

FATORES QUE AFETAM A COMPOSIÇÃO E AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO LEITE*

1. Introdução.

A glândula mamária é um dos órgãos mais diferenciados e metabolicamente ativos do corpo animal. Sua diferença não confere nenhuma vantagem especial ao corpo animal, mas sim, ao contrário, é altamente demandante deste, quando está em plena atividade. O início da lactação é marcado por inúmeras alterações no metabolismo o qual volta-se quase que totalmente para esta glândula. A redistribuição do suprimento de sangue é marcada pelo incremento na taxa metabólica, e também pelo aumento na demanda de nutrientes, e energia para suprimento da glândula. Por outro lado, a inabilidade do animal em ajustar rapidamente seu metabolismo a lactação levam a desordens metabólicas. Tais alterações denotam a prioridade que a natureza deu à secreção de leite, em detrimento de outros processos metabólicos.

O aporte de nutrientes para a o processo de síntese dos componentes do leite são de diferentes origens:

- a) endógeno – mobilização das reservas orgânicas;
- b) ração.

A ração compreende todo o alimento recebido em 24 horas e este idealmente deve fornecer todos os nutrientes em quantidade e qualidade, adequadamente compatíveis com a demanda exigida pelo organismo animal, dentro de um certo sincronismo, sem comprometer seu desempenho. Como a complexidade relacionada com balanço hormonal, energético e fisiológico do animal é muito dinâmico, os nutricionistas tentam acompanhar estas variações com o adequado suprimento de nutrientes, para que as reações bioquímicas aconteçam.

O leite é composto por 100.000 tipos de moléculas diferentes, o que lhe confere um alto grau de complexidade, pois cada uma destas moléculas apresenta uma função específica, propiciando nutrientes ou proteção imunológica para o neonato. Contudo, sob aspecto alimentício para os humanos, o leite assume papel importante na dieta, devido ao alto valor biológico de seus nutrientes (proteínas, lipídios, glicídios, minerais e vitaminas), além de permitir grande variedade de processamentos industriais de diversos produtos e participar da formulação de outros tantos na alimentação humana.

Devido à sua diversidade de constituintes em meio aquoso o leite pode ser considerado:

* Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal (VET 00036) no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS, pelo aluno ROBERTO SERENA FONTANELI no primeiro semestre de 2001.

- uma suspensão coloidal de pequenas partículas de caseína (micelas de caseína ligadas ao cálcio e fósforo);
- emulsão de glóbulos de gordura e vitaminas lipossolúveis, que se encontram em suspensão;
- solução de lactose, proteínas solúveis em água, sais minerais e vitaminas.

Sob aspecto alimentício o leite deve ser:

- íntegro, isto é, não sofrer nenhuma alteração em sua constituição;
- inócuo, isto é, não deve oferecer riscos à saúde humana, assumindo-se aqui o pressuposto que ele

deve ser obtido de animais sadios e deve ser higienicamente manipulado para que não sofra alterações microbiológicas que afetem sua qualidade.

2. Precusores metabólicos para a síntese do leite.

Os ruminantes encontravam basicamente seus alimentos na natureza e estes eram de natureza fibrosa, o que, evolutivamente, os levou a desenvolverem uma grande capacidade ingestiva acompanhada por simbiose com microrganismos que fazem a digestão da fibra celulolítica, obtendo daí a principal fonte de energia para o crescimento, produção e reprodução.

Quando um ruminante é alimentado com grãos e volumosos, todos esses alimentos são misturados com água, saliva e outros fluídos no rúmen. Durante a ruminação, o material ingerido é reduzido a partículas menores para facilitar a digestão (ataque microbiano). Como o rúmen possui uma numerosa flora microbiana, a presença de saliva, água e temperatura corporal cria o ambiente perfeito para esses microrganismos multipliquem-se e façam a digestão do alimento no rúmen. As bactérias e os protozoários podem crescer rapidamente ou lentamente, dependendo do tipo e da qualidade dos alimentos ingeridos.

O ponto de partida para a síntese do leite é o alimento, principalmente os alimentos de origem vegetal, ingerido pelos ruminantes (bovinos), para fins de obtenção de energia para os processos bioquímicos de síntese dos elementos constitucionais do corpo ou dos elementos digeridos ou absorvidos como tais sem que haja uma necessidade de “síntese de novo”.

