

Retorno da atividade ovariana luteal cíclica de vacas de corte no pós-parto: uma revisão

Return to cyclic luteal ovarian activity on beef cows at post-partum: a review

L.L. Emerick^{1,4}, J.C. Dias¹, P.E.M. Gonçalves¹, J.A.M. Martins¹, F.A. Souza¹, V.R. Vale Filho²,
V.J. Andrade³

¹Aluno de Pós-Graduação da Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

²Dep. de Clínica e Cirurgia Veterinárias da Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

³Dep. de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁴Correspondência: lucaslemerick@yahoo.com.br

Resumo

O restabelecimento da concentração do hormônio luteinizante, o escore da condição corporal, a presença da cria e do touro têm sido reportados como fatores que influenciam o atraso da primeira ovulação no pós-parto. O balanço energético negativo da vaca de corte conduz ao aumento da lipólise no tecido adiposo, o que provoca o aumento das concentrações de ácidos graxos não esterificados, afetando o crescimento embrionário precoce por perda da atividade luteal. A suplementação lipídica, sobretudo o aumento das concentrações séricas da leptina, leva à melhora do desempenho reprodutivo devido a ações centrais e periféricas sob diferentes aspectos.

Palavras-chave: ácidos graxos não esterificados, condição corporal, eficiência reprodutiva, hormônio luteinizante.

Abstract

The reestablishment of luteinizing hormone concentration, the body condition score, the presence of calve and bull had been reported as the factors that lead to the first ovulations post-partum delay. The beef cow negative energetic balance lead to the increasing on lipolysis at fat tissue, inducing the raise of non-esterified fatty acids concentrations, affecting the early embryo growth by the loss of luteal activity. The lipid supplementation, specially the increase of serum leptin concentrations, improves the reproductive performance due to its central and peripheral actions on different aspects.

Keywords: *body condition, luteinizing hormone, non-esterified fatty acid, reproductive efficiency.*

Introdução

A reprodução pode ser considerada o principal pilar da cadeia produtiva da carne bovina, pois ela produz a matéria-prima dessa indústria: o bezerro. No entanto, no Brasil, persistem inúmeros pontos de estrangulamento no processo reprodutivo dos bovinos de corte, tais como taxas de gestação, parição e de desmama anuais, sendo conseqüências de elevados intervalos de partos e prolongados períodos de serviço pós-parto (Silva, 2004). A baixa disponibilidade de forragem, em quantidade e qualidade, é reconhecida como uma das causas de baixa eficiência reprodutiva no rebanho bovino (Nicodemo e Saturnino, 2002; Wiltbank et al., 2002), principalmente quando se utiliza um regime de exploração totalmente extensivo, como no Brasil.

Desse modo, a pecuária de corte deve ter o objetivo de que as vacas produzam um bezerro por ano, para que a propriedade consiga 100% de eficiência reprodutiva do rebanho. Para isso, é necessário que cada vaca seja concebida até 83 dias pós-parto. Portanto, o retorno da vaca à ciclicidade no período pós-parto é o principal entrave da adequada eficiência reprodutiva, levando grande quantidade de propriedades a não conseguirem atingir esse êxito, devido a uma série de fatores, dentre os quais se destacam: o período fisiológico de puerpério, a nutrição e o efeito da presença do bezerro, que são as principais causas a afetarem a eficiência do processo (Lamb, 1999). Entretanto, outras causas, como a falha na detecção do estro em rebanhos que utilizam a inseminação artificial, também têm sido bastante discutidas na literatura (Risco, 2004).

Porém, o que vem ocorrendo nas últimas décadas é paradoxo às condições de eficiência reprodutiva. A seleção genética para animais de elevado potencial produtivo, tanto em rebanhos de leite como nos de corte, leva a animais de elevada exigência nutricional, acarretando em perda de eficiência reprodutiva, sendo necessário que o fornecimento de alimento acompanhe a evolução genética dos animais. Esse fato vem ocorrendo de forma mais lenta nos rebanhos bovinos de corte criados em condições tropicais, levando à falta de sucesso no sistema de produção de corte sob tais condições (Lamb, 1999).

O objetivo desta revisão foi descrever alguns aspectos relevantes do retorno à atividade ovariana luteal cíclica da vaca de corte no pós-parto.

Dinâmica de crescimento folicular ovariano em bovinos

Para o entendimento sobre como ocorrem os aspectos fisiopatológicos da dinâmica folicular ovariana no pós-parto, é necessário rever a fisiologia da dinâmica folicular da vaca em condições normais.

A foliculogênese ovariana possui, em média, três ondas de crescimento folicular nas vacas de corte e duas ondas nas vacas de leite de alta produção. Em geral, os processos que levam ao desenvolvimento de um grupo de folículos ovulatórios variam com a espécie. Inicialmente, há o recrutamento, em que um grupo de folículos começa a se desenvolver, os quais culminam num folículo pré-ovulatório, após passar pelo estágio de seleção folicular. Tal grupo de folículos se torna dominante e continua o seu crescimento até que ocorra a ovulação, enquanto o restante dos folículos passa por atresia. Esse padrão de desenvolvimento do folículo dominante também ocorre durante a fase luteal do ciclo estral, na qual ele entra em atresia em vez de ser ovulado, em função da presença do corpo lúteo hormonalmente ativo. O folículo dominante, do ponto de vista funcional, tem a habilidade de inibir o desenvolvimento dos folículos menores (folículos subordinados; Fortune et al., 1991).

A ciclicidade reprodutiva da fêmea é mantida por meio de interações endócrinas, parácrinas e autócrinas. O eixo central tem o hipotálamo como responsável pela secreção do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), o qual exerce influência sobre a hipófise anterior, liberando os hormônios folículo estimulante (FSH) e luteinizante (LH), os quais são responsáveis por direcionar o recrutamento, o crescimento, a diferenciação, a seleção, a atresia e a ovulação dos folículos ovarianos. Tais estruturas, sob ação do FSH e do LH, produzem esteroides como o estradiol-17 β (E₂), a progesterona (P₄) e outros fatores reguladores (Díaz, 1999).

