



FISIOLOGIA DO PARTO E DA LACTAÇÃO ANIMAL

ANIMAL REPRODUCTION: PHYSIOLOGY OF PARTURITION AND ANIMAL LACTATION

Apoio:

Emanuel Isaque Cordeiro da Silva¹
Departamento de Zootecnia da UFRPE
E-mail: emanuel.isaque@ufrpe.br
WhatsApp: (82)98143-8399



1. INTRODUÇÃO

O sucesso biológico do processo de reprodução culmina com a sobrevivência das crias. Durante a gestação, o feto desenvolve-se no útero materno protegido das influências externas, e obtendo os nutrientes e o oxigênio através da mãe. O parto é o processo biológico que marca o fim da gestação e o início da vida extrauterina do animal. Para garantir a sobrevivência do recém-nascido o parto deve ser um processo controlado para que se inicie unicamente quando o feto tiver alcançado desenvolvimento suficiente que lhe permita enfrentar a vida extrauterina.

Após o nascimento, a secreção de leite pela glândula mamária proporciona ao neonato tanto os nutrientes necessários para seu desenvolvimento como as defesas (imunoglobulinas) que lhe protegerão contra as possíveis infecções durante as primeiras fases de sua vida. Parto e lactação constituem a última etapa de um ciclo reprodutivo completo nas fêmeas dos animais domésticos, estando ambos os processos regulados e sincronizados por complexas mudanças hormonais na mãe. Estas mudanças são, em última análise, provocadas e governadas pelo próprio feto ou recém-nascido, o qual acomoda as respostas maternas às suas necessidades garantindo a sua sobrevivência.

¹ Bacharelado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2019-). É tecnólogo em agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco *Campus* Belo Jardim (2016-2018). Normalista pelo Frei Cassiano Comacchio (2014-2017). E-mails: eisaque335@gmail.com, eics@discente.ifpe.edu.br e emanuel.isaque@ufrpe.br. WhatsApp: (82)98143-8399.



2. O PARTO

O parto é definido como o processo fisiológico pelo qual ocorre a expulsão de um ou mais fetos maduros, bem como das membranas fetais existentes no útero materno. Este processo é desencadeado por uma interação complexa entre as hormonas maternas (fatores maternos) e fetais (fatores fetais).

Para que se realize a expulsão do feto é necessário que o útero deixe de ser um órgão quiescente, essencial para a manutenção da gestação, para ser um órgão contrátil. Ao mesmo tempo, o cérvix ou colo uterino, que durante a gestação permanece firmemente fechado para impedir a expulsão prematura do feto e evitar a entrada de agentes infecciosos, relaxa e dilata para facilitar a passagem do feto na hora do parto. Esta modificação na atividade do útero e do colo uterino, ocorrem como consequência das mudanças hormonais que o organismo materno experimenta à medida que a data do parto se aproxima.

2.1 Fatores maternos

A gestação dos animais domésticos ocorre com elevada concentração de progesterona que, dependendo da espécie animal, é secretada seja pelo corpo lúteo do ovário (vaca, porca e cabra) ou pela placenta (ovelha e égua). A progesterona desempenha um papel fundamental durante a gestação, inibindo as contrações da musculatura lisa do útero (miométrio), permitindo assim a acomodação do feto durante o seu crescimento. Os estrogênios, estimulantes da atividade contrátil do miométrio, mantêm-se a baixas concentrações durante a maior parte da gestação.

À medida que se aproxima o momento do parto, os níveis destes hormônios esteroides modificam-se, produzindo-se a diminuição nos níveis circulantes da progesterona ao mesmo tempo que se incrementam os valores sanguíneos dos estrogênios (figura 1). A redução dos níveis de progesterona suprime a sua ação inibitória sobre a atividade contrátil do miométrio, permitindo que se manifestem os efeitos estimulantes dos estrogênios sobre este órgão. A concentração de estrogênios começa a aumentar geralmente no final da gestação, atingindo os seus valores máximos no momento do parto (figura 1). O aumento da concentração de estrogênios favorece a atividade contrátil espontânea do útero ao:

- a) estimular a síntese de proteínas contráteis;
- b) aumentar, sob medida, a sensibilidade do miométrio uterino à ação estimulante das prostaglandinas;
- c) induzir a formação de receptores de oxitocina no útero.

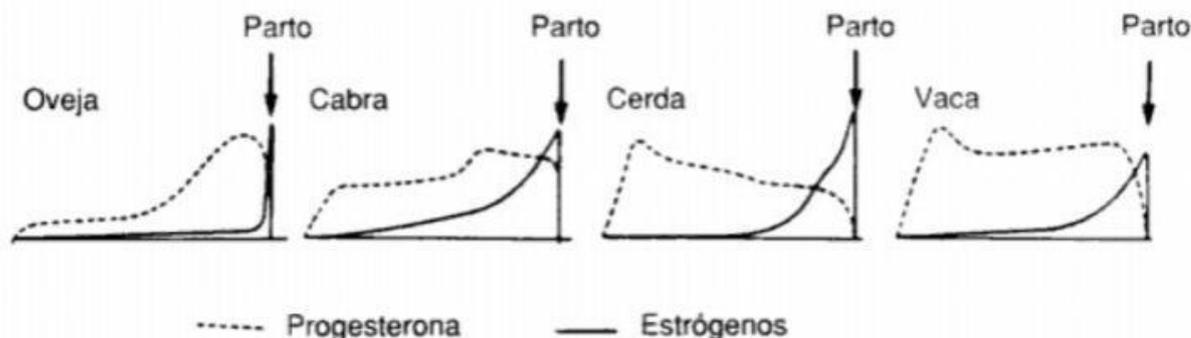


Figura 1. Níveis de progesterona e estrógenos durante a gestação e parto das espécies ovina, caprina, suína e bovina.
Fonte: HAFEZ, 2013.

Os estrogênios estimulam a síntese e secreção de prostaglandina (PGF_{2a}), que constitui o elemento essencial para o início do parto devido aos efeitos que esta substância provoca. Assim, nas fêmeas, cujos níveis de progesterona gestacional dependem da presença do corpo lúteo, a secreção de PGF, origina a regressão deste (*luteólise*), com a conseqüente diminuição da progesterona a níveis basais. Além disso, a PGF_{2a} origina contrações de crescente intensidade no útero sensibilizado pela ação dos estrogênios. Esta ação contrátil da PGF_{2a} deve-se a um aumento da concentração de cálcio intracelular das fibras musculares uterinas.

