

# AUMENTO DA TAXA DE PRENHEZ EM VACAS LEITEIRAS ATRAVÉS DA SUPLEMENTAÇÃO COM GORDURA

## SUPLEMENTAÇÃO DE LIPÍDEOS-ÁCIDOS GRAXOS E IMPLICAÇÕES PARA REPRODUÇÃO/SAÚDE

*Charles R. Staples, Jose E. P. Santos e William W. Thatcher*

*P.O. Box 110910; Department of Animal Sciences.*

*University of Florida, Gainesville 32611*

*staples@animal.ufl.edu*

### INTRODUÇÃO

De acordo com os registros do DHI, em 10 estados americanos a primeira ou segunda principal causa de descarte de vacas leiteiras dos rebanhos foi o mau desempenho reprodutivo (Hadley et al., 2006). Em média, 19% dos descartes foram atribuídos ao desempenho reprodutivo. É provável que muitas destas vacas produzissem pouco leite enquanto vazias e foram descartadas tanto pelo baixo rendimento leiteiro quanto por questões reprodutivas. Nos últimos 30 anos, a indústria leiteira nos EUA tem observado o declínio do desempenho reprodutivo dos rebanhos (ou seja, baixas taxas de concepção) (Lucy, 2001). Já se levantaram inúmeras hipóteses para explicar este declínio na eficiência reprodutiva, inclusive maior incidência de doenças no período pós parto (cetose, mastite, retenção de membranas fetais, ovários císticos, esteatose hepática, etc.), aumento do tamanho dos rebanhos por questões econômicas, que gera desafios de manejo, maior índice de endocruzamento e aumento da produção de leite (Lucy, 2001).

A influência da nutrição sobre o desempenho reprodutivo é um tema que tem gerado muito interesse entre os pesquisadores, inclusive a avaliação dos efeitos da suplementação de gorduras. Caso a gordura possa melhorar as taxas de prenhez, contribuirá para aumentar a longevidade das vacas no rebanho e, portanto, a rentabilidade para o produtor. O objetivo do presente trabalho é revisar alguns dos efeitos da suplementação de gordura sobre os tecidos reprodutivos e a prenhez.

### DEFINIÇÃO DAS GORDURAS

Muitos tipos diferentes de gorduras tem sido fornecidos a vacas leiteiras em lactação. A Tabela 1 traz a listagem de algumas fontes de gordura. Cada fonte de gordura é composta de uma mistura de diferentes ácidos graxos individuais. As gorduras de graxaria compreendem o sebo animal e a gordura amarela (óleo reciclado de cozinha) e são compostas principalmente de ácido oleico (~43%). As gorduras granuladas são gorduras secas, compostas principalmente de ácido palmítico (36-50%). Exemplos seriam o Energy Booster 100, EnerG-II e Megalac. O óleo de canola é rico em ácido oleico. O óleo de caroço de algodão, de safflower (cártamo - *Carthamus tinctorius*), girassol e soja são ricos em ácido linoleico. O óleo de linhaça é rico em ácido linolenico. O óleo de peixe contém ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA), que são ácidos graxos encontrados em tecidos de peixes resultantes do consumo de plantas marinhas. O ácido linoleico, abreviado como C18:2, é um ácido graxo essencial tipo ômega-6. O ácido linolenico, abreviado como C18:3, é um ácido graxo essencial tipo ômega-3. Dois outros ácidos graxos tipo ômega-3 são EPA (C20:5) e DHA (C22:6). Os ácidos linoleico e linolenico são essenciais para bom desempenho reprodutivo e devem ser incluídos na dieta para atender às necessidades nutricionais da vaca leiteira.

## AS GORDURAS DA DIETA SÃO MODIFICADAS POR BACTÉRIAS RUMINAIS

Os micróbios ruminais convertem os ácidos graxos essenciais em ácidos graxos não essenciais através da substituição das duplas ligações por ligações simples entre os carbonos (processo denominado biohidrogenação). Alguns cientistas especulam que a biohidrogenação pelas bactérias do rúmen ocorre para conferir proteção à microbiota, uma vez que estes ácidos graxos podem ser tóxicos, especialmente para as bactérias que metabolizam fibras. Grande parte dos ácidos graxos essenciais tipo C18:2 e C18:3 consumidos através da dieta são convertidos pelas bactérias em C18:0. As vacas leiteiras em lactação alimentadas com uma dieta típica consomem diariamente cerca de 20 g de C18:0, 280 g de C18:2 e 40 g de C18:3 e aproximadamente 370 g de C18:0, 40 g de C18:2 e 4 g de C18:3 deixam o rúmen diariamente devido à biohidrogenação. Várias formas intermediárias de ácidos graxos, denominadas ácidos graxos trans, também são formadas durante a biohidrogenação. Alguns destes ácidos graxos trans, como o trans-10, cis-12 ácido linoleico conjugado (CLA), podem influenciar o metabolismo da vaca leiteira, inclusive levando à depressão da síntese da gordura do leite. Esta intervenção por bactérias ruminais, transformando os ácidos graxos essenciais da dieta em outros ácidos graxos, tem dificultado os estudos sobre os efeitos das gorduras da dieta.

Tabela 1. Composição de ácidos graxos de fontes de gordura.

Fonte de gordura	Ácido graxo						
	C14:0 Mirístico	C16:0 Palmítico	C16:1 Palmito-oleico	C18:0 Esteárico	C18:1 Oleico	C18:2 Linoleico	C18:3 Linolênico
Sebo	3	25	3	18	43	4	<1
Óleo reciclado de cozinha	2	21	4	11	44	14	<1
Energy Booster 100 <sup>1</sup>	3	40	1	43	10	2	<1
Megalac; EnerG-II <sup>1</sup>	1	50	<1	4	36	8	<1
Megalac-R <sup>1</sup>	1	36	<1	4	26	29	3
Óleo de canola	<1	4	<1	2	63	19	9
Óleo de caroço de algodão	1	23	1	3	18	54	1
Óleo de linhaça	<1	5	<	3	20	16	55
Óleo de colza	<1	5	<1	2	54	22	11
Óleo de cártamo	<1	7	<1	2	12	78	<1
Óleo de soja	<1	11	<1	4	23	54	8
Óleo de girasol	<1	7	<1	5	19	68	1
Óleo de peixe Menhaden <sup>2</sup>	7	16	8	3	12	1	2

<sup>1</sup>Preparações comerciais consideradas parcialmente inertes no rúmen.

