perdas de gestação. Recomenda-se a vacinação em todos os animais jovens entre os cinco e os seis meses de idade e de seis em seis meses, a revacinação dos animais adultos. Alguns

laboratórios desenvolveram vacinas com sorovariedades de leptospira endêmicas (autovacinas) em diferentes bacias leiteiras.

5.5 Maceração fetal

A maceração fetal é uma patologia rara da gestação da vaca. Esta patologia caracteriza-se pela morte fetal durante a segunda metade da gestação, seguida de contaminação ascendente por bactérias piogênicas, retenção do feto e persistência do corpo lúteo.

As vacas com um feto macerado podem apresentar exsudação purulenta por via vaginal. À palpação retal sente-se uma saliência do corno uterino e crepitação, a qual é provocada pelo choque dos ossos.

O prognóstico destas vacas é reservado, pois, mesmo que elimine-se o feto, os danos causados ao endométrio são severos. Não é aconselhável tratar estas vacas, no entanto, alguns criadores insistem nisso. Se isso acontecer, o tratamento indicado consiste na administração de uma dose luteolítica de $\text{PGF}_{2\alpha}$. Em alguns casos chega-se a eliminar a totalidade do feto, embora o mais frequente é a vaca reter partes ósseas do mesmo. Nota-se que as vacas podem manter o feto ou parte dele, sem ter um corpo lúteo funcional (figura 6.33).



Figura 6.33: Feto macerado de uma vaca leiteira. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

5.6 Mumificação fetal

Esta patologia caracteriza-se pela morte fetal entre o terceiro e o oitavo mês de gestação, seguida de autólise, reabsorção dos fluidos, retenção do feto e persistência do corpo lúteo.

O tratamento consiste na administração de uma dose luteolítica de $\text{PGF}_{2\alpha}$. Depois da luteólise, o feto é eliminado, mas algumas vacas chegam a retê-lo, pelo que são eliminadas do rebanho. A fertilidade após o tratamento é normal, e pode haver redução no caso de maceração, na qual o endométrio foi danificado (figura 6.34).



Figura 6.34: A mumificação fetal é caracterizada pela morte fetal entre o terceiro e o oitavo mês de gestação, seguida de autólise, reabsorção dos fluidos, retenção do feto e persistência do corpo lúteo. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

6. RESUMO

- Nos últimos 30 anos a porcentagem de concepção diminuiu cerca de um ponto percentual por ano.
- A porcentagem de ovócitos fertilizados é de 80 a 90%.
- A porcentagem de vacas gestantes no dia 40 pós-inseminação é 30 a 35%.
- A taxa de prenhez média nos rebanhos leiteiros da América do Norte é de 15%. Este número indica que, das vacas elegíveis para inseminar-se, apenas 15% ficam gestantes num período de 21 dias (duração do ciclo estral).
- Uma taxa de prenhez aceitável é de 21%.

- O objetivo para os dias de leite médio do rebanho é de 160 a 170 dias.
- Os rebanhos comerciais têm mais de 200 dias de leite.
- A porcentagem de concepção, no primeiro serviço, é de 5 a 10% menor que nas vacas do terceiro ou quarto serviço.
- Nas vacas em lactação, a porcentagem de concepção é de 30 a 35%, enquanto nas novilhas é de 65 a 70%.
- A perda de gestações após o diagnóstico de gestação, é de 20 a 30% nas vacas em lactação, enquanto nas novilhas é de 5%.
- Nas vacas em lactação, a concentração máxima de progesterona é de 5,6 ng/ml, enquanto nas novilhas é de 7,3 ng/ml.
- A maior parte das perdas embrionárias ocorrem nos primeiros 18 dias pós-inseminação.
- Dietas com mais de 18% de proteína bruta diminuem a porcentagem de concepção.
- O estresse calórico diminui até 50% a porcentagem de concepção (inverno = 30% vs. verão = 15%).
- Nas vacas em estresse calórico a temperatura corporal é de 39,5 a 41,5°C.
- O estresse calórico afeta os embriões principalmente nos primeiros sete dias de desenvolvimento.
- De 5 a 20% das vacas inseminadas têm concentrações de progesterona superiores a 1 ng/ml no momento do serviço.
- As vacas que ganham condição corporal nos próximos 30 dias pós-inseminação têm uma porcentagem de concepção do dobro que as vacas que perdem condição corporal.
- Vacas que sofreram mastite nos 30 a 40 dias seguintes após a inseminação possuem maior risco de perder a gestação.
- A injeção de 500 mg de bST no momento da inseminação, em vacas repetidoras, aumenta a porcentagem de concepção.
- A administração de 3500 UI de hCG no dia 5 pós-inseminação aumenta 10% a proporção de vacas gestantes.

- De 20 a 30% das vacas diagnosticadas gestantes, no dia 45 pós-inseminação, perdem a gestação nos meses seguintes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALL, P. J. H.; PETERS, A. R. **Reprodução em bovinos**. São Paulo: SP, 2006.
- BELL, A. *et al.* Pregnancy success of lactating Holstein cows after a single administration of a sustained-release formulation of recombinant bovine somatotropin. **BMC Veterinary Research**, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2008.
- BERGAMASCHI, Marco Aurélio Carneiro Meira; MACHADO, Rui; BARBOSA, Rogério Taveira. Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras. **Embrapa Pecuária Sudeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2010.
- BÓ, G. A.; CUTAIA, L.; TRIBULO, R. Tratamientos hormonales para inseminación artificial a tiempo fijo en bovinos para carne: algunas experiencias realizadas en Argentina. Segunda Parte. **Taurus**, v. 15, p. 17-32, 2002.
- CERÓN, Joel Hernández; ROURA, José Salvador Morales. Falla en la concepción en el ganado lechero: Evaluación de terapias hormonales. **Veterinaria México**, v. 32, n. 4, p. 279-287, 2001.
- CERRI, Ronaldo LA *et al.* Period of dominance of the ovulatory follicle influences embryo quality in lactating dairy cows. **Reproduction**, v. 137, n. 5, p. 813-823, 2009.
- 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.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Características Gerais dos Bovinos/General Characteristics of Cattle Bovine**. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/DASCGD>. Acesso em: janeiro de 2022.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fertilidade em Vacas Leiteiras: Fisiologia e Manejo**. Belo Jardim: EICS, 2022.
- DA SILVA, Emanuel Isaque. **Fisiologia da Gestação na Reprodução Bovina**. Belo Jardim: EICS, 2021.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro; DA SILVA, Emanuel Isaque. **Fisiologia do Estro e do Serviço na Reprodução Bovina**. Belo Jardim: EICS, 2021.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro; DA SILVA, Emanuel Isaque. **Fisiologia e Patologias do Puerpério na Reprodução de Bovinos**. Recife: UFRPE, 2020.

- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Nutrição Sobre a Reprodução e Fertilidade dos Bovinos**. Belo Jardim: Emanuel Isaque Cordeiro da Silva, 2021.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Transporte de Gametas, Fertilização e Segmentação**. Belo Jardim: EICS, 2021.
- DE RENSIS, Fabio; SCARAMUZZI, Rex John. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review. **Theriogenology**, v. 60, n. 6, p. 1139-1151, 2003.
- DISKIN, M. G.; MORRIS, D. G. Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, p. 260-267, 2008.
- FERREIRA, A. de M. **Reprodução da fêmea bovina: fisiologia aplicada e problemas mais comuns (causas e tratamentos)**. Juiz de Fora: Minas Gerais–Brasil, p. 422, 2010.
- HAFEZ, Elsayed Saad Eldin; HAFEZ, Bahaa. **Reprodução animal**. São Paulo: Manole, 2004.
- HANSEN, P. J. *et al.* Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. **Theriogenology**, v. 55, n. 1, p. 91-103, 2001.
- HOPPER, Richard M. **Bovine reproduction**. John Wiley & Sons, 2021.
- KOZLOSKI, V. G. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. rev. e ampl. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2017. 212p.
- LEROY, J. L. M. R. *et al.* Reduced fertility in High-yielding dairy cows: Are the oocyte and embryo in danger? Part I the importance of negative energy balance and altered corpus luteum function to the reduction of oocyte and embryo quality in High-yielding dairy cows. **Reproduction in domestic animals**, v. 43, n. 5, p. 612-622, 2008.
- LUCY, M. C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end?. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 6, p. 1277-1293, 2001.
- MAREK, Russell E. (Ed.). **Dairy cows: Nutrition, fertility and milk production**. Nova Science Publishers, 2011.
- MAYNARD, L. A. *et al.* **Nutrição animal**. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.

- MORALES-ROURA, J. S. *et al.* Effect of short-term treatment with bovine somatotropin at estrus on conception rate and luteal function of repeat-breeding dairy cows. **Theriogenology**, v. 55, n. 9, p. 1831-1841, 2001.
- RODRÍGUEZ CASTAÑEDA, Oscar Armando *et al.* Porcentaje de concepción al primer servicio en vacas Holstein tratadas con hormona bovina del crecimiento en la inseminación. **Veterinaria México**, v. 40, n. 1, p. 1-7, 2009.
- SAKAGUCHI, Minoru. Practical aspects of the fertility of dairy cattle. **Journal of Reproduction and Development**, v. 57, n. 1, p. 17-33, 2011.
- SARTORI, R. *et al.* Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 4, p. 905-920, 2004.
- STEERS, M. **Animal Biochemistry: From Theory to Applications**. New York: Syrawood Publishing House, 2016.
- THATCHER, W. W. *et al.* Strategies for improving fertility in the modern dairy cow. **Theriogenology**, v. 65, n. 1, p. 30-44, 2006.
- TIXI, C. *et al.* Factores que afectan el porcentaje de vacas gestantes en el día 90 posparto. *In: Memorias del XXXIII Congreso Nacional de Buiatría. Tuxtla Gutiérrez Chiapas. México.* pp. 2009.
- TRIMBERGER, G. W. Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation, Res. Bull. **Nebraska Agricultural Exp.** 153 26 p, 1948
- UNGERFELD, Rodolfo. **Reproducción de los animales domésticos**. Edizioni LSWR, 2020.
- URICH, Klaus. **Comparative animal biochemistry**. Springer Science & Business Media, 2013.
- URZÚA, E. *et al.* Pregnancy success and luteal function of lactating Holstein cows after hCG on day 5 after insemination. **J Dairy Sci**, v. 92, n. Suppl 1, p. 443, 2009.
- VILLA-GODOY, A. *et al.* Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 4, p. 1063-1072, 1988.
- WILTBANK, Milo *et al.* Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. **Theriogenology**, v. 65, n. 1, p. 17-29, 2006.

YÁNIZ, J. *et al.* Relationships between milk production, ovarian function and fertility in high- producing dairy herds in north-eastern Spain. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, p. 38-43, 2008.



7

REPRODUÇÃO EM NOVILHAS LEITEIRAS

1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo da criação de substitutos em gado leiteiro é produzir uma novilha que tenha seu parto aos dois anos de idade (23 a 25 meses) e com um peso de 550 a 580 kg. O manejo reprodutivo das novilhas começa quando estas atingem 14 ou 15 meses de idade e um peso de 350 a 370 kg. A produção de novilhas deve ser suficiente para substituir as vacas descartadas anualmente (25 a 35%), e para contribuir com o crescimento do rebanho. Espera-se que em um gado leiteiro deva haver uma população de animais de reposição, desde um dia de vida até à fase de novilha ao parto, correspondendo pelo menos a 70 % do total das vacas (figura 7.1).