No crescimento, o folículo adquire progressivamente certas características, cada uma das quais é pré-requisito essencial para o seu desenvolvimento. A falta de aquisição de qualquer propriedade no momento exato, na sequência exata, conduz à falha do processo e à sua degeneração, o qual leva à sua atresia. Na vaca, existe uma hierarquia marcada na população de folículos antrais com um número de 20 a 30 folículos de três a quatro milímetros de diâmetro, e são esses os que têm capacidade de responder às gonadotrofinas, mesmo não necessitando delas. Acredita-se que, nessa fase, os folículos dependem mais expressivamente de fatores autócrinos e parácrinos como a inibina, o fator de crescimento semelhante à insulina I (IGF-I) e suas proteínas de ligação (IGFBP). Outro grupo de folículos, aqueles maiores que quatro a cinco milímetros de diâmetro, depende das gonadotrofinas para seu desenvolvimento, no qual apenas um se tornará ovulatório (Campbell et al., 1995).

O recrutamento (folículos entre 2 e 4 mm) é um evento dependente de gonadotrofinas, durante o qual um grupo de folículos adquire habilidade para respondê-las e depende delas para o crescimento contínuo. Nessa fase de crescimento folicular, os receptores de FSH estão predominantemente localizados nas células da granulosa, enquanto os de LH nas células da teca. A seleção é um processo no qual apenas poucos folículos recrutados são selecionados. Nos bovinos, a seleção se define como o momento pelo qual um folículo estrogenicamente ativo promove seu próprio crescimento e inibe o crescimento dos outros subordinados. Fatores inerentes ao tamanho, à concentração de E₂, P₄, IGF-I, IGFBP e inibina, no interior do folículo, podem ser importantes para estabelecer qual será o folículo dominante. A seleção do folículo dominante pode ser um processo passivo no qual o primeiro folículo que adquirir receptores para LH em suas células da granulosa será o selecionado (Fortune, 1994).

A aquisição de receptores para LH nas suas células da granulosa faz com que estes respondam a tal hormônio em detrimento do FSH, cuja concentração no sangue começa a diminuir para valores basais, sendo a inibina a maior responsável por esse efeito. Com o surgimento de receptores de LH nas células da granulosa, tem-se o início do aumento da capacidade esteroideogênica, por meio do aumento da expressão de RNAm para a enzima aromatase, que converte os andrógenos oriundos das células da teca em esteroides (E₂ e inibina). Isso estabelece as concentrações suficientes para promover o pico de LH necessário para que ocorra a ovulação e a inibição do FSH e, conseqüentemente, para que outros folículos subordinados não atinjam a dominância, por mecanismos de retroalimentação positiva e negativa, respectivamente, sobre a liberação de LH e FSH (Fortune, 1994).

O folículo dominante tornar-se-á ovulatório se a luteólise ocorrer durante a fase de crescimento ou no início da fase estática, quando está livre da restrição hormonal imposta pelo corpo lúteo (P₄) sobre o eixo hipotalâmico-hipofisário (Fortune et al., 1991).

Fatores que influenciam a dinâmica folicular ovariana no pós-parto em bovinos de corte

O retorno à atividade ovariana pós-parto na vaca ocorre após o restabelecimento da síntese e do estoque disponível de LH pela hipófise. Tal situação é de fundamental importância por causa da depleção do estoque de LH esgotado durante a gestação, em decorrência do efeito negativo e prolongado de hormônios esteroides, principalmente da P₄ sobre o hipotálamo, diminuindo a liberação de GnRH e, conseqüentemente, o estímulo à síntese e à liberação de LH da hipófise anterior. Depois da parição, o rápido declínio na P₄ circulante permite um novo e rápido acúmulo de LH na hipófise anterior, o que requer de duas a três semanas para ser concluído (Williams, 2005).

Outro fato que pode explicar a baixa concentração de LH circulante no pós-parto é a deficiência do número de receptores de GnRH na hipófise anterior até o 45^o dia pós-parto (Nett et al., 1988). Entretanto, tais autores sugerem que a depleção nos estoques de LH na hipófise seja o fator primário determinante da baixa concentração desse hormônio nesse período, possivelmente devido à alta concentração de E₂ circulante no final da gestação (período em que o E₂ exerce forte *feedback* negativo ao hipotálamo frente à secreção de GnRH) (Nett et al., 1988; Yavas e Walton, 2000).

Durante essa fase inicial, as vacas teriam concentração sérica de FSH suficiente, e a concentração de LH parece ser dependente da presença da cria e do estresse ambiental. Depois da segunda ou terceira semana após o parto, a liberação pulsátil de LH pode ser aumentada em vacas de corte que foram separadas de seus bezerros e nas vacas leiteiras ordenhadas, resultando na retomada da ovulação. Nas vacas com bezerro ao pé, entretanto, os efeitos supressores da presença do bezerro e da mamada sobre a secreção hipotalâmica de GnRH continuam prevenindo o aumento da liberação de LH pulsátil (Williams, 2005).

A secreção do LH é, em parte, controlada pelos efeitos negativos de esteroides, como o E₂ e a P₄, e pelo efeito positivo do E₂ que induz o pico de LH. A sensibilidade ao efeito negativo do E₂ sobre o LH é aumentada pela presença da cria ou devido à subnutrição, que leva à diminuição da glicose circulante, bem como da insulina, IGF-I e IGFBP (Stagg et al., 1998; Madej et al., 2005).