A PGF_{2a} também está envolvida no relaxamento do colo do útero, inibindo a formação de colágeno cervical ao mesmo tempo que estimula a síntese de enzimas (colagenase) que degradam a matriz de colágeno formado no início da gestação. A dilatação do colo do útero está também associada à pressão que o feto exerce sobre o mesmo e, no caso da porca, a *relaxina* pode também estar envolvida. Esta hormona é também de grande importância para a preparação do parto em todas as espécies animais, uma vez que é responsável pelo relaxamento dos ligamentos e músculos que rodeiam o canal pélvico para favorecer a separação da sínfise púbica durante a expulsão do feto. Nos grandes animais (vaca, égua) as mudanças que ocorrem nos tecidos e ligamentos pélvicos são muito evidentes e constituem um sintoma de parto iminente.

O início do parto, ou primeira fase do parto, caracteriza-se pelo aumento das contrações uterinas provocadas pela PGF_{2a} coincidindo com a dilatação do colo uterino para permitir a passagem do feto para o canal do parto, momento em que começa a segunda fase do parto.

A distensão vaginal que produz-se para a passagem do feto pelo canal do parto origina um estímulo nervoso que viaja através da medula espinal para o hipotálamo, onde se encontram os neurônios responsáveis pela síntese de *oxitocina*. As terminações nervosas destes neurônios são projetadas para o lobo posterior da hipófise (neurohipófise), onde a oxitocina é secretada para ser, posteriormente, transportada pela circulação sanguínea. Este reflexo neuroendócrino

chamado *reflexo de Ferguson* determina a secreção súbita de oxitocina, provocando o aumento tanto na intensidade como na frequência das contrações uterinas necessárias para a expulsão final do feto. O papel da oxitocina é ativar a conclusão do processo de expulsão, uma vez que esta hormona não está envolvida no início do parto.

A alteração mais significativa entre a gestação e o parto é a alteração na atividade contrátil do miométrio uterino. Esta mudança é devido às alterações hormonais que ocorrem na mãe quando a gestação chegou a fim. No entanto, para que estes mecanismos maternos sejam acionados, é necessário que o feto indique de alguma forma à mãe o seu estado de desenvolvimento, de modo que o nascimento realize-se quando o feto estiver preparado para enfrentar a vida extrauterina.

2.2 Fatores fetais

A destruição experimental da hipófise e/ou das glândulas adrenais do feto origina o prolongamento da gestação nos animais domésticos. Pelo contrário, a administração exógena de *cortisol* (corticosteroides adrenais), ou do seu precursor hipofisário (ACTH), à circulação fetal provoca, em poucas horas, o início do parto. Estes fatos evidenciam a importância do eixo hipófise-adrenal do feto para desencadear o início do parto (figura 2).

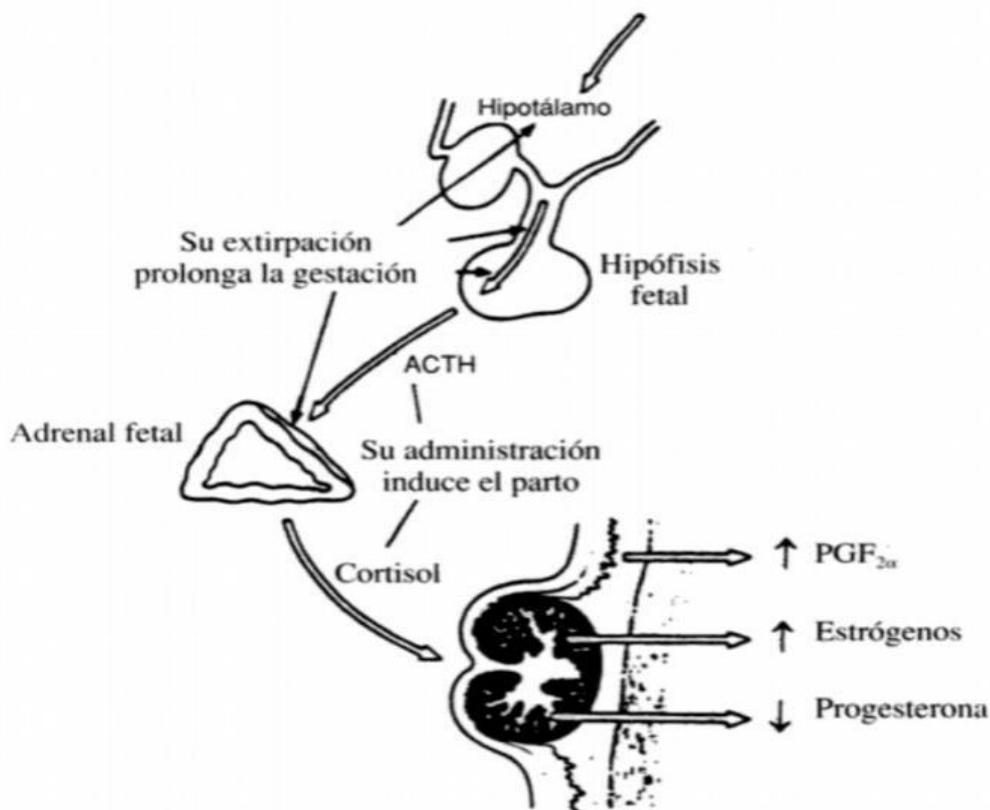


Figura 2. Mecanismos fetais que controlam o parto em ovelhas. Fonte: LIGGINS *et al*, 1972.



No final da gestação, o feto maduro apresenta um aumento da concentração de corticosteroides plasmáticos devido ao efeito estimulante da hormona adrenocorticotróide (ACVH) secretada pela hipófise fetal sobre as glândulas adrenais do feto. Os corticosteroides fetais por sua vez estimulam as enzimas placentárias para transformar a progesterona em estrogênio. O resultado final é a diminuição dos níveis de progesterona ao mesmo tempo que se eleva a concentração de estrogênios que, por sua vez, estimulam a liberação de PGF_{2a} responsável pelas contrações uterinas.

Este raciocínio explica algumas doenças caracterizadas por gestação prolongada em ovelhas, como ocorre na África do Sul, onde estes animais são obrigados, durante as épocas de seca, a ingerir as folhas de um arbusto chamado *Salsola tuberculata*. O prolongamento da gestação ocorre quando estas folhas são ingeridas durante o último terço da gestação cujos efeitos estão relacionados com a supressão do eixo hipotálamo-hipófise, com o qual as adrenais não recebem o estímulo necessário (ACTH) para a síntese e liberação de corticoides.

O efeito contrário é observado nas cabras da raça Angorá, nas quais se produzem, com relativa frequência, partos prematuros que podem estar relacionados com um desenvolvimento precoce das glândulas adrenais.

Isto significa que, nos animais domésticos, o feto determina a data do parto. O sinal hormonal que indica à mãe o grau de maturidade do feto é o desenvolvimento do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal que origina o aumento na secreção de corticoides fetais que são os responsáveis por desencadear as alterações hormonais no organismo materno necessárias para iniciar o parto. A figura 2 mostra como a remoção da hipófise e as adrenais do feto prolongam a gestação, enquanto a administração exógena de ACTH ou corticoides (cortisol) ao feto originam um parto prematuro.