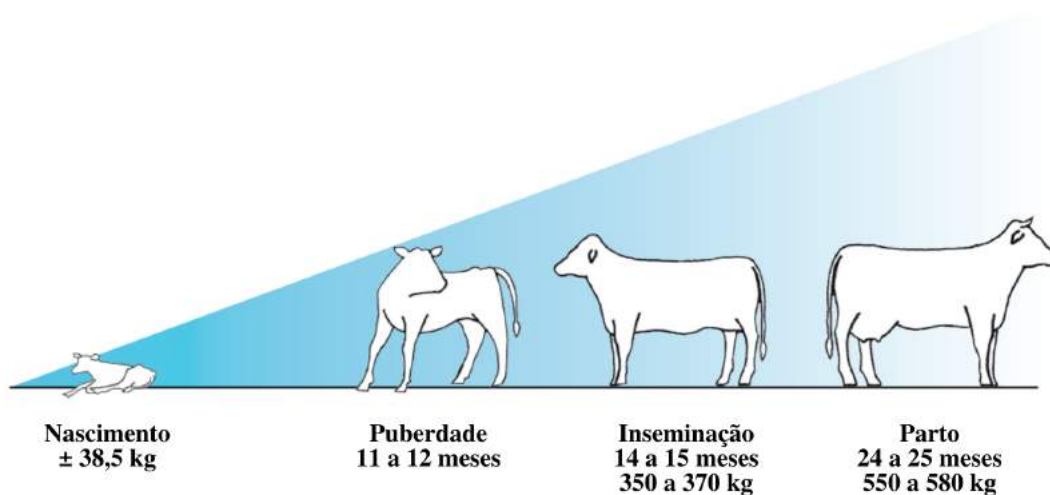


Figura 7.1: A meta do programa de produção de substitutos ou fêmeas de reposição consiste em uma novilha que chegue ao seu primeiro parto aos 24 ou 25 meses de idade, entre um peso de 550 a 580 kg. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

A produção de novilhas depende basicamente de três fatores: da fertilidade das vacas, ou seja, do número de bezerras nascidas anualmente; da mortalidade durante a criação e desenvolvimento; e da eficiência reprodutiva das novilhas. O manejo reprodutivo moderno das novilhas é orientado para a utilização da inseminação artificial, seja em um estro natural ou sincronizado.

As novilhas representam a população animal geneticamente mais avançada no rebanho, portanto, o mérito genético de suas crias obtidas por inseminação é maior do que o das crias das vacas adultas. Além disso, as crias das novilhas obtidas mediante a inseminação aceleram o avanço genético, uma vez que contribuem com uma proporção maior de substituições do rebanho em comparação com as crias das vacas de outras faixas etárias. Além disso, as novilhas são as fêmeas mais férteis do rebanho (porcentagem de concepção: 60 a 70% vs 30 a 40% em vacas), pelo que o custo do sêmen por gestação é menor em comparação com as vacas adultas, o que permite investir em melhores touros e em sêmen sexado.

2. PUBERDADE

A puberdade é definida como a fase de desenvolvimento em que a fêmea apresenta o seu primeiro estro fértil. Regularmente as novilhas leiteiras, sob condições ótimas de manejo, chegam à puberdade entre 11 e 12 meses de idade, ou seja, antes de alavancar o peso recomendado para receber o primeiro serviço. Vale salientar que as novilhas podem ficar gestantes após a puberdade; no entanto, isto não é conveniente porque ainda não completou-se o seu desenvolvimento. Se ficarem gestantes nos primeiros ciclos estrais, as novilhas poderiam chegar ao parto com pouco desenvolvimento físico, o que provocaria distocias e baixa produção de leite (figura 7.2).

A ativação do sistema neuroendócrino para que a bezerra atinja a puberdade é regulada principalmente pelo estado nutricional (condição corporal). A transição do anestro pré-puberal à ciclicidade puberal coincide com um aumento da condição corporal e das concentrações de insulina, IGF-I e leptina. Estes hormônios agem como sinais metabólicos no hipotálamo e hipófise que modificam a frequência de secreção das gonadotropinas, resultando na maturação folicular e ovulação.

O atraso em relação à puberdade está diretamente relacionado com deficiências na alimentação; esta condição verifica-se em criações pouco tecnificadas, principalmente de pequenos e médios produtores.

As novilhas que já atingiram o peso para receber o primeiro serviço e não apresentaram estro, devem ser examinadas por via retal para excluir possíveis anormalidades do desenvolvimento, tais como freemartinismo ou hipoplasia genital.



Figura 7.2: O fator mais importante que determina a puberdade é a nutrição. Bezerras bem alimentadas apresentam ciclos estrais aos 11 meses de idade e devem ser inseminadas aos 14 ou 15 meses de idade, com um peso de 350 a 370 kg. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

3. DETECÇÃO DE ESTRO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL

A baixa eficiência na detecção de estros é o problema que mais afeta a eficiência reprodutiva das novilhas. De acordo com a duração do estro (8 a 18 horas), a observação das novilhas em períodos de 30 minutos durante a manhã e à tarde, permite detectar em estro até 70% das fêmeas, enquanto a observação contínua (24 horas) aumenta a eficiência na detecção até 95% (figuras 7.3 e 7.4).

No manejo tradicional dos rebanhos leiteiros, as novilhas recebem pouca atenção por parte dos trabalhadores, o que resulta em baixa eficiência na detecção de estros (50 a 60%). Em diferença das vacas adultas em lactação, as novilhas estão menos

expostas a fatores que diminuem a expressão do estro, portanto, com uma rotina de observação, de pelo menos duas horas na manhã (6h a 8h da manhã) e duas horas pela tarde até a noite (17h da tarde a 19h da noite), pode-se detectar até 90% das fêmeas no estro (figura 7.5).



Figura 7.3: O fator que mais influencia a idade ao primeiro parto é a baixa eficiência na detecção de estros, pelo que é recomendável a observação de estros com pessoal qualificado, em períodos de pelo menos duas horas pela manhã e duas à tarde. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.



Figura 7.4: Com a observação contínua é possível alcançar de 90 a 95% de eficiência na detecção de estros. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