Alguns autores têm reportado que vacas de corte a aproximadamente 10 dias do parto já possuem crescimento folicular com mesmo diâmetro e taxas de crescimento diário, mensurados por ultrassom (Tab. 1), semelhantes ao que ocorre com vacas de leite nesse mesmo período (Shrestha et al., 2005), porém sem a capacidade de ovular, independentemente do nível nutricional no pré e pós-parto. Conclui-se que o prolongado período de serviço pós-parto ocorre devido à falha de ovulação dos folículos dominantes e não pela alteração do seu crescimento e desenvolvimento. Entretanto, os mesmos autores verificaram que as concentrações de E₂ aumentaram significativamente na onda folicular que precedeu à primeira ovulação, sendo, dessa forma, concluído que a falha de ovulação nas ondas do período próximo ao pós-parto deve-se à ineficiência do folículo em promover o pico de E₂ necessário para induzir o pico pré-ovulatório do LH por *feedback* positivo (Stagg et al., 1995; Ruiz-Cortéz e Olivera-Angel, 1999). Outro fato atribuído para tal explicação foi a presença do bezerro, pois o controle da mamada, sendo introduzido 30 dias pós-parto por um período de 24 horas, aumentou significativamente a frequência dos pulsos de LH (Stagg et al., 1998).

Vale ressaltar que os padrões de FSH não foram afetados pelos níveis nutricionais no periparto e pelo efeito da presença do bezerro, fato que explicaria o não comprometimento do desenvolvimento folicular nesse período (Stagg et al., 1995, 1998). Entretanto, apesar de a dinâmica folicular não ter sido afetada no pós-parto, os animais melhor alimentados têm a média de dias para a primeira ovulação mais curta, em torno de 70 dias, comparados com o grupo de animais que receberam dieta com baixo nível nutricional (95; Tab. 1; Stagg et al., 1995).

Tabela 1. Efeito da ingestão de energia pós-parto nas características foliculares e no intervalo do parto à ovulação em vacas de corte lactantes com níveis nutricionais baixo e alto.

	Nível nutricional		EP	Significância
	Baixo	Alto		
N ^o de vacas	11	12	-	-
Dias para a primeira onda folicular pós-parto	10,4	9,6	0,9	P > 0,10
Dias para a primeira onda folicular com FD	17,8	11,6	3,4	P > 0,10
N ^o de ondas com folículos subordinados até a 1 ^a ovulação	2,1	0,8	0,4	P = 0,08
N ^o de ondas foliculares até a 1 ^a ovulação	8,5	5,9	1,2	P < 0,05
Total n ^o de ondas foliculares até a 1 ^a ovulação	10,6	6,8	1,2	P < 0,05
N ^o médio de dias da 1 ^a ovulação	95	70	12	P < 0,05
N ^o médio de dias da 2 ^a ovulação	104	83	9	P = 0,06
N ^o de ciclos curtos após 1 ^a ovulação	11/11	8/12	-	P < 0,10
Média de intervalo entre 1 ^a e 2 ^a ovulação	8,2	14,2	1,6	P < 0,05

N^o = número; EP = erro-padrão da média; FD = folículo dominante.

Fonte: Adaptado de Stagg et al., 1995.

O primeiro ciclo ovulatório pós-parto tem sido reportado sem a ocorrência de sinais de comportamento de estro e com alta frequência de surgimento de ciclos anormais (23%) em gado de corte (Ruiz-Cortéz e Olivera-Angel, 1999). A curta duração do ciclo foi atribuída à formação de um corpo lúteo imaturo com conseqüente regressão precoce. Esse fato estaria relacionado com a condição energética do animal associada com a frequência de mamada do bezerro, originando folículos de qualidade inferior com concomitante baixa qualidade

(imaturidade) de corpo lúteo. Entretanto, ciclos longos também têm sido reportados, apesar de ocorrer em frequência reduzida comparados com ciclos curtos em vacas de corte (Breuel et al., 1993; Ruiz-Cortéz e Olivera-Angel, 1999). A explicação para a ocorrência de ciclos longos seria justificada pelo fato de que o útero de alguns animais no pós-parto poderia estar com seu endométrio comprometido de tal forma (ex.: endometrite subclínica) que impedisse a secreção da PGF2 α necessária para promover a luteólise no momento correto (\pm dia 16 do ciclo estral). A ocorrência de ambos os ciclos (curtos e longos) tem sido relacionada à reduzida fertilidade (Roche, 2000).

Breuel et al. (1993) atribuem a reduzida fertilidade a vacas de ciclo curto preferencialmente pelo fato de elas possuírem oócitos, oriundos desses folículos, com anormalidades e pelo ambiente uterino inadequado em detrimento da regressão precoce do corpo lúteo, visto que a suplementação com progesterona exógena não foi capaz de manter a gestação nesses animais.

Em rebanhos leiteiros, a ocorrência de ciclos anormais também é alta (55%), porém a incidência de ciclos longos (33,6%) é maior comparada com a de ciclos curtos (5%; Shrestha et al., 2005).

O balanço energético negativo, condição que caracteriza a vaca de corte no período pós-parto, pode atrasar o início da ovulação por meio da redução da frequência dos pulsos de LH e de baixas concentrações plasmáticas de glicose, insulina e IGF-I que coletivamente limita a síntese de E₂ pelo folículo dominante (Butler, 2000, 2005), por meio da redução do crescimento, diferenciação e multiplicação das células da teca e da granulosa, tornando-as menos sensíveis às gonadotrofinas (Campbell et al., 2006).

