

## SUPLEMENTAÇÃO COM GORDURA NA REPRODUÇÃO DE VACAS DE CORTE

### *FAT SUPPLEMENTATION ON REPRODUCTION OF BEEF CATTLE*

R. H. R. FERNANDES<sup>1\*</sup>, E. H. MADUREIRA<sup>2</sup>

#### RESUMO

O uso de suplementação com gordura no pré e pós-parto mostra-se uma alternativa para incrementar a densidade energética da dieta. Entretanto, a suplementação com gordura resulta em efeitos inconsistentes e variados sobre a função reprodutiva. Esclarecer como esta suplementação pode influenciar a reprodução é um processo delicado. A complexidade do sistema reprodutivo assim como das fontes de suplementação com gordura são influenciadas pelas condições de manejo e da qualidade da forrageira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bovinos de corte. Reprodução. Nutrição.

#### SUMMARY

Fat supplementation, before and after calving, is a good alternative to increase energy density of the diet. However, feeding supplemental fat has resulted in varied and inconsistent effects on the reproductive function of cattle. Furthermore, understanding how fat supplementation can influence the reproductive function has been a difficult process. Reproductive system and the fat supplementation sources are influenced by management conditions and forage quality.

**KEY-WORDS:** Beef cattle. Reproduction. Nutrition.

#### INTRODUÇÃO

O potencial para produção de carne no Brasil tem muito a ser explorado. Ainda hoje, deficiências básicas de manejo limitam a produção em maior escala. A restrição de energia na dieta leva à precariedade da condição corporal, principalmente no período pós-parto e este é um dos fatores que mais afetam o desempenho reprodutivo, contribuindo para um elevado intervalo entre partos. A administração de suplementos que contenham óleos vegetais, como caroço de algodão, soja em grãos e outros, provoca alterações metabólicas que podem se traduzir em benefícios na esfera reprodutiva.

#### Suplementação com lipídeos em ruminantes

A suplementação com lipídeos pode favorecer a produção em ruminantes, sendo uma alternativa para elevar a densidade energética, sem aumentar a ingestão de carboidratos solúveis e diminuir a ingestão de fibra (PALMQUIST, 1984). Experimentalmente, várias fontes de suplementação de gordura foram utilizadas. Entretanto o perfil de ácidos graxos de boa parte destas fontes é extremamente variável (WILLIAMS & STANKO, 1999). O ácido linoleico foi descrito como prevalente em sementes (STAPLES *et al.* 1998) e o ácido linolênico predominante em grande parte das forrageiras (BELLOWS *et al.* 2001). A gordura amarela e o sebo (toucinho) contêm grande proporção

<sup>1</sup> Médica Veterinária da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral da Secretária de Agricultura e Abastecimento, CATI-SAA/SP, Brotas-SP; raquelhrf@hotmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (VRA/FMVZ-USP).

de ácido oléico; a gordura granular, como o óleo de palma, na forma de sabão de cálcio, é rica em gordura saturada, como ácido esteárico e palmítico (STAPLES *et al.* 1998). A farinha de peixe contém alto percentual de ácido graxo omega-3, ácidos eicosapentanóico e docoexanóico (MATTOS *et al.* 2000; BURNS *et al.* 2002). As sementes de oleaginosas fornecem uma combinação singular de energia, proteína, fibra e gordura, constituindo uma excelente ração suplementar (WILLIAMS, 2001).

As bactérias da microbiota ruminal digerem os triacilgliceróis, fosfolípidos, e galactolípidos da dieta, liberando ácidos graxos livres de glicerol. Durante a biohidrogenação, ácidos graxos não saturados têm algumas de suas duplas ligações reduzidas e sua orientação alterada (MATTOS *et al.* 2000). Grande parte do glicerol é fermentado a ácido propiônico precursor de glicose. A gordura suplementar aumenta a proporção de ácido propiônico, assim como a relação propionato:acetato (WILLIAMS & STANKO, 1999; HOWLETT *et al.* 2003). Normalmente o uso de suplementação com gordura tem como objetivo primário aumentar o fornecimento de energia ao animal, a origem da gordura pode influenciar a resposta produtiva, mediante seus efeitos sobre ingestão de alimentos, fermentação ruminal e digestão dos nutrientes (HESS *et al.* 2008). A gordura pode ser adicionada em até 3% da ração total, entretanto, 5% é considerado um limite benéfico em rebanhos de alta produção (NRC, 2000).

Ao se suplementar com gordura, deve-se observar aumento no consumo total de energia, pois a diminuição do consumo de matéria seca depende do balanço energético no qual se encontra o animal e pode estar relacionada à composição dos ácidos graxos do suplemento. Alterações na fermentação ruminal podem diminuir o consumo, devido ao fato de que os ácidos graxos polinsaturados diminuem a digestão das fibras. Entretanto, apesar da suplementação com gordura diminuir a digestibilidade da matéria orgânica (MO), quando comparada a dietas com semelhante padrão calórico ricas em milho, a digestibilidade da MO ingerida de animais que receberam suplementação com gordura foi maior que em animais consumindo apenas forragens (HESS *et al.* 2008).