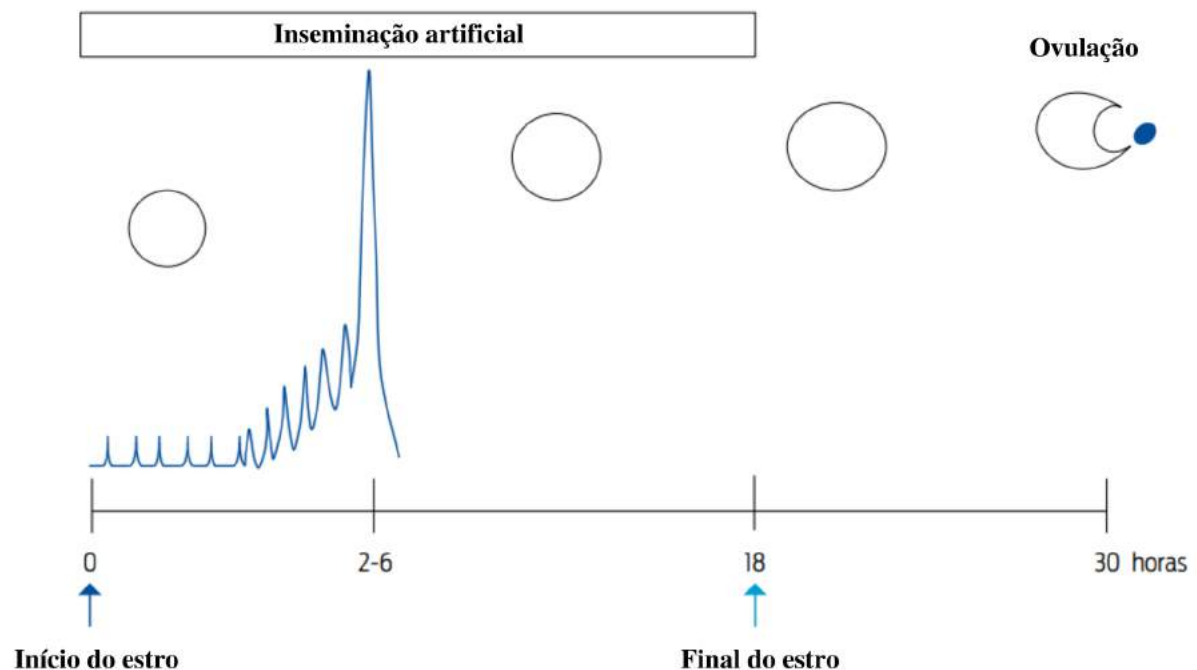


Figura 7.5: A inseminação deve ser realizada durante o período de receptividade sexual. Com boa eficiência na detecção de estros, a inseminação pode ser praticada no programa AM-PM e PM-AM, ou em apenas um turno de inseminação pela manhã (10:00), com bons resultados. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

4. TAXA DE PREENHEZ

O melhor indicador de eficiência reprodutiva é a taxa de prenhez. Este indicador refere-se à proporção de animais gestantes do total elegível para inseminação, num período equivalente a um ciclo estral. Como já se descreveu no trabalho Fisiologia do Estro e do Serviço na Reprodução Bovina¹, este indicador considera a eficiência na detecção de estros e a porcentagem de concepção, e reflete com maior objetividade a eficácia do manejo reprodutivo. Este parâmetro pode ser melhorado através de um aumento da proporção de novilhas detectadas em estro, o que se obtém aumentando o tempo de observação e aplicando técnicas de sincronização do estro (figura 7.6).

5. INSEMINAÇÃO DE NOVILHAS COM SÊMEN SEXADO

A utilização de sêmen sexado é uma boa opção para a produção de novilhas de reposição. Com a nova tecnologia disponível para a separação de espermatozoides com

¹ Disponível em: [Fisiologia do Estro e do Serviço.pdf](#)

o cromossomo x, é possível alcançar até 90% de crias fêmeas; no entanto, o processo de separação de espermatozoides tem baixa eficiência, o que limita o número de espermatozoides por palheta. As palhetas de inseminação com sêmen sexado contém de dois a três milhões de espermatozoides (doses de sêmen não sexado têm de 20 a 30 milhões). De acordo com os dados de fertilidade de gados comerciais, as novilhas inseminadas com sêmen sexado mostram de 10 a 20% menor concepção que novilhas inseminadas com sêmen não sexado, o que desencoraja o seu uso. Causas de baixa fertilidade não são conhecidas, no entanto, estão associadas com a menor concentração espermática e com alguns danos nos espermatozoides provocados pelo processo de separação. No entanto, o uso de sêmen sexado é uma opção viável para aumentar a produção de novilhas no rebanho, e com o melhoramento dos processos de separação espermática em pouco tempo se converterá em uma prática de rotina nos estábulos (figura 7.7).



Figura 7.6: Uma técnica que aumenta a eficiência na detecção dos estros consiste em pintar a região da grupa. Quando esta pintura desaparece ou se nota que as novilhas estão "talhadas", devem ser apalpadas via retal para determinar se existem sinais genitais de estro.
Fonte: Acervo pessoal do autor.



Figura 7.7: As novilhas são as fêmeas mais férteis do rebanho, por isso o custo do sêmen por gestação é menor em comparação com as vacas adultas, o que permite investir em melhores touros e em sêmen sexado. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

6. MONTA DIRIGIDA

A monta dirigida ou direta é uma opção prática e eficaz para emprenhar as novilhas. Neste sistema se introduz um touro com um grupo de novilhas, para que ele se encarregue de encontrar as fêmeas em estro e proceder a monta. Em rebanhos comerciais, o ideal é a utilização de um touro para 25 fêmeas. No entanto, com este manejo perde-se a oportunidade de utilizar a inseminação artificial e, com isso, a possibilidade de melhoria genética.

7. PROGRAMAS DE SINCRONIZAÇÃO DE ESTROS

Os tratamentos para sincronizar o estro das novilhas possuem os mesmos fundamentos que os utilizados nas vacas.

7.1 Prostaglandina $F_{2\alpha}$

A $PGF_{2\alpha}$ é utilizada para a sincronização de estros em grupos de novilhas, e também é utilizada para a indução do estro individualmente, nas fêmeas que são examinadas por via retal e têm um corpo lúteo. A resposta dos animais tratados é variável; em novilhas pode-se alcançar até 95% de animais em estro. O tempo de manifestação do estro após a injeção é de 48 a 120 horas.

7.1.1 Dupla injeção de $PGF_{2\alpha}$

Além da sincronização dos animais selecionados pela presença de um corpo lúteo diagnosticado por palpação retal, existem dois programas que não incluem a palpação retal. Por exemplo, na segunda-feira, ou no dia preferido, injeta-se $PGF_{2\alpha}$ em todas as novilhas que se deseja inseminar. Cerca de 50% das novilhas manifestarão estro nas próximas 48 a 120 horas. As fêmeas que não mostrarem estro receberão uma segunda injeção na segunda-feira seguinte (intervalo de sete dias). As que apresentaram estro com a primeira injeção teriam um corpo lúteo nesse momento, enquanto as que não o manifestaram estavam em estro ou em metaestro; assim, ao repetir o tratamento sete dias depois, estas últimas novilhas teriam um corpo lúteo e responderiam à $PGF_{2\alpha}$ (figura 7.8). No outro programa, é administrada duas doses de $PGF_{2\alpha}$ com 11 dias de separação/intervalo. As novilhas podem ser inseminadas no estro observado, após qualquer uma das duas injeções. Este programa oferece uma boa sincronização após a segunda injeção e é o programa de escolha na sincronização das novilhas receptoras de embriões (figura 7.9).

