

MANIPULAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DA GORDURA NO LEITE*

Introdução

A população mundial, atualmente com mais de 6 bilhões de pessoas, segue aumentando anualmente em 84 milhões, ou seja, a cada dia cresce em 230.000 pessoas. Ao mesmo tempo os recursos naturais do planeta, onde apenas 11% da área terrestre é agricultável, tornam-se cada vez mais escassos. Dos recursos de solo estimam-se perdas anuais de até 35 milhões de ha por devastação e erosão. Saliente-se que 99% da alimentação humana é obtida da área terrestre. Apesar dos recursos biológicos da natureza e os agrossistemas compreenderem cerca de 10 milhões de espécies nos reinos animal e vegetal, 60% da alimentação humana provém das culturas de arroz, trigo e milho. Todavia, a dieta do homem, como ser omnívoro, não pode prescindir da proteína de origem animal por essa apresentar maior valor biológico que a proteína vegetal, ou seja, maior concentração de aminoácidos essenciais (Mühlbach, 2004).

Valor nutritivo do leite

A busca por auto-suficiência na produção de leite é grande prioridade nos países desenvolvidos, face ao elevado valor nutricional desse alimento o qual 1 litro tem 700 kcal (demanda adulto: ± 2.400 kcal/dia) além de fornecer ao adulto:

- 100% da exigência diária de Ca, P e K;
- 37% da exigência diária de vit. A;
- 33% da exigência diária de vit. B₁;
- 106% da exigência diária de vit. B₂ (riboflavina);
- 16% da exigência diária de vit. B₆;
- 129% da exigência diária de vit. B₁₂ (Mühlbach, 2004).

Contudo, em contraste com essas características, salienta-se o perfil de consumo de bebidas no Brasil que segundo dados da Revista Veja (01/03/2000) é o seguinte:

- 1 copo de refrigerante a cada 1,5 dia;
- 1 copo de cerveja a cada 2 dias;
- 1 copo de suco de laranja a cada 5 dias;
- 1 copo de água mineral a cada 7 dias;

* Seminário apresentado pelo aluno Dari Celestino Alves Filho na disciplina BIOQUÍMICA DO TECIDO ANIMAL, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no primeiro semestre de 2005. Professor responsável pela disciplina: Félix H. D. González.

- 1 copo de leite a cada 24 dias.

Diante do baixo nível de consumo *per capita*, conclui-se que existe um grande potencial de crescimento do mercado brasileiro, que na atualidade ainda não é auto-suficiente em produção leiteira. Diante desse quadro, a qualidade do leite como alimento e matéria prima para a indústria de laticínios é uma importante ferramenta que pode modificar o perfil dessa cadeia produtiva.

O rúmen e a produção de leite

Segundo Mühlbach (2004), existe uma regra fundamental na alimentação da vaca leiteira: a quantidade de concentrado não pode exceder a metade do total de MS consumida pelo animal, ou seja, a relação volumoso:concentrado deve ser de, no mínimo, 50:50. O atendimento dessa regra possibilita o funcionamento normal do rúmen, pois essa quantidade mínima de volumoso (fibra vegetal) é necessária para manter a ruminação do animal. De modo geral, a vaca leiteira deve ruminar pelo menos 8 horas por dia, em vários períodos após as refeições, pois a ruminação aumenta a produção de saliva, que ajuda a regular as condições de fermentação no rúmen, isto é, controlar o pH. Um valor de pH acima de 6,0 favorece a fermentação da fibra do volumoso, que é o alimento mais barato da dieta, e quanto melhor a fermentação da fibra no rúmen, tanto mais volumoso (e concentrado) o animal poderá ingerir, e, em decorrência, tanto melhor poderá ser a produção de leite (Tabela 1).

Tabela 1: Efeito da proporção volumoso:concentrado sobre a fermentação no rúmen

-----% da MS -----				Mastigação	pH	-----% molar-----		Relação
Volumoso	Concentrado	FDN	FDA	(min/dia)	rúmen	Acético	Propiônico	molar
100	0	65	41	960	7,0a	70	18	3,9
80	20	55	34	940	6,6a	67	20	3,4
60	40	45	27	900	6,2a	64	22	2,9
40	60	34	20	820	5,8	58	28	2,1b
20	80	24	13	660	5,4	48	34	1,4b
0	100	14	6	340	5,0	36	45	0,8b

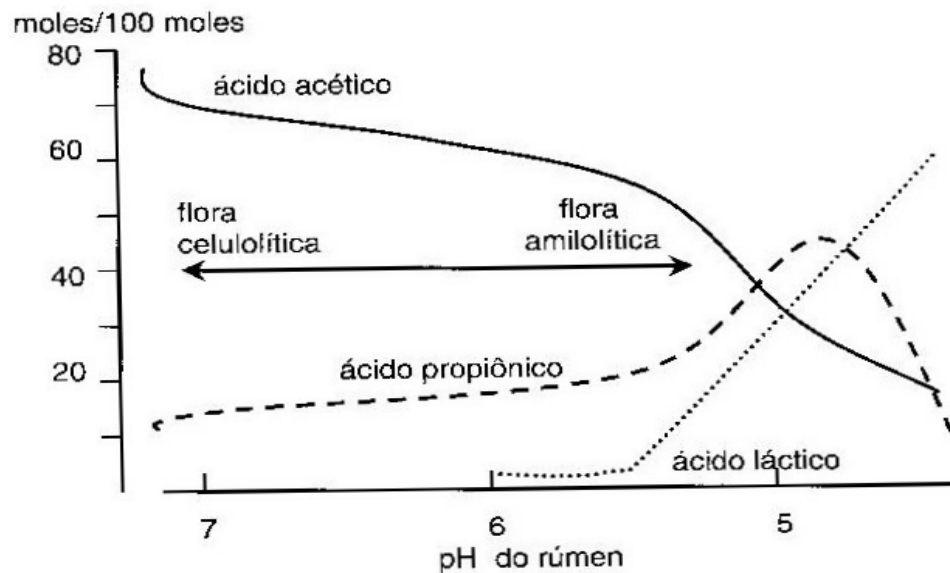
^a faixa de pH adequada para a fermentação da celulose