O aumento moderado na ingestão de ácidos graxos atua na eficiência de utilização da energia de duas maneiras (BALDWIN *et al.* 1980). Primeiro: a deposição de ácidos graxos pré-formados, em tecidos ou produtos, substitui as etapas metabólicas de conversão dos carboidratos da dieta em ácidos graxos, dispensando a síntese *de novo* a partir do acetato, reduzindo o gasto com incremento calórico, associado a esta rota. Entretanto, a eficiência é limitada pela quantidade de gordura que o animal é capaz de usar nesse processo. Segundo: a produção de ATP, pela oxidação de ácidos graxos de cadeia longa, é em torno de 10% mais eficiente que a da oxidação de acetato. Os ácidos graxos de cadeia longa possuem maior potencial de aumentar a eficiência do metabolismo oxidativo em ruminantes (PALMQUIST, 1984).

### Suplementação com gordura e função reprodutiva

Grande parte da variação no desempenho reprodutivo deve-se a diferenças no consumo energético assim como na condição corporal do animal (HESS *et al.* 2005). Quantidades apropriadas de nutrientes são necessárias para melhorar a reprodução, porém, existe a dificuldade de especificar quais são os limites nutricionais reprodutivos. O efeito benéfico da suplementação de lipídeos sobre a reprodução, em geral, parece estar associado a um efeito extracalórico da gordura, mais especificamente de certos ácidos graxos (GRUMMER, 2004; SANTOS *et al.* 2008). Em vários trabalhos são descritos efeitos da suplementação com gordura sobre os hormônios metabólicos. Os principais metabólitos que indicam a variação no metabolismo lipídico são: colesterol total, triglicérides e lipoproteínas de baixa e alta densidade (MANCIO *et al.* 1999; LUCY, 2003). O fornecimento de gordura para fêmeas bovinas estimula a síntese e o acúmulo de colesterol nos tecidos e fluidos corporais (NOGUEIRA, 2008; WILLIAMS, 2001), sendo as lipoproteínas de alta densidade as predominantes em ruminantes (GRUMMER & CARROLL, 1988). Aparentemente são estas lipoproteínas que possuem acesso ao compartimento intracelular (WILLIAMS, 2001). A glicose é necessária ao sistema nervoso central, assim a indisponibilidade deste metabólito reduz a liberação de GnRH hipotalâmico (WETTEMAN *et al.* 2003). O hipotálamo detecta de maneira limítrofe a diminuição da glicose prejudicando a liberação de GnRH (DHUYVETTER & CATON, 1996). Manipular a dieta aumentando a gliconeogênese poderia estimular a secreção de GnRH (RANDEL, 1990), uma vez que a associação de glicose e insulina estimula a liberação de GnRH hipotalâmico (ARIAS *et al.* 1992). Entretanto, a administração de insulina por via subcutânea em vacas de corte, assim como por infusão intracerebroventricular, em ovelhas ovariectomizadas, não altera a secreção de LH (DHUYVETTER & CATON, 1996). Wettemann & Bossis, (2000) demonstraram a capacidade da insulina em estimular a proliferação celular assim como a esteroidogênese ovariana. O aumento da insulina, associado ao decréscimo de GH, é uma relação importante para avaliar o impacto nutricional sobre a reprodução (HAWKINS *et al.* 2000).

A via somatotrófica também parece estar relacionada em mediar o status metabólico centralmente. Segundo Lucy *et al.* (1999) os folículos ovarianos não possuem receptores para GH apesar deste poder atuar diretamente sobre as células luteínicas. O GH interage com a insulina para controlar a produção hepática de IGF-I (MOLENTO *et al.* 2002), a relação funcional entre a insulina e o GH parece ser de natureza anabólica. Vacas em anestro pós-parto, com restrição energética, não apresentaram aumento nas concentrações de IGF-I diferentemente de animais que haviam voltado a ciclar (ROBERTS *et al.* 1997). Hess *et al.* (2005) concluíram que independentemente da origem do IGF-I, este age positivamente no eixo hipotálamo-hipófise-ovariano.

Williams & Stanko, (1999) demonstraram que o uso de óleo vegetal poliinsaturado aumentou a

concentração de insulina e GH no soro de vacas leiteiras e de corte. Bottger *et al.* (2002), em novilhas de corte primíparas suplementadas com semente oleaginosa, contendo alta quantidade de ácido oleico ou linoleico, não foram encontrados efeitos sobre a concentração de glicose, AGNE (ácidos graxos não esterificados), GH, IGF-I, insulina, e proteínas ligadas ao IGF-I. Da mesma forma, Bellows *et al.* (2001) relataram que as concentrações de IGF-I, glicose, AGNE eram semelhantes entre os animais que receberam ou não suplementação, ao alimentarem fêmeas de corte primíparas, com sementes de girassol no período pré-parto. Staples *et al.* (1998) ao revisarem a suplementação de gordura em vacas leiteiras encontraram vários trabalhos que relatavam baixa concentração de insulina em animais suplementados com gordura. Foi relatado que os AGNE normalmente encontram-se aumentados em vacas suplementadas com gordura, entretanto, a concentração de glicose raramente é influenciada pela adição de gordura à dieta. Segundo Thomas & Williams, (1996) a ingestão de óleos vegetais aumenta a concentração basal de insulina, em vacas de corte, sendo que este hormônio pode mediar os efeitos sobre a dinâmica folicular, diretamente em seus próprios receptores, ou indiretamente, pela modulação da produção de IGF-1 nas células da granulosa (YOSHIMURA *et al.* 1994).

Deve-se considerar que as concentrações periféricas de hormônios metabólicos talvez tenham baixa eficiência em demonstrar o status metabólico do animal, pois tais concentrações desconsideram as taxas de “clearance”, assim como a utilização celular, que pode ocorrer durante a suplementação lipídica.