<sup>2</sup>Também contém 14% C20:5 e 9% C22:6.

## SUPLEMENTAÇÃO DE GORDURA E TAXAS DE CONCEPÇÃO

De acordo com a literatura científica, os suplementos de gordura melhoram as taxas de concepção de vacas leiteiras em lactação (Tabela 2). Na literatura, os relatos sobre taxas de concepção se referem algumas vezes à primeira inseminação ou a inseminações acumuladas. Em média, a melhora é de 12 unidades percentuais quando os dados são ajustados para os diferentes números de vacas nos experimentos (48 vs. 60%). Isto não implica que o fornecimento de uma destas gorduras às vacas de um rebanho leiteiro comercial irá elevar a taxa

de concepção do rebanho como um todo em 12 unidades percentuais. Os benefícios obtidos em condições comerciais serão provavelmente inferiores devido à interação de uma série de fatores biológicos e de manejo que afetam a possibilidade de se obter uma prenhez. Outros estudos não observaram resultados positivos com a suplementação de gorduras, com taxa média de prenhez de 42%, tanto para o grupo controle quanto para o grupo suplementado com gordura (Tabela 3).

A partir dos estudos listados na Tabela 2, fica bastante difícil determinar quais tipos de suplementos de gordura ou quais ácidos graxos poderiam ser os mais eficazes. Quando vacas receberam gorduras contendo principalmente ácidos palmítico e oleico (sebo, Energy Booster e sais de Ca de óleo de palma) e foram comparadas a um grupo recebendo a dieta basal sem suplementação de gordura, apresentaram melhora nas taxas de concepção. Em 4 comparações pareadas de suplementos de gordura, vacas alimentadas com sais de cálcio de óleo de palma não conceberam tão bem quanto as alimentadas com sementes de linhaça tratadas com formaldeído (Petit et al., 2001), uma mistura de sais de cálcio de óleo de soja e ácidos graxos trans mono-insaturados (Juchem et al., 2004), uma mistura de sais de cálcio de óleo de palma e óleo de peixe (Silvestre et al., 2008), ou CLA (Castaneda-Gutierrez et al., 2005; Tabela 2). Portanto, gorduras contendo principalmente ácidos palmítico e oleico podem não ser tão eficazes quanto as contendo ácidos graxos ômega-6 e/ou ômega-3. Quatro estudos utilizaram mais de 250 vacas cada para avaliar a semente de linhaça. Nenhum deles relatou melhora nas taxas iniciais de prenhez. Entretanto, a sobrevida embrionária pode ser sido melhorada pela semente de linhaça (descrito a seguir).

A inclusão óleo ou farinha de peixe na dieta melhorou a taxa de prenhez ao primeiro serviço ou a taxa de prenhez como um todo em 5 estudos. Em estudo recentemente concluído envolvendo 1069 vacas holandesas em granja comercial na Flórida, as vacas alimentadas com um sal de cálcio enriquecido com óleo de peixe (1,5% da MS da dieta) a partir dos 30 dias de lactação apresentaram melhores taxas de prenhez aos 60 dias pós-IA que as vacas alimentadas com sal de cálcio de óleo de palma (53 vs. 46%), quando os dados foram ajustados para 2 IATFs (Silvestre et al., 2008b). As perdas embrionárias entre 32 e 60 dias pós-IA foram significativamente menores no grupo de vacas suplementadas com óleo de peixe (6 vs. 12%).

Existem poucos trabalhos avaliando as sementes oleaginosas e seu potencial de melhorar a concepção em vacas leiteiras. Embora o óleo de muitas oleaginosas contenha mais de 50% de C18:2 (Tabela 1), o teor de C18:2 que passa o rúmen e chega ao intestino delgado varia entre diferentes fontes. De acordo com o teor de C18:2 na gordura do leite, a soja parece ser a mais eficaz e o caroço de algodão totalmente incapaz de fornecer C18:2 aos tecidos. As sementes de girassol e cártamo também parecem elevar os teores de C18:2 na gordura do leite, mas não de maneira tão eficaz quanto a soja. O processamento dos grãos também pode alterar a capacidade de fornecer gorduras insaturadas de passagem ruminal. A tostagem da soja e a rolagem da semente do girassol parecem aumentar a disponibilidade de C18:2. Embora a semente de linhaça integral a 10% da dieta possa fornecer C18:3 aos tecidos, a trituração das sementes aumenta a disponibilidade de C18:3. Obviamente, mais pesquisas são necessárias para a identificação das melhores fontes de gordura, se sementes, óleos ou sais de cálcio.

**Tabela 2.** Estudos que relatam melhora das taxas de concepção (ao primeiro serviço ou taxas acumuladas de vários serviços) em vacas leiteiras em lactação suplementadas com ácidos graxos ( $P < 0,10$ ). A menos que seja indicado de outra forma através de uma nota de rodapé, a dieta controle não continha suplemento de gordura.