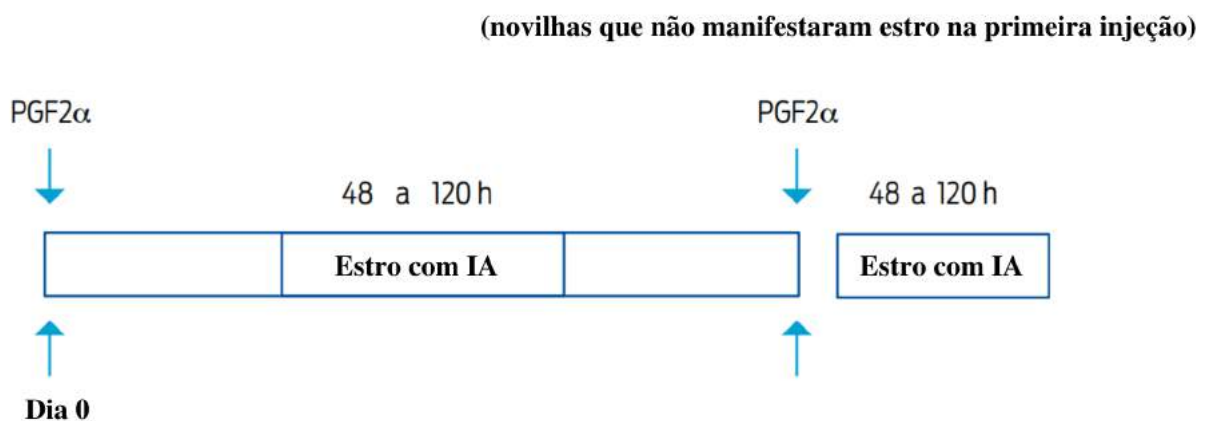


Figura 7.8: Sincronização do estro com dupla injeção de $PGF_{2\alpha}$ com 7 dias de diferença/intervalo. **Fonte:** Elaborado pelo autor.



Figura 7.9: Sincronização do estro com dupla injeção de $PGF_{2\alpha}$ com 11 dias de diferença/intervalo. **Fonte:** Elaborado pelo autor.

7.2 Progestágenos

Existe um tratamento que consiste na inserção, na parte externa da orelha, de um implante que contém norgestomet, que permanece na região auricular por nove dias. Além disso, o tratamento é complementado com a injeção intramuscular de valerato de estradiol e norgestomet, no momento da colocação do implante. O tempo de apresentação do estro a partir da remoção do implante é de 48 a 72 horas e a proporção de animais em estro muitas vezes se torna maior do que 80%.

Outro tratamento é baseado na inserção intravaginal de dispositivos de liberação de progesterona. O dispositivo pode ser utilizado durante 12 dias ou o período de exposição pode ser encurtado, desde que seja acompanhado da injeção de uma dose luteolítica de $PGF_{2\alpha}$, um dia antes ou no momento da remoção do dispositivo.

A fertilidade global conseguida após o serviço no estro sincronizado é similar à obtida no estro natural; porém, algumas novilhas são menos férteis, o que está associado com alterações no desenvolvimento folicular e alterações na relação temporal entre o estro e a ovulação.

Observou-se que o tratamento com implantes de norgestomet combinados com a injeção de valerato de estradiol pode induzir comportamento estral em animais que não estão ciclando normalmente. Isso ocorre porque os níveis de estradiol, administrados no primeiro dia, persistem até o momento da remoção do implante. Assim, ao remover a fonte do progestágeno e ao haver concentrações altas de estradiol se desencadeia o estro, o qual em novilhas anéstricas não é acompanhado de ovulação, enquanto que em

novilhas ciclando se altera a relação temporal entre o estro, pico pré-ovulatório de LH e ovulação. Bons resultados são alcançados quando o valerato de estradiol não é administrado e é substituído por uma injeção de $\text{PGF}_{2\alpha}$ no momento da remoção do implante.

Outro fator que tem sido associado com baixa fertilidade é o dia do ciclo em que o tratamento começa. Observou-se que quando coincide com a presença de um corpo lúteo (diestro), a porcentagem de concepção é maior do que quando não há um corpo lúteo (proestro). Isto ocorre porque a concentração sérica do progestágeno, por si só, não é capaz de suprimir a secreção pulsátil de LH, o que faz com que o folículo dominante presente no momento de iniciar o tratamento não sofra atresia e persista até o dia da retirada do progestágeno, convertendo-se no folículo ovulatório. Com isso, o folículo já envelheceu e o ovócito já sofreu alterações que reduzem o seu potencial para desenvolver um embrião viável.

Quando o tratamento coincide com a presença de um corpo lúteo, a secreção de LH é efetivamente suprimida devido ao efeito aditivo da progesterona secretada pelo corpo lúteo e do progestágeno exógeno, inserido na vaca, o que provoca a reposição folicular. Em condições de campo, a seleção das vacas pela presença de um corpo lúteo antes de iniciar o tratamento com progestágenos é impraticável, uma vez que não é possível visualizá-lo, além disso essa prática/seleção não faria sentido, já que seria mais fácil tratar estes animais com dose ou doses de $\text{PGF}_{2\alpha}$. Atualmente existem tratamentos para eliminar folículos dominantes e promover uma nova onda folicular.

7.3 Progestágenos orais

O acetato de melengestrol (MGA) é um progestágeno administrado por via oral. Em fêmeas bovinas é utilizado para melhorar a eficiência alimentar nos currais de engorda, o que se consegue através da inibição da apresentação do estro. Como todos os progestágenos, o MGA inibe a secreção de LH, eliminando assim a maturação do folículo e a ovulação. Após a remoção do MGA, o folículo dominante termina o seu desenvolvimento e as fêmeas apresentam estro em forma sincronizada. A dose de MGA por novilha é de 0,5 a 1 mg por dia, em tratamentos que variam de 9 a 14 dias. A apresentação comercial de MGA contém 0,22 mg do hormônio por 1 g do produto.