### **Concentração de colesterol e sua relação com a síntese de progesterona**

Em mamíferos, as células luteínicas ovarianas utilizam o colesterol como precursor para a síntese de progesterona, através de um “pool” de lipoproteínas, conjugadas com o colesterol (WILLIAMS & STANKO, 1999). Em equinos e ruminantes, as lipoproteínas de alta densidade (HDL) são as principais lipoproteínas que carregam o colesterol para os tecidos esteroideogênicos como fígado, ovários, adrenal e testículo e ainda para outros tecidos para síntese de membranas. O uso de gordura tem a vantagem de aumentar a concentração plasmática de colesterol, necessário para síntese de  $P_4$ . O sucesso do reconhecimento materno em bovinos é dependente de um embrião suficientemente alongado, produzindo quantidades suficientes de interferon-tau, a qual é dependente da estimulação por progesterona circulante (BUTLER, 2000; GOFF, 2002; THATCHER *et al.* 2001).

A nutrição pode influenciar a reprodução pela via ovariana. Os efeitos relacionados aos ovários podem ser diretos: sobre o crescimento folicular, maturação do ovócito, e desenvolvimento embrionário inicial; ou ainda relacionados a alguns substratos e nutrientes específicos, assim como de hormônios metabólicos, entre estes podemos citar o hormônio do crescimento, a insulina, o IGF e ainda a leptina

(ROBINSON, 1996; WEBB *et al.* 1999; BOLAND *et al.* 2001).

A adição de gordura à dieta aumenta os teores circulantes de colesterol (STAPLES *et al.* 1998), estimula o crescimento programado do folículo pré-ovulatório e aumenta a quantidade de folículos, assim como o tamanho do folículo pré-ovulatório (LAMMOGLIA *et al.* 1996; MATTOS *et al.* 2000). Este efeito pode ser resultante, em parte, do aumento da concentração plasmática de LH, que estimula o estágio final do crescimento folicular. A ovulação de folículos maiores pode levar à formação de corpo lúteo de maior tamanho com capacidade esteroideogênica aumentada, explicando a maior produção de progesterona (HAWKINS *et al.* 1995; KERBLER *et al.* 1997; MANCIO *et al.* 1999; LAMMOGLIA *et al.* 2000). Alguns ácidos graxos poliinsaturados como linoleico (C18:2), ácido eicosapentanoico (C20:5) e ácido docosahexanoico (C22:6) foram mais efetivos em aumentar o tamanho do folículo dominante em vacas leiteiras (STAPLES *et al.* 1998).

As dietas para fêmeas bovinas, com adição de gordura acima do recomendado alteram o metabolismo dos lipídios, aumentando o colesterol plasmático elevando a quantidade de precursores para a esteroideogênese ovariana, assim dietas com elevado teor de lipídeos aumentam as concentrações séricas de HDL que estimulam a produção de IGF-1 pelas células luteínicas e da granulosa, assim como a síntese de progesterona, nas células da granulosa e da teca e de androstenediona, nas células da teca (GRUMMER & CARROL, 1988; WILLIAMS, 1989; STAPLES *et al.* 1998) ou ainda por: reduzirem sua taxa de “clearance” sanguínea (HAWKINS *et al.* 1995; WILLIAMS & STANKO, 2000). Correlação positiva entre as concentrações de progesterona, HDL e colesterol foram demonstradas quando da utilização de dietas hiperlipídicas (MANCIO *et al.* (1999).

Rhodes *et al.* (1996), ao induzirem novilhas ao anestro, por longa restrição alimentar, não observaram efeito sobre a concentração circulante de FSH, durante ou posteriormente ao período de restrição nem mesmo ao fornecerem duas vezes as necessidades de manutenção para novilhas por três semanas (GUTIERREZ *et al.* 1997). Em vacas leiteiras lactantes, o retorno ao padrão normal de secreção de FSH, logo após o parto, não foi considerado fator limitante (BEAM & BUTLER, 1999; GONG *et al.* 2002). Enquanto alterações severas e prolongadas no padrão nutricional podem alterar o pulso de LH em bovinos, o mesmo não foi observado em monogástricos (CAMERON, 1996). Entretanto, alterações por curtos períodos em ruminantes não afetam a secreção pulsátil de LH (BOLAND *et al.* 2001). A condição energética dos bovinos é responsável por sua secreção hipofisária de LH assim como pelo seu crescimento folicular. A energia fornecida pela suplementação com gordura aumenta a secreção de LH, em animais com deficiência energética. Segundo Mattos *et al.* (2000) ainda não foi estabelecido o mecanismo pelo qual a energia atua sobre a secreção de LH. Alguns estudos demonstram que a liberação do LH foi estimulada pela suplementação com gordura, entretanto, existem

trabalhos onde esta não foi alterada ou ainda foi reduzida (STAPLES *et al.* 1998). De maneira semelhante, a suplementação com gordura pode aumentar a produção de glicose pelo aumento de propionato. Segundo Funston *et al.* (1995), talvez o aumento na síntese de glicose seja responsável pelo efeito positivo sobre a liberação de LH. Foram observados modestos incrementos nas concentrações basais de LH, em vacas amamentando, por Morgan & Williams (1989), em resposta à suplementação com gorduras poliinsaturadas.

