

3. ANATOMIA E FISIOLOGIA DA REPRODUÇÃO DE FÊMEAS BOVINAS

Simone Cristina Méo Niciura¹

3.1. Introdução

A aplicação de biotécnicas da reprodução animal, como a IA, requer o conhecimento da anatomia e da fisiologia da reprodução das fêmeas bovinas. Dessa maneira, este capítulo oferece uma revisão geral sobre esses dois tópicos, que serão abordados separadamente.

Para a mais fácil compreensão do assunto, alguns termos abordados durante o texto estão definidos abaixo.

Concepto: designação do produto (embrião ou feto) em qualquer fase do desenvolvimento, desde a fecundação até o nascimento.

Estro ou cio: conjunto de eventos biológicos, controlados por hormônios, que resultam na receptividade sexual (aceitação da monta) da fêmea.

Fêmeas monoéstricas: manifestam apenas 1 (um) cio a cada período de tempo. Não-estacionais: cadela.

Fêmeas poliéstricas: manifestam mais de um cio a cada período de tempo. Estacionais: égua, cabra, ovelha. Não-estacionais ou contínuas: vaca, porca.

Fêmeas nulíparas: ainda não apresentaram parição (parto) – novilhas.

Fêmeas pluríparas: apresentaram mais de uma parição – vacas.

Fêmeas primíparas: apresentaram apenas uma parição.

Fêmeas uníparas (ou monotócicas): parição de apenas um concepto por gestação.

Fêmeas múltíparas (ou politólicas): parição de mais de um concepto por gestação.

Inseminação: deposição artificial (inseminação artificial) ou natural (monta) de sêmen nas vias genitais da fêmea.

3.2. Anatomia da Reprodução de Fêmeas Bovinas

Para o estudo da anatomia da reprodução de fêmeas é necessário o conhecimento dos eventos que ocorrem a partir do momento da fecundação (determinação do sexo e formação da genitália) e culminam com a aquisição de completa capacidade reprodutiva pela fêmea (puberdade e início dos ciclos reprodutivos).

I) Determinação do Sexo e Formação da Genitália

No momento da fecundação, ocorre a determinação do sexo biológico do animal: a união de um espermatozóide X do touro a um oócito X da vaca, determina a formação de uma fêmea (XX), enquanto que a união de um espermatozóide Y a um oócito X produz um macho (XY). Nos conceptos machos (XY), a produção de hormônios (fator determinante de testículo, testosterona e substância inibidora Mülleriana) promove o desenvolvimento da genitália masculina, enquanto a ausência de hormônios, nas fêmeas, determina a formação da genitália feminina.

II) Puberdade

Após o nascimento, há constante crescimento e desenvolvimento da genitália feminina. Entretanto, a capacidade de produção de gametas viáveis e o início da atividade sexual ou da vida reprodutiva só ocorrem a partir da puberdade. De maneira mais precisa, considera-se como puberdade a primeira ovulação seguida por um ciclo luteínico normal. Acredita-se que o mecanismo que desencadeie o início da puberdade esteja ligado ao aumento

dos níveis hormonais e da resposta aos hormônios. Em média, a puberdade, em bovinos, inicia-se aos 15 meses de idade, mas há variação entre raças e, também, dependência do estado nutricional dos animais. A idade média à puberdade de novilhas submetidas a níveis nutricionais adequados é de 10 a 12 meses, em raças européias leiteiras, 11 a 15 meses, em raças européias de corte e, 18 a 24 meses, em raças zebuínas.

Apesar da produção de gametas iniciar-se na puberdade, uma novilha só deve ser destinada à reprodução, independente de sua idade, quando atingir o peso ideal: 50-55% do peso adulto da raça. Assim, o peso corporal mínimo à primeira cobertura é de, cerca de, 300kg para raças grandes e de 250kg para raças pequenas, a fim de que esses animais alcancem, respectivamente, o peso de 500kg e 400kg no momento do parto. Na Tabela 3.1., estão descritos os pesos mínimos ideais à primeira cobertura para fêmeas de algumas raças bovinas.