^b relação molar que causa queda da % de gordura no leite

Fonte: Bachman (1992)

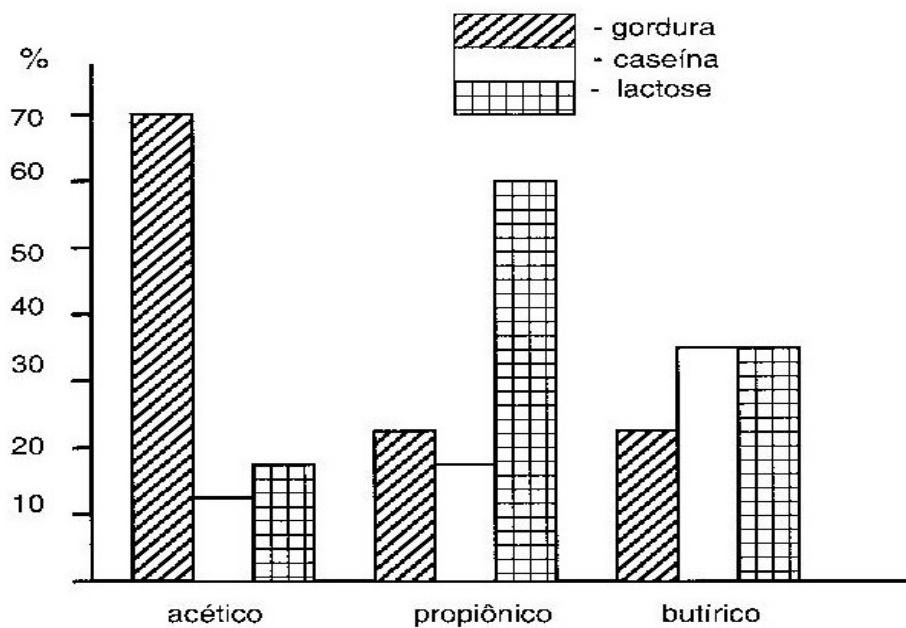
O consumo adequado de volumoso também garante um teor normal de gordura no leite, pois com a fermentação da fibra no rúmen são produzidos os ácidos acético e butírico, dos quais é

formada no úbere 50% da gordura do leite. Na medida em que se aumenta o fornecimento de concentrado na dieta ocorrem alterações da fermentação no rúmen, com aumento da produção de ácido propiônico e, proporcionalmente, uma diminuição dos ácidos acético e butírico (Figuras 1 e 2).



Fonte: Mühlbach (2004)

Figura 1: pH do rúmen e sua relação com as proporções entre os ácidos acético, propiônico e láctico



Fonte: Mühlbach (2004)

Figura 2: Utilização dos ácidos graxos voláteis na formação dos componentes orgânicos do leite

Quanto mais ácido propiônico é absorvido do rúmen, maior é a produção de leite, pois esse ácido é utilizado pelo organismo do animal para produzir a lactose do leite, e quanto mais lactose (cujo teor no leite tem pouca variação), tanto maior a produção de leite. Na prática observa-se que, com o aumento no fornecimento de concentrado, aumenta a produção de leite, com queda no teor de gordura.

Dentro do nível aceitável de até 50% de concentrado na MS total ingerida, apesar da diminuição na percentagem de gordura, não há necessariamente diminuição da produção de gordura (litros de leite multiplicados pelo teor de gordura). Contudo, na situação de excesso de concentrado, o teor de gordura cai excessivamente (abaixo de 2,8%) além de diminuir o consumo de alimento e a produção de leite.

Quantidades de concentrado, acima de 50% na MS da dieta, causam uma fermentação intensa no rúmen que resulta num aumento da produção de ácidos (queda muito forte do pH, acidose subclínica), e, eventualmente, até na produção e acúmulo de ácido láctico no rúmen, que é um ácido forte e pode levar a uma situação de acidose aguda, quando o animal simplesmente pára de comer.

No caso de acidose subclínica o pH do rúmen está grande parte do tempo abaixo de 6,0, o que retarda a fermentação do alimento volumoso, prejudica a biossíntese de proteína bacteriana e, para garantir a produção almejada de leite, o consumo máximo de alimentos não é alcançado.

Se o volumoso é de baixa qualidade (teor de FDN acima de 60%), sua fermentação no rúmen é muito lenta e seu consumo é baixo, o que limita também o consumo total de MS. Ao se aumentar o fornecimento de concentrado, na tentativa de compensar a baixa qualidade de volumoso, excede-se, assim, seu limite de 50% na MS. Em consequência, cria-se uma situação totalmente desfavorável, pois o excesso de concentrado (em relação ao baixo consumo do volumoso) é nocivo à saúde do rúmen (acidose), resulta numa queda do teor de gordura, sem um retorno econômico em produção de leite.

Segundo pesquisa mais recente (NRC, 2001), a queda do teor de gordura do leite seria devida à presença de duas condições no rúmen: não somente uma fermentação anormal, com diminuição do pH e relação acético : propiônico inferior a 3, devido ao excesso de concentrado mas também consequência da presença de gordura insaturada na dieta.