Referência	Fonte da gordura e nível ou concentração na dieta	Número de vacas no ensaio	Tratamento	Tratamento
			Controle	de Adição de Gordura
			-----	% -----
Ferguson et al., 1990	2% gordura granulada saturada	253	43	59 <sup>1</sup>
Sklan et al., 1991	2,6% Ca-óleo de palma	99	62	82
Scott et al., 1995	450 g/dia Ca-óleo de palma	443	93	98
Garcia-Bojalil et al., 1998	2,2% Ca-óleo de palma	43	52	86
Son et al., 1996	3% sebo	68	44	62
Frajblat e Butler, 2003	1,7% Energy Booster	81	58 <sup>2</sup>	86
Petit et al., 2001	17% linhaça tratada com formaldeído	30	50 <sup>3</sup>	87 <sup>1</sup>
Ambrose et al., 2006b	9% linhaça rolada	121	32 <sup>4</sup>	48 <sup>1</sup>
McNamara et al., 2003	340 g/d óleo MegaPro/Plus	193	35	51 <sup>1</sup>
Juchem et al., 2004	1,5% (Soja + Trans C18:1)	397	26 <sup>3</sup>	34 <sup>1</sup>
Cullens, 2004	2% Megalac-R	42	27	58 <sup>1</sup>
Silvestre et al., 2008b	1,5% Ca-óleo de peixe & palma	1069	46 <sup>3</sup>	53
Castaneda-Gutierrez et al., 2005	136 g/d Ca-CLA	32	44 <sup>3</sup>	81
Bruckental et al., 1989	7,3% farinha de peixe	132	52	72
Armstrong et al., 1990	816 g/d farinha de peixe	80	44	64
Carrol et al., 1994	3,5% farinha de peixe	44	68	89 <sup>1</sup>
Burke et al., 1997	2,8% farinha de peixe	300	32	41
Médias ponderadas para o número de vacas no estudo			48	60

<sup>1</sup> Primeira inseminação.

<sup>2</sup> Dieta controle iso-energética em relação à dieta suplementada com gordura. A gordura só foi fornecida pré-parto.

<sup>3</sup> Dieta controle continha sal de Ca de destilado de óleo de palma.

<sup>4</sup> Dieta controle continha sementes de girassol roladas.

**Tabela 3.** Estudos que relataram efeito negativo ou ausência de melhora nas taxas de concepção (ao primeiro serviço ou taxas acumuladas de vários serviços) em vacas leiteiras em lactação suplementadas com ácidos graxos. A menos que seja indicado de outra forma através de uma nota de rodapé, a dieta controle não continha suplemento de gordura.

Referência	Fonte da gordura e nível ou concentração na dieta	Número de vacas no ensaio	Tratamento	Tratamento
			Controle	de Adição de Gordura
			-----	% -----
Schneider et al., 1988	0,5 kg/d Ca-óleo de palma	108	43	60 <sup>1</sup>
Sklan et al., 1989	0,5 kg/d Ca-óleo de palma	108	28	44 <sup>1</sup>
Carroll et al., 1990	5% gordura granulada	46	59	44
Holter et al., 1992	0,54 kg/d Ca-óleo de palma	38	50 <sup>2</sup>	44 <sup>1</sup>
Lucy et al., 1992	3% Ca-óleo de palma	40	44	12 <sup>a</sup>
Sklan et al., 1994	2.5% Ca-óleo de palma novilhas	40	74	33 <sup>1,a</sup>
Sklan et al., 1994	2.5% Ca-óleo de palma vacas múltiparas	62	42	33 <sup>1</sup>
Salfer et al., 1995	2% sebo parcialmente hidrogenado	32	32	33 <sup>1</sup>
Juchem et al., 2002	1,6% (Ca-óleo de palma + peixe)	500	41 <sup>3</sup>	43 <sup>1</sup>
Bernal-Santos et al., 2003	136 g/d Ca-CLA	30	27 <sup>4</sup>	42
Bruno et al., 2004	1,5% (Ca-óleo de palma + peixe)	331	26 <sup>3</sup>	27 <sup>1</sup>
Petit e Twagiramungu, 2006	10,6% linhaça integral	70	64 <sup>4</sup>	64
Ambrose et al., 2006a	9% linhaça rolada	303	43 <sup>5</sup>	28 <sup>1</sup>
Ambrose et al., 2007	8% linhaça rolada	266	42 <sup>6</sup>	43 <sup>1</sup>
Fuentes et al., 2007	5,5% linhaça extrusada	356	39 <sup>7</sup>	39 <sup>1</sup>
Carroll et al., 1994	3,5% farinha de peixe	18	67	33 <sup>1,a</sup>
Burke et al., 1997	2,7% farinha de peixe	341	65	60
Médias ponderadas para o número de vacas no estudo			42,0	41,5

<sup>1</sup>Primeira inseminação.

<sup>2</sup>Dieta controle continha caroço de algodão a 15% da matéria seca da dieta.

<sup>3</sup>Dieta controle continha sebo.

<sup>4</sup>Dieta controle continha sal de Ca de destilado de óleo de palma.

<sup>5</sup>Dieta controle continha sal de Ca de destilado de óleo de palma e produto High Fat da ADM.

<sup>6</sup>Dieta controle continha sal de Ca de destilado de óleo de palma e sebo.

<sup>7</sup>Dieta controle continha sal de Ca de destilado de óleo de palma e soja extrusada.

<sup>a</sup>Efeito significativo da dieta,  $P < 0,05$ .