Tabela 3.1. Peso mínimo ideal à primeira cobertura em fêmeas bovinas

RAÇA	PESO IDEAL
Angus	250kg
Charolês	330kg
Girolanda	320kg
Hereford	270kg
Holandesa	340kg
Jersey	225kg
Nelore	300kg
Pardo Suíça	340kg
Santa Gertrudis	300kg

III) Anatomia do Aparelho Reprodutor Feminino

Na Figura 3.1., em uma peça anatômica coletada em

abatedouro, estão demonstrados os órgãos do aparelho reprodutor da vaca, que são: ovários, tubas uterinas, útero, vagina e genitália externa.

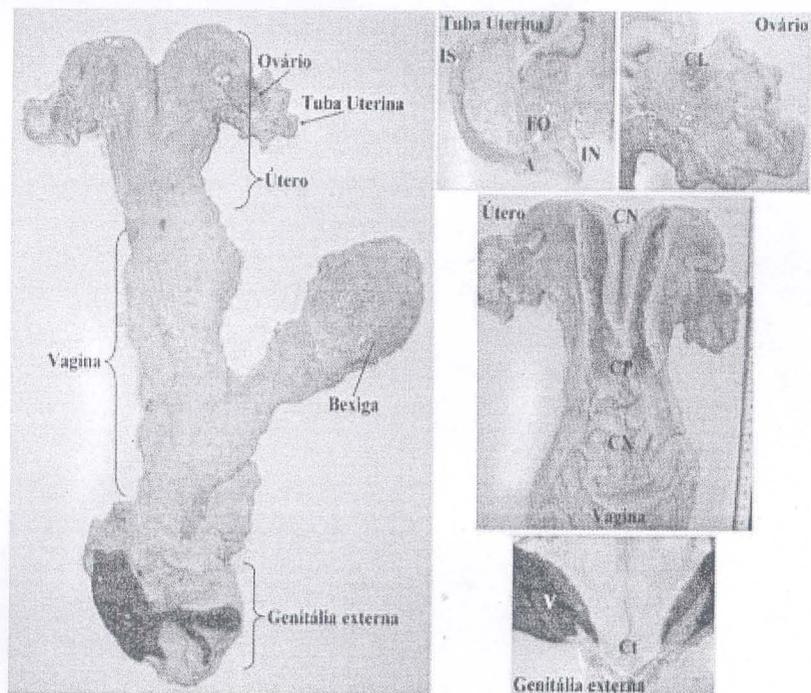


Figura 3.1. Aparelho reprodutor da vaca: ovários (com folículo e corpo lúteo), tubas uterinas (infundíbulo, ampola e istmo), útero (corno, corpo e cérvix), vagina e genitália externa (vulva e clitóris). A: ampola da tuba uterina; CL: corpo lúteo; CN: cornos uterinos; CP: corpo uterino; Ct: clitóris; CX: cérvix uterina; FO: folículo ovariano; IN: infundíbulo da tuba uterina; IS: istmo da tuba uterina; V: vulva

a) Ovários

Os ovários constituem as gônadas femininas e desempenham duas funções: uma exócrina ou gametogênica (liberação de óvulos ou oócitos) e outra endócrina (síntese e liberação de hormônios esteróides: estradiol e progesterona). O estradiol é sintetizado pelas células do folículo ovariano, enquanto a progesterona é produzida pelo corpo lúteo.

b) Tubas Uterinas

As tubas uterinas são estruturas especializadas no transporte do oócito (do ovário até o útero), dos espermatozoides (em direção ao oócito) e do embrião (até o útero) por meio de movimentos ciliares e contração muscular. A tuba uterina possui cerca de 25cm de comprimento e divide em três segmentos: infundíbulo (próximo ao ovário, possui fímbrias que capturam o oócito); ampola possui fímbrias que capturam o oócito - porção dilatada e istmo (porção mais estreita que se une ao útero). A fecundação e o início do desenvolvimento do embrião ocorrem na tuba uterina.