O MGA pode ser facilmente misturado com qualquer concentrado ou grão moído. Após o último dia de tratamento, o estro se apresenta de dois a seis dias. O intervalo de remoção do MGA ao estro é mais longo quando comparado com outros progestágenos. Isto deve-se ao tempo de remoção do MGA, uma vez que enquanto um implante ou dispositivo intravaginal é removido abruptamente, o MGA pode continuar a ser absorvido enquanto é removido do trato gastrointestinal.

Com tratamentos de 14 dias podem-se obter porcentagens de concepção menores em comparação com o estro natural, o que se deve em grande parte à ovulação de folículos persistentes. Um tratamento eficaz, que também melhora a fertilidade, consiste na administração de MGA durante 14 dias, seguido de uma injeção de $\text{PGF}_{2\alpha}$ 15 ou 17 dias após a remoção do progestágeno. Com este programa, uma alta proporção de fêmeas teriam um corpo lúteo no momento da injeção da $\text{PGF}_{2\alpha}$ e apresentariam estro com boa sincronização.

Outro tratamento eficaz consiste na administração do MGA durante nove dias, mais uma dose de $\text{PGF}_{2\alpha}$ ao nono dia; com este programa também se obtêm bons resultados em sincronização do estro e fertilidade. Este tratamento foi avaliado com novilhas holandesas e a porcentagem de fêmeas sincronizadas é elevada (95%). A porcentagem de concepção é semelhante à obtida no estro natural. Estes resultados são comparáveis aos obtidos com outros programas, como implantes de norgestomet ou dispositivos intravaginais de liberação de progesterona, mas com um custo significativamente menor (figura 7.10).

7.4 Sincronização da ovulação e inseminação em tempo fixo

Em contraste com o observado em vacas em lactação, a resposta das novilhas aos programas de sincronização da ovulação e inseminação a tempo fixo é deficiente, o que se reflete em porcentagens de concepção de 20 a 35% menores que as novilhas inseminadas no estro natural. A causa desta resposta está relacionada com diferenças no desenvolvimento folicular; assim, nas novilhas o tempo de desenvolvimento do folículo dominante é mais rápido e o tempo de domínio é mais curto do que nas vacas em lactação. Desta forma, o folículo da onda folicular sincronizada com a injeção de GnRH sofre atresia antes da injeção de $\text{PGF}_{2\alpha}$, de tal forma que quando se induz a ovulação

com a segunda injeção de GnRH, as novilhas têm folículos em diferentes estádios de desenvolvimento, o que provoca assincronia entre a ovulação e a inseminação artificial.



Figura 7.10: Programa de sincronização do estro com Acetato de Melengestrol (MGA).
Fonte: Elaborado pelo autor.

8. MANEJO DO ANESTRO

Uma vez que as novilhas atingem a puberdade, apresentam ciclos estrais em intervalos de 21 dias que só são interrompidos pela gestação ou por alguma patologia. O anestro patológico é raro em novilhas; no entanto, surgem casos de piometra e cistos luteinizados, que são tratados com uma dose de PGF_{2α}. Também se observam anormalidades de desenvolvimento, tais como freemartinismo e hipoplasia genital, patologias que não têm tratamento; somente 8% das novilhas freemartin são férteis.

O anestro funcional (as novilhas manifestam estro, mas não são detectadas) é frequente e está diretamente relacionado com a eficiência na detecção de estros. As novilhas com idade e peso para se integrarem no programa reprodutivo e não apresentarem sinais de estro devem ser examinadas retalmente para diagnosticar a causa do anestro. Se, durante a palpação retal, as novilhas tiverem um corpo lúteo são tratadas nesse momento com PGF_{2α}, os animais sem corpo lúteo podem receber uma injeção de PGF_{2α}, sete dias depois. Este programa sincroniza o estro e aumenta a probabilidade de o detectar (figura 7.11).



Figura 7.11: As novilhas com idade e peso para se integrarem no programa reprodutivo e não mostrarem sinais de estro devem ser verificadas via retal para diagnosticar a causa do anestro. **Fonte:** Acervo pessoal do autor.

9. MANEJO DA NOVILHA INFÉRTIL

A fertilidade das vacas leiteiras diminuiu nos últimos 30 anos, enquanto a fertilidade das novilhas não se alterou; após a primeira inseminação, entre 60 e 70% das novilhas emprenham. O objetivo do programa reprodutivo é conseguir que 90% das novilhas gestem nos primeiros três serviços. Desta forma, esta proporção de animais daria à luz antes dos 25 meses de idade. É comum que 10% das novilhas se transformem em animais repetidores, ou seja, novilhas com mais de três serviços inférteis.

A causa da falha na concepção de novilhas deve-se principalmente à morte embrionária precoce. Uma causa importante da falha na concepção das novilhas repetidoras são as patologias adquiridas no aparelho reprodutivo; é comum encontrar aderências ovarianas e salpingite. Provavelmente, esses problemas são consequência de alguma infecção adquirida durante a criação.

Diversos tratamentos hormonais têm sido testados para resolver o problema de infertilidade em novilhas repetidoras e os resultados obtidos ainda são deficientes. Como estes tratamentos não apresentam resultados consistentes, a melhor forma de mitigar o problema de infertilidade nas novilhas é melhorando as práticas de

inseminação, ou seja, o momento da inseminação, o manejo do sêmen e a técnica de inseminação empregada. Além disso, a melhor técnica para aumentar a proporção de novilhas prenhes no rebanho é aumentar a eficiência da detecção de estros.