Vários estudos têm destacado a importância do escore de condição corporal (ECC) ao parto e no pós-parto. Muitos acreditam que vacas que parem com bom ECC (mínimo de 5, em uma escala de 1 a 9) possuem menor intervalo entre o parto e a primeira ovulação, menor período de anestro pós-parto e menor intervalo entre partos. O aumento do fornecimento de alimento no pós-parto reduz - mas não exclui completamente - o efeito negativo da restrição nutricional no pré-parto (Lamb, 1999), já que o início do crescimento dos folículos primordiais se dá 60 dias antes de estes atingirem o tamanho de dominância (Wiltbank et al., 1996). Vale ressaltar que a manutenção da condição corporal de vacas no pré-parto é uma ferramenta mais econômica sob o ponto de vista metabólico, pois durante a gestação os animais tendem a ganhar peso mais facilmente (anabolismo gestacional). No pós-parto, devido à condição catabólica em que se encontram os animais, o custo desta se torna mais oneroso em relação ao pré-parto (Lamb, 1999). Na Tab. 2, mostra-se a importância do ECC pré-parto sobre a manifestação de estro, salientando que, para se obter o máximo de desempenho, a vaca deve estar prenhe até 83 dias pós-parto.

Tabela 2. Influência do ECC no retorno ao estro no pós-parto em vacas de corte.

ECC	Dias do 1º estro pós-parto
3	88,5
4	69,7
5	59,4
6	51,7
7	30,6

ECC = escore da condição corporal.

Fonte: Adaptado de Houghton et al., 1990.

Deficiente estado nutricional no pós-parto, evidenciado por baixo ECC, foi uma das mais importantes causas de atraso da primeira ovulação pós-parto. Perda maior ou igual a uma unidade de ECC após o parto aumenta significativamente o risco de atrasar a ovulação e prolongar o início da atividade luteal até a 11ª semana pós-parto (Butler, 2000; Shrestha et al., 2005).

Outro fato importante que tem sido atribuído ao prolongado período de anestro pós-parto é a presença do bezerro ao pé, visto que vacas que foram manejadas separadas da cria por um período de 24 horas a partir de 30 dias pós-parto tiveram a frequência dos pulsos de LH e a concentração de IGF-I aumentadas em relação ao controle, bem como o período de serviço encurtado (Stagg et al., 1998; Kawashima et al., 2008). Além disso, animais que não obtiveram contato visual e olfatório com suas crias possuíram mais curto período de anestro do que os animais separados com contato simples (separação da mãe-cria, porém com contato visual e olfatório presentes). Nesse mesmo trabalho, outro aspecto importante é que vacas submetidas a diferentes planos nutricionais não obtiveram diferença ($P > 0,05$) dentro de grupos com ou sem manejo de mamada para o intervalo em anestro pós-parto, mostrando que a presença da cria tem relevância no retorno à atividade luteal cíclica da vaca no pós-parto (Tab. 3; Stagg et al., 1998).

Tabela 3. Interação entre manejo de mamada e nível nutricional no intervalo parto à 1ª ovulação pós-parto em vacas de corte.

Dieta	Manejo de mamada			Média
	Contato frequente	Simples	Sem contato visual e olfatório	
80MJ/ME baixo nível nutricional	81	58	52	62 ^a
120MJ/ME alto nível nutricional	78	65	51	63 ^a
Média	79 ^a	62 ^b	51 ^c	62 ^a

P < 0,02.

Fonte: Adaptado de Stagg et al., 1998.

Portanto, a separação dos bezerros das vacas em definitivo ou por determinado período (Segui et al., 2002) pode auxiliar no retorno das vacas ao estro após o parto, pois a presença do bezerro aumenta a sensibilidade hipotalâmica da vaca ao *feedback* negativo do E₂ e causa aumento do tônus opioide que provoca a supressão de secreção de GnRH e LH por períodos variáveis. A remoção do estímulo à amamentação acarreta aumento da liberação de LH durante um período de 24 horas após a remoção do bezerro e, após 48 horas, a concentração desse hormônio nas vacas em anestro pode chegar a valores semelhantes aos observados nas vacas cíclicas. Dessa forma, como já discutido anteriormente, com a inadequada secreção desse hormônio, o folículo dominante não se torna estrogênico ativo e secreta quantidade insuficiente de E₂ para induzir uma onda ovulatória de LH e causar manifestação de estro evidente (Williams, 2005).

Vários trabalhos em outra espécie (suína) têm confirmado o efeito da presença do macho sobre a atividade ovariana no pós-parto (Langendijk et al., 2000a, b; Madej et al., 2005). Porém, os resultados são contraditórios quanto ao real efeito do macho sobre a vaca no retorno à ciclicidade no pós-parto. Shipka e Ellis (1999) reportaram que a presença do touro não afetou o retorno à atividade ovariana de vacas leiteiras pós-parto (P > 0,05). No entanto, utilizando vacas múltiparas, Campos et al. (2005) observaram que a presença do touro junto ao lote no período pós-parto reduziu o período de serviço em 31 dias (72 *versus* 41 dias; P < 0,01) em relação àquelas não expostas aos touros, bem como aumentou a taxa de prenhez nos primeiros 50 dias pós-parto. Entretanto, devem-se ressaltar as diferenças entre as condições experimentais entre os trabalhos, visto que no primeiro a exposição ao touro foi apenas uma vez por dia, enquanto no segundo a exposição foi permanente.

Vacas múltiparas apresentaram índices de prenhes superiores (P < 0,05), ao final de uma estação de monta de sete semanas, em lotes manejados com a presença de touro a partir de 30 dias pós-parto, onde os reprodutores foram trocados semanalmente (56,2%), do que em lotes nos quais os touros foram mantidos do início ao final do período experimental sem qualquer modificação (35,6%; Miller e Ungerfeld, 2008). Diferentes estímulos ocorridos a cada semana, pela introdução de animais diferentes ou de machos sexualmente inativos, resultando em mais intensivo comportamento de cortejo e em maior síntese de testosterona pelos touros quando em contato com fêmeas que já foram cobertas são fatos que podem explicar a forte bioestimulação com a troca de reprodutores (Berardinelli e Tauck, 2007; Miller e Ungerfeld, 2008).