Em alguns trabalhos demonstrou-se a capacidade da insulina em sinalizar os efeitos nutricionais sobre a dinâmica folicular em bovinos (WEBB *et al.* 2004). Gong (2002), ao revisar a influência da nutrição e de hormônios metabólicos sobre o desenvolvimento folicular em bovinos, relatou que o tratamento com rGH (somatotropina recombinante bovina) pode aumentar o recrutamento de folículos ovarianos pequenos em bovinos. Este efeito do rGH não parece ser mediado por alterações na secreção de gonadotrofinas (GONG *et al.* 1997) ou ainda no aumento do número de sítios de ligação para gonadotrofinas ovarianas (GONG *et al.* 1991), sugerindo, possivelmente, um efeito direto do GH, IGF-I e/ou da insulina sobre os folículos ovarianos ou ainda um efeito sinérgico destes com as gonadotrofinas.

### Síntese de prostaglandinas

Diferente de muitos autacoides, as prostaglandinas não são armazenadas. Desta forma a presença no organismo depende unicamente da síntese, a partir de ácidos graxos disponíveis que, como complexos fosfolipídicos, fazem parte de membranas celulares (NELSON & COX, 2000). Originalmente, as prostaglandinas foram descobertas no plasma seminal e hoje se sabe que existem, virtualmente, em todos os tecidos de mamíferos, atuando como hormônios locais. São sintetizadas, “in vivo”, por ciclização do centro da cadeia carbônica dos ácidos graxos polinsaturados de 20 carbonos do ácido araquidônico, formando o anel do ciclopentano. As variações nos grupos substituintes ligados aos anéis formam os diferentes tipos em cada série de prostaglandinas e tromboxanos denominados A, B, etc (MAYES, 2002).

O papel das prostaglandinas no restabelecimento do ciclo estral imediatamente após o parto, assim como logo após a concepção é de grande importância. A  $PGF_{2\alpha}$  é responsável pela involução uterina no pós-parto. Assim, maiores concentrações de  $PGF_{2\alpha}$  no pós-parto estão associadas à involução uterina mais rápida. A liberação uterina de  $PGF_{2\alpha}$ , em cada ciclo estral, tem a função de regredir cada novo corpo lúteo e iniciar um novo ciclo. As concentrações de  $PGF_{2\alpha}$  e progesterona estão inversamente correlacionadas durante a regressão do corpo lúteo (FUNSTON, 2004). Quando a vaca concebe, a liberação de  $PGF_{2\alpha}$  uterina é evitada, com a finalidade de preservar o corpo lúteo e manter a gestação, pois o aumento em sua produção e liberação, anteriormente à concepção, pode desencadear luteólise e aumento da mortalidade embrionária (NELSON & COX, 2000).

O ácido linoleico é substrato para síntese de  $PGF_{2\alpha}$  e este ácido pode ser desaturado e elongado para formar o ácido araquidônico (C20:4) que é precursor da  $PGF_{2\alpha}$ . As enzimas que regulam esta conversão incluem a  $\Delta$ -6-desaturase e a ciclooxigenase. Segundo Staples *et al.* (1998), o ácido linoleico pode inibir a síntese de  $PGF_{2\alpha}$  pela inibição competitiva destas enzimas regulatórias. O ácido linoleico possui efeitos inibitórios sobre a síntese de prostaglandinas pelo útero, tanto “in vitro” quanto “in vivo” pela inibição da enzima ciclooxigenase (KADUCE *et al.* 1982; STAPLES *et al.* 1998). Este efeito poderia ser responsável, ao menos em parte, pelos aumentos das taxas de prenhez e de função luteínica registrados por Staples *et al.* (1998). O ácido araquidônico, assim como os ácidos graxos essenciais, omega 3, encontrados na farinha de peixe, parece ter atividade inibitória sobre a ciclooxigenase (MATTOS *et al.* 2000). Wamsley *et al.* (1996) observaram que, novilhas com baixa concentração de progesterona na fase luteínica, suplementadas com farinha de peixe, apresentaram menor concentração de metabólito de  $PGF$  após a administração de ocitocina. Entretanto, o uso de farinha de peixe em novilhas com alta concentração de progesterona, durante a fase luteínica, não apresentou efeito semelhante. O ácido linolênico também estava presente no inibidor da síntese endometrial de  $PGF_{2\alpha}$  (THATCHER *et al.* 1994). O ácido linolênico demonstrou ainda ser um forte inibidor da síntese de  $PGF_{2\alpha}$  (PACE-ASCIAK & WOLF, 1968). Provavelmente, a quantidade e o tipo de ácido graxo que chegam a determinados tecidos direcionam se a síntese de  $PGF_{2\alpha}$  será estimulada ou inibida (THATCHER & STAPLES, 2000). Foi sugerido ainda que a redução nas concentrações séricas e intrafoliculares de estradiol, associadas com a suplementação de gordura, podem desencadear um papel importante na modulação da resposta luteínica à prostaglandina.

### Suplementação pré e pós-parto

A presença de ovários pequenos, com ausência de corpo lúteo, é um sinal que caracteriza o anestro pós-parto (WILTBANK *et al.* 2002). Em vacas de corte, a duração do anestro pós-parto é afetada por vários fatores incluindo: a nutrição (HESS *et al.* 2005), a amamentação (WETTEMANN *et al.* 2003), a involução uterina, o número de parições e outros (YAVAS & WALTON, 2000).