c) Útero

Nos bovinos, o útero é composto por dois cornos, um corpo (pouco desenvolvido) e uma cérvix (ou colo uterino). Os fetos desenvolvem-se nos cornos uterinos. O corpo uterino é o local de deposição do sêmen na IA (Figura 3.2.D). Se, durante a IA, o sêmen for depositado em um dos cornos uterinos (Figura 3.2.C), haverá redução das chances de ocorrer a fecundação e poderá haver lesão no útero, prejudicando a fixação do embrião e o estabelecimento da gestação. A cérvix (segmento caudal do útero) constitui um esfíncter que controla o acesso do útero para a vagina e vice-versa, e exibe uma projeção na vagina, determinando a formação do fundo de saco ou fórnix (Figura 3.2.A). Além disso, a cérvix é composta por 3 a 5 anéis cartilagosos, de consistência dura, e é a estrutura

que orienta a realização da IA (Figura 3.2.D). O tamanho, a espessura e a forma da cérvix são variáveis entre animais. Além disso, as fêmeas de raças zebuínas apresentam cérvix mais curta que as européias, enquanto as novilhas possuem cérvix menor e mais fina que as vacas.

Antes da implantação do embrião, as glândulas uterinas secretam o “leite uterino”, substância que nutre o conceito antes do desenvolvimento da placenta. Além da função de nutrição, o útero é responsável pela implantação, pela proteção e pelo desenvolvimento do conceito até o final do período gestacional.

d) Vagina

A vagina constitui o órgão copulatório e o canal de parto. É o local de deposição do sêmen durante a monta natural. Na porção caudal da vagina, há uma região denominada vestíbulo vaginal, que constitui um prolongamento da vagina, abre-se externamente na vulva e atua, também, como via urinária. É no vestíbulo vaginal que se localiza o meato urinário, orifício pelo qual a urina, armazenada na bexiga, é eliminada. Esse orifício deve ser evitado no momento da passagem da pipeta de IA (que deve ser inserida em ângulo de 45° em relação ao corpo do animal), sob o risco de se atingir a bexiga urinária ao invés do útero (Figura 3.2.B).

e) Genitália Externa

A genitália externa é composta pela vulva e pelo clitóris. A vulva está localizada abaixo do ânus, e o clitóris, na comissura ventral da vulva. No cio, a vulva (por ação do estradiol) apresenta-se edemaciada, úmida e hiperêmica. O clitóris possui importante função durante a cópula, pois, quando estimulado, desencadeia resposta neuronal que auxilia nas contrações do trato reprodutivo e aumenta a velocidade de transporte dos gametas, além de reduzir o tempo necessário para que ocorra a ovulação.

3.3. Erros na Técnica de Inseminação Artificial

O conhecimento das estruturas anatômicas do aparelho reprodutor das fêmeas assegura o sucesso e evita a realização de procedimentos errados durante a IA, que podem comprometer a eficiência da técnica. Os erros mais comuns, demonstrados na Figura 3.2.A,B,C, e que devem ser evitados durante a IA são:

- 1) Tentar passar a pipeta de IA pelo fundo de saco ou fórnix (formado pela junção da cérvix à vagina; Figura 3.2.A), ao invés de guiá-lo em direção ao orifício externo da cérvix. Esse procedimento, se exagerado, poderá ocasionar perfuração da parede vaginal e provocar uma peritonite na fêmea;
- 2) Introduzir a pipeta pelo meato urinário, localizado no assoalho do vestíbulo vaginal, e atingir a bexiga (Figura 3.2.B), ao invés de passar a pipeta pela cérvix e alcançar o corpo uterino;
- 3) Depositar o sêmen em um dos cornos uterinos (Figura 3.2.C) e não logo após a passagem do último anel cervical, que corresponde ao ponto-alvo, ou seja, ao melhor local para a deposição do sêmen (Figura 3.2.D).