2.1 Síntese de gordura e lactose do leite.

O ácido acético e ácido butírico são os principais precusores da gordura na glândula mamária, se tomarmos como base a absorção dos ácidos graxos voláteis (AGV), pela mucosa das papilas ruminais. O ácido acético é principal fonte de energia para os tecidos. Já o ácido propiônico é preservado para

biossíntese de glicose e galactose para obtenção da lactose. A proporção entre os ácidos graxos é definida pelo nível, ou melhor, pela relação entre concentrado e volumoso. Esta relação também define a predominância de determinados microrganismos e suas rotas metabólicas em nível de ambiente ruminal.

A amplitude de contribuição do acetato na síntese de lipídios de novo no tecido epitelial fica entre 17% - 45% e para o butirato entre 8% - 25%, o restante provém dos próprios ácidos graxos presentes na corrente sanguínea.

Alguns subprodutos do acetato e butirato (corpos cetônicos) também podem ser utilizados como precursores da síntese de gordura do leite. É importante lembrar que o segundo ácido graxo volátil produzido no rúmen, o propionato, é utilizado para síntese de lactose, mas inicialmente precisa ser transformado em glicose no fígado.

A gordura do leite é composta em quase toda sua totalidade por triglicerídeos (98% da gordura total). Esses triglicerídeos são sintetizados nas células epiteliais da glândula mamária, sendo que os ácidos graxos que compõem esses triglicerídeos podem vir de duas fontes:

- (a) a partir de lipídeos do sangue e
- (b) pela síntese “de novo” nas células epiteliais.

As gorduras de origem vegetal são altamente insaturadas (deficientes em átomos de hidrogênio), desta forma, quando ingeridas sofrem uma biohidrogenação no rúmen, antes de serem absorvidas pela corrente sanguínea. Os triglicerídios são transportados pelo sangue até a glândula mamária, onde sofrem a quebra em subunidades de glicerol e ácidos graxos livres que podem, então, ser absorvidos pelas células da glândula mamária.

Ocorre uma grande remoção de triglicerídeos da corrente sanguínea pela glândula mamária, os quais são utilizados para a síntese de gordura que será secretada no leite. Os ácidos graxos de cadeia longa podem ser transferidos diretamente do sangue para a glândula mamaria, mas a maioria dos ácidos graxos encontrados no leite é de cadeia curta (menos de 16 carbonos), os quais são sintetizados na superfície externa do retículo endoplasmático liso, ocorrendo, então a formação de microgotículas de gordura. Com a fusão de várias microgotículas ocorre a formação de várias gotículas maiores que são recobertas por uma bicamada de membrana plasmática e são secretadas por meio de sua fusão com a membrana apical da célula epitelial.

Devido a síntese de gordura do leite ser um processo dinâmico, mudanças na dieta podem alterar a proporção entre os ácidos graxos para a síntese do leite. Como exemplo, quando são utilizadas grandes

quantidades de alimentos concentrados, ocorre uma diminuição da proporção de síntese de ácido acético em relação ao ácido propiônico, o que leva a uma diminuição da síntese total de gordura pela glândula mamária.

Pesquisas mostram que dietas que produzem uma proporção de AGV no rúmen de aproximadamente 65% de acetato, 20% de propionato e 15% de butirato, irão resultar na produção de leite com níveis adequados de gordura.

Tabela 1. Composição dos ácidos graxos da gordura do leite de vacas holandesas.

Ácidos graxos	% em relação a gordura total
Butírico (C4)	2,8
Capróico (C6)	2,3
Caprílico (C8)	1,1
Cáprico (C10)	3,0
Láurico (C12)	2,9
Mirístico (C14)	8,9
Palmítico (C16)	24,0
Palmitoléico (C16:1)	1,8
Estearico (C18)	13,2
Oléico (C18:1)	29,6
Linoléico (18:2)	2,1

Fonte: Campbell e Marshall (1975), apud Fonseca e Santos (2000).