Os mecanismos de controle do anestro pós-parto envolvem uma complexa relação entre hipotálamo, hipófise, ovários e útero (NETT, 1987). A produção de grandes quantidades de esteróides placentários, especialmente o estradiol e a  $P_4$ , durante a fase final de gestação, tem forte efeito negativo sobre o hipotálamo o que resulta em baixa liberação de GnRH (SHORT *et al.* 1990). Entre 15 e 30 dias pós-parto, os receptores de  $E_2$  na hipófise se restabelecem, normalizando a responsividade do hipotálamo ao  $E_2$  (NETT *et al.* 1988). Assim no pós-parto, os estoques de LH e FSH da hipófise anterior estão reduzidos devido ao “feedback” negativo do  $E_2$  no hipotálamo e da presença

de P<sub>4</sub>. Entretanto, após o parto, as concentrações de FSH aumentam rapidamente o que permite o recrutamento e a seleção do folículo dominante (WILLIAMS, 1990; WETTEMANN *et al.* 2003), este folículo só irá ovular quando houver restabelecimento da frequência dos pulsos de LH (MIHM, 1999). Normalmente, o anestro é consequência de uma série de folículos dominantes que falham em ovular devido a baixas concentrações de LH (ROCHE *et al.* 1992; JOLLY *et al.* 1995). Decorridos cerca de 30 dias pós-parto, há aumento das descargas de GnRH e conseqüentemente de pulsos de LH (GARCIA-WINDER *et al.* 1986). O aumento da amplitude dos pulsos de LH faz com que os folículos passem a dominantes e secretem grandes quantidades de E<sub>2</sub> ativando o “feedback” positivo no hipotálamo.

A hipótese, de vacas em anestro, apresenta concentrações de gonadotrofinas semelhantes à de vacas cíclicas aproximadamente 30 dias pós-parto, respondendo normalmente ao GnRH exógeno. Assim, pesquisadores estão concentrando esforços para identificar sinais metabólicos e endócrinos que influenciam os mecanismos centrais que atuam sobre a secreção de LH (LUCY, 2003; WETTEMANN *et al.* 2003). O uso de suplementação pré e pós-parto pode resultar em menor período anovulatório pós-parto. Bellows *et al.* (2001), ao suplementarem no período pré-parto vacas de primeira cria com diferentes sementes oleaginosas, observaram maior taxa de gestação nos animais tratados (91,7 vs. 79%). Este mesmo grupo, em um segundo experimento, forneceu dieta com semente de girassol e o controle com 6,5 e 2,2% de gordura respectivamente, por 68 dias no pré-parto, entretanto a taxa de prenhez subsequente foi semelhante. Após estimativa da quantidade e qualidade da forrageira disponível, concluiu-se que a ausência de efeito no segundo experimento foi decorrente da alta qualidade e da abundância de forrageira disponível, que mascararam qualquer possível efeito da suplementação.

Wehrman *et al.* (1991) suplementaram vacas paridas, ECC=4, com caroço de algodão e observaram aumento de até 18% no número de vacas que estavam ciclando, quando se iniciou a estação de monta 30 dias após o início do período de suplementação. A resposta foi mais evidente quando as condições experimentais resultaram em perda de condição corporal, durante o período pós-parto, a despeito da suplementação.

No período pós-parto, ocorre um declínio nos teores séricos de GH e segundo Thomas *et al.* (1997) o consumo de gordura é capaz de evitá-lo. O uso de suplementação com grão de arroz, 5,2% de extrato etéreo (E.E) na dieta experimental e 3,7% de E.E na dieta controle, por 50 dias pós-parto mostrou tendência a melhor a taxa de prenhez nos animais do tratamento com gordura (DE FRIES *et al.* 1998). Gong, (2002) demonstrou que o uso de dietas que aumentam a insulina circulante em vacas leiteiras, durante o início da lactação, pode adiantar a primeira ovulação pós-parto e aumentar a taxa de concepção no primeiro serviço.

Entretanto, para alguns autores a suplementação energética, no período pós-parto, mostrou-se muito

dispendiosa e muitas vezes ineficaz para estimular a ciclicidade e, com isso, reduzir o intervalo entre partos. Filley *et al.* (2000), forneceram 0,23kg/d de gordura protegida para novilhas, com ECC=5, durante 30 dias após o parto e não encontraram diferença na taxa de prenhez, nem no número de dias para o primeiro serviço. Grant *et al.* (2003) ao fornecerem suplementação com altas quantidades, de ácido linoleico na forma de sementes de cártamo durante o pós-parto de vacas de corte, observaram aumento no metabólito da PGF do dia 25 ao dia 80 pós-parto e tendência à diminuição na taxa de concepção ao primeiro serviço.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ação da suplementação com lipídios sobre a eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas é extensa, sendo evidente a necessidade de maiores estudos. O uso de dietas com maiores teores de gordura, principalmente no período pós-parto de fêmeas bovinas de corte, resultaram em redução no período anovulatório pós-parto por melhor capacidade funcional dos ovários, assim como por melhor produção de hormônios esteroidais e atividade luteínica.