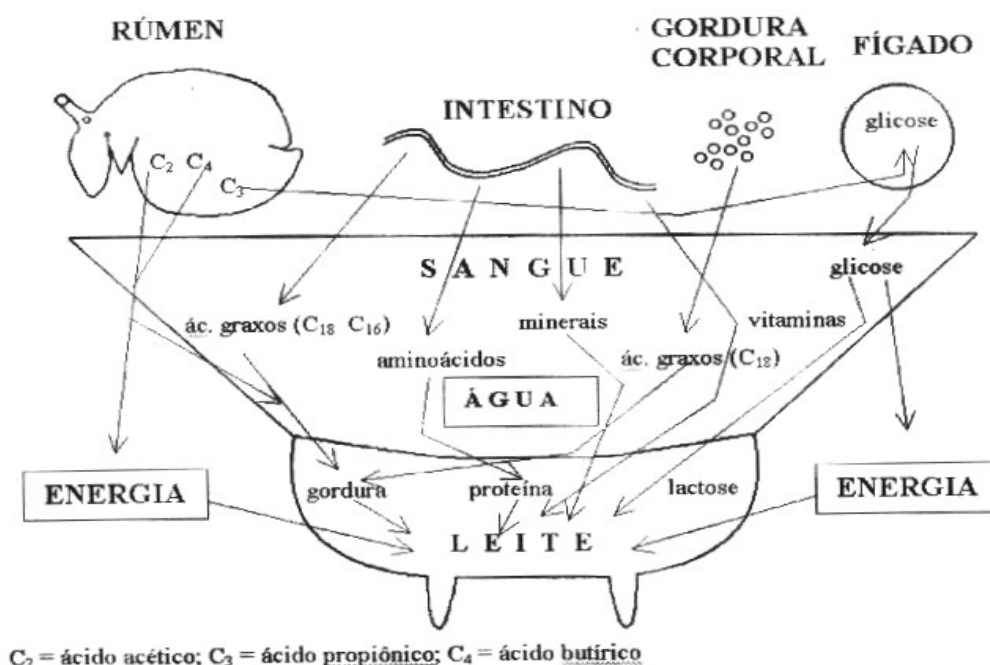
Em situação anormal de fermentação em decorrência de: falta de fibra efetiva; excesso de concentrado; ou excesso de ácidos poli-insaturados na dieta, resulta no acúmulo do ácido graxo trans-10-C18:1 nas rotas metabólicas no rúmen e sua absorção a nível intestinal diminui certas atividades enzimáticas no úbere, com prejuízo na síntese de ácidos graxos com menos de 16 carbonos, que tem o ácido acético como principal precursor, e, em consequência, cai o teor de gordura do leite.

Qualidade do leite

Os fatores nutricionais são os que podem ser controlados de modo mais direto e em prazo relativamente curto, mas demandam um conhecimento mais aprofundado, já que afetam não somente a fermentação no rúmen como também o metabolismo geral do animal e a secreção de leite no úbere.

Dos componentes do leite o teor de gordura é o que mais pode variar em função da alimentação, de modo geral, diminuindo com o aumento no volume de produção. Alterações no teor de gordura podem informar sobre a fermentação no rúmen, as condições de saúde da vaca e funcionamento do manejo alimentar. O teor de proteína também pode ser afetado, porém em menor grau enquanto que o teor de lactose é o menos influenciado.

Os principais componentes do leite, a lactose, as proteínas e a gordura são sintetizadas nas células que formam os alvéolos da glândula mamária, a partir de substâncias extraídas do sangue. Parte da gordura do leite é formada a partir dos precursores, ácido acético e butírico, produzidos no rúmen e partir dos ácidos graxos com mais de 16 carbonos absorvidos no intestino ou mobilizados das reservas corporais. Uma parte dos ácidos graxos do leite são sintetizados na glândula mamária e outra parte significativa (35-75%) provém dos ácidos graxos do sangue. Aproximadamente 44% da gordura do leite provém de triglicerídeos ingeridos pela vaca, o restante provém de síntese endógena (González & Silva, 2003).



Fonte: Schmidt & Van Vleck (1974)

Figura 3: Precursores para a síntese do leite no ruminante.

A proteína do leite tem sua origem nos aminoácidos absorvidos no intestino, provenientes por sua vez, em maior parte, da proteína microbiana formada no rúmen e da proteína da dieta não degradada no rúmen, disponível no intestino. A lactose é o açúcar do leite que é sintetizado a partir da glicose produzida no fígado pelo aproveitamento do ácido propiônico absorvido no rúmen e pela transformação de certos aminoácidos.

Conforme o esquema apresentado na Figura 3 pode-se verificar que as transformações que ocorrem no rúmen, e que dependem da composição da dieta, são de grande importância na produção e composição do leite. Além disso, o processo de absorção nos intestinos, o metabolismo no fígado e a mobilização das reservas corporais participam do fornecimento de nutrientes e de precursores, através do sangue, para a síntese do leite na glândula mamária.

A produção de leite em quantidade e qualidade depende principalmente do aporte adequado de proteína e energia na dieta da vaca em lactação. A energia necessária para o metabolismo dos animais ruminantes provém basicamente dos ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico) produzidos no rúmen pela fermentação dos diferentes alimentos e, dependendo da composição da dieta, ocorrerá uma variação entre a proporção dos ácidos graxos acético e butírico, que são metabólitos precursores de parte da gordura do leite e o ácido propiônico, que é o precursor da lactose do leite e o responsável pelo volume de leite. Assim, os efeitos do aporte de energia na dieta podem ser variáveis, ora afetando o teor de gordura, ora influenciando a quantidade de leite.