A glicose é sintetizada através da neoglicogênese no fígado a partir do propionato, aminoácidos e glicerol. A glicose é o principal precursor da lactose, contribuindo com cerca de 60 a 70% da síntese da lactose. O restante da glicose é utilizado nas células secretoras para a síntese de proteína, glicerol ou outros precursores para síntese de gordura .

A lactose contribui com 50% do volume total de leite devido sua capacidade osmótica, fazendo com que a água passe do sangue para o lúmen. Cada grama de lactose arrasta dez vezes seu volume em água. Desta forma, a enzima lactose sintetase apresenta uma importante função no controle do volume do leite. Essa enzima é composta de duas subunidades, alfa-lactalbumina e galactosiltransferase, sendo indicadoras do potencial genético, em presente estas variações.

Tabela 2. Glicídios do leite.

Glicídios	mg/100mL
Lactose	5000
Glicose	14
Galactose	12
Mioinositol	4,5
N-acetilglicosamina	11
Ácido N-acetilneuramínico	4-5
Oligossacarídeos de lactose	0-0,1

Fonte: Homan e Wattiax, (1996), apud Fonseca e Santos (2000).

2.2 Síntese de proteínas do leite.

O ruminante supre suas necessidades protéicas através da proteína do alimento ingerido que passa intacta pela degradação ruminal e é digerida como tal pelo sistema digestivo do animal (abomaso e intestinos) e pela proteína microbiana sintetizada a nível ruminal a partir do NNP, da proteína degradável da dieta e outros nutrientes.

A fermentação ruminal é extremamente importante pois está diretamente ligada à produção e composição do leite.

Os aminoácidos e peptídios absorvidos a nível intestinal serão disponibilizados para sínteses de proteínas ou transaminados ou utilizados para síntese de glicose através da neoglicogênese, sendo formada a uréia por desaminação, a qual é secretada pela urina, pelo leite ou reciclada via saliva nos ruminantes.

Para a síntese da proteína do leite são utilizados os aminoácidos presentes na corrente sangüínea pelas células alveolares. As albuminas e imunoglobulinas, por estarem presentes no sangue são transferidas diretamente para as células secretoras da glândula mamária.

O tecido de secreção da glândula mamária em lactação é constituído por 4 lóbulos, cada qual contendo inúmeros alvéolos. Cada alvéolo, por sua vez, contém uma camada simples de células secretórias que secretam o leite para a luz do alvéolo. Os precursores do leite entram em cada célula através da membrana basal, enquanto os componentes do leite são ejetados através da membrana plasmática apical. No retículo endoplasmático rugoso (RER), rico em ribossomos, ocorre a síntese de polipeptídeos. No complexo de Golgi, grupos prostéticos são adicionados e às proteínas são “empacotadas” com outros componentes sintetizados para a secreção. Desta forma, são formadas as vesículas secretórias, as quais contém proteínas e outros constituintes não lipídicos. Depois de formadas, estas vesículas se movem para a região apical da célula e descarregam o seu conteúdo na luz do alvéolo mamário.

A glândula mamária incorpora uma quantidade de aminoácidos totais ligeiramente maior que os que os são secretados formando parte das proteínas do leite. Mas esta quase equivalência não pode ser aplicada a cada aminoácido individualmente. Alguns dos aminoácidos essenciais (como metionina e fenilalanina) se incorporam somente em quantidades suficientes para cumprir a secreção com as proteínas do leite. Outros se incorporam em quantidades em excesso e alguns em quantidades inferiores que as que se apresentam nas proteínas do leite. As células mamárias equilibram os aminoácidos absorvidos e os secretam por interconversão de um para outro e por síntese a partir dos intermediários do ciclo do ácido cítrico e da via glicolítica.

Todas as provas disponíveis indicam que as proteínas do leite bovino (caseína, alfa-lactalbumina e beta-lactoglobulina) são sintetizadas nos ribossomos do retículo endoplasmático rugoso por mecanismos de síntese protéica em geral perfeitamente estabelecidos.

As proteínas do leite de várias famílias bovinas apresentam variantes controladas geneticamente com uma ou mais diferenças na seqüência de aminoácidos, como consequência de mutações que têm ocorrido nos genes durante a história da espécie.

Tabela 3. Aminoácidos essenciais e não-essenciais para a síntese de proteína do leite.