### ***Como a Suplementação de Gordura Pode Ajudar a Melhorar as Taxas de Concepção?***

**Folículos Ovarianos Maiores?** O diâmetro dos folículos dominantes passa de 3 mm para até 15 a 18 mm antes de sofrer regressão ou ovulação. Depois que o folículo dominante libera o ovócito no oviduto, forma uma estrutura amarelada denominada corpo lúteo, que passa a produzir o importante hormônio progesterona. A progesterona prepara o útero para a implantação do embrião, ajuda a coordenar a disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento embrionário e mantém a prenhez até o parto. Vacas que apresentam concentração sérica mais elevada de progesterona depois da inseminação (durante os dias 4 a 15) tem maior possibilidade de engravidar. O que pode elevar os níveis de progesterona? Uma possibilidade seria um grande corpo lúteo formado a partir de um grande folículo ovulatório. Assim, folículos dominantes maiores (até 20 mm) são frequentemente benéficos. A ovulação de folículos menores está associada a taxas mais baixas de concepção. O diâmetro do folículo dominante é geralmente maior em vacas leiteiras em lactação recebendo suplementação de gordura. Em média, o diâmetro do folículo dominante foi 3,2 mm maior (um aumento de 23%) em vacas recebendo suplementação de gordura se comparadas a vacas controle (Tabela 4). Como mostra a Tabela 4, várias fontes diferentes de gordura tiveram este efeito sobre os ovários das vacas. Certas gorduras seriam mais eficazes que outras? Alguns estudos compararam diferentes fontes de gordura. Em 2 estudos, o fornecimento de gorduras enriquecidas com ácidos graxos ômega-6 (ácido linoleico) ou ômega-3 (ácido linolênico ou EPA e DHA) (Staples et al., 2000; Bilby et al., 2006) estimulou a formação de folículos dominantes maiores que as gorduras enriquecidas com ácido oleico. Assim, as gorduras poli-insaturadas se mostraram mais eficazes para promover maior diâmetro folicular. Por fim, folículos maiores podem resultar de um período mais prolongado entre a regressão do CL e a ovulação, provavelmente devido ao maior tempo disponível para a síntese de estradiol, tendo um efeito de melhora da fertilidade (Peters e Pursley, 2003).

**Tabela 4.** Diâmetro do folículo ovariano dominante de vacas leiteiras em lactação alimentadas com suplementos de gordura maior que o de vacas alimentadas com a dieta controle (P < 0,10).

Referência	Fonte de Gordura	Dietas Experimentais	
		Controle	Gordura
		----- mm -----	
Lucy et al., 1991	Sal de Ca óleo de palma	12,4	18,2
Lucy et al., 1993	Sal de Ca óleo de palma	16,0	18,6
Oldick et al., 1997	Óleo reciclado de cozinha	16,9	20,9
Beam e Butler, 1997	Sebo-óleo rec. cozinha	11,0	13,5
Staples et al., 2000	Óleo de soja, óleo de peixe	14,3	17,1
Robinson et al., 2002	Soja protegida	13,3	16,9
Bilby et al., 2006	Megalac-R ou Óleo de Linhaça	15,0	16,5
Ambrose et al., 2006b	Linhaça rolada	14,1	16,9
Média		14,1	17,3



**Produção de Embriões de Melhor Qualidade?** Como nem todos os embriões são criados igualmente, são classificados como sendo de alta qualidade quando apresentam uma massa simétrica e esférica com células individuais de tamanho, cor e densidade uniformes. Estes têm grande possibilidade de se estabelecerem e resultarem em diagnóstico positivo de prenhez. Na Califórnia, 154 vacas leiteiras receberam suplementação de uma mistura de sais de cálcio de ácido linoleico e trans C18:1 (EnerG I Transition Formula®) ou um sal de cálcio de óleo de palma (EnerG II®) (Virtus Nutrition) a partir de 25 dias antes do parto até os 60 dias de lactação, quando foram submetidas à IATF. Cinco dias depois da IATF, foi feita lavagem uterina para recuperação e avaliação das estruturas fertilizadas (Cerri et al., 2004). Uma maior proporção das vacas alimentadas com a mistura de ácido linoleico e ácidos graxos trans tendeu a apresentar estruturas fertilizadas, se comparadas às vacas alimentadas com a outra fonte de gordura (87 vs. 73%). Também apresentavam maior número de espermatozoides ligados às estruturas coletadas (34 vs. 21) e houve tendência de maior número de embriões classificados como sendo de alta qualidade (73 vs. 51%). Em um grupo maior de 397 vacas, a taxa de concepção à primeira IA foi superior no grupo suplementado com a mistura de ácido linoleico e trans (33,5 vs. 25,6%) (Juchem et al., 2004). Não está claro se o benefício foi decorrente do ácido linoleico ou dos ácidos graxos trans contidos na mistura. Os ácidos graxos no suplemento provavelmente alteraram a composição de ácidos graxos das membranas celulares destas estruturas recuperadas do útero das vacas, melhorando sua qualidade. Os embriões recuperados de vacas super-ovuladas alimentadas com semente integral de linhaça (10% da dieta) ou semente de girassol (10,5% da dieta) apresentavam maior número de células que os embriões produzidos por vacas super-ovuladas alimentadas com uma gordura saturada (Energy Booster 100 fornecido a 3,75% da dieta) (Thangavelu et al., 2007). O consumo de suplemento de gordura foi de 1,65 lb/dia (0,75 kg/dia). O fornecimento de gorduras poli-insaturadas parece ter impacto mais positivo sobre o desenvolvimento do embrião que os suplementos de gorduras mono-insaturadas ou saturadas.