10. RESUMO

- As novilhas devem parir aos dois anos de idade (23 a 25 meses).
- O peso ao parto deve ser de 550 a 580 kg.
- O manejo reprodutivo começa aos 14 ou 15 meses de idade, com um peso de 350 a 370 kg.
- As palhetas de sêmen sexado contêm de 2 a 3 milhões de espermatozoides.
- As doses de sêmen não sexado contêm de 20 a 30 milhões de espermatozoides.
- A porcentagem de concepção das novilhas inseminadas com sêmen sexado é 10 a 20% menor do que com sêmen não sexado.
- Com sêmen sexado se obtém entre 90 e 95% de fêmeas.
- A porcentagem de concepção com programas de IATF é de 20 a 35% menor que nas novilhas inseminadas no estro natural.
- Cerca de 90% das novilhas devem ficar prenhes nos primeiros três serviços.
- Devem ser produzidas novilhas para substituir as vacas que são descartadas anualmente (25 a 35%).
- Espera-se que um gado leiteiro tenha ao dispor uma população de animais de reposição, desde um dia de vida até a etapa de novilha ao parto, correspondente a, pelo menos, 70 % do total das vacas.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUAD, Alexander Machado *et al.* **Manual de bovinocultura de leite**. Brasília: LK Editora, 2010.
- BRICKELL, J. S.; MCGOWAN, M. M.; WATHES, D. C. Effect of management factors and blood metabolites during the rearing period on growth in dairy heifers on UK farms. **Domestic animal endocrinology**, v. 36, n. 2, p. 67-81, 2009.
- DE VRIES, A. *et al.* Exploring the impact of sexed semen on the structure of the dairy industry. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 2, p. 847-856, 2008.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Fertilidade em Vacas Leiteiras: Fisiologia e Manejo**. Belo Jardim: EICS, 2022.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro; DA SILVA, Emanuel Isaque. **Fisiologia do Estro e do Serviço na Reprodução Bovina**. Belo Jardim: EICS, 2021.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Reprodução em Novilhas Leiteiras**. Belo Jardim: EICS, 2022.
- FERREIRA, A. M. **Manejo reprodutivo de bovinos leiteiros: práticas corretas e incorretas, casos reais, perguntas e respostas**. Edição do autor, Juiz de Fora, 2012.
- FERREIRA, A. de M. **Reprodução da fêmea bovina: fisiologia aplicada e problemas mais comuns (causas e tratamentos)**. Juiz de Fora: Minas Gerais–Brasil, p. 422, 2010.
- GALINA, Carlos; VALENCIA, Javier. **Reproducción de los animales domésticos**. 2006.
- GONÇALVES, J. N. **Manual do produtor de leite**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2012.
- HEINRICH, A. J. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. **Journal of dairy science**, v. 76, n. 10, p. 3179-3187, 1993.
- HOFFMAN, P. C. Optimum body size of Holstein replacement heifers. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 3, p. 836-845, 1997.
- NEIVA, R. S. **Criação eficiente de bezerros e novilhas**. Lavras: Autor, 2013.
- NEIVA, Rogério Santoro. **Produção de bovinos leiteiros**. Lavras: UFLA, 1998.
- PEREIRA, E. S. *et al.* **Novilhas leiteiras**. Graphiti Gráfica e Editora LTDA, Fortaleza, Ceará, 2010.
- CARVALHO, B. C. Manejo reprodutivo de novilhas leiteiras. *In.* SENAR. **Curso de reprodução e genética em bovinocultura de leite**. Coronel Pacheco: Senar, 2021.
- YOUNGQUIST, Robert S.; THRELFALL, W. R. **Large animal theriogenology**. 2007.

ÍNDICE ANALÍTICO

A

aborto 60, 72, 75, 83, 114, 133, 144, 145, 146, 147, 148

acetato de melengestrol 43, 166, 168

acrosina 52

aderências 81, 138, 139, 169

andrógenos 5

anestro 3, 4, 65, 83, 88, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 122, 130, 137, 158, 168, 169

aplasia segmentar 95, 137

Arcanobacterium pyogenes 76

atresia 5, 6, 7, 39, 41, 136, 166, 167

B

balanço energético negativo 27, 72, 89, 116, 118, 120, 122, 123

bioestimulação 2

blastulação 55

Brucella abortus 144

bST 26, 142, 143, 151

C

capacitação 50, 52, 60

carúnculas 58, 70, 71, 73, 74

cefapirina 78

cepa 145, 146

cérvix 50, 71, 72, 78, 83, 136, 137

chin ball 30

ciclo estral 1, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 24, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 42, 44, 45, 46, 49, 51, 55, 63, 72, 82, 91, 93, 98, 101, 108, 110, 134, 135, 150, 161

condição corporal 2, 3, 32, 56, 63, 64, 66, 80, 88, 89, 101, 116, 131, 132, 151, 158

cortisol 133

corpo hemorrágico 6, 12, 13, 99, 101

cumulus 51

D

desenvolvimento folicular 5, 13, 16, 46, 98, 103, 122, 123, 131, 142, 165, 167

deteção de estros 19, 37, 97, 110, 129, 159, 160, 161, 168, 170

diagnóstico da gestação 55, 58, 109, 111

diarreia viral bovina 146

dias abertos 78, 112, 113, 135

dias em leite 113, 116, 142

diestro 1, 9, 13, 14, 35, 36, 37, 38, 39, 41,

61, 72, 98, 101, 166

dominação folicular 7

E

eCG 102, 103

ecografia 97, 103

embrião 5, 7, 10, 49, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 62, 66, 108, 118, 128, 129, 134, 142, 143, 146, 166

endométrio 1, 11, 12, 13, 15, 55, 56, 57, 58, 62, 66, 70, 73, 74, 80, 81, 83, 84, 102, 133, 149

endometrite 65, 72, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 95, 133

endometrite subclínica 72, 78, 84, 133

Escherichia coli 76

espermatozoides 49, 50, 51, 52, 53, 66, 129, 130, 161, 162, 170

estresse calórico 28, 94, 121, 122, 123, 124, 128, 129, 133, 151

estresse oxidativo 128

estro 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 50, 54, 55, 58, 59, 63, 70, 72, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 108, 110, 111, 118, 122, 129, 130, 133, 140, 143, 153, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171

estrógenos 81

F

feromônios 1, 2

fertilização 5, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 58, 66, 128, 129, 130, 136, 154

feto 53, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 65, 73, 83, 144, 145, 146, 147, 149, 150,

fluxo hepático 26, 119

foliculares 5, 6, 7, 13, 14, 15, 38, 39, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 100, 103, 117, 134, 135, 140