Assim, para que a IA seja realizada corretamente, a pipeta de IA deve ser introduzida no orifício externo da cérvix, passar através da mesma, e o sêmen deve ser depositado no corpo uterino (Figura 3.2.D).

3.4. Fisiologia da Reprodução de Fêmeas Bovinas

O conhecimento da fisiologia da reprodução é imprescindível para a compreensão dos eventos responsáveis pela produção do oócito e ovulação e pelo comportamento sexual das fêmeas (ciclo estral). O ciclo estral é controlado, principalmente, por hormônios produzidos pelo hipotálamo (GnRH), hipófise anterior (FSH e LH), ovários (estradiol e progesterona) e útero (PGF2 α). Esses hormônios controlam o momento da ovulação,

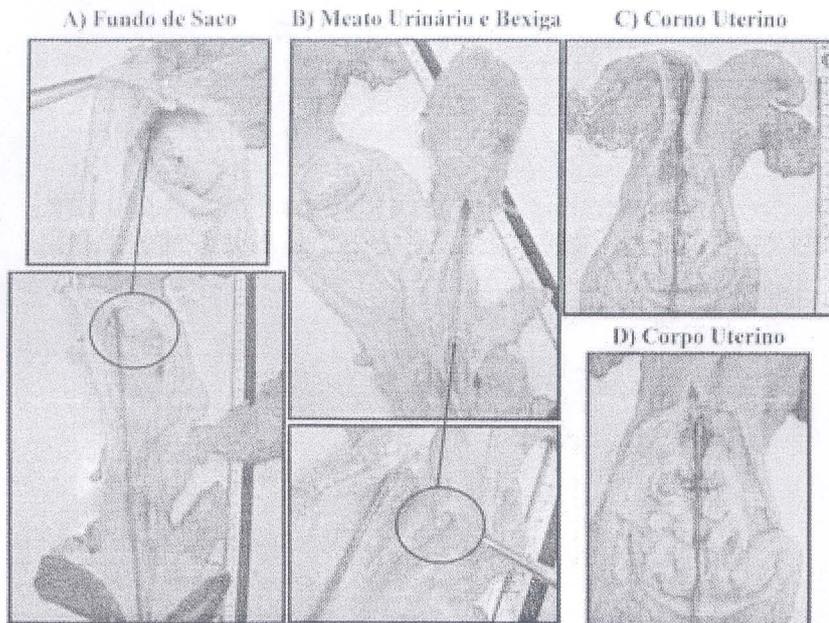


Figura 3.2. Procedimentos errados (A, B e C) e correto (D) durante a inseminação artificial (IA). A) Tentativa de passagem da pipeta de IA pelo fundo de saco ou fórnix; B) Passagem da pipeta pelo meato urinário, atingindo a bexiga; C) Deposição do sêmen em um dos cornos uterinos; D) Passagem da pipeta através da cérvix e deposição do sêmen no corpo uterino

que pode ser seguida por uma gestação, caso ocorra a fecundação, ou por um novo ciclo estral. Assim, o conhecimento da fisiologia da reprodução assegura a compreensão dos eventos que ocorrem durante o ciclo estral da fêmea, permitindo identificar o momento adequado de realização da IA, a data provável de ocorrência de um novo cio e a data de parição.

I) Funções Ovarianas

Os ovários são as gônadas femininas e possuem duas funções: exócrina ou gametogênica e endócrina, que serão descritas a seguir.

a) Função Exócrina ou Gametogênica

Nas fêmeas, a multiplicação das células germinativas, que leva à formação dos folículos ovarianos e dos oócitos, inicia-se durante o período fetal, a partir do terço inicial da gestação, e cessa antes do nascimento. Assim, ao nascimento, já existe, no ovário, um número definido de folículos que pode chegar à ovulação. Os oócitos, localizados no interior dos folículos ovarianos, ficam parados (fase de repouso) durante a vida fetal e pré-púbere e só voltam a se desenvolver na puberdade. Na fase adulta, o desenvolvimento dos folículos até a ovulação é dependente de vários hormônios.