Essenciais	Não-essenciais
Metionina	Glutamato
Fenilalanina	Tirosina
Leucina	Asparagina
Treonina	Ornitina
Lisina	Aspartato
Arginina	Alanina
Isoleucina	Glutamina
Histidina	Glicina
Valina	Serina
	Citrulina

Fonte: Homan e Wattiax (1996), apud Fonseca e Santos (2000).

Depois da síntese das proteínas ocorrem algumas reações que coletivamente poderiam ser chamadas “processamento” ou “modificação pós-traducional”. As proteínas do leite, como as outras secreções, são sintetizadas com um peptídeo chefe que é depois ligado por sintetases específicas. Esse fenômeno tem sido demonstrado perfeitamente para a alfa-lactalbumina. O peptídeo chefe intervém de

alguma forma na transferência da proteína, desde o retículo endoplasmático rugoso até o Complexo de Golgi.

Outra modificação pós-traducional é a fosforilação de certos radicais de serina e treonina da caseína. Esta reação é catalisada por proteína-quinases que atuam no Complexo de Golgi. O fosfato é transferido d ATP para a proteína formando o grupo $-\text{CH}_2\text{-O-PO}_3\text{H}$. Os radicais serila e treonila que devem fosforilar-se vêm determinados pela seqüência de radicais vizinhos. A fosforil-quinase reconhece a seqüência Ser/Thr-X-Glu/SerP, de tal maneira que o Glu ou SerP proporcionem um sítio aniônico de reconhecimento.

A glicosilação das proteínas, catalisadas pelas glicosiltransferases, também ocorre no Complexo de Golgi. Primeiro, a N-acetil glicosamina se une por seu C-1 ao nitrogênio amídico de um radical asparagil ou ao oxigênio hidroxílico de um radical seril ou treonil. Na continuação, adiciona outras unidades glicosiladas (galactsil, N-acetilneuraminil) por transferência desde os açúcares dos nucleotídeos, para formar unidades de oligossacarídeos unidas na proteína.

A kappa-caseína do leite de vaca está glicosiladas, bem como uma pequena fração da alfa-lactalbumina e uma variante rara da beta-lactoglobulina.

Outra modificação pós-traducional é a formação de ligação dissulfeto ao interagir os dois radicais cistenil dentro ou entre as cadeias polipeptídicas. Desconhece-se o sítio da célula onde isso ocorre. Contudo, não se sabe qual dos dois processos oxidativos de ligações -S-S- é catalisado enzimaticamente. Nos casos onde duas ou mais ligações -S-S- intramoleculares são possíveis, eles são formados entre radicais cisteinilos.

Evidentemente, a seqüência dirige a dobradura do polipeptídio para que os grupos tiol particulares se justaponham e possam reagir formando ligações -S-S-. A alfa-lactalbumina e a beta-lactalbumina são proteínas lácteas com proeminentes e características ligações dissulfeto que são de grande importância ao determinar estruturas e propriedades.

O controle genético da biossíntese das proteínas do leite é atestado pelo fato de que o conteúdo protéico total do leite e as proporções das proteínas individuais variam algo entre as distintas raças de vacas. O conteúdo protéico aumenta (mas as proporções dos componentes protéicos permanecem constantes) quando se administram dietas ricas em concentrados, uma vez que estas aumentam a proporção de propionato sobre acetato no rúmen e diminuem a produção de gordura láctea. A administração de proteínas em quantidades maiores do que as necessárias na dieta animal não altera o

conteúdo de proteínas do leite nem as proporções dos componentes, mas aumenta o conteúdo de nitrogênio não-protéico do leite.

As proteínas sintetizadas nas células mamárias são transportadas para a membrana apical, via vesículas de Golgi e descarregadas por exocitose no lúmen.

As principais imunoglobulinas encontradas no leite de todas as espécies são IgG, IgA e IgM. A mais importante do colostro e do leite de bovinos é a IgG1, mas também contém quantidades menores de IgG2 as quais são sintetizadas por todo o organismo e transportadas pelo sangue até a glândula mamária. A IgA e a IgM presentes no colostro das vacas, são encontradas em quantidades muito maiores no colostro do leite de outras espécies, sendo produzidas pelas células plasmáticas (especificamente linfócitos ativados) localizado na glândula mamária adjacente ao epitélio secretor. As rotas pelas quais as moléculas de imunoglobulinas chegam ao leite não são suficientemente conhecidas. As provas disponíveis sugerem uma rota de transporte através de células secretoras que são altamente específicas para cada classe de imunoglobulina.