O momento em que ocorre o aumento da concentração plasmática de corticoides no feto varia de acordo com a espécie: de 25 a 30 dias antes do parto na vaca, de 7 a 10 dias na porca e de 2 a 3 dias na ovelha.

2.3 Desenvolvimento e fases do parto

O parto inicia-se com o início das contrações peristálticas e regulares do miométrio uterino ao mesmo tempo que o colo do útero se dilata progressivamente. Nas fêmeas que gestam um único feto (monotecas), as contrações começam na extremidade anterior do córneo uterino, enquanto que nas espécies que gestam vários fetos (politocas) as contrações começam pela



extremidade cervical para começar a expulsar o feto que se encontra mais próximo do cérvix. Durante o parto são reconhecidas três fases:

1. *Fase preparatória* - Na qual as contrações uterinas estimulam a rotação do feto (fêmeas monotecas) para adotar a posição dorsal (extremidades anteriores e cabeça forçadas contra o cérvix) que lhe permite oferecer a menor resistência para sua expulsão. A PGF2a provoca as contrações miométriais e a dilatação do cérvix, deslocando o feto contra e através desta estrutura.

2. *Fase de expulsão* - A passagem do feto através do colo uterino e da vagina causam a completa dilatação destas estruturas, originando a secreção de oxitocina (reflexo de Ferguson), que provoca contrações de maior frequência e intensidade. Por sua vez, estas contrações uterinas são reforçadas pela pressão e contração dos músculos abdominais, chegando estes últimos a ser a força principal (forças de expulsão) envolvida no processo de expulsão do feto. O cordão umbilical rompe-se bem ao levantar-se a mãe ou pelos movimentos do recém-nascido.

3. *Fase de expulsão da placenta* - Após o parto, as contrações rítmicas do útero continuam a facilitar a expulsão da(s) placenta(s). O tempo necessário para este processo varia de acordo com a espécie animal. Este processo é rápido na égua, já que a separação do corion (membrana fetal) de sua inserção uterina ocorre durante a expulsão do feto, com o qual o parto deve ser concluído rapidamente ou, caso contrário, o potro se asfíxiaria.

Nos ruminantes, a expulsão da placenta cotiledonária é um processo mais lento que exige a separação dos cotilédones (membrana fetal) das carúnculas do útero. Por conseguinte, a troca de nutrientes e oxigênio entre a mãe e o feto continua até que este tenha sido totalmente expelido, devido ao cordão umbilical destes animais ser bastante longo.

Nas fêmeas politocas, como a porca, geralmente as placentas de vários leitões são expulsadas no final, quando os leitões já foram expelidos, se bem que o último leitão poderá ser expelido durante a expulsão da massa placentária.

3. LACTAÇÃO

A lactação constitui o processo que define os mamíferos como classe biológica. O desenvolvimento pós-natal dos mamíferos vai depender, em grande medida, dos nutrientes e defesas fornecidos pela mãe através da secreção de leite (imunoglobulinas). Assim, uma vez concluído o desenvolvimento gestacional do feto, a glândula mamária irá substituir, de certa forma, a função nutritiva e protetora da placenta durante a gestação.

3.1 Anatomia funcional da glândula mamária

A estrutura funcional da glândula mamária é muito semelhante em todos os mamíferos, embora o tamanho, forma e número de glândulas varia dependendo da espécie animal. As glândulas mamárias desenvolvem-se como estruturas pares cujo número varia de um par (égua, cabra e ovelha), dois pares (vaca) até sete ou nove (porca). A localização das glândulas também difere sendo inguinal em vaca, égua, cabra e ovelha, enquanto que na porca, cadela e gata se estendem por todo o comprimento do tórax e abdômen. Nos animais domésticos em geral as glândulas mamárias recebem o nome de úberes.

Tomando como modelo a vaca, a glândula mamária se organiza em duas estruturas: o *estroma*, formado por tecido conjuntivo procedente dos ligamentos suspensório medial, localizado entre os dois pares de glândulas, dando suporte à segunda estrutura que é o *tecido secretor*. Este é formado por acúmulos de células secretoras formando estruturas ocas chamadas alvéolos, que são as unidades fundamentais secretoras de leite. Os alvéolos estão circulados internamente por células epiteliais (secretoras) e rodeados externamente por células mioepiteliais contráteis, cuja contração origina a ejeção do leite (figura 3). O agrupamento de vários alvéolos adjacentes formam um *lobo secretor*.