**Menor Perda Embrionária?** Cerca de 50% dos embriões morrem (~40% durante os primeiros 28 dias pós-IA e ~14% entre 28 e 45 dias pós-IA). As perdas embrionárias representam um significativo problema para a indústria leiteira. Os ácidos graxos ômega-3 tem tido sucesso consistente em reduzir as perdas embrionárias em vacas leiteiras em lactação. Em um estudo canadense envolvendo 121 vacas holandesas (Ambrose et al., 2006b), aquelas alimentadas com linhaça amassada a 9% da dieta apresentaram melhores taxas de concepção ao primeiro serviço ( $P < 0,07$ ) em comparação às vacas controle, alimentadas com sementes de girassol roladas a 8,7% da MS da dieta (48,4 vs. 32,2%). Embora as taxas finais de prenhez não tenham sido diferentes entre os grupos (67,7 vs. 59,3%), a proporção de vacas prenhes que levaram a gestação a termo favoreceu as alimentadas com linhaça (90,2 vs. 72,7%), indicando menores perdas em fase inicial e tardia nas vacas alimentadas com linhaça. Em um segundo estudo no Canadá, conduzido em duas granjas leiteiras comerciais, as taxas de concepção de 110 vacas inseminadas foi igual para o grupo alimentado com semente integral de linhaça a 10,6% da dieta e para as alimentadas com sais de cálcio de óleo de palma (3,8% da MS da dieta) ou soja micronizada (18% da MS da dieta) a partir do parto (Petit e Twagiramungu, 2006). Entretanto, as vacas alimentadas com linhaça apresentaram menores perdas embrionárias ( $P < 0,07$ ). Em 2 outros estudos, as perdas embrionárias foram numericamente, mas não estatisticamente inferiores em vacas alimentadas com linhaça (9 vs. 14% em Ambrose et al., 2006a; 8,3 vs. 16,3% em Ambrose et al., 2007). Em um estudo recentemente concluído envolvendo 1069 vacas holandesas em uma granja comercial na Flórida, vacas alimentadas com sal de cálcio de gordura enriquecida com óleo de peixe (1,5% da MS da dieta) a partir do 30 dias em leite apresentaram melhores taxas de prenhez aos 60 dias pós-IA que vacas alimentadas com um sal de cálcio de óleo de palma (53 vs. 46%), ajustadas para duas IATFs (Silvestre et al., 2008). As perdas embrionárias entre 32 e 60 dias pós-IA foram significativamente inferiores nas vacas alimentadas com óleo de peixe (6 vs. 12%).

Não se sabe se o efeito dos ácidos graxos ômega se manifesta via preservação da vida embrionária e produção de um embrião mais saudável ou se ocorre a supressão da produção de prostaglandinas. Vacas com concentrações mais elevadas de ácidos graxos ômega-3 no útero podem produzir menos prostaglandina  $F_2$

devido: 1) o ácido linolênico pode competir com o ácido linoleico pelas mesmas enzimas para reduzir a síntese de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  ou 2) os ácidos graxos ômega-3 podem substituir parcialmente os ácidos graxos ômega-6 armazenados no útero, reduzindo sua disponibilidade para a utilização para a síntese de prostaglandina  $F_2$ . Este efeito foi demonstrado em 4 diferentes estudos, em que vacas alimentadas com ácidos graxos ômega-3 na forma de óleo de peixe, linhaça ou óleo de peixe mais linhaça apresentaram concentrações mais baixas de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  na circulação quando o útero foi artificialmente estimulado através de uma injeção de ocitocina. Provalmente, os ácidos graxos ômega-6 não tem o mesmo efeito benéfico, pois são utilizados nas síntese de prostaglandina  $F_{2\alpha}$ . A prova é que vacas leiteiras em lactação alimentadas com soja (Robinson et al., 2002) ou sementes de girassol (Petit et al., 2004), ambas boas fontes de ácido linoleico, o ácido graxo ômega-6, apresentaram elevação das concentrações de prostaglandina  $F_{2\alpha}$  na circulação quando o útero foi artificialmente estimulado através de uma injeção de ocitocina. Em resumo, a suplementação de ácidos graxos ômega-3 pode auxiliar para manter a prenhez (ou seja, evitando a morte embrionária precoce).

**Satisfazer as Necessidades de Ácidos Graxos Essenciais?** O desempenho reprodutivo de animais não ruminantes, como suínos e aves apresenta melhora significativa quando se corrigem deficiências de ácidos graxos essenciais. Certamente, a vaca em lactação não demonstra sinais óbvios de deficiência de ácidos graxos, como descamação cutânea e seborréia. Os ácidos linoleico e linolenico são essenciais para a vaca, pois não podem ser sintetizados nem por seu organismo nem pelos microorganismos ruminais. Os teores dos ácidos linoleico e linolênico podem ser reduzidos em forragens durante armazenagem. Ao retirar nossas vacas leiteiras dos pastos e as levar para currais, onde são alimentadas com forragens armazenadas, reduzimos sua ingestão de ácido linolênico e possivelmente também de ácido linoleico. Embora atualmente se acredite que as ingestões de ácidos linoleico e linolenico sejam suficientes para atender as necessidades das vacas em lactação, o modelo recentemente desenvolvido, Cornell-Penn-Miner (CPM) Institute Dairy Ration Analyzer v3.0.7a (Moate et al., 2004) indica que as vacas modernas estão secretando mais ácido linoleico no leite que absorvem a partir da dieta; ou seja, elas estão em balanço negativo de ácido linoleico. Usando as informações deste modelo e a concentração típica de ácido linoleico na gordura do leite, vacas que produzem mais de 20 litros de leite estão em balanço negativo de ácido linoleico. O fornecimento de fontes de gordura ricas em ácido linoleico que possam atingir o intestino delgado pode reduzir este balanço negativo de ácido linoleico e melhorar o desempenho.