Puerpério em bovinos

O período de puerpério é um processo fisiológico e global de modificações que ocorrem na genitália da fêmea depois do parto, levando o órgão à recuperação das transformações ocorridas durante o período de prenhez, para finalmente atingir volume, tamanho, posição e adquirir novamente a capacidade reprodutiva para a futura gestação. O puerpério pode ser dividido em três períodos: (1) - *período puerperal propriamente dito*, iniciando-se depois da expulsão fetal, continuando até que a hipófise adquira a capacidade de resposta ao GnRH. Esse período está compreendido entre o 7º e o 14º dia pós-parto; (2) - *período intermediário*, que se inicia com o aumento da sensibilidade hipofisária frente aos estímulos do GnRH produzido e liberado pelo hipotálamo, continuando até que a primeira ovulação ocorra. A duração desse período varia, tendo em vista uma série de fatores que influenciam o tempo da ovulação, tais como: idade, nível nutricional, parturição normal ou com complicações, retenção de placenta, infecção puerperal e estado endócrino; (3) - *período pós-ovulatório*, que tem início após a ocorrência da primeira ovulação, estendendo-se até a involução completa do útero, que se dará, em condições normais, em torno da sexta semana pós-parto (Arthur et al., 1989; Kozicki, 1998).

Nos primeiros quatro dias após o parto, a involução uterina é rápida, seguindo uma escala logarítmica, tornando-se mais lenta a partir do 4º ao 9º dia. Há o chamado período refratário do útero, que vai do 4º ao 7º-8º dia pós-parto, durante o qual o útero permanece praticamente inerte, não respondendo aos estímulos de hormônios que teriam a capacidade de provocar a contratilidade. A partir do 10º e estendendo-se até cerca do 14º dia pós-parto, novamente o processo de involução é retomado, quando há presença de alguns folículos ovarianos, com franca produção de E₂. Esses hormônios irão favorecer a involução uterina nos seus aspectos globais, completando-se entre a 4ª e a 7ª semana pós-parto, embora as mudanças após 20/25 dias sejam pouco perceptíveis. Para que haja o restabelecimento do endométrio, é necessário acontecer o descolamento fisiológico

da placenta, onde a musculatura uterina promoverá contrações. Nesse processo, as criptas endometriais que eram profundas tornam-se mais aplainadas, as vilosidades coriônicas diminuem de tamanho devido à redução do fluxo sanguíneo pelo corte do cordão umbilical, bem como ocorrerá a colagenização dos espaços nos placentomas. Outros eventos envolvidos nesse processo incluem contrações miométriais, perda de tecido e epitelialização tecidual (Kozicki, 1998).

Durante sete a 10 dias pós-parto, há notável descarga de líquidos chamados de lóquios. Esses são formados por substâncias remanescentes do fluido fetal, sangue dos vasos rompidos, grânulos de enzimas proteolíticas formados no endométrio durante a gestação, células binucleadas e fagocitárias que, já nas primeiras 48 horas pós-parto são acionadas e irão iniciar as mudanças necróticas pelas camadas celulares da superfície endometrial (carúnculas) destruídas pela degeneração gordurosa, dando origem à secreção serosa na cavidade uterina. No lóquio, até no 8^o dia, há descarga de cerca de 500 mL, e quanto mais viscosa e inodora for a descarga loquial, melhor o prognóstico reprodutivo (Arthur et al., 1989; Kozicki, 1998).

Tem sido reportado que a PGF2 α seja o hormônio que dá suporte à involução uterina devido ao tônus na musculatura uterina, tornando-a menos susceptível ao ataque bacteriano e à retenção de placenta, fatores que têm sido responsáveis pelo atraso na involução e no retorno à atividade ovariana luteal cíclica da vaca no pós-parto. A não expulsão completa da placenta até 12 horas pós-parto caracteriza a retenção de placenta. A PGF2 α , liberada antes do parto, acarreta a luteólise do corpo lúteo gravídico, iniciando o mecanismo do parto, permanecendo em alta concentração até três semanas pós-parto. Essa liberação de PGF2 α é fortemente influenciada pela contaminação bacteriana, e está relatado que animais com elevada concentração desse hormônio no pós-parto, possuem menor período de involução uterina, menor colonização bacteriana do útero e menor período de anestro pós-parto, sendo que a PGF2 α é utilizada com sucesso nos tratamentos em vacas com problemas uterinos no pós-parto (Zollers et al., 1991; Yavas e Walton, 2000; Berisha e Schams, 2005).

Algumas afecções têm sido reportadas, por serem comuns nesse período, interferindo no retorno à atividade ovariana no pós-parto e na involução uterina, como: cisto folicular e/ou luteínico (ocorre em 15% das vacas), retenção de placenta, gestação gemelar, parto distócico, hidropsia dos anexos fetais ou quaisquer doenças debilitantes crônicas, como problemas de casco, problemas de abomaso, acidose ruminal e metrites puerperais (Kozicki, 1998).

Influência dos lipídios no desempenho reprodutivo

O manejo nutricional é um importante fator que controla a reprodução em gado de corte. A reduzida ingestão de alimentos está associada com perda de peso, cuja manifestação se dá pelas mudanças na condição corporal, pela diminuição da atividade luteal e pela interrupção do ciclo estral. Porém, no período periparto, a vaca de corte sofre modificações fisiológicas que conduzem a modificações metabólicas, levando o animal a passar por um balanço energético negativo (BEN). A magnitude do BEN vai depender da condição corporal da vaca ao parto e do manejo nutricional no pós-parto (Roche, 2000).