Nos bovinos, em cada ciclo estral, há 2 ou 3 ondas de crescimento folicular. Em média, a primeira onda é detectada no dia zero, a segunda, até o dia 10, e a terceira, até o dia 17. Em cada onda, há recrutamento (crescimento inicial) de 10 a 50 folículos, mas só um desses é selecionado e ovulado. O folículo destinado a ovular (isto é, a liberar um oócito) é o folículo dominante, presente no ovário na última onda do ciclo estral de cada fêmea. O folículo dominante possui a capacidade de ovular e, também, de impedir a ovulação dos outros folículos (subordinados) que entram em atresia. Após a ovulação, as células do folículo sofrem luteinização e formam o corpo lúteo.

b) Função Endócrina

Outra função desempenhada pelos ovários é a produção de hormônios esteróides: estradiol e progesterona. O estradiol é produzido pelas células dos folículos ovarianos, atua no Sistema

Nervoso Central e induz o comportamento de cio na fêmea. O estradiol promove, no útero, aumento da massa do endométrio (camada interna do útero) e da contratilidade muscular. Além disso, determina o aparecimento das características sexuais secundárias, estimula o desenvolvimento da glândula mamária e controla a liberação dos Hormônios Folículo Estimulante (FSH) e Luteinizante (LH).

A progesterona é secretada pelas células luteínicas do corpo lúteo. Esse hormônio atua no endométrio, assegura a implantação do embrião, a manutenção da gestação e contribui para o desenvolvimento da glândula mamária. Altos níveis de progesterona inibem o cio e a onda pré-ovulatória de LH.

II) Controle Hormonal do Ciclo Estral

Os eventos envolvidos durante o ciclo estral são controlados pelos hormônios produzidos pelo hipotálamo, pela hipófise anterior e pelos ovários, por meio do eixo hipotálamo-hipófise-ovários. O hipotálamo produz o GnRH (Hormônio Liberador de Gonadotrofinas), a hipófise anterior produz as gonadotrofinas: FSH (Hormônio Folículo Estimulante) e LH (Hormônio Luteinizante), e os ovários produzem os esteróides: estradiol e progesterona (Figura 3.3.).

A secreção de GnRH desencadeia a liberação de FSH e LH, que atuam nos ovários. O FSH promove o recrutamento folicular e estimula o crescimento inicial dos folículos ovarianos, enquanto o LH é responsável pelo crescimento final do folículo dominante, pela ovulação e pela formação do corpo lúteo (luteinização). Assim, sob estímulo do FSH e do LH, há produção e liberação de estradiol, pelo folículo ovariano, enquanto que, após a ovulação, o LH promove secreção de progesterona, pelo corpo lúteo. O estradiol inibe a secreção de FSH e estimula a de LH, que aumenta, marcadamente, 3 dias antes da ovulação. Por outro lado, a progesterona inibe o LH e estimula o FSH (Figura 3.3.). Assim, podemos caracterizar o ciclo estral em duas fases: uma fase folicular

(elevada secreção de estradiol) e uma fase luteínica (elevada secreção de progesterona). Os períodos de proestro e estro compõem a fase folicular, enquanto o diestro ocorre na fase luteínica.

O pico pré-ovulatório do LH ocorre nas primeiras 6 horas após a aceitação da primeira monta, e a ovulação, cerca de 20 após o pico de LH. Dessa maneira, em bovinos, a ovulação ocorre, em média, 27 ± 5 horas após o início do cio. Após a ovulação, as células do folículo ovariano que liberou o oócito sofrem luteinização, dando origem ao corpo lúteo que inicia a secreção de progesterona (fase luteínica). A secreção de progesterona é mantida até a fase de reconhecimento materno da gestação. Em caso de gestação positiva (presença de concepto no interior do útero), o corpo lúteo continua a sintetizar progesterona, função que é, posteriormente, desempenhada pela placenta. Por outro lado, em caso de ausência de gestação, ocorre a lise do corpo lúteo (luteólise), por meio da ação da Prostaglandina F2 α (PGF2 α) produzida no endométrio. Em consequência, a síntese de progesterona é cessada e um novo ciclo estral tem início.