fotoperíodo 2

FSH 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 39, 40, 88, 103, 135

Fusobacterium necrophorum 76

G

glândula pineal 2

GnRH 2, 3, 4, 8, 9, 20, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 88, 89, 94, 100, 103, 131, 141, 142, 167, 168

gossipol 120

granulosa 5, 10, 51, 95, 146

H

hCG 9, 39, 94, 100, 140, 141, 142, 151, 155

heat watch 30, 31

hialuronidase 52

hidrossalpinge 138

hipotálamo 1, 2, 3, 4, 20, 89, 90, 93, 131, 158

I

IGF-I 89, 131, 142, 158

- inibina 2, 4, 5, 6, 39
- inseminação artificial 38, 39, 46, 129, 158, 159, 163, 168
- inseminação em tempo fixo 22, 36, 39, 43, 44, 46, 61, 94, 97, 115, 130, 167
- insulina 2, 3, 16, 89, 131, 158
- interferon-t 49, 55, 56, 57, 66
- intervalo entre partos 112, 113, 114, 136
- invólucro uterina 62, 70, 71, 72, 74, 77, 81, 82, 100
- K**
- kisspeptina 4
- k-mar 30
- L**
- lactógeno placentário 57
- leite uterino 58
- leptina 2, 3, 89, 131, 158
- Leptospira interrogans* 148
- LH 2, 4, 6, 8, 9, 14, 15, 23, 24, 39, 41, 44, 51, 52, 88, 89, 90, 91, 93, 100, 102, 103, 133, 166
- luteinização 6, 9, 39, 40, 41, 44, 94, 100, 140, 142
- luteólise 1, 6, 11, 15, 42, 55, 133, 150
- M**
- maceração fetal 149
- mastite 65, 133, 145, 146, 148, 151
- melatonina 2
- metabolismo hepático 8, 56
- metaestro 1, 12, 13, 14, 98, 99, 101, 164
- metrite 65, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84,
- metrite puerperal 72, 76, 80
- muco cervical 10, 22, 50, 99, 102
- mumificação fetal 60, 92, 146, 150
- mórula 53, 55, 122
- morte embrionária precoce 32, 33, 53, 55, 109, 129, 130, 143, 169
- morte fetal 143, 146, 149, 150
- Muller, ductos 136
- N**
- Neospora caninum* 147
- norgestomet 43, 165, 167
- O**
- onda folicular 6, 7, 8, 9, 15, 39, 40, 41, 88, 90, 135, 146, 166, 167
- ovário 5, 6, 7, 9, 12, 88, 98, 99, 100, 101, 102, 136, 137, 147
- ovidutos 78, 81
- ovulação 1, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 23, 24, 34, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 50, 51, 53, 54, 58, 61, 66, 78, 89, 90, 91, 94, 95, 100, 102, 103, 105, 114, 115, 116, 129, 133, 134, 137, 138, 141, 142, 158, 165, 166, 167, 168
- oxitetraciclina 80, 81

ocitocina 11, 50, 70, 74

P

parto 32, 33, 34, 57, 63, 64, 65, 66, 70, 71, 72, 73, 75, 78, 80, 81, 84, 88, 89, 90, 92, 99, 112, 114, 116, 117, 128, 157, 158, 160, 170

período de transição 64, 65, 66, 116

período voluntário de espera 32, 97

PGF2a 77, 164, 165

piometra 63, 83, 82, 92, 96, 100, 168

piossalpinge 138

placentoma 58, 59

pedômetro 29, 43, 46

polispermia 52, 53, 66, 130

porcentagem de concepção 7, 33, 34, 45, 78, 100, 108, 109, 110, 111, 116, 117, 119, 121, 122, 132, 134, 135, 140, 141, 142, 143, 150, 151, 166, 167, 170

porcentagem de vacas gestantes 94, 112, 114, 150

porcentagem de vacas secas 113

proestro 3, 4, 14, 72, 98, 99, 102, 166

progestágenos 34, 39, 43, 44, 95, 102, 103, 165, 166, 167

progesterona 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 35, 39, 43, 44, 45, 54, 56, 57, 58, 63, 66, 72, 83, 91, 95, 96, 100, 102, 103, 117, 118, 119, 129, 135, 140, 151, 165, 166, 167

proteína B 62, 103, 151

puberdade 24, 91, 158, 159, 168

puerpério 32, 63, 64, 70, 72, 75, 78, 81, 82, 84, 85, 116, 117, 128, 153

R

RB-51 145

reação acrossomal 52

recrutamento folicular 39, 40

reconhecimento materno da gestação 49, 55, 56, 108, 142

retenção placentária 65, 72, 73, 74, 76, 78, 82, 84

retroalimentação 3, 4, 93

S

salpingite 81, 138, 169

sêmen 129, 130, 132, 158, 162, 163, 170

sêmen sexado 158, 161, 162, 163, 170

sincronização 35, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 61, 94, 115, 161, 163, 164, 165, 167, 168

sombreamento 124

T

taxa de prenhez 33, 34, 45, 82, 103, 110, 111, 150, 161,

teca interna 5, 10

tetraciclina 80

trofoblasto 53, 58, 62

U

útero 6, 10, 11, 19, 50, 57, 58, 59, 60, 66,

70, 71, 72, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 83, 84,
95, 97, 98, 99, 100, 130, 132

V

vaca seca 63

valerato de estradiol 165, 166

ventilação forçada 124, 125, 127

vesícula amniótica 58, 59, 60

vulva 19, 20, 71, 74

Z

zigoto 49, 52, 53, 54, 55

Editado pelo Tecg° Acd° Esp. Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
Belo Jardim, Pernambuco, 2022

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva
©2022

Fisiologia da Reprodução de Bovinos Leiteiros: Aspectos Básicos e Clínicos

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva

Nesse obra, o leitor encontrará informação básica, condensada e atualizada sobre a fisiologia reprodutiva da vaca leiteira. Os processos fisiológicos são descritos de maneira sucinta, e são narrados sua relação com a prática clínica e zootécnica. Se examinam, também, os principais fatores que influenciam a eficiência reprodutiva, as diferentes opções para mitigar seus efeitos e são detalhados os programas modernos de manejo reprodutivo. Este livro é um material útil para os estudantes, médicos veterinários e zootecnistas que desejam aprofundizar seu conhecimento acerca da reprodução da vaca leiteira.