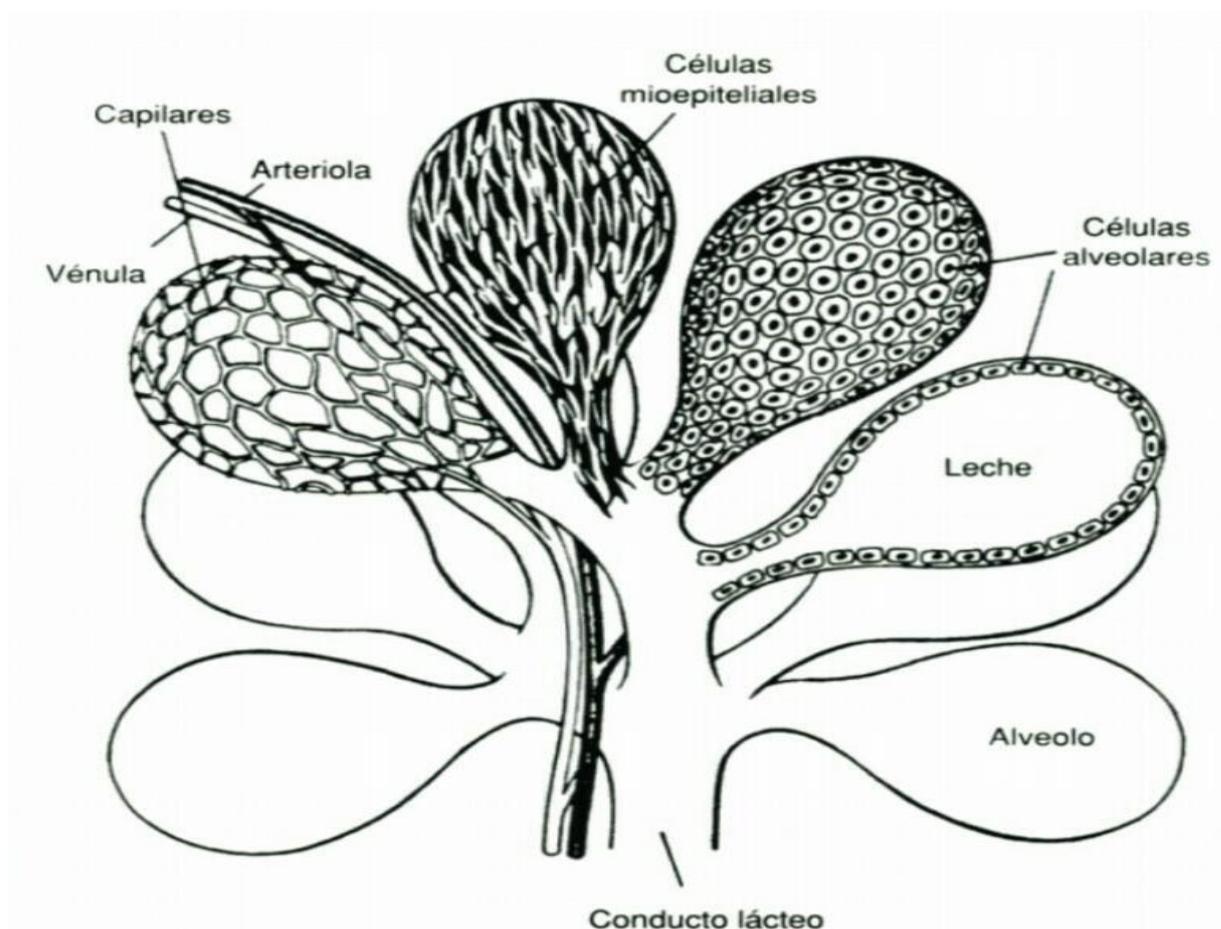


Figura 3. Diagrama de um agregado de alvéolos na glândula mamária de uma cabra. Fonte: COWIE *et al*, 1980.

Os lobos expõem a secreção através de ductos que, por sua vez, drenam os ductos galactóforas (ductos lácteos) de maior diâmetro, para desembocar em áreas especializadas em armazenar o leite chamadas cisternas (vaca, cabra). Finalmente, a cisterna abre-se para o exterior através do canal papilar da teta. A presença do músculo liso na teta permite-lhe agir como esfíncter para impedir que o leite seja expelido passivamente do interior da glândula. O mamilo/teta é provido de numerosos receptores sensitivos cuja excitação durante a ordenha ou amamentação vai desencadear estímulos nervosos de grande importância para a manutenção da lactação.

3.2 Desenvolvimento da glândula mamária (mamogênese)

A glândula mamária difere das demais glândulas do organismo no escasso desenvolvimento que apresenta no nascimento da fêmea, o qual não se inicia até que esta não atinja a puberdade. O início da atividade cíclica do ovário (puberdade) dá origem à síntese de estrogênios (fase folicular do ciclo estral) e progesterona (fase lútea). Os estrogênios originam o alongamento e ramificação dos ductos e a formação de pequenas massas esféricas de células (os futuros alvéolos).

Embora este desenvolvimento seja dependente do estrogênio, é também necessária a ação sinérgica da prolactina, hormona do crescimento (GH) e corticoides adrenais, como demonstrado pelos estudos realizados em ratos aos quais foi removida a hipófise, glândulas suprarrenais e ovários (figura 4). A função da progesterona no desenvolvimento da glândula mamária é estimular o crescimento do lobo-alveolar, mas como no caso anterior também requer a ação conjunta dos hormônios acima mencionados.

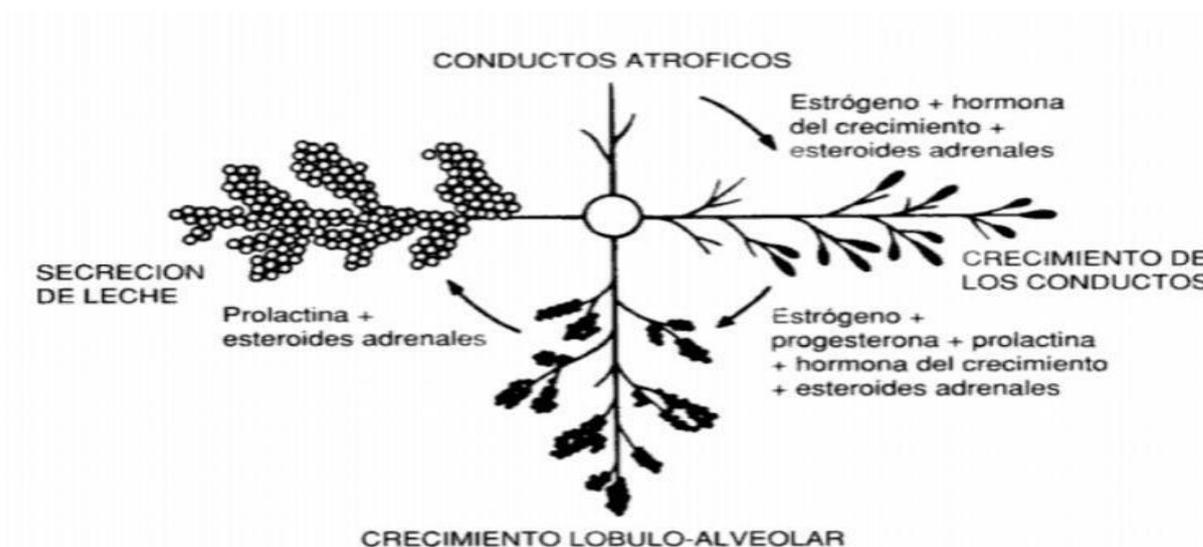


Figura 4. Hormonas relacionadas com o crescimento da glândula mamária e início da secreção de leite na rata hipofisectomizada-adrenoectomizada-ovariectomizada. Fonte: COWIE, 1980.



O desenvolvimento da glândula, durante cada ciclo estral, vai depender da duração da fase folicular (níveis elevados de estrogênio), já que nas restantes fases do ciclo, quando os níveis de estrogênio são baixos, os ductos sofrem uma ligeira regressão. Nas espécies com ciclos curtos (rata), em que a fase folicular do ciclo é predominante, enquanto a fase lútea é quase inexistente, verifica-se um grande desenvolvimento dos ductos; enquanto que aquelas que apresentam um corpo lúteo funcional de longa duração (cadela e primatas), além do crescimento dos ductos, mostram um grande desenvolvimento lóbulo-alveolar semelhante ao que ocorre na gestação.

É durante a gestação que o sistema alveolar sofre uma hipertrofia considerável, resultando em lobos proeminentes e no desenvolvimento da luz interna dos alvéolos, fato que é evidente na maioria dos animais domésticos por volta da metade do período gestacional. Em algumas espécies, as células que circundam interiormente os alvéolos contêm produtos secretores, indicando que a glândula mamária já está preparada para a fase da lactação.