De modo geral, a subnutrição energético-proteica reduz tanto a quantidade de leite quanto o teor de gordura. Quando, nesse caso, o animal apresentar perda de peso, mobilizando reservas de gordura para sustentar a produção de leite, o que é mais visível em animais de melhor genética, poderá surgir um quadro de cetose. Os corpos cetônicos (ácido aceto-acético e β -hidróxi-butírico) aumentam sua concentração no sangue e urina, como também no leite, podendo daí serem erroneamente medidos como “gordura” do leite.

Uma deficiência protéica na dieta pode ter efeito variável sobre o teor de gordura do leite: se o teor de gordura anterior à deficiência protéica for normal, de acordo com o padrão racial da vaca, tenderá a haver uma redução, especialmente se isso ocorrer nas primeiras semanas de lactação; caso o teor de gordura já estiver inferior a 3% a deficiência protéica não surtirá maior efeito depressivo sobre o mesmo (Kirchgeßner et al., 1965).

Em consequência pode-se extrapolar que a produção dos componentes do leite deriva de duas fontes:

- 1) um processo de filtração de precursores provenientes do sangue, que reflete não só o metabolismo endógeno onde há uma dinâmica de mobilização de nutrientes, como também a incorporação de nutrientes derivados da alimentação;

2) um processo de síntese interna da glândula mamária onde são utilizados precursores filtrados e que implica processos de expressão genética e de saúde deste órgão e do animal com um todo (González, 2004).

Manejo nutricional vs gordura no leite

O manejo nutricional energético é prioridade em vacas em início de lactação. As técnicas tradicionais incluem estratégias de manejo para maximizar o consumo de alimentos em animais recém-paridos através da avaliação da condição corporal adequada ao parto e do manejo alimentar após o parto (Bauman et al., 2004). As estratégias alimentares incluem aumento na densidade energética da dieta pela substituição parcial de forragens por concentrados de densidade energética maior, por suplementação com gordura assim como pela utilização de ferramentas nutricionais como propilenoglicol, niacina e colina (Grummer, 1995; Overton & Waldron, 2004).

A produção da gordura do leite representa aproximadamente 59% da EL_L (NRC, 2001); logo, contribui significativamente com o balanço energético negativo. Considerando-se que a diminuição da gordura do leite tornou-a um componente com custo razoável no mercado, uma nova estratégia para conservar-se a energia no início da lactação pode ser considerada. A redução estratégica da gordura do leite durante o período de balanço energético característico do início da lactação em vacas leiteiras, pode melhorar o *status* energético do animal, tendo ainda o potencial de reduzir a mobilização tecidual, melhorar o desempenho reprodutivo e aumentar a produção leiteira mantendo o animal saudável (Grinari et al., 2004).

Sob outro prisma o balanço energético negativo, fator de desencadeamento da cetose, prova uma série de atividades metabólicas nos diferentes tecidos, que trazem como consequência a glicogenólise, a gliconeogênese e a lipomobilização.

O balanço energético negativo utiliza os mesmos mecanismos de compensação sem importar se o desequilíbrio provém do déficit entre ingestão e gasto energético no início de lactação ou de um jejum forçado dos animais. Em qualquer caso, a lipomobilização vai contribuir para aumentar os ácidos graxos circulantes, precursores da gordura Láctea, e para elevar o teor butirométrico do leite.

Em todos esses casos, a consequência sobre a quantidade e o tipo de gordura do leite tem uma resposta similar, dependendo da sua intensidade, da duração ou da gravidade dos processos patológicos. O efeito sobre a gordura do leite será um aumento de ácidos graxos de cadeia longa provenientes da lipomobilização e, simultaneamente, uma diminuição na síntese dos ácidos graxos de cadeia curta pelo menor aporte de precursores à glândula mamária.

Apesar de a adequada nutrição ser crítica durante o período de início da lactação, é concebível que uma estratégia nutricional que visa a diminuição da síntese da gordura poderia

conservar a energia e ajudar a vaca a adaptar-se sem que houvesse comprometimento de sua saúde, reprodução ou produção de leite. A redução na gordura do leite levaria á melhora do *status* energético, isto é, mobilização de reservas, funções reprodutivas e potencial de produção (pico de produção leiteira).

A redução na gordura do leite com manutenção do consumo de alimentos e produção de outros componentes do leite pode ser obtida pela suplementação alimentar com RP-CLA. A diminuição nas necessidades energéticas de lactação pode resultar em menor mobilização da gordura corporal, que pode ser crítica em uma vaca que está no limite de suas funções hepáticas. A excessiva mobilização de tecidos pode desencadear o desenvolvimento de fígado gordo (Grummer, 1993).

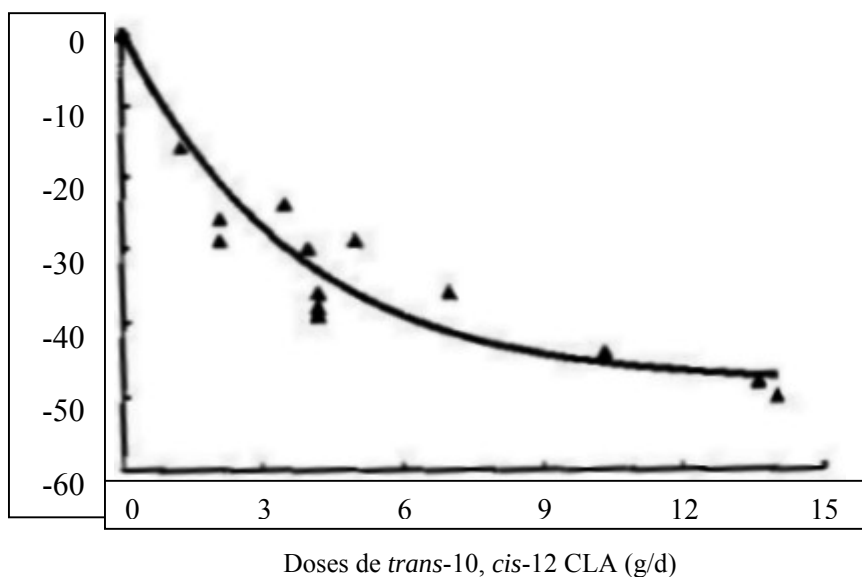
Inibidores da gordura do leite

Em revisão realizada por Bauman & Griinari (2003) verificaram que Powell (1939) foi o primeiro a reconhecer que alterações nos processos microbianos ruminais eram a base comum para todas as condições de redução na gordura do leite, porém possíveis inibidores específicos formados no rúmen não foram estudados até que o papel dos ácidos graxos *trans* na queda da gordura Láctea fosse testada, através da utilização dietética de óleos vegetais hidrogenados que continham ácidos graxos *trans*.