Nesse momento, além do desvio de nutrientes da vaca para produção leiteira, no intuito de manter a sua cria e garantir a perpetuação da espécie, a ingestão de matéria seca é reduzida, acentuando ainda mais o BEN. Essas mudanças fisiológicas levam ao aumento do catabolismo das reservas energéticas da vaca, aumentando a concentração dos ácidos graxos não esterificados (NEFA), oriundos de catabolismo das reservas lipídicas. A diminuição das reservas dos adipócitos, juntamente com a redução da concentração de IGF-1 e de insulina circulantes, culmina em mudanças na capacidade reprodutiva dos animais (Vizcarra et al., 1998).

Tem sido reportado que animais com BEN, verificado pelo aumento de NEFAs circulantes, possuem também concentração aumentada de NEFA no interior do fluido folicular, atuando na proliferação da célula da granulosa e produzindo folículos menores, o que provoca uma diminuição do peso do corpo lúteo com concomitante redução da concentração de P₄ circulante (Jorritsma et al., 2003). Tais fatos podem explicar o efeito dos NEFAs na maturação e no desenvolvimento de oócitos fecundados, prejudicando a taxa de clivagem e a formação de blastocisto (Tab. 4; Jorritsma et al., 2004).

Tabela 4. Influência dos ácidos graxos não esterificados sobre os aspectos reprodutivos de fêmeas bovinas de corte.

	Controle	NEFA
Fecundação após 20 horas	64,1 ^a	34,1 ^b
Taxa de clivagem	72,3 ^a	62,6 ^b
Taxa de mórula até dia 7	30,1 ^a	20,5 ^b
Taxa de mórula até dia 9	24,4 ^a	15,7 ^b

NEFA = ácidos graxos não esterificados, P < 0,01.

Fonte: Adaptado de Jorritsma et al., 2004.

Vizcarra et al. (1998) verificaram que animais no pós-parto que apresentaram atividade luteal possuíram menor concentração circulante de NEFA do que os que não apresentaram, mostrando que os NEFAs afetam negativamente a ciclicidade pós-parto em vacas primíparas (Tab. 5).

Tabela 5. Concentração de NEFA no plasma sanguíneo de vacas primíparas com ou sem atividade luteal durante a estação de monta.

	NEFA, $\mu\text{Eg/L}$	
	Sem atividade luteal	Com atividade luteal
Dia 0	1043	682
Dia 7	804	596
Dia 14	896	698
Dia 21	892	679
Dia 28	1022	860
Dia 35	845	938
Dia 42	1094	1073
Dia 49	797	876
Dia 56	978	866
Média	929 ^a	806 ^b

$P < 0,0001$.

Fonte: Adaptado de Vizcarra et al. (1998).

A leptina, proteína secretada pelos adipócitos, está envolvida na regulação da ingestão de alimentos, no balanço energético e no eixo neuroendócrino dos bovinos e outras espécies animais. A restrição alimentar crônica em vacas resulta na redução acentuada da secreção de leptina, na redução da condição corporal e coincide com a diminuição na liberação de LH. Dessa forma, a condição metabólica parece ser o fator primário da responsividade do eixo hipotalâmico-hipofisário à leptina em ruminantes (Barb e Kraeling, 2004). O possível mecanismo pelo qual a leptina controla os processos reprodutivos envolve sua ligação aos neurônios β -endorfina, que, por sua vez, influenciam os neurônios produtores de GnRH. Os neurônios β -endorfina também influenciam os neuropeptídeos Y (NPY), que são envolvidos no controle da saciedade. Uma longa restrição alimentar crônica leva à redução acentuada da condição corporal e, conseqüentemente, da concentração de leptina, promovendo a elevação dos valores do NPY e, dessa forma, diminuindo a secreção de GnRH hipotalâmico. Alguns estudos também revelam ação da leptina nas células- β do pâncreas, estimulando a produção de insulina, em um mecanismo agudo de balanço energético positivo (Fig. 1; Williams et al., 2002).

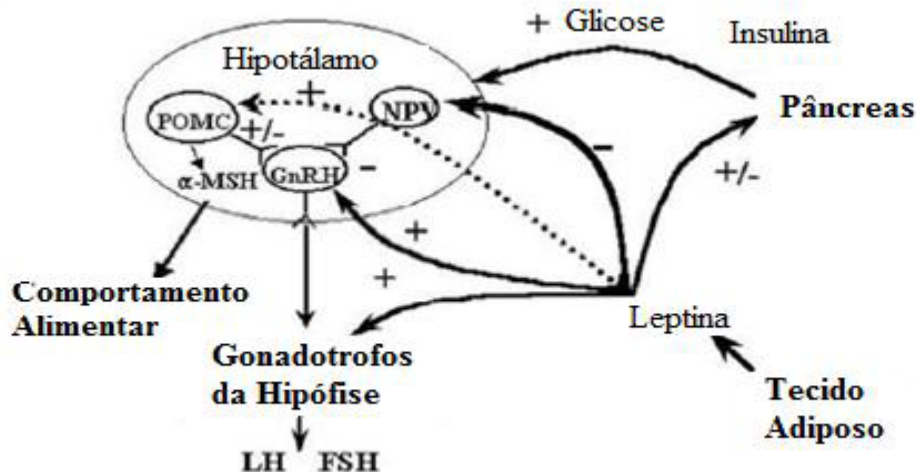


Figura 1. Possíveis locais de ação da leptina.

Fonte: Adaptado de Williams et al., 2002.

O NPY está presente no cérebro e é abundante no núcleo arqueado do hipotálamo, durante os períodos de desnutrição. Nos bovinos, o núcleo arqueado também contém neurônios que secretam GnRH. A inervação nessa região permite ao NPY influenciar diretamente os neurônios dessa área. Dessa forma, influencia o balanço energético, a secreção de GnRH e o comportamento sexual, sendo que sua secreção é elevada em resposta a mudanças metabólicas, tais como: privação alimentar e acentuada perda de energia, levando o animal que possui uma baixa condição corporal à restrição na secreção de GnRH e interferindo na *performance* reprodutiva.