**Melhora da imunidade?** Vacas que apresentam problemas significativos de saúde tem menor probabilidade de conceber após a primeira IA. O fornecimento de gordura pode melhorar a capacidade do organismo da vaca em combater as infecções. A suplementação de ácido linoleico estimula as células do sistema imunológico a responder melhor durante o período de estresse do parto. A vaca utiliza ácido linoleico para produzir prostaglandina  $F_{2\alpha}$ , que tem ação pró-inflamatória e ajuda os neutrófilos a combater os patógenos. Os neutrófilos representam a primeira linha de defesa do organismo contra os patógenos. Vacas holandesas multíparas em uma granja comercial na Flórida foram suplementadas (1,5% da MS da dieta) com sais de cálcio de destilado de óleo de palma (47% de ácido palmítico) ou sais de cálcio de óleo de cártamo (64% de ácido linoleico) (Virtus Nutrition) a partir de 30 dias antes do parto até ~30 dias pós-parto (Silvestre et al., 2008a). Amostras de sangue foram coletadas aos -35, 0, 4 e 7 dias em leite para avaliar a migração de neutrófilos do sangue para os tecidos e eliminar patógenos. Embora a proporção de neutrófilos que eliminaram a *E. coli* não tenha sido elevada, o número de bactérias mortas por cada neutrófilo aumentou de 455 para 680 nas vacas suplementadas com ácido linoleico. A expressão das moléculas (L-selectina) que promovem a migração dos neutrófilos da corrente sanguínea para os tecidos foi estimulada em 20%. Quando os neutrófilos foram estimulados em laboratório, os produzidos por vacas suplementadas com ácido linoleico produziram mais fator alfa de necrose tumoral, uma citocina que contribui no combate de infecções. Estas citocinas estimulam o fígado a produzir proteínas de fase aguda que atuam como anticorpos contra os patógenos. As vacas suplementadas com ácido linoleico produziram teores mais elevados de 2 proteínas de fase aguda, a haptoglobina e o fibrinogênio que as vacas alimentadas com óleo de palma. Em resumo, a suplementação



de ácido linoleico estimulou a eficácia dos neutrófilos das vacas no período próximo ao parto. Embora tenha havido melhora dos indicadores de saúde imunológica nas vacas alimentadas com óleo de cártamo na forma de sal de cálcio, não houve redução da incidência de problemas de saúde ao longo do estudo.

### ***Nível de Suplementação de Gorduras***

Uma pergunta frequente é “Quanto de gordura ou de um ácido graxo específico devem ser fornecidos para tentar melhorar a reprodução?” Nos estudos listados na Tabela 2, a gordura foi fornecida em nível mínimo de 1,5% da MS da dieta. Sabemos que estes níveis foram eficazes, mas não sabemos se níveis inferiores também resultariam em efeitos benéficos. É bem provável que o fornecimento de gordura em níveis inferiores (100 ou 200 gramas ao dia) poderia ser eficaz. Os principais ácidos graxos (linoleico, linolênico, ácidos graxos trans, EPA, DHA ou outros) que chegam ao intestino delgado da vaca são absorvidos e depositados nos tecidos, inclusive reprodutivos. Alguns podem formar reservas a serem utilizadas ao longo do tempo. Em um estudo conduzido na Flórida, a concentração de EPA na gordura hepática passou de 0,05 a 0,5 e 0,9% em amostras de fígado coletadas aos 2, 14 e 28 dias de lactação de vacas suplementadas com óleo de linhaça a partir de 5 semanas pré-parto. Um aporte moderado, porém contínuo destes ácidos graxos aos tecidos permite que se formem reservas a serem mobilizadas para fins reprodutivos. Portanto, mesmo uma suplementação de gordura inferior a 1,5% poderia ser benéfica, mas ainda não dispomos de dados científicos que suportem a eficácia destes níveis reduzidos.

### ***Quando Iniciar a Suplementação de Gordura?***

O fornecimento de gordura deve ser iniciado muito antes do tempo em que ela será necessária para a retomada da atividade reprodutiva para nova fertilização e prenhez, favorecendo a involução do útero, crescimento e ovulação de folículos nos ovários e ajudando o útero a receber e manter uma nova prenhez. Iniciamos a suplementação de gordura no final do período seco (3 a 5 semanas antes da data prevista para o parto), permitindo que os tecidos armazenem os principais ácidos graxos antes de serem necessários. Conduzimos um experimento para testar a suplementação de gordura (Megalac-R a 2% da MS da dieta) deveria ser iniciada 5 semanas antes do parto, no momento da parição ou aos 28 dias pós-parto (Cullens, 2005). Neste estudo, a taxa de prenhez melhorou com o fornecimento de Megalac-R, independentemente do momento de instituição da suplementação. No estudo de Silvestre et al. (2008), o fornecimento da mistura de sais de cálcio e óleo de peixe e palma a partir do 30 dias em leite foi suficiente para elevar o número de embriões saudáveis quando as vacas foram inseminadas aos 83 dias de lactação. O fornecimento de gordura por 40 dias antes do momento desejado de resposta fisiológica deve ser suficiente para elevar a probabilidade de concepção.

## **CONCLUSÕES**

Já se sabe há muitos anos que vacas leiteiras recém-paridas produzem mais leite se recebem suplementação de teores moderados de gordura. Existe um corpo crescente de evidências, resumidas na Tabela 2, demonstrando que o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras em lactação também pode ser beneficiado por esta suplementação de gordura. As fontes de gorduras enriquecidas com ácidos graxos ômega-6 ou ômega-3 que escapam à degradação ruminal parecem ser as mais eficazes, mas outras gorduras com teores bastante reduzidos destes ácidos graxos tipo ômega também demonstram melhora das taxas de concepção em estudos isolados. Melhoras das taxas de parição resultantes da suplementação de gorduras foram associadas a: 1) elevação dos níveis de progesterona das vacas através de efeito sobre aumento do diâmetro do folículo dominante e corpo lúteo nos ovários, 2) produção de embriões de melhor qualidade e estímulo de sua maturação e 3) redução da mortalidade embrionária. O balanço negativo de ácido linoleico, constatado

através de modelagem recentemente desenvolvida, pode ser corrigido através de suplementação. O ácido linoleico tem efeitos pró-inflamatórios nas vacas prestes a parir, promovendo maior eficácia dos neutrófilos. As gorduras são fornecidas em níveis mínimos de 1,5% da matéria seca da dieta nos estudos em que se observaram melhoras das taxas de concepção. O fornecimento de níveis inferiores a estes pode ser benéfico, mas ainda não existem dados científicos para suportar esta hipótese. A sugestão é iniciar a suplementação de gorduras 40 dias antes do período de cobertura para elevar as probabilidades de concepção.