Algumas proteínas presentes no leite não são sintetizadas na glândula mamária, sendo transportadas pelo sangue até entrarem no lúmen alveolar. A albumina encontrada no leite é produzida no fígado e sua concentração no leite reflete a concentração no sangue. As imunoglobulinas são transportadas para o leite via sangue e vasos linfáticos de origem do baço e linfonodos. Linfócitos B produtores de anticorpos podem se alojar na glândula mamária para auxiliar na síntese de imunoglobulinas do colostro.

Tabela 4. Proteínas do soro do leite.

Proteína	Função	Concentração (mg/L)
α -lactalbumina	síntese da lactose	700
β -lactalbumina		3.000
Albumina		300
Imunoglobulina	função imune	600
Lactoferrina	carreador de ferro	18
Ceruloplasmina	carreador de cobre	Traços
Outras enzimas	várias	

Fonte: Homan e Wattiax (1996), apud Fonseca e Santos (2000).

A caseína representa cerca de 80% da proteína presente no leite, sendo secretada pelas células alveolares na forma de micelas, que são agrupamentos moléculas de caseína ligadas a íons como fosfato de cálcio. Normalmente, a caseína não é afetada pela pasteurização, permanecendo estável. Entretanto, quando há acidificação (diminuição do pH) do leite ocorre a desestruturação das micelas de caseína e

formação do coágulo. Isto pode ocorrer também no leite alcalino como no caso da síndrome do leite anormal (SILA). As proteínas do soro são aquelas solúveis na água presente no leite, ao contrário da caseína que se encontra em suspensão na forma de micelas.

2.3 Minerais no leite.

Embora o leite contenha vários minerais traço, os principais minerais encontrados no leite são aqueles necessários para o desenvolvimento do esqueleto do bezerro. Esses minerais envolvidos no crescimento dos ossos são principalmente o cálcio, o fósforo e, em menor escala, o magnésio. O conteúdo desses minerais é bastante aumentado no leite quando comparado à concentração sanguínea (cerca de 10 vezes mais). Isso se torna possível, pois o cálcio e o fósforo são ligados aos aminoácidos das moléculas de caseína.

Tabela 5. Concentração de minerais no leite.

Mineral	mg/100mL	Concentração relativa ao sangue
Cálcio	125	10
Magnésio	12	10
Sódio	58	1/7
Potássio	138	5
Cloro	103	3
Fósforo	96	10
Sulfato	30	-
Elementos traços	0,1	-

Fonte: Waghor e Baldwin (1984), apud Fonseca e Santos (2000).

As concentrações de sódio, potássio e cloreto no leite constituem o segundo maior determinante do volume de água presente no leite pela pressão osmótica desses íons, complementando o efeito da lactose na determinação do volume de água presente no leite.

Estão presentes ainda, o alumínio, arsênio, boro, cobalto, cobre, ferro, manganês, molibdênio, silício, zinco, bromo, iodo e outros.

2.4 Vitaminas no leite.

As vitaminas são compostos essenciais que são exigidos na dieta. A maioria das vitaminas hidrossolúveis (complexo B), é sintetizada pelos microorganismos do rúmen e, dessa forma, os níveis de vitamina do leite refletem os níveis presentes no sangue. As vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) estão associadas aos glóbulos de gordura do leite.

3. Fatores que afetam a composição da gordura e como manipulá-los.

São vários os fatores que influenciam o teor de gordura no leite. A gordura por seu mecanismo de síntese e sem interferentes é o componente de maior variação, oscilando 2 a 3 unidades percentuais. Conhecer estes fatores, permite interferir ou corrigir eventuais problemas, principalmente os de ordem nutricional.

Tabela 6. Composição de vitaminas no leite.