(Williams et al., 2002).

Alguns trabalhos em gado de leite têm estudado diferentes constituições lipídicas na dieta de vacas lactantes durante o período pós-parto, buscando aumentar a eficiência reprodutiva e encurtar o período de anestro pós-parto, acelerando o puerpério das vacas. Dessa forma, têm-se utilizado ácidos graxos ômega 3 e 6 presentes em diferentes níveis no caroço de algodão. Tais substâncias têm sido reportadas por exercerem diferentes mecanismos de ação no controle da produção da PGF2 α pelo endométrio, seu principal precursor, e de carúnculas fetais (Robinson et al., 2002; Thatcher et al., 2004; Wathes et al., 2007).

Foi provado que o ômega 6 atua favorecendo a produção do ácido aracônico pelo endométrio uterino, principal precursor do grupo F de prostaglandinas, provocando, desse modo, aumento na concentração circulante de PGF2 α . Sendo assim, tal ácido graxo tem sido preconizado para vacas em período periparto, promovendo luteólise do corpo lúteo gravídico, acelerando a involução uterina e reduzindo a incidência de ciclos anormais no pós-parto. Entretanto, o ômega 3 tem sido responsável por reduzir a secreção da PGF2 α e por favorecer outra via de produção, aumentando a concentração circulante do ácido eicosapentaenoico e viabilizando a secreção dos eicosanoides. Dessa forma, essa substância tem sido utilizada em vacas após cobertura ou inseminação, buscando facilitar o mecanismo de reconhecimento fetal, reduzindo a produção da PGF2 α no 16^o dia do ciclo estral (Robinson et al., 2002; Thatcher et al., 2004; Wathes et al., 2007).

Considerações finais

O retorno à atividade ovariana luteal cíclica na vaca de corte no período pós-parto é um dos principais fatores que limitam a produtividade da bovinocultura de corte. O puerpério, a presença da cria, o efeito da bioestimulação do macho e a nutrição, sob o ponto de vista qualitativo e quantitativo, atuam tanto de forma simultânea quanto separadamente na reposição dos estoques de LH na hipófise anterior, bem como na reversão do *feedback* negativo exercido pelo E₂ no hipotálamo, interferindo no período de serviço. Portanto, é necessário entender com profundidade os mecanismos fisiopatológicos e respeitá-los, a fim de selecionar animais eficientes zootecnicamente.

Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão da bolsa de pesquisa.

Referências bibliográficas

- Arthur GH, Noakes DE, Pearson H.** *Veterinary reproduction and obstetrics*. 6.ed. London: Bailliere Tindall, 1989. p.161-171.
- Barb CR, Kraeling RR.** Role of leptin in the regulation of gonadotropin secretion in farm animals. *Anim Reprod Sci*, v.82/83, p.155-167, 2004.
- Berardinelli JG, Tauck SA.** Intensity of the biostimulatory effect of bulls on resumption of activity in primiparous, suckled, beef cows. *Anim Reprod Sci*, v.99, p.24-33, 2007.
- Berisha B, Schams D.** Ovarian function in ruminants. *Domest Anim Endocrinol*, v. 29, p.305-317, 2005.
- Breuel KF, Lewis PE, Schrick FN, Lishman AW, Inskeep EK, Butcher RL.** Factors affecting fertility in the postpartum cow: role of the oocyte and follicle in conception rate. *Biol Reprod*, v.48, p.655-661, 1993.
- Butler WR.** Inhibition of ovulation in the postpartum cow and the lactating sow. *Livest Prod Sci*, v.98, p.5-12, 2005.
- Butler WR.** Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci*, v.61, p.449-457, 2000.
- Campbell BK, Scaramuzzi RJ, Webb R.** Control of antral follicle development and selection in sheep and cattle. *J Reprod Fertil*, v.49, p.335-350, 1995.
- Campbell BK, Souza CJH, Skinner AJ, Webb R, Baird DT.** Enhanced response of granulosa and theca cells from sheep carriers of the fecB mutation in vitro to gonadotropins and bone morphogenetic protein-2, -4, and -6. *Endocrinology*, v.147, p.1608-1620, 2006.
- Campos WM, Sauressig MG, Saturnino HM, Souza BM, Amaral TB, Ferreira F.** *Manejo reprodutivo em gado de corte*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. 54p. (Documentos, 134).
- Díaz T.** Dinámica del desarrollo folicular ovárico durante el ciclo estral em el bovino. *Rev Fac Cienc Vet*, v.40, p.3-18, 1999.
- Fortune JE.** Ovarian follicular growth and development in mammals. *Biol Reprod*, v.50, p.225-232, 1994.
- Fortune JE, Sirois J, Turzillo AP, Lavoit M.** Follicle selection in domestic animals. *J Reprod Fertil*, v.43, p.187-198, 1991.
- Houghton PL, Lemenager RP, Hendrix KS, Moss GE, Stewart TS.** Effects of body composition, pre- and postpartum energy intake and stage of production on energy utilization by beef cows. *J Anim Sci*, v.68, p.1447-1456, 1990.