Grande parte das teorias propostas para a queda de gordura do leite deve-se à baixa quantidade de precursores lipídicos, baseadas em observações de reduzida produção de acetato e butirato e aumento na formação de propionato quando da utilização de baixa fibra na dieta.

O efeito do aumento da produção de propionato sobre a síntese do leite é geralmente relacionado como mediado pela indução da troca de substâncias lipogênicas induzidas pela insulina. Propionato e glicose estimulam a liberação de insulina (Sutton, 1985), sugerindo-se que o aumento na secreção de insulina resultante da ingestão da baixa quantidade de fibra reduziria a liberação de ácidos graxos do tecido adiposo, assim reduzindo o suprimento de lipídios a glândula mamária. A insulina também estimula o uso de acetato e butirato para a síntese de lipídios nos tecidos adiposos. A este conjunto de fatos denominou-se de teoria insulínica.

Ácidos graxos *trans* são formados como intermediários na biohidrogenação de ácidos graxos insaturados liberados pela digestão ruminal, Davis & Brown (1970) foram os primeiros a descrever uma possível relação entre ácidos graxos *trans* C18:1 e a redução na gordura do leite. O *trans*-11 18:1 é o principal ácido graxo *trans* C18:1 presente na gordura do leite, todavia a queda de gordura leite está relacionada com o aumento do ácido graxo *trans*-10 18:1, em vez do isômero *trans*-10 18:1 (Griinari et al., 1999). Esta afirmação pode ser constatada na Figura 4.



Fonte: Griinari et al. (2004)

Figura 4: Relações entre mudanças na produção de gordura no leite e doses de *trans*-10, *cis*-12 CLA infundidos abomasalmente em vacas em lactação. Pontos derivados de sete estudos

Segundo González (2004) esse fenômeno é chamado de Síndrome de depressão gordura, no qual todos os ácidos graxos de cadeia longa que fazem parte da gordura do leite provém da biohidrogenação no rúmen, sendo que a bactéria *Butyvirio fabrisolvens* altera a síntese de alguns isômeros do ácido linolênico conjugado (CLA). A enzima Δ^9 -desaturase presente na glândula mamária não consegue mudar o isômero *trans*-10, *cis*-12, que altera o isômero biologicamente ativo *cis*-9, *trans*-11, afetando a síntese de gordura na glândula mamária e ocasionando um valor diminuído na porcentagem de gordura no leite.

Ácido linolênico conjugado (CLA)

CLA é um termo que descreve os isômeros geométricos do ácido linoléico, a conjugação da ligação dupla é geralmente nas posições 9 e 11 ou 10 e 12, podendo ser configuração *cis* ou *trans* (Ip et al., 1994). Mais de 80% do CLA presente nos produtos lácteos está na forma de isômeros *cis*-9 e *trans*-11.

Ácidos graxos com insaturação conjugada não são normalmente constituintes da dieta do rebanho leiteiro, porém a adição de ácidos graxos insaturados na dieta de vacas lactantes pode aumentar de forma natural o CLA e diminuir o teor de gordura no leite, melhorando assim a imagem dos produtos lácteos junto ao consumidor, uma vez que este está preferindo os alimentos que possuem menor teor de gordura e sem aditivos, como adição de CLA de forma artificial (Santos et al., 2001).

Ao utilizar uma suplementação de gordura, deve-se levar em conta que normalmente as dietas de ruminantes contêm cerca de 3% de lipídios para que haja um efeito mínimo na

fermentação ruminal, já que gorduras insaturadas possuem efeitos inibitórios sobre microorganismos celulolíticos.

Apesar dessa limitações, a adição de fontes suplementares de lipídios em especial de cadeia longa, tem grande influência na elevação da concentração dos mesmos na gordura do leite, após sofrer ou não biohidrogenação por ação microbiana no rúmen (Santos et al., 2001).

Percebe-se na Tabela 2 que ao fornecer lipídios ricos em ácidos graxos insaturados na dieta, há uma diminuição no teor de ácidos graxos saturados no leite. Esta resposta deve-se ao fato de parte dos ácidos graxos insaturados escapar do processo de biohidrogenação ruminal, sendo absorvido diretamente pelo intestino delgado, associado ao fato da redução dos ácidos graxos de cadeia curta, devido ao menor suprimento dos ácidos acético e butírico.

Tabela 2: Valores percentuais de ácidos graxos agrupados na gordura do leite (g/100 g de gordura).