## REFERÊNCIAS

- ARIAS, P.; RODRIGUEZ, M.; SZWARCFARB, B.; SINAY, I.R.; MOGUILVSKY, J.A. Effect of insulin on LHRH release by perfused hypothalamic fragments. *Neuroendocrinology*, v. 56, p. 415-418, 1992.
- BALDWIN, R. L.; SMITH, J.; TAILOR, J.; SHARP, M. Manipulation metabolic parameters to improve rate and milk secretion. *Journal of Animal Science*, v. 51, p. 1416, 1980.
- BEAM, S. W.; BUTLER, W. R. Energy balance effects on follicular development and first ovulation in postpartum cows. *Journal Reproduction Fertility*, v.54, p. 411-424, 1999.
- BELLOWS, R. A.; GRINGS, E. E.; SIMMS, D. D.; GEARY, T. W.; BERGMAN, J. W. Effects of feeding supplemental fat during gestation to first-calf beef heifers. *Professional Animal Scientist*, v. 17, p.81-89, 2001.
- BOLAND, M. P.; LONERGAN, P.; O'CALLAGHAN, D. Effect of nutrition on endocrine parameters, ovarian physiology and oocyte and embryo development. *Theriogenology*, V.55, P. 1323-1340, 2001.
- BOTTGER, J. D.; HESS, B. D.; ALEXANDER, B. M.; HIXON, D. L.; WOODARD, L. F. FUNSTON, R. N.; HALFORD, D. M.; MOSS, G. E. Effects of supplementation with high linoleic or oleic cracked safflower seeds on postpartum reproduction and calf performance of primiparous beef heifers. *Journal of Animal Science*, v.80, p.2023-2030, 2002.

- BURNS, P. D.; DOWNING, E. R.; ENGLE, T. E.; WHITTIER, J. C.; ENNS, R. M. Effects of fishmeal supplementation on fertility and plasma omega-3 fatty acid profiles in primiparous, lactating beef cows. *Professional Animal Scientist*, v. 18, p.373-379, 2002.
- BUTLER, W.R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, v. 60-61, p.449-457, 2000.
- CAMERON, J. L. Regulation of reproductive hormone secretion in primates by short-term changes in nutrition. *Reproduction*, v. 1, p. 117-126, 1996.
- DE FRIES, C. A.; NEUENDORFF, D. A.; RANDEL, R. D. Fat supplementation influences post partum reproductive performance in Brahman cows. *Journal of Animal Science*, v.76, p.864-870, 1998.
- DHUYVETTER, D.V.; CATON, J.S. Manipulation of reproduction and lactation with supplementation in beef cattle. In: 3rd Grazing Livestock Nutrition Conference Proceedings of Western Section. American Society of Animal Science, 1996.
- FILLEY, S. J.; TURNER, H. A.; STORMSHAK, F. Plasma fatty acids, prostaglandin F2 $\alpha$  metabolite, and reproductive response in postpartum heifer fed rumen by-pass fat. *Journal of Animal Science*, v.78, p.139-144, 2000.
- FUNSTON, R. N. Fat supplementation and reproduction in beef females. *Journal of Animal Science*, v.82, p.154-161, 2004.
- FUNSTON, R. N.; ROBERTS, A. J.; HIXON, D. L.; HALLFORD, D. M.; SANSON, D. W.; MOSS, G. E. Effect of acute glucose antagonism on hypophyseal hormones and concentrations of insulin-like growth factor (IGF-I) and IGF-binding proteins serum, anterior pituitary and hypothalamus of ewes. *Biology of Reproduction*, v. 52, p. 1179-1186, 1995.
- GARCIA-WINDER, M.; LEWIS, P. E.; DEEVER, D. R.; INSKEEP, E.K. Endocrine profiles associated with life span of induced corpora lutea in post partum beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 62, p. 1353-1362, 1986.
- GOFF, A.K. Embryonic signal and survival. *Reproduction of Domestic Animal*, v.37, p.133-139, 2002.
- GONG, J. G.; BAXTER, G.; BRAMLEY, T. A.; WEBB, R. Enhancement of ovarian follicle development in heifers by treatment with recombinant bovine somatotropin: a dose-response study. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.110, p. 91-97, 1997.
- GONG, J. G.; BRAMLEY, T.; WEBB, R. The effect of recombinant bovine somatotropin on ovarian functions in heifers: follicular populations and peripheral hormones. *Biology of Reproduction*, v. 45, p. 941-945, 1991.
- GONG, J. G.; LEE, W. J.; GARNSTWORTHY, P. C.; WEBB, R. Effect of dietary induced increases in circulating insulin concentrations during the early postpartum period on reproductive function in dairy cows. *Reproduction*, v. 123, p. 419-427, 2002.
- GRANT, M. H. J.; HESS, B. W.; BOTTGER, J. D.; HIXON, D. L.; VAN KIRK, B. M.; ALEXANDER, T. M.; NETT, T. M.; MOSS, G. E. Effect of feeding high-linoleate safflower seeds on reproductive endocrine dynamics in postpartum beef cows. *Proceedings of Western Section American Society of Animal Science*, v. 53, p. 436-439, 2003.
- GRUMMER, R. R. Gordura na dieta: Fonte energética e/ou regulador metabólico? In: *Novos enfoques na produção e reprodução de Bovinos*. p. 83-94. 2004.
- GRUMMER, R. R.; CARROLL, D. J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: Importance to ovarian function. *Journal of Animal Science*, v.66, p. 3160-, 1988.
- GUTIERREZ, C. G.; OLDHAM, J.; BRAMLEY, T. A.; GONG, J. G.; CAMPBELL, B. K.; WEBB, R. The recruitment of ovarian follicles is enhanced by increased dietary intake in heifers. *Journal of Animal Science*, v.75, p.1876-1884, 1997.
- HAWKINS, D. E.; PETERSEN, M .K.; THOMAS, M. G.; SAWYER, J. E.; WATERMAN, R. C. [2000]. Can beef heifers and young postpartum cows be physiologically and nutritionally manipulated to optimize reproductive efficiency? Disponível em: <http://www.journalofanimalscience.org/content/77/E-Suppl/1.45> Acesso em 17/05/2013.
- HAWKINS, D.E.; NISWENDER, K.D.; OSS, G.M.; MOELLER, C.L.; ODDE, K.G.; SAWYER, H.R.; NSWENDER, G.D. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. *Journal of Animal Science*. v. 73, p. 541-545. 1995.
- HESS, B. W.; LAKE, S. L.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; WESTON, T. R.; NAYIGHUGU, V.; MOLLE, J. D. C.; MOSS, G. E. Nutritional controls of beef cow reproduction. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 90-106, 2005.
- HESS, B.W.; MOSS, G.E.; RULE, D.C. A decade os developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and shep. *Journal of Animal Science*, v. 86, p. 188-204, 2008.
- HOWLLETT, C. M.; VANZANT, E. S.; ANDERSON, L. H.; BURRIS, W. R. ; FIESER, B. G.; BAPST, R. F. Effect of supplemental nutrient source on heifer growth and reproductive performance, and on utilization of