- Jorritsma R, C'Esar ML, Hermans JT, Kruitwagen CL, Vo, PL, Kruip TA.** Effects of non-esterified fatty acids on bovine granulosa cells and developmental potential of oocytes in vitro. *Anim Reprod Sci*, v.81, p.225-235, 2004.
- Jorritsma R, Groot MWD, Vos PLAM, Kruip TA, Wensing T, Noordhuizen JP.** Acute fasting in heifers as a model for assessing the relationship between plasma and follicular fluid NEFA concentrations. *Theriogenology*, v.60, p.151-161, 2003.
- Kawashima C, Kida K, Matsushashi M, Matsui M, Shimizu T, Matsunaga N, Ishii M, Miyake Y, Miyamoto A.** Effect of suckling on the reproductive performance and metabolic status of obese Japanese Black cattle during the early postpartum period. *J Reprod Dev*, v.54, p.46-51, 2008.
- Kozicki LE.** Aspectos fisiológicos e patológicos do puerpério em bovinos. *Arch Vet Sci*, v.3, p.9-19, 1998.
- Lamb GC.** *Influence of nutrition on reproduction in the beef cow herd.* Saint Paul, MN: Univ of Minnesota, Dept. of Animal Science, Extension Service, 1999. 8p. (Beef cattle management update, 8).
- Langendijk P, Soede NM, Kemp B.** Effects of boar contact and housing conditions on estrus expression in weaned sows. *J Anim Sci*, v.78, p.871-878, 2000a.
- Langendijk P, Van Den Brand H, Soede NM, Kemp B.** Effect of boar contact on follicular development and on estrus expression after weaning in primiparous sows. *Theriogenology*, v.54, p.1295-1303, 2000b.
- Madej A, Lang A, Brandt Y, Kindahl H, Madsen MT, Einarsson S.** Factors regulating ovarian function in pigs. *Domest Anim Endocrinol*, v.29, p.347-361, 2005.
- Miller V, Ungerfeld R.** Weekly Bull Exchange shortens postpartum anestrus in suckled beef cows. *Theriogenology*, v.69, p.913-917, 2008.
- Nicodemo MLF, Saturnino HM.** Nutrição e reprodução de bovinos. In: Sereno, JRB, Lima, ECNZ. *Eficiência no manejo reprodutivo: sucesso no rebanho de cria.* Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002. p.51-80.
- Nett TM, Cermak D, Braden T, Manns J, Niswender G.** Pituitary receptors for GnRH and estradiol and pituitary content of gonadotropins in beef cows II. Changes during the postpartum period. *Domest Anim Endocrinol*, v.5, p.81-89, 1988.
- Risco CA.** Managing the postpartum cow to maximize pregnancy rates. In: 2004 Florida Dairy Reproduction Road Show, 10, Okeechobee, Ocala, Chipley, FL. *Proceedings ...* Okeechobee, Ocala, Chipley, FL: 2004. 15p. Disponível em: <http://www.milkproduction.com/Library/Articles/>.
- Robinson RS, Pushpakumara PGA, Cheng Z, Peters AR, Abayasekara DRE, Wathes DC.** Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian function in lactating dairy cows. *Reproduction*, v.124, p.119-131, 2002.
- Roche JF.** Reproductive management of postpartum cows. *Anim Reprod Sci*, v.60/61, p.703-712, 2000.
- Ruiz-Cortez ZT, Olivera-Angel M.** Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. *Anim Reprod Sci*, v.54, p.211-220, 1999.
- Segui MS, Weiss RR, Cunha AP, Zoller R.** Indução ao estro em bovinos de corte. *Arch Vet Sci*, v.7, p.173-178, 2002.
- Shipka MP, Ellis LC.** Effects of bull exposure on postpartum ovarian activity of dairy cows. *Anim Reprod Sci*, v.54, p.237-244, 1999.
- Shrestha HK, Nakao T, Suzuki T, Akita M, Higaki T.** Relationship between body condition score, body weight, and some nutritional parameters in plasma and resumption of ovarian cyclicity postpartum during pre-service period in high-producing dairy cows in a subtropical region in Japan. *Theriogenology*, v.64, p.855-866, 2005.
- Silva EC.** Comportamento sexual de touros Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. p.468-482.
- Stagg K, Diskin MG, Sreenan JM, Roche JF.** Follicular development in long-term anoestrus suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim Reprod Sci*, v.38, p.49-61, 1995.
- Stagg K, Spicer LJ, Sreenan JM, Roche, JF, Diskin MG.** Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biol Reprod*, v.59, p.777-783, 1998.
- Thatcher WW, Staples CR, Maclaren L, Bilby TR.** Efeitos biológicos dos lipídios em parâmetros reprodutivos de vacas leiteiras em lactação. In: Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 8, 2004, Uberlândia, MG. *Anais...* Uberlândia: CONAPEC, 2004. p.95-101.
- Vizcarra JA, Wettemann RP, Spitzer JC, Morrison DG.** Body condition at parturition and postpartum weight gain influence luteal activity and concentrations of glucose, insulin and nonesterified fatty acids in plasma of primiparous beef cows. *J Anim Sci*, v.76, p.927-936, 1998.
- Wathes DC, Abayasekara DRE, Aitken RJ.** Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. *Biol Reprod*, v.77, p.190-201, 2007.
- Williams GL.** Fisiologia e manejo reprodutivo de vacas de corte pós-parto. In: Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 9, 2005, Uberlândia, MG. *Anais...* Uberlândia: CONAPEC, 2005. p.195-203.
- Williams GL, Amstalden M, Garcia MR, Stanko RL, Nizielski SE, Morrison CD, Keisler DH.** Leptin and



its role in the central regulation of reproduction in cattle. *Domest Anim Endocrinol*, v.23, p.339-349, 2002.

Wiltbank MC, Gumen A, Sartori R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, v.57, p.21-52, 2002.

Wiltbank MC, Pursley JR, Fricke PM, Vasconcelos J, Ginther JN, Gibbons JR, Ginther OJ. Development of AL and ET programs that do not require detection of estrus using recent information on follicular growth. In: Annual Convention of AETA, 15, 1996. Oregon. *Proceedings...* Oregon: AETA, 1996. p.23.

Yavas Y, Walton JS. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*, v.54, p.25-55, 2000.

Zollers Jr WG, Garverick HARS, Youngquist JS, Ottobre JS, Silcox RW, Copelin JP, Smith MF. *In vitro* secretion of prostaglandin from endometrium of postpartum beef cows expected to have short or normal luteal phases. *Biol Reprod*, v.44, p.522-526, 1991.