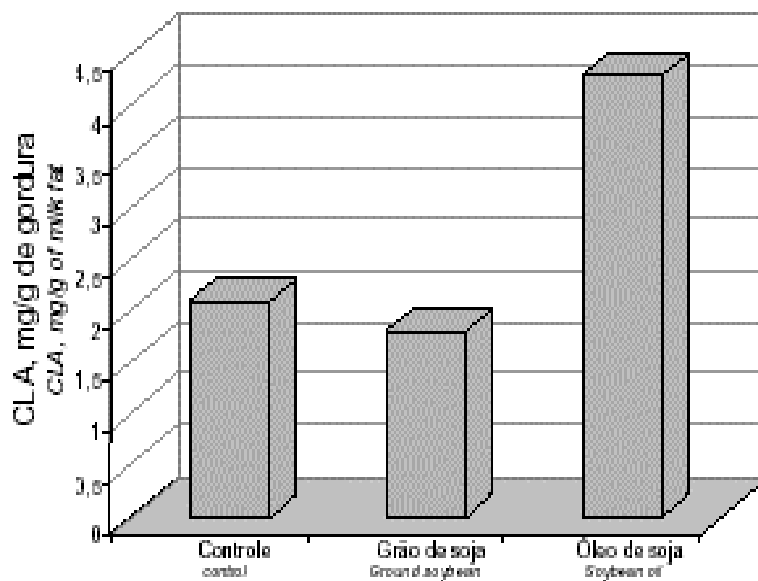
Ácido graxo	Tratamentos			Contraste	
	Controle	Grão de soja	Óleo de soja	L1	L2
Insaturados	28,9	35,4	34,1	0,09	0,71
Saturados	56,0	52,5	46,0	0,05	0,09
Cadeia curta	16,7	13,8	12,2	0,01	0,26
Cadeia longa	36,1	46,4	44,5	0,06	0,70

Fonte: Santos et al. (2001)

São resultados favoráveis sob o ponto de vista comercial, na atualidade os consumidores estão preocupados com relação a sua saúde, e o aumento de ácidos graxos insaturados, juntamente com a redução dos saturados, é favorável à redução do colesterol sanguíneo no homem.

Os mesmos autores verificaram que a adição do grão de soja aumenta os teores de ácido linoléico e linolênico no leite, quando comparado ao óleo de soja, sendo este fato explicado, provavelmente, pela proteção dos lipídios na matriz protéica da soja, diminuindo seu contato com os microorganismos ruminais. Esta mesma condição permitiu aumento significativo do CLA quando utilizou-se óleo de soja como suplemento (Figura 5).

Esta ocorrência deve-se ao fato desses ácidos linoléico e linolênico estarem mais disponíveis para serem biohidrogenados e, assim, formarem o CLA, durante a fase de isomerização.



Fonte: Santos et al. (2001)

Figura 5: Efeito da suplementação de lipídeos sobre o nível de CLA no leite

Benefícios do CLA

A maioria das substâncias naturais que exibem atividade anti-carcinogênicas é originada de plantas, sendo o CLA uma exceção (Parodi, 1994), sendo considerado na atualidade um importante elemento na estratégia de prevenção do câncer.

O CLA está usualmente entre os compostos anti-carcinogênicos que atuam reduzindo tanto a incidência de tumor em modelos experimentais de carcinogênese em ratos, com agentes citotóxicos existentes nas células cancerígenas.

Entre outras características benéficas à saúde citam-se:

- Propriedade hipocolesterolêmica (Kelly & Bauman, 1996);
- Mecanismo antioxidante (Banni et al., 1995);
- Inibição da síntese de nucleotídeo (Schultz et al., 1992);
- Redução da atividade proliferativa (Ip et al., 1994);
- Inibição da formação de DNA tumoral (Zu & Schut, 1992);
- Inibição da ativação da carcinogênese (Parodi, 1997).

Importância dos aminoácidos

Os ruminantes necessitam de aminoácidos para as atividades de síntese de proteína em vários tecidos e síntese de produtos como leite, carne, lã etc. Podem também ser necessários para maximizar a eficiência do crescimento microbiano no rúmen (Sancanari et al., 2001)

A quantidade e qualidade dos aminoácidos que chegam ao intestino delgado dos ruminantes resulta daqueles oriundos da proteína microbiana do rúmen e da fração protéica alimentar não-degradada no rúmen e parece ter perfil variável. Entretanto, a proteína microbiana sintetizada pode não suprir quantidades suficientes de aminoácidos para atender o requerimento de vacas leiteiras produzindo grandes quantidades de leite (Polan et al., 1991). A grande demanda de aminoácidos na glândula mamária corresponde aos aminoácidos extraídos do sangue. Existem poucas informações sobre qual aminoácido pode ser limitante ou co-limitante para a produção de leite. Apesar das poucas informações sobre os aminoácidos limitantes para ruminantes, a metionina é indicada como o primeiro aminoácido limitante na síntese de leite (Buttery & Foulds, 1985).

Diversos trabalhos demonstram aumentos significativos no teor de gordura do leite, no entanto, a resposta parece ser altamente dependente do nível de proteína da dieta, dos requerimentos dos animais e dos ingredientes utilizados na composição da dieta. A maior resposta tem ocorrido em animais alimentados com dietas de baixa proteína e quando alta proporção da dieta é suprida por produtos a base de soja (Schwab et al., 1976).

Estudos demonstram que o teor de gordura no leite pode ser aumentado quando é fornecido aminoácido protegido da degradação ruminal (Sancanari et al., 2001), esta proteção possibilita o aumento da concentração plasmática de ácidos graxos não-esterificados, permitindo que mais ácidos graxos sejam extraídos pela glândula mamária e incorporados à gordura do leite (Bremmer et al., 1997).

Alguns autores salientam que em alguns casos a suplementação com aminoácidos não reflete em aumento significativo da produção média de leite, mas permite aumentar o teor médio de gordura do leite, sugerindo que o efeito está mais associado a mudanças na composição do que na produção de leite. Este resultado é de grande importância econômica, quando se considera a remuneração do leite por qualidade, e não mais por quantidade.