O desenvolvimento glandular durante a gestação deve-se ao efeito conjunto da progesterona e dos estrogênios com as hormonas hipofisárias acima mencionadas: prolactina, hormona do crescimento (GH) e adrenocorticotropina (ACTH). A proporção entre estrogênios e progesterona varia de acordo com a espécie, mas geralmente é necessária uma maior concentração de progesterona (proveniente do corpo lúteo ou da placenta).

Quanto às hormonas hipofisárias, a prolactina desempenha um papel fundamental na diferenciação da glândula mamária (mesmo a baixas concentrações) ao estimular o desenvolvimento do epitélio secretor dos alvéolos. A GH favorece o crescimento dos ductos e a ACTH estimula a secreção de corticoides nas adrenais que, por sua vez, favorecem de forma generalizada o crescimento das glândulas.

3.3 Secreção da glândula mamária (lactogênese)

A lactogênese, ou o processo pelo qual se produz a síntese e secreção do leite pela glândula mamária, começa no final da gestação coincidindo com o desencadeamento do parto. O primeiro leite formado imediatamente antes ou depois do parto é denominado *coloostro*.

No entanto, a lactação não pode desenvolver-se completamente até que se inicie o processo de parto. Isto deve-se ao fato de que o processo de lactação resulta de uma interação complexa de hormonas que preparam a glândula mamária para a secreção do leite. Os requisitos hormonais mínimos para o início da lactogênese são: aumento da secreção de estrogênios,



prolactina e corticoides, juntamente com a diminuição da concentração de progesterona, perfis hormonais que estão intimamente relacionados com o desencadeamento do parto.

Isto deve-se ao fato de que a progesterona inibe a atividade lactogênica da prolactina bloqueando a formação dos seus receptores na glândula mamária durante a gestação impedindo, assim, a prolactina de sintetizar os componentes fundamentais do leite. Pelo contrário, o aumento da concentração de estrogênios no final da gestação (figura 1, na seção do parto) estimula a síntese, o armazenamento e a secreção hipofisária de prolactina.

Assim, apesar da glândula mamária estar preparada para iniciar a secreção de leite, muito antes da data prevista para o parto, a elevada concentração de progesterona (existente durante esse período de gestação) impede a fase láctea (saída do leite pelas tetas) de ocorrer antes da expulsão do feto. Desta forma, o feto poderá beneficiar das vantagens que o fornecimento do colostro materno irá trazer para a sua sobrevivência (imunização, nutrição e favorecimento da exoneração do mecônio).

O aumento da concentração de estrogênios nos dias que antecederem o parto resulta num rápido aumento das concentrações plasmáticas de prolactina e corticoides. A prolactina é a hormona lactogênica mais importante na síntese dos componentes do leite. No entanto, para que esta hormona possa exercer a sua função, é necessária a participação dos corticoides, já que os mesmos são os responsáveis pelo desenvolvimento das organelas citoplasmáticas (retículo endoplasmático rugoso e aparelho de Golgi) onde se realiza a síntese do leite.

No desenvolvimento da lactogênese, para além da prolactina e dos corticoides, participam também outras hormonas como a insulina, a tiroxina e o hormônio do crescimento. A insulina estimula a proliferação de novas células epiteliais na glândula mamária, enquanto a tiroxina, embora não seja essencial para a lactação, pode influenciar no volume de leite produzido pela fêmea (alta produção leiteira). Por último, a hormona do crescimento favorece, em geral, a lactação, existindo atualmente um interesse considerável no uso desta hormona para promover a produção adicional de leite em vacas através da sua administração exógena (trabalho e projeto desenvolvido pela professora titular e médica-veterinária do IFPB *Campus Sousa Marianne Christina Velaqua*).

3.3.1 Síntese e secreção dos componentes do leite

Os principais constituintes do leite são: proteínas (*caseína, alfa-lactalbumina, albumina sérica e imunoglobulinas*), açúcares (*lactose*), gorduras (principalmente sob a forma de triglicérides), vitaminas, minerais e citrato (no caso dos ruminantes).

As proteínas (*caseína* e *alfa-lactalbumina*) são sintetizadas no retículo endoplasmático rugoso e posteriormente embaladas em vesículas secretoras do aparelho de Golgi para serem liberadas da célula para a luz alveolar mediante um processo de exocitose. A *lactose* é o principal açúcar do leite que, além disso, atua regulando a pressão osmótica do mesmo de modo que o volume de leite que a glândula mamária secreta está diretamente relacionado com a quantidade de lactose presente.

A síntese da *lactose* ocorre no aparelho de Golgi pela condensação de glicose e galactose; esta reação é catalisada por uma enzima (lactose sintetase) presente na membrana do aparelho de Golgi que, por sua vez, é ativada pela proteína *alfa-lactalbumina*. Esta proteína só aparece na glândula mamária e é essencial para a síntese da lactose, o que demonstra que este açúcar é exclusivamente formado no leite. A lactose é também embalada junto com o *cálcio*, o *fosfato* e as proteínas nas vesículas secretoras para ser expulsada ao lúmen alveolar por exocitose.

As *imunoglobulinas* (anticorpos IgA) são formadas pelas células plasmáticas, derivadas dos linfócitos B do sangue, como consequência da exposição da mãe a diferentes microrganismos. Estes anticorpos passam para a glândula mamária por migração dessas células a partir dos tecidos adjacentes.

Os triglicerídeos são sintetizados no citoplasma e no retículo endoplasmático liso a partir de ácidos graxos provenientes da circulação sanguínea; em seguida, unem-se formando glóbulos de gordura que se dirigem até o vértice da membrana plasmática para serem finalmente expelidos para a luz do alvéolo, rodeados pela membrana, formando assim uma dispersão de glóbulos de gordura (figura 5).