- corn silage-based diets by beef steers. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 2367-2378, 2003.
- JOLLY, P.D.; MCDUGALL, S.; FITZPATRICK, L.A.; MACMILLAN, K.L.; ENTWISTLE, K.W. Physiological effects of under nutrition on postpartum anoestrus in cows. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 49, p. 477-92, 1995.
- KADUCE, T. L.; SPECTOR, A. A.; BAR, R. S. Linoleic acid metabolism and prostaglandin production by cultured bovine pulmonary artery endothelial cells. *Arteriosclerosis*, v.2, p.380-9, 1982.
- KERBLER, T. L.; BUHR, M. M.; JORDAN, L. T.; LESLIE, K. E.; WALTON, J.S. Relationship between maternal plasma progesterone concentration and interferon-tau synthesis by conceptus in cattle. *Theriogenology*, v.47, p. 703-714, 1997.
- LAMMOGLIA, M. A.; BELLOWS, R. A.; GRINGS, E. E.; BERGMAN, J. W.; BELLOWS, E.; SHORT, R. E.; HALLFORD, D. M.; RANDEL, R. D. Effects of dietary fat and sire breed on puberty, weight, and reproductive traits of F1 beef heifers. *Journal of Animal Science*, v.78, p.2244-2252, 2000.
- LAMMOGLIA, M.A.; WILLARD, S.T.; OLDHAM, J. R.; RANDEL, R. D. Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and on hormonal, cholesterol, triglycerides, follicular patterns and postpartum reproduction in Brahman cows. *Journal of Animal Science*, v.74, p.2253-2262, 1996.
- LUCY, M. C. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reproduction Supplement*, v.61, p. 415-427, 2003.
- LUCY, M. C.; BILBY, C. R.; KIRBY, C. J.; YUAN, W.; BOYD, C. K. Role of growth hormone in development and aminence of follicles and corpora lutea. *Journal Reproduction Fertility Supplement*, v.54, p.49-59, 1999.
- MANCIO A.B.; LONDOÑOHERNÁNDEZ, F I.; FONSECA, F.A.; ANGULO L.M. Fontes lipídicas dietéticas associadas ou não à gonadotrofina coriônica humana (hCG) na função reprodutiva e no metabolismo de lípidos de novilha. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.51 no.2, p.163-170, 1999.
- MATTOS, R.C.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Rev. Reproduction*, v.5, p. 38-45, 2000.
- MAYES, P. E. Lipídeos de Importância Fisiológica. In: HARPER: *Bioquímica*. 9º ed. São Paulo: Atheneu, Cap. 16, p. 160-170, 2002.
- MIHM, M. Delayed resumption of cyclicity in postpartum dairy and beef cattle. *Reproduction Domestic Animal*, v.34, p.277-284, 1999.
- MOLENTO, C. F.M; BLOCK, E.; CUE, R.I.; PETICLERC, D. Effects of insulin, recombinant bovine somatotropin, and their interaction on insulin-like growth factor I secretion on milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 85, p. 738-747, 2002.
- MORGAN, A. R.; WILLIAMS, G. L. Effect of body condition and postpartum dietary lipid intake on lipid metabolism and GnRH-induced luteal function in postpartum beef cows. *Journal of Animal Science*, v.67, 1989.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. LEHNINGER: *Principles of biochemistry cell*. New York: Worth Publishers, 2000. 937 p.
- NETT, T. M. Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. In: G.D. NISWENDER (Ed.) *Reproduction in Domestic Ruminants*. p.201-13, 1987.
- NETT, T. M; CERMARK, D.; BRADEN, T.; MANN, J.; NISWENDER, G. Pituitary receptor for GnRH and estradiol and pituitary content of gonadotrophins in beef cows II. *Domestic Animal Endocrinology*, v.5, p.81-89, 1988.
- NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of beef cattle*, 7.ed. Washington DC: National Academic press. 2000.
- NOGUEIRA, E. Efeitos da suplementação energética e lipídica no perfil metabólico, desenvolvimento folar e produção *in vitro* de embriões em novilhas da raça Nelore (*Bos taurus indicus*). 2008.87f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2008.
- PACE-ASCIAK, C.; WOLF, L.S. Inhibition of prostaglandin synthesis by oleic, linoleic, and linolenic acids. *Biochemistry Biophys. Acta*, v. 152, p. 784-787, 1968.
- PALMQUIST, D. L. The Feeding Value of Fats. In: J. Wiseman, *Fats in Animal Nutrition*. Boston: Butterworths, p. 357-381, 1984.
- RANDEL, R. D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *Journal of Animal Science*, v.68, p.853-62, 1990.
- RHODES, F. M., ENTWISTLE, K. W.; KINDER, J. E. Changes in ovarian function and gonadotropin secretion preceding the onset of nutritionally induced anestrus in *Bos indicus* heifers. *Biology of Reproduction*, v.55, p.1437-43, 1996.
- ROBERTS, A. J.; NUGENT, R. A.; KLINDT, J.; JEKINS, T. G. Circulating insulin-like growth factor I, insulin-like growth factor binding proteins, growth hormone, and resumption of estrus in postpartum cows