Síndromes específicas de alteração do leite

Síndrome do leite anormal (SILA)

González (2004) descreve a SILA como uma definição criada por pesquisadores cubanos do Centro Nacional de Sanidade Animal (Censa) para descrever uma série de alterações nas propriedades físico-químicas do leite (acidez positivo, prova do álcool positiva), causadas por transtornos fisiológicos, metabólicos e/ou nutricionais, com implicações nos mecanismos de síntese e secreção láctea em nível da glândula mamária, e que levam à perda do valor do leite para o tratamento industrial. A situação é observada em especial, durante a época da seca, com duas situações que ocorrem concomitantemente: estresse calórico e suplementação com subprodutos de cana. A SILA caracteriza-se por diminuição nos sólidos do leite, diminuição na

sua estabilidade térmica e na sua capacidade tamponante e alterações na aptidão para o processamento industrial.

A síndrome é considerada um fenômeno de causa multifatorial e ainda não muito bem identificado em todos os casos. Os desbalanços em energia e proteína associados às características da ração, com implicações no ambiente ruminal e comprometimento do metabolismo geral (acidose), são os fatores de maior consideração no caso de Cuba. A síndrome aumenta em gado de alto potencial genético e em épocas de estresse nutricional e/ou calórico. Nos quadros de SILA, as limitações de energia disponível no tecido epitelial mamário afetam a síntese e secreção dos componentes lácteos, fundamentalmente de caseína, lactose e os principais macrominerais implicados nesses processos, basicamente fósforo e magnésio. É provável que esse fenômeno possa ser potencializado por causas genéticas, associadas aos tipos de K-caseínas e outras proteínas lácteas.

No caso mais geral de Cuba, a diminuição no consumo de carboidratos facilmente fermentáveis, o aumento de forragem verde, o aumento de proteína verdadeira, de preferência *by-pass*, e o uso de substâncias reguladoras do ambiente ruminal, produzem uma recuperação entre 7-21 dias após as mudanças na alimentação.

Leite instável não ácido (LINA)

O leite instável não ácido (Lina) é um problema que acomete rebanhos leiteiros e que se caracteriza por apresentar alterações nas características físico-químicas do leite. A principal alteração identificada é a perda da estabilidade da caseína ao teste do álcool, resultando em precipitação positiva, sem haver acidez acima de 18°D.

O teste do álcool é utilizado pelas indústrias lácteas para avaliar a qualidade do leite nas unidades de produção leiteira, e as amostras de leite positivas são descartadas por não serem consideradas aptas aos processos de beneficiamento. Resultados positivos ao teste do álcool (precipitação) podem ocorrer devido à redução de pH pela fermentação da lactose até a produção de ácido láctico, resultando na instabilidade da proteína, ou, no caso, de Lina.

As causas da instabilidade ainda não estão totalmente esclarecidas. Há indicações de que a instabilidade do leite esteja relacionada com dietas ricas em cálcio, deficiências ou desequilíbrio mineral (Barros, 2001), mudanças bruscas na dieta (Barros, 2001), deficiência de energia (Ponce Ceballo & Hernández, 2001), subnutrição e genética (Zanella, 2004).

Considerações finais

Pode-se concluir que a composição do leite pode ser amplamente afetada pela nutrição da vaca leiteira. A composição da dieta influi na fermentação do rúmen e os produtos dessa fermentação não somente provêm o animal com a energia necessária para o seu metabolismo,

como também disponibilizam os principais precursores para a síntese da gordura, da proteína e da lactose do leite.

O teor de gordura do leite tende a baixar não somente quando há uma situação de carência alimentar, mas também quando há um desequilíbrio alimentar, com excesso de concentrado e/ou gordura insaturada na dieta, afetando o pH do rúmen, a fermentação da fibra vegetal e a proporção entre os ácidos acético e butírico, precursores da gordura, em relação ao ácido propiônico, precursor da lactose. A alimentação da vaca leiteira com volumoso de boa qualidade (FDN < 55%) otimiza a fermentação no rúmen e propicia maior consumo de MS e do concentrado.

A queda do teor de gordura pode servir de alerta para eventuais disfunções no rúmen especialmente quando, para atender às exigências de altas produções de leite, são usadas grandes quantidades de concentrados rapidamente fermentáveis no rúmen, ou quando, erroneamente, se busca compensar a baixa qualidade do alimento volumoso oferecendo mais concentrado.

Recomendações gerais de boas práticas de manejo

Na Tabela 4 encontram-se resumidamente algumas considerações a respeito de prática de manejo adotada e o seu reflexo na qualidade do leite.

Tabela 4: Resumo dos efeitos do manejo alimentar e nutricional sobre os teores de gordura e de proteína do leite.

Manejo	Teor de gordura	Teor de proteína
↑ consumo (FDN<60%)	↑	↑ 2 a 3 décimos
> N° de refeições	↑ 2 a 3 décimos	pode ↑ um pouco
Deficiência de energia	Efeito reduzido	↓ 1 a 4 décimos
Muito GRF (>45%)	↓ 1 pto %	↑ 1 a 2 décimos
Tamanho picado (< 1cm)	↓ 1 pto %	↑ 2 a 3 décimos
↑ Teor de proteína	Sem efeito	↑ Se era deficiente
↓ Teor de proteína	Sem efeito	↓ Em dieta deficiente
PNDR (35 a 40% da PB)	Sem efeito	↑ Se era deficiente
Supl. Gordura (7-8%)	Efeito variável	↓ 1 a 2 décimos

Fonte: Mühlbach (2003).