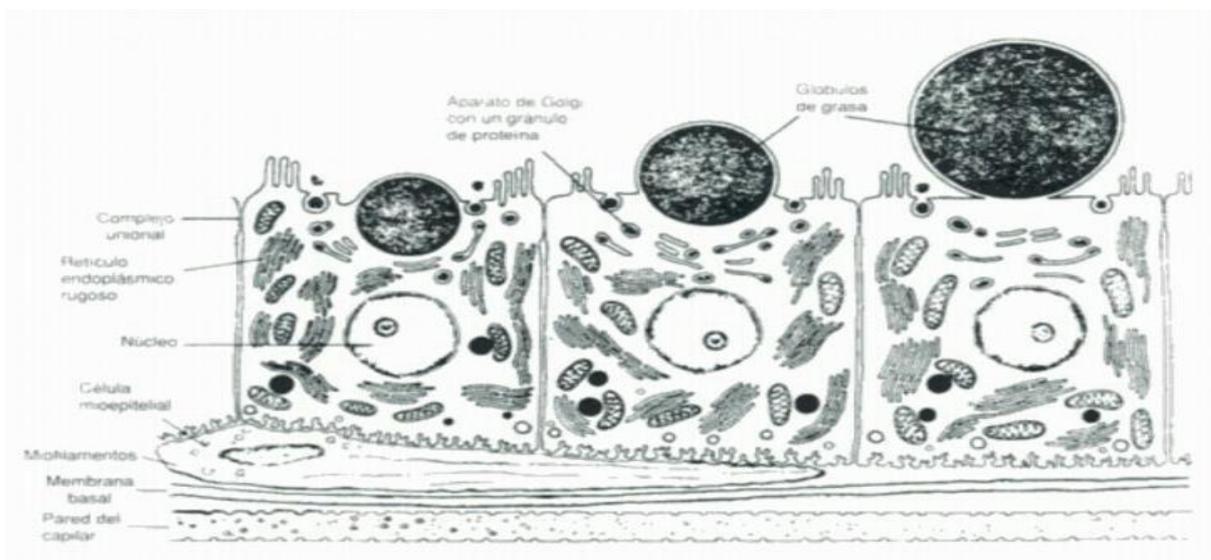


Figura 5. Estrutura de três células alveolares durante a síntese do leite. Fonte: COWIE, 1980.



Do ponto de vista quantitativo, a *caseína* e os *triglicerídeos* constituem as proteínas e as fontes de energia, respectivamente, mais importantes do leite. Por último, o *citrato* é um intermediário do metabolismo da glicose que ocorre em grande concentração no leite dos ruminantes. Este composto é também englobado no interior das vesículas secretoras, junto com os outros compostos, para sua expulsão à luz alveolar.

A composição do leite varia dependendo da espécie animal, e difere também até entre a mesma espécie. Estas variações estão relacionadas com a raça, idade, estágio de lactação e estado nutricional do animal. O teor de gordura no leite de ovelhas, porcas, cadelas e gatas varia entre 7 e 10%. No gado leiteiro estes valores variam de 3,5 a 5,5%, dependendo da raça. Em relação às cabras, os valores de gordura são muito semelhantes aos das vacas, enquanto o leite das éguas é o que tem menor teor de gordura (tabela 1).

Espécie	Gordura	Proteína	Lactosa	Cinzas/Cálcio
Gata	7,1	10,1	4,2	0,5
Vaca holandesa	3,5	3,1	4,9	0,7
Cadela	9,5	9,3	3,1	1,2
Cabra	3,5	3,1	4,6	0,8
Égua	1,6	2,4	6,1	0,5

Tabela 1. Composição do leite em várias espécies (%). Fonte: JACOBISON, 1984.

3.4 Manutenção da lactação (galactopoiese)

A capacidade da glândula mamária de secretar um grande volume de leite começa em/ou imediatamente antes do parto, para aumentar no período pós-parto durante um tempo variável e, posteriormente, diminuir de forma gradual. Em geral, existe um paralelismo entre a atividade secretora da glândula e a procura de leite por parte do lactente. Isto deve-se ao fato de sucção pelo lactente, ou a extração por ordenha, que constituem o fator fundamental para a manutenção da lactação.

A sucção estimula a lactação de duas formas: a) reduzindo os efeitos inibitórios da pressão intramamária produzida pela acumulação de leite, e b) estimulando intensamente a secreção de hormonas necessárias para manter a síntese e secreção de leite nos alvéolos.

As hormonas que desempenham um papel fundamental na manutenção da lactação são: 1) a prolactina, que é responsável pela estimulação da síntese e secreção de leite nas células epiteliais nos alvéolos, e 2) a oxitocina, que provoca a contração das células musculares que circundam externamente os alvéolos e os ductos (células mioepiteliais). A libertação de ambos

os hormônios ocorre como resultado de um reflexo neuroendócrino originado pela estimulação do mamilo.

3.4.1 Secreção reflexa de prolactina

A secreção de prolactina é regulada por dois fatores hipotalâmicos: a dopamina, que inibe a secreção de prolactina e um fator cuja identidade não está bem definida, conhecido como *fator liberador de prolactina* (PRF) que estimula a liberação deste hormônio. O estímulo sensorial originado como sequência da estimulação do mamilo, pela sucção do lactente, é transportado através da medula espinhal para o hipotálamo, onde atua na inibição da dopamina ou estimulando a secreção do PRF para desencadear a secreção de prolactina da adenohipófise para a circulação sanguínea (figura 6).