## REFERÊNCIAS

- Ambrose, D.J., C.T. Estill, M.G. Colazo, J.P. Kastelic and R. Corbett. 2006a. Conception rates and pregnancy losses in dairy cows fed a diet supplemented with rolled flaxseed. Proc 7th International Ruminant Reproduction Symposium, Wellington, New Zealand. abstract 50.
- Ambrose, D.J., J.P. Kastelic, R. Corbett, P.A. Pitney, H.V. Petit, J.A. Small, and P. Zalkovic. 2006b. Lower pregnancy losses in lactating dairy cows fed a diet enriched in  $\alpha$ -linolenic acid. J. Dairy Sci. 89:3066-3074.
- Ambrose, D.J., C.T. Estill, R. Rajamahendran, M.G. Colazo, J.P. Kastelic, M. Gordon, R. Corbett, N. Dinn, and D. Veira. 2007. Pregnancy establishment and loss in dairy cows fed a flaxseed-based ration: observations from two field trials. Proc. Canadian Nutr. Congress, Winnipeg, Canada. Page 63. Abstr.
- Armstrong, J.D., E.A. Goodall, F.J. Gordon, D.A. Rice and W.J. McCaughey. 1990. The effects of levels of concentrate offered and inclusion of maize gluten or fish meal in the concentrate on reproductive performance and blood parameter of dairy cows. Animal Production 50:1-10.
- Beam, S.W. and W.R. Butler. 1997. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. Biology of Reproduction 56:133-142.
- Bernal-Santos, G., J.W. Perfield II, D. M. Barbano, D.E. Bauman and T.R. Overton. 2003. Production responses of dairy cows to dietary supplementation with conjugated linoleic acid (CLA) during the transition period and early lactation. J. Dairy Sci. 86:3218-3228.
- Bilby, T.R., J. Block, B.C. Amaral, J.O. Filho, F.T. Silvestre, P.J. Hansen, C.R. Staples, and W.W. Thatcher. 2006d. Effects of dietary unsaturated fatty acids on oocyte quality and follicular development in lactating dairy cows in summer. J. Dairy Sci. 89:3891-3903.
- Bruckental, I., D. Dori, M. Kaim, H. Lehrer and Y. Folman. 1989. Effects of source and level of protein on milk yield and reproductive performance of high-producing primiparous and multiparous dairy cows. Animal Production. 48:319-329.
- Bruno, R.G.S., K.N. Galvao, S.O. Juchem, W.W. Thatcher, E.J. DePeters, D. Luchini, and J.E.P. Santos. 2004. Effect of Ca salts of palm and fish oils on lactation and reproduction of dairy cows under heat stress. J. Dairy Sci. 87(Suppl. 1):336.
- Burke, J.M., C.R. Staples, C.A. Risco, R.L. De La Sota and W.W. Thatcher. 1997. Effect of ruminant grade menhaden fish meal on reproductive and productive performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 80:3386-3398.
- Carroll, D.J., F.R. Hossain and M.R. Keller. 1994. Effect of supplemental fish meal on the lactation and reproductive performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 77:3058-3072.
- Carroll, D. J., M.J. Jerred, R.R. Grummer, D.K. Combs, R.A. Rierson, and E.R. Hauser. 1990. Effects of fat supplementation and immature alfalfa to concentrate ratio on plasma progesterone, energy balance, and reproductive traits of dairy cattle. J. Dairy Sci. 73:2855-2863.

- Castaneda-Gutierrez, E., T.R. Overton, W.R. Butler and D.E. Bauman. 2005. Dietary supplements of two doses of calcium salts of conjugated linoleic acid during the transition period and early lactation. *J. Dairy Sci.* 88:1078-1089.
- Cerri, R.L.A., R.G.S. Bruno, R.C. Chebel, K.N. Galvao, H. Rutgliano, S.O. Juchem, W.W. Thatcher, D. Lucini, and J.E.P. Santos. 2004. Effect of fat sources differing in fatty acid profile on fertilization rate and embryo quality in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87(Suppl. 1):297.
- Cullens, F.M. 2005. Effects of the timing of initiation of fat supplementation on productive and reproductive responses of periparturient dairy cows during summer. M.S. Thesis, University of Florida, Gainesville.
- Ferguson, J.D., D. Sklan, W.V. Chalupa, and D.S. Kronfeld. 1990. Effect of hard fats on in vitro and in vivo rumen fermentation, milk production, and reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:2864-2879.
- Frajblat, M. and W.R. Butler. 2003. Effect of dietary fat prepartum on first ovulation and reproductive performance in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86(Suppl. 1):119.
- Fuentes, M.C., S. Calsamiglia, C. Sanchez, A. Gonzalez, J.R. Newbold, J.E.P. Santos, L.M. Rodriguez-Alcala and J. Fontecha. 2008. Effect of extruded linseed on productive and reproductive performance of lactating dairy cows. *Livestock Sci.* 113:144-154.
- Garcia-Bojalil, C.M., C.R. Staples, C.A. Risco, J.D. Savio, and W.W. Thatcher. 1998. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: reproductive responses. *J. Dairy Sci.* 81:1385-1395.
- Hadley, G.L., C.A. Wolf, and S.B. Harsh. 2006. Dairy cattle culling patterns, explanations, and implications. *J. Dairy Sci.* 89:2286-2296.
- Holter, J.B., H.H. Hayes, W.E. Urban, Jr., and A.H. Duthie. 1992. Energy balance and lactation response in Holstein cows supplemented with cottonseed with or without calcium soap. *J. Dairy Sci.* 75:1480-1494.
- Juchem, S.O., R.L.A. Cerri, R. Bruno, K.N. Galvao, E.W. Lemos, M. Villasenor, A.C. Coscioni, H.M. Rutgliano, W.W. Thatcher, D. Luchini and J.E.P. Santos. 2004. Effect of feeding Ca salts of palm oil (PO) or a blend of linoleic and monoenoic trans fatty acids (LTFA) on uterine involution and reproductive performance in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 87(Suppl. 1):310.
- Lucy, M.C. 2001. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end? *J. Dairy Sci.* 84:1277-1293.
- Lucy, M.C., C.R. Staples, F.M. Michael, W.W. Thatcher, and D.J. Bolt. 1991. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F-2 $\alpha$ , luteinizing hormone, and follicular growth. *J. Dairy Sci.* 74:483-488.
- Lucy, M.C., C.R. Staples, W.W. Thatcher, P.S. Erickson, R.M. Cleale, J.L. Firkins, J.H. Clark, M.R. Murphy, and B.O. Brodie. 1992. Influence of diet composition, dry matter intake, milk production, and energy balance on time of post-partum ovulation and fertility in dairy cows. *Animal Production* 54:323-331.
- Lucy, M.C., R.L. de la Sota, C.R. Staples, and W.W. Thatcher. 1993. Ovarian follicular populations in lactating dairy cows treated with recombinant bovine somatotropin (Sometribove) or saline and fed diets differing in fat content and energy. *J. Dairy Sci.* 76: 1014-1027.
- Moate, P.J. W. Chalupa, T.C. Jenkins, and R.C. Boston. 2004. A model to describe ruminal metabolism and intestinal absorption of long chain fatty acids. *Anim. Feed Sci. Tech.* 112:79-105.
- McNamara, S., T. Butler, D.P. Ryan, J.F. Mee, P. Dillon, F.P. O'Mara, S.T. Butler, D. Anglesey, M. Rath, and J.J. Murphy. 2003. Effect of offering rumen-protected fat supplements on fertility and performance in spring-calving Holstein-Friesian cows. *Anim. Reprod. Sciences* 79:45-56.