Referências bibliográficas

- BACHMAN, K.C. **Managing milk composition**. In: Large Dairy Herd Management. 1992, p.336-346.
- BANNI, S.; DAY, B.W.; EVANS, R.W. et al. Detection of conjugated diene isomers of linoleic acid in liver lipids of rats fed a choline-devoid diet indicates that the diet does not cause lipoperoxidation. **Journal Nutrition Biochemistry**, v.6, p.281-289, 1995.
- BARROS, L. Transtornos metabólicos que afetam a qualidade do leite. In: GONZÁLEZ, F.D. et al. **Uso do leite para monitorar a nutrição e metabolismo de vaca leiteiras**. Porto Alegre, UFRGS, 2001, p. 44-57.
- BAUMAN, D.E. et al. Nutrient partitioning and milk yield: constraints and opportunities in the 21^o century. In: **Proc. Cornell Nutr. Conf.** Ithaca, NY. 2004.
- BAUMAN, D.E.; GRINARI, J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, v.23, p.203-227, 2003.
- BREMMER, D.R.; OVERTON, T.R.; CLARK, J.H. Production and composition of milk from jersey cows administered bovine somatotropin and fed ruminally protected amino acids. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1374-1380, 1997.
- BUTTERY, P.J.; FOULDS, A.N. Amino acid requirements of ruminants. In: HARESING, W. **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths, 1985, p. 261.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Pode o leite refletir o metabolismo da vaca? In: DÜRR, J.W.; CARVALHO, M.P. de; SANTOS, M.V dos. **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UPF Editora, 2004. p.195-209.
- GONZÁLEZ, F.H.D; SILVA, S.C. da. **Introdução a Bioquímica Clínica Veterinária**. Porto Alegre: UFRGS. 2003, 198 p.
- GRINARI, J.M. et al. Variation of milk fat concentration of conjugated linoleic and milk fat percentage is associated with a change in ruminal biohydrogenation. **Journal of Animal Science**, v.77 (Supl.1), p.117-118, 1999.
- GRINARI, J.M; BAUMAN, D.E.; CASTAÑEDA-GUTIÉRREZ, E. Novos conceitos relacionados à manipulação da gordura do leite. In: DÜRR, J.W.; CARVALHO, M.P. de; SANTOS, M.V dos. **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UPF Editora, 2004. p.210-234.
- GRUMMER, R.R. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3882-3896, 1993.
- GRUMMER, R.R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2820-2833, 1995.
- IP, C.; SINGH, M. THOMPSON, H.J. et al. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. **Cancer Res.**, v.54, p.1212-1215, 1994.
- KAUFMANN, W. et al. Adaptation to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. In: **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants**. 1979, p. 587-602.
- KELLY, M.L.; BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid: a potent anticarcinogen found in milk fat. **Proc. Cornell Nutr. Conf.**, Ithaca NY, 1996, p. 68-74.
- KIRCHGESSER, M. et al. **Fütterung und Milchezusammensetzung**. BLV. 1965, 292 p.
- MÜHLBACH, P.R.F. Nutrição da vaca em lactação e a qualidade do leite. In: I Simpósio de Bovinocultura de Leite (09 e 10 setembro 2003). **Anais...** Chapecó: SC, 2003, p. 25-43.
- MÜHLBACH, P.R.F. **Produção e manejo de bovinos de leite**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 119p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 2001, 381 p.
- OVERTON, T.R.; WALDRON, M.R. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. **Journal Dairy Science**, v.87, p.E105-119E, 2004.
- PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid: anticarcinogenic fatty acid present in milk. **Australian Dairy Technology**, v.49, p.93-97, 1994.

- PARODI, P.W. Cows' milk fat components as potential anticarcinogenic agent. **Journal Nutrition**, v.127, p.1055-1060, 1997.
- POLAN, C.E.; CUMMINS, K.A.; SNIFFEN, C.J. et al. Response of dairy cows to supplemental rumen-protected forms of methionine and lysine. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.2997-3013, 1991.
- PONCE CEBALLO, P.; HERNÁNDEZ, R. Propriedades físico-químicas do leite e sua associação com transtornos metabólicos e alterações na glândula mamária. In: GONZÁLEZ, F.D. et al. **Uso do leite para monitorar a nutrição e metabolismo de vaca leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001.
- SANCANARI, J.B.D.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Efeito da metionina protegida e não protegida da degradação ruminal sobre a produção e composição do leite de vacas Holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.286-294, 2001.
- SANTOS, F.L.; SILVA, M.T.C.; LANA, R. de P. et al. Efeito da suplementação de lipídios na ração sobre a produção de ácido linoléico conjugado (CLA) e a composição da gordura do leite de vacas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1931-1938, 2001.
- SCHMIDT, G.H.; VAN VLECK, L.D. **Principles of Dairy Science**. 1974, 558 p.
- SCHWAB, C.G.; SATTER, L.D.; CLAY, A.B. Response of lactating cows to abomasal infusion of amino acids. **Journal of Dairy Science**, v.59, p.1254-1270, 1976.
- SHULTZ, T.D.; CHEW, B.P.; SEAMAN, W.R. et al. Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and b-carotene on the *in vitro* growth of human cancer cells. **Cancer Lett**, v.63, p.125-133, 1992.
- SUTTON, J.D. Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cow. **Journal of Dairy Science**, v.68, p.3376-3393, 1985.
- ZANELLA, M.B.; MARQUES, L.T.; FISCHER, V. et al. Indução experimental ao leite instável não ácido (LINA) em animais da raça Jersey através da restrição alimentar. In: DÜRR, J.W.; CARVALHO, M.P. de; SANTOS, M.V. dos. **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UPF Editora, 2004. p. 290-295.
- ZU, I.L.-X; SCHUT, I.L.A.J. Inhibition of 2-amino-3-methylimidazol 4,5-f quinoline-DNA adduct formation in CDF1 mice by heat-altered derivatives of linoleic acid. **Food Chemical Toxicology**, v.30, p.9-16, 1992.