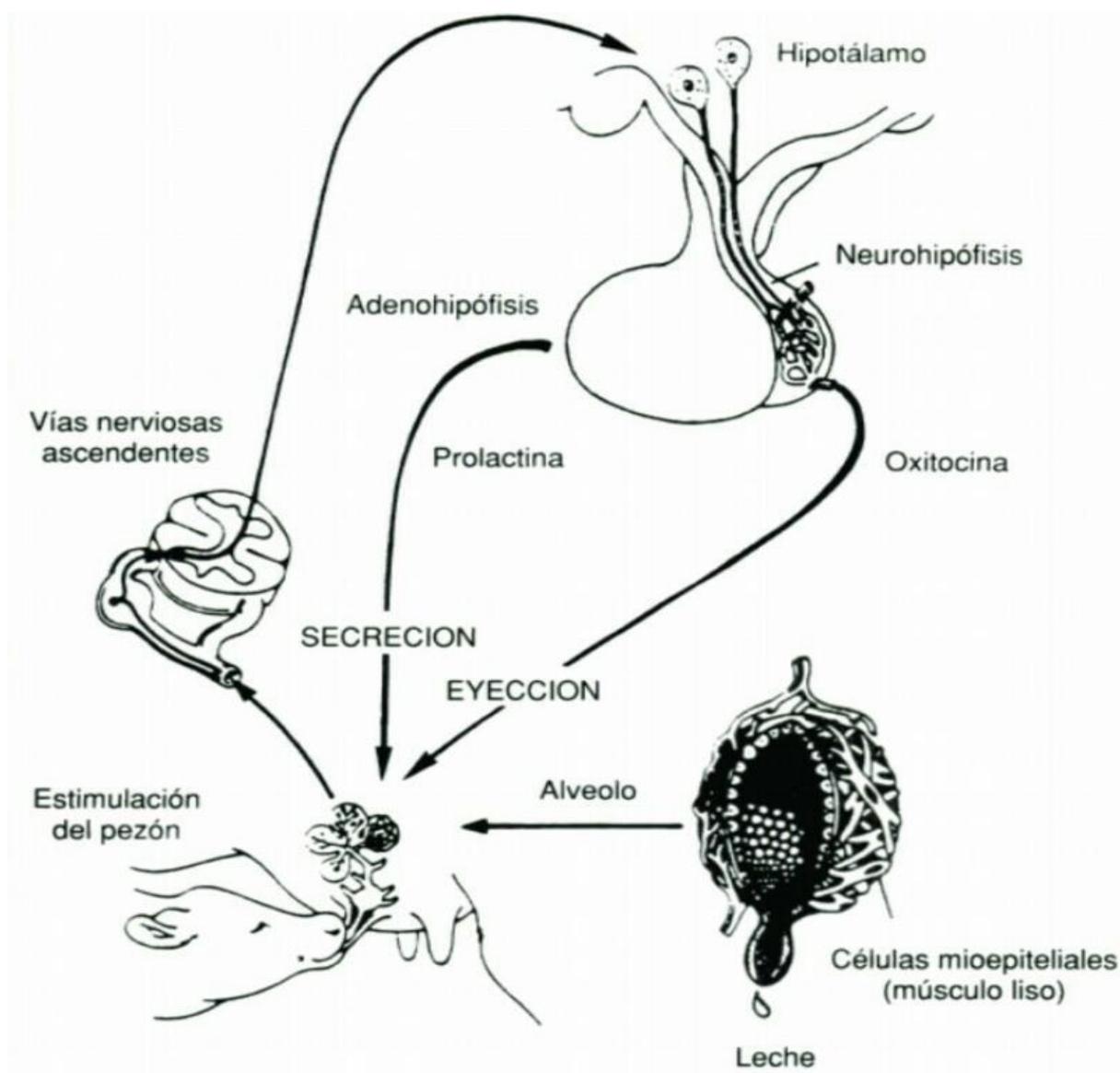


Figura 6. Reflexos neuroendócrinos secretores de prolactina e oxitocina. Fonte: HAFEZ, 2000.



A prolactina estimula a secreção dos componentes do leite para a luz dos alvéolos, afim de repor o volume de leite extraído durante a última ordenha ou sucção. Ao mesmo tempo, a prolactina induz a síntese das proteínas, incluindo a alfa-lactalbumina para estimular novamente a síntese da lactosa, bem como as enzimas necessárias para a produção dos triglicerídeos.

Desta forma, a secreção de prolactina originada pelo lactente durante o aleitamento proporciona um mecanismo simples para combinar o volume de produção de leite com as necessidades do lactente. A quantidade de prolactina liberada durante cada período de sucção depende do número de crias, da duração do estímulo e dos intervalos de tempo decorridos entre os períodos de sucção (ou ordenha). No caso das vacas leiteiras, as ordenhas são geralmente realizadas de doze em doze horas, intervalo de tempo suficiente para manter a lactogênese. Os valores plasmáticos de prolactina aumentam imediatamente após o início da ordenha, mas os valores mais elevados são obtidos cerca de meia hora após o início do estímulo (ordenha ou sucção).

A secreção de prolactina e a produção de leite são influenciadas de alguma forma pelo fotoperíodo, uma vez que, em alguns animais se comprovou como o aumento do número de horas de exposição à luz dá origem a um aumento da concentração de prolactina circulante, bem como uma maior produção de leite (entre 6 e 10%) (trabalho e projeto elaborado pelos estudantes do curso técnico em agropecuária e da graduação em Medicina Veterinária do IFPB *Campus* Sousa sob a coordenação e orientação da profa. Me. Esp. Marianne C. Velaqua).

3.4.2 Reflexo da ejeção do leite

A sucção do mamilo pelo lactente estimula os receptores sensoriais presentes nesta estrutura, originando a geração de impulsos nervosos que são transmitidos pelas vias nervosas ascendentes da medula espinhal para os corpos celulares produtores de oxitocina no hipotálamo. O estímulo desencadeia a síntese e liberação de um bolo de oxitocina através das terminações nervosas dos núcleos hipotalâmicos para a neurohipófise, da qual é transmitida, através do sangue, para a glândula mamária, provocando a contração das células mioepiteliais que rodeiam os alvéolos (figura 6).

Além da estimulação direta do mamilo provocada pela sucção, qualquer estímulo relacionado à ordenha é capaz de gerar o reflexo da ejeção, por exemplo: os estímulos sensoriais auditivos (ruído dos cubos na hora da ordenha), visuais (ambiente da sala de ordenha), táteis (lavagem manual dos mamilos antes da ordenha) e os estímulos olfatórios que se produzem em torno do animal.



O desencadeamento do reflexo de ejeção pelos estímulos sensoriais, que não estão diretamente relacionados com a sucção ou ordenha, indica a possível participação de centros superiores do sistema nervoso central para controlar a secreção de oxitocina. Esta teoria é baseada em que os estímulos relacionados com situações de estresse em animais de estimação (medo, ansiedade, frio, etc.) inibem a ejeção do leite.

A contração das células mioepiteliais gera um aumento da pressão intra-alveolar mamária, provocando o deslocamento do leite para os ductos maiores da glândula. Este efeito é popularmente conhecido como *diminuição do leite* e constitui um mecanismo fisiológico muito eficaz para controlar a expulsão do leite para o mamilo, assegurando que a ejeção do leite se realize unicamente quando o lactente o demanda.

O efeito estimulante da oxitocina é de grande importância já que a maior parte do leite se encontra nos alvéolos e nos ductos, com o qual, a ausência deste hormônio provocaria um lento movimento do leite para a cisterna do úbere e, portanto, uma menor quantidade de leite. Assim, quando os alvéolos e ductos menores são contraídos, ocorre o relaxamento dos ductos principais, bem como da cisterna (ruminantes) e do mamilo, o que dá origem a um aumento destas estruturas para alojar o volume de leite expelido. Como resultado da volumosa ejeção do leite dos alvéolos e ductos menores, ocorre um aumento da pressão intramamária de modo que o lactente terá que vencer a resistência do esfíncter do mamilo para poder extrair o leite.

A produção de leite pela glândula mamária diminui gradualmente à medida que os intervalos de tempo entre os dois períodos de amamentação do lactente diminuem e os estímulos necessários para manter as concentrações de prolactina e oxitocina na circulação sanguínea. A diminuição ou cessação da secreção de leite, geralmente coincide com a mudança na alimentação das crias (desmame) para passar à dieta característica da espécie.

3.5 Colostro

O colostro é o primeiro leite que se forma na glândula mamária coincidindo com o parto. A ingestão de colostro por recém-nascidos é de grande importância para a sua sobrevivência, não só pelo seu elevado valor nutritivo, mas também pelo seu teor em imunoglobulinas (IgA) que lhe confere a imunização passiva necessária para o proteger contra patologias. Em algumas espécies (homem, coelho e cobaia) grande parte dos anticorpos passam para a circulação do feto através da placenta durante a gestação.

Nos animais domésticos (vaca, égua, ovelha, cabra, porco) as características da placenta (número de camadas entre a circulação materna e fetal) não permitem a passagem destas



proteínas. Como resultado, a imunização das crias nestas espécies animais vai depender da transferência das imunoglobulinas através do colostro. O epitélio intestinal dos recém-nascidos permite a passagem destas imunoglobulinas durante as primeiras 24 a 48 horas de vida. Passado este tempo, o epitélio torna-se impermeável à passagem dos anticorpos, fato que põe em evidência a importância que tem para os animais recém-nascidos e desprovidos de defesas a ingestão do colostro durante os primeiros dias.