- Oldick, B.S., C.R. Staples, W.W. Thatcher, and P. Gyawu. 1997. Abomasal infusion of glucose and fat – Effect on digestion, production, and ovarian and uterine functions of cows. *J. Dairy Sci.* 80:1315-1328.
- Peters, M.W. and J.R. Pursley. 2003. Timing of final GnRH of the Ovsynch protocol affects ovulatory follicle size, subsequent luteal function, and fertility in dairy cows. *Theriogenology* 60:1197-1204.
- Petit, H.V. and H. Twagiramungu. 2006. Conception rate and reproductive function of dairy cows fed different fat sources. *Theriogenology* 66:1316-1324.
- Petit, H.V., R.J. Dewhurst, J.G. Proulx, M. Khalid, W. Haresign and H. Twagiramungu, 2001. Milk production, milk composition, and reproductive function of dairy cows fed different fats. *Canadian J. Animal Sci.* 81:263-271.
- Petit, H.V., C. Germiquet, and D. Lebel. 2004. Effect of feeding whole, unprocessed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:3889-3898.
- Robinson, R.S., P.G.A. Pushpakumara, Z. Cheng, A.R. Peters, D.E.E. Abayasekara and D.C. Wathes. 2002. Effects of dietary polyunsaturated fatty acids on ovarian and uterine function in lactating dairy cows. *Reproduction* 124:119-131.
- Salfer, J.A., J.G. Linn, D.E. Otterby, and W.P. Hansen. 1995. Early lactation responses of Holstein cows fed a rumen inert fat prepartum, postpartum, or both. *J. Dairy Sci.* 78:368-377.
- Schneider, B.H., D. Sklan, W. Chalupa, and D.S. Kronfeld. 1988. Feeding calcium salts of fatty acids to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 71:2143-2150.
- Scott, T.A., R.D. Shaver, L. Zepeda, B. Yandell and T.R. Smith. 1995. Effects of rumen-inert fat on lactation, reproduction, and health of high producing Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 78:2435-2451.
- Silvestre, F.T., T.S.M. Carvalho, C. Crawford, J.E.P. Santos, C.R. Staples, and W.W. Thatcher. 2008a. Effects of Differential Supplementation of Calcium Salts of Fatty Acids (CSFAs) to Lactating Dairy Cows on Plasma Acute Phase Proteins and Leukocyte Responses: Phagocytic and Oxidative Burst, CD62L and CD18 Expression and Cytokine Production. *Soc. Study Repro. Abstr.*
- Silvestre, F.T., T.S.M. Carvalho, J.E.P. Santos, C.R. Staples, T.C. Jenkins, and W.W. Thatcher. 2008b. Effects of differential supplementation of Calcium salts of fatty acids (CSFAs) on dairy cows. *J. Anim. Sci. abstr.*
- Sklan, D., E. Bogin, Y. Avidar, and S. Gur-arie. 1989. Feeding calcium soaps of fatty acids to lactating cows: effect on production, body condition, and blood lipids. *J. Dairy Research* 56:675-681.
- Sklan, D., U. Moallem and Y. Folman. 1991. Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on production and reproductive responses in high producing lactating cows. *J. Dairy Sci.* 74:510-517.
- Sklan, D., M. Kaim, U. Moallem, and Y. Folman. 1994. Effect of dietary calcium soaps on milk yield, body weight, reproductive hormones, and fertility in first parity and older cows. *J. Dairy Sci.* 77:1652-1660.
- Son, J., R.J. Grant and L.L. Larson. 1996. Effects of tallow and escape protein on lactational and reproductive performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:822-830.
- Staples, C.R., M.C. Wiltbank, R.R. Grummer, J. Guenther, R. Sartori, F.J. Diaz, S. Bertics, R. Mattos and W.W. Thatcher. 2000. Effect of long chain fatty acids on lactation performance and reproductive tissues of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 83; Suppl. 1, 278.
- Thangavelu, G., M.G. Colazo, D.J. Ambrose, M. Oba, E.K. Okine, and M.K. Dyck. 2007. Diets enriched in unsaturated fatty acids enhance early embryonic development in lactating Holstein cows. *Therio.* 68:949-957.