Figura 3.3. Controle hormonal do ciclo estral de fêmeas pelo eixo hipotálamo-hipófise-ovários. FSH: hormônio folículo estimulante; GnRH: hormônio liberador de gonadotrofinas; LH: hormônio luteinizante

III) Fases do Ciclo Estral

O ciclo estral pode ser dividido em quatro fases: proestro, estro, metaestro e diestro. A duração do ciclo estral é mensurada a partir do intervalo entre dois cios, que é de 21 dias, em média, mas varia de 17 a 24 dias, em bovinos. Uma vez que a vaca é uma fêmea poliéstrica não-estacional ou contínua, o cio ocorre a intervalos regulares durante o ano todo, independente da estação ou da luminosidade.

a) Proestro ou Pré-Cio: duração de 3 a 4 dias.

O proestro ou pré-cio é o período compreendido entre a luteólise e a primeira aceitação de monta e é caracterizado por crescimento folicular (fase folicular) e aumento da atividade dos órgãos reprodutivos. Nessa fase, há o crescimento folicular final e a regressão do corpo lúteo do ciclo estral anterior, além de aumento do útero e da atividade secretória das glândulas. No proestro, a mucosa vaginal torna-se hiperêmica (avermelhada), assim como a vulva, que também se torna edemaciada (inchada) e úmida. A fêmea apresenta alguns sintomas, como inquietação, cauda erguida, micção constante, eliminação de muco cristalino e transparente pela vulva e perda de apetite.

b) Estro ou Cio: duração de 10 a 18 horas.

O cio, em raças européias, dura de 16 a 18 horas e, em zebuínas, 10 a 11 horas. Durante o cio, são observados os mesmos sintomas descritos para o pré-cio. Entretanto, esse período difere do anterior, pois é nele que a fêmea demonstra aceitação de monta pelo macho e até mesmo por outras fêmeas do rebanho. A ovulação ocorre em, aproximadamente, 12 horas após o final do estro.

c) Metaestro: duração de 2 a 4 dias.

O metaestro é a fase que sucede o estro e é caracterizado pelo início da formação do corpo lúteo e pela redução da secreção das glândulas do trato reprodutor feminino. Nesse período, as fêmeas podem apresentar sangramento (em maior volume nas raças européias) pela vulva e esse sangramento independe da ocorrência ou não de monta, inseminação ou fecundação.

d) Diestro: duração média de 16 dias.

No diestro, o corpo lúteo é ativo e existe a predominância hormonal da progesterona (fase luteínica). Em caso de ausência de gestação, a luteólise ocorrerá após o diestro, desencadeando uma nova fase de proestro e início de um novo ciclo estral.

e) Gestação: duração média de 280 dias.

Em caso de estabelecimento de gestação, a produção de progesterona é mantida, em princípio pelo corpo lúteo e depois pela placenta, e não haverá início de um novo ciclo estral. Em bovinos, a duração média da gestação é de 280 dias, mas pode variar de 271 a 293 dias. Vale a pena mencionar que o período gestacional das fêmeas zebuínas dura, em média, 290 dias, portanto 10 dias a mais do que o das fêmeas de origem européia. Após o parto, o período, normalmente, necessário para que o útero volte ao tamanho e ao estado fisiológico normal (involução uterina), permitindo o estabelecimento de uma nova gestação, é de 35 a 40 dias. Assim, a fêmea que apresentar cio durante o período de involução uterina (35-40 dias pós-parto) não deverá ser inseminada.