- subjected to dietary energy restriction. *Journal of Animal Science*, v.75, p.1909-1917, 1997.
- ROBINSON, J. J. Nutrition and reproduction. *Animal Reproduction Science*, v. 42, p.25-34, 1996.
- ROCHE, J. F.; CROWE, M. A.; BOLAND, M. P. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Animal Reproduction Science*, v. 38, p. 371-8, 1992.
- SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.; CUSTER, E. E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.68, p.799-816, 1990.
- SANTOS, J.E.P.; BILBY, T.R.; THATCHER, W.W.; STAPLES, C.R.; SILVESTRE, F.T. long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. *Reproduction in Domestic Animals*, v.43, p.23-30, 2008.
- STAPLES, C. R.; BURKE, J. M.; THATCHER, W. W. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.856-871, 1998.
- THATCHER, W.W.; GUZELOGLU, A.; MATTOS, R.; BINELLI, M.; HANSEN, T.R.; PRU, J.K. Uterine-conceptus interactions and reproductive failure in cattle. *Theriogenology*, v.56, p.1435-1450, 2001.
- THATCHER, W.W.; STAPLES, C. R. DANET-DESNOYERS, G.; OLDICK, B.; SCHMITT, E.P. Embryo health and mortality in sheep and cattle, v. 72, p.16-30, 1994.
- THATCHER, W.W.; STAPLES, C. R. Effects of dietary fat supplementation on reproduction in lactating dairy cows. *Adv. Dairy Technology*, v. 12, p.213-232, 2000.
- THOMAS, M. G.; BAO, B.; WILLIAMS, G. L. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. *Journal of Animal Science*, v.75, p. 2512-9, 1997.
- THOMAS, M. G.; WILLIAMS, G. L. Metabolic hormone secretion and FSH-induced superovulatory responses of beef heifers fed dietary fat supplements containing predominant saturated or polyunsaturated fatty acids. *Theriogenology*, v.45, p.451-8, 1996.
- WAMSLEY, N. E.; BURS, P. D.; ENGLE, T. E. ENNS, R.M Effect of fishmeal supplementation on endometrial sensitivity to oxytocin in beef heifers having low luteal phase progesterone. *Proceedings of Western Section of American Society of Animal Science*, 1996.
- WEBB, R.; CAMPBELL, B. K.; GARVERICK, H. A.; GONG, J. G.; GUTIERREZ, C. G.; ARMSTRONG, D. G. Molecular mechanisms regulating follicular recruitment and selection. *Journal Reproduction Fertility, Supplement*, v.54, p.33-48, 1999.
- WEBB, R.; GARNSWORTHY, P. C.; GONG, J. G.; ARMSTRONG, D. G. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. *Journal of Animal Science*, v.82, p.63-74, 2004.
- WEHRMAN, M. E.; WELSH, T. H.; WILLIAMS, G. L. Diet induced hyperlipidemia in cattle modifies the intrafollicular cholesterol environment, modulated ovarian follicular dynamics, and hasten the onset of postpartum luteal activity. *Biology of Reproduction*, v. 45, p. 504-514, 1991.
- WETTEMANN, R. P.; LENTS, C. A.; CICCIOLO, N.H.; WHITE, F.J; RUBIO, I. Nutritional and suckling mediated anovulation in beef cows. *Journal of Animal Science*, v.81, p.48-59, 2003.
- WETTEMANN, R. P.; BOSSIS, I. Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. [2000]. Disponível em: <http://www.journalofanimalscience.org/content/77/E-Suppl/1.29> Acessado em: 17/05/2013.
- WILLIAMS, G. L. Modulation of luteal activity in postpartum beef cows through changes in dietary lipid. *Journal of Animal Science*, v.67, p.785-93, 1989.
- WILLIAMS, G. L. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, v.68, p.831-52, 1990.
- WILLIAMS, G. L. Suplementação de gordura na dieta como estratégia para aumento da eficiência reprodutiva em bovinos. In: *Novos enfoques na produção e reprodução de bovinos. Anais. Uberlândia. Minas Gerais*. 2001.
- WILLIAMS, G. L.; STANKO, R. L. Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. *Proceedings of the American Society of Animal Science*. 1999N. Acesso 19/05/2005 Internet: [www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0915.pdf](http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0915.pdf)
- WILTBANK, M. C.; GÜMEN, A.; SARTORI, R. Physiological classification on anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, v. 57, p. 21-52, 2002.
- YAVAS, Y; WALTON, J.S. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: A review. *Theriogenology*, v.54, p. 25-55, 2000.
- YOSHIMURA, Y.; IWASHITA, M.; KARUBE, M.; ODA, T.; AKIBA, M.; SHIOKAWA, S.; ANDO, M.; YOSHINAGA, A.; NAKAMURA, Y. Growth hormone stimulates follicular development by stimulating ovarian production of insulin-like growth factor-I. *Endocrinology*, v. 135, p. 887-894, 1994.