A composição do colostro caracteriza-se (em relação ao leite normal) por um teor mais elevado de proteínas, vitaminas, minerais e uma menor concentração de lactose. A composição do colostro muda gradualmente durante os primeiros três dias após o parto para se transformar em leite normal.

4. RESUMO E PRIMEIRAS CONCLUSÕES

O parto, ou processo fisiológico pelo qual se expulsa o feto, é o resultado da maturação sequencial de um sistema de comunicação hormonal. A sequência inicia-se no sistema nervoso central do feto de onde os sinais são transmitidos e amplificados, através da hipófise, para as glândulas adrenais fetais, as quais respondem ao estímulo mediante a secreção de cortisol.

O aumento da concentração de cortisol por parte do feto indica que este conseguiu o desenvolvimento necessário para enfrentar a vida extrauterina e, portanto, é hora de interromper a gestação. O cortisol atua sobre a placenta para aumentar a secreção de estrogênios que, por sua vez, estimulam a síntese e a liberação de prostaglandinas. O resultado é a diminuição da progesterona, que é a hormona encarregada de manter a gestação ao inibir as contrações espontâneas do útero, impedindo assim a expulsão prematura do feto. O útero, sob os efeitos da prostaglandina, começa a contrair-se ao mesmo tempo que o colo uterino amolece e dilata progressivamente (*fase preparatória do parto*). A passagem do feto ao canal do parto origina a secreção reflexa de oxitocina (*fase de expulsão*), causando contrações de maior frequência e intensidade que culminam com a expulsão do feto. Finalmente, as contrações uterinas continuam durante algum tempo até que finalmente é expulsa a placenta (*fase de expulsão da placenta*).

O desenvolvimento da glândula mamária durante a gestação e a subsequente capacidade desta estrutura para secretar leite, coincidindo com o parto, oferece aos animais pertencentes à classe biológica dos mamíferos a vantagem de alimentar as suas crias para assegurar a sua sobrevivência durante as primeiras fases do seu desenvolvimento e, portanto, a continuidade da espécie.



A lactação constitui um dos processos fisiológicos mais complexos em consequência do grande número de hormonas que, segregadas de forma coordenada, controlam as diferentes fases pelo que atravessa este processo: 1) mamogênese ou desenvolvimento dos dutos e estruturas lóbulo-alveolares durante a gestação; 2) lactogênese ou síntese láctea por células epiteliais e sua secreção para a luz alveolar coincidindo com o parto, e 3) galactopoiese ou manutenção da síntese e secreção do leite como consequência da sua extração da glândula mamária seja pela sucção da cria ou pela ordenha.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEIGHLE, D. E. The effect of gestation and lactation on bone calcium, phosphorus and magnesium in dairy cows. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 70, n. 4, p. 142-146, 1999.
- BRACKELL, B. G.; JR SEIDEL, G. E.; SEIDEL, S. **Avances en zootecnia nuevas técnicas de reproducción animal**. Zaragoza: Acribia, 1988.
- COLE, H. H.; CUPPS, P. T. **Reproduction in domestic animals**. 1ª ed. Londres: Academic Press, 1977.
- COWIE, Alfred T.; FORSYTH, Isabel A.; HART, Ian C. Lactation. In: **Hormonal control of lactation**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1980. p. 146-229.
- CUNNINGHAM, James G. **Fisiología veterinaria**. São Paulo: Elsevier, 2003.
- DERIVAUX, Jules; BARNABÉ, Renato Campanarut. **Reprodução dos animais domésticos**. Zaragoza: Acribia, 1980.
- 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. **Características Gerais dos Bovinos/General Characteristics of Cattle Bovine**. Philarchive. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/DASCGD>. Acesso em: Fevereiro de 2020.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro. **Reprodução Animal: Fecundação e Gestação**. Disponível em: Acervo IFPE. Acesso em: Março de 2020.
- FERNÁNDEZ ABELLA, Daniel Héctor. **Principios de fisiología reproductiva ovina**. Montevidéo: Hemisferio Sur 1993.
- GONZÁLEZ, Félix HD. **Introdução a endocrinologia reprodutiva veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, v. 83, 2002.
- HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. São Paulo: Manole, 2004.
- HAFEZ, Elsayed Saad Eldin; HAFEZ, B. (Ed.). **Reproduction in farm animals**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2013.
- HUNTER, R. H. F. **Reproducción de los animales de granja**. Zaragoza: Acribia, 1987.
- HUNTER, Ronald Henry Fraser *et al.* **Physiology and technology of reproduction in female domestic animals**. Londres: Academic Press, 1980.
- ILLERA, M. **Endocrinología Veterinaria y Fisiología de la Reproducción**. Zaragoza: Fareso, 1994.
- JACOBSON, N. L.; MCGILLIARD, A. D. The mammary gland and lactation. **Duke's Physiology of Domestic Animals**. 10th edition. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca, New York, USA, p. 863-880, 1984.



- JAINUDEEN, M. R.; HAFEZ, E. S. E. Gestação, fisiologia pré-natal e parto. **Revista Brasileira de Reprodução animal**, v. 7, p. 141-142, 2004.
- LIGGINS, G. C. *et al.* physiological roles of progesterone, oestradiol-17beta and prostaglandin F2alpha in the control of ovine parturition. **J Reprod and Fert Suppl**, 1972.
- PÉREZ PÉREZ, F.; PÉREZ GUTIÉRREZ, F. **Reproducción animal, inseminación animal y transplante de embriones**. Barcelona: Cientifico-medica, 1985.
- ROBERTS, Stephen J. **Obstetricia veterinaria y patología de la reproducción**. Montevidéo: Hemisferio Sur, 1979.
- SALISBURY, G. W.; VANDERMARK, N. L. **Physiology of the reproduction and artificial insemination of cattle**. San Francisco : Freeman e Company, 1961, 630 p.
- SHILLE, V. M. Fisiologia reprodutiva e endocrinologia da fêmea e do macho. **Tratado de medicina interna veterinária**. São Paulo: Manole, p. 1857-68, 1992.
- RUTTER, Bruno; RUSSO, Angel F. **Fundamentos de la fisiología de la gestación y el parto de los animales domésticos**. Buenos Aires: Eudeba, 2002.
- UNGERFELD, Rodolfo. **Reproducción en los animales domésticos**. Montevidéo: Melibea, 2002.

Realização



EMANUEL ISAQUE CORDEIRO DA SILVA
Técnico em Agropecuária – IFPE
Bacharelado em Zootecnia – UFRPE