Vitaminas	mg/L
A	0,2 - 0,5
D ₃	0,1 - 1,0
E	1 - 2
K	0,02 - 0,2
Tiamina (B ₁)	0,3
Riboflavina (B ₂)	0,1 - 1
Pirodoxina (B ₆)	0,3 - 1
Cianocobalamina (B ₁₂)	3 - 10
Niacina	0,6 - 1,2
Ácido Pantatênico	3 - 4
Ácido Fólico	1 - 5
Colina	150 - 250
Biotina	20

Fonte: Trujillo e Lopez (1990), apud Fonseca e Santos (2000).

3.1 Raças (genética).

A Tabela 7 resume a variação racial da composição de leite, já bastante conhecida.

Tabela 7. Variação da gordura no leite em várias raças.

Raça	% gordura	% proteína	Relação proteína/gordura
Holandês	3,64	3,20	0,88
Jersey	4,73	3,78	0,80
Pardo Suíço	4,02	3,56	0,89

Fonte: Carvalho (2000).

3.2 Relação volumoso: concentrado.

Desde a década de 1930, sabe-se que o teor de gordura diminui na medida em que o teor de concentrados se eleva na dieta. A hipótese tradicionalmente empregada para explicar a relação entre excesso de concentrado e baixa gordura centraliza-se na alteração da proporção de ácidos graxos

produzidos no rúmen. O aumento de concentrado eleva a produção de ácidos, concorrendo para a redução do pH ruminal. Sob pH ruminal menor do que 6,0 a degradação de fibra é bastante prejudicada, diminuindo a produção de ácido acético em contraposição ao ácido propiônico, que aumenta. Sendo o ácido acético o principal precursor da gordura do leite, a sua redução estaria então diretamente relacionada à queda da gordura do leite. Dados de pesquisa têm mostrado que a redução na gordura do leite ocorre principalmente quando a proporção molar de ácido propiônico passa de 25% ou a relação acetato:propionato baixa de 2,2:1.

No entanto, novas teorias têm sido postuladas colocando em dúvida esta preposição. A teoria atualmente mais explorada, a do acúmulo de ácidos graxos trans (AGT) reduzindo a gordura do leite, será abordada mais adiante em detalhes.

A literatura recomenda, de forma geral, que as dietas não contenham mais do que 60% de concentrados em base seca, sob o risco de redução de pH ruminal. No entanto, tal recomendação é muito simplista, uma vez que inúmeros outros aspectos da dieta afetam a gordura do leite.

Tabela 8. Efeito do teor de concentrado na gordura do leite em dietas com elevada quantidade de gordura insaturada.

	50% de concentrado	80% de concentrado
% de gordura do leite	3,36	2,49
kg de gordura	1,06	0,68

Fonte: Griinari et al., 1998), apud (2000).

3.3 Fibra efetiva.

Fibra efetiva é aquela que estimula a ruminação e, com isto, a produção de saliva, sendo geralmente relacionada ao tamanho de partícula.

Estabelece-se que cerca de 20% das partículas de fibra tenham pelo menos 4 cm de comprimento. Outras recomendações de balanceamento sugerem que a dieta não deva conter menos de 21% de FDN proveniente de forragens, que a ingestão mínima de FDN efetivo seja de 0,9% do peso vivo do animal e o teor de FDN total deve ser de no mínimo 28% da MS total, sendo 75% deste proveniente de forragens não muito picadas.

Cerca de 50% ou mais das vacas que estão deitadas devem estar ruminando. Essas vacas necessitam, em média, de 600 minutos de ruminação diária para manter a gordura do leite, resultando em 25 minutos/hora ou 42% do tempo.

3.4 Tipo de concentrado.

Assim como a efetividade da fibra, é também importante a proporção de volumosos na dieta. O tipo (composição) de concentrado é mais decisivo do que o teor deste na dieta. Concentrados com elevado teor de amido tendem a deprimir mais a gordura do leite do que concentrados com elevado teor de fibra digestível, por exemplo.

Ainda em relação ao processamento, práticas como a floculação a vapor e o armazenamento na forma de silagem de grãos úmidos tendem a elevar a taxa de digestão do amido e, com isto, tendem a deprimir a gordura do leite.

Tabela 9. Extensão da digestão ruminal de várias fontes de amido.

Ingrediente (grão seco)	Extensão da digestão ruminal (%)
Aveia	88 a 91
Trigo	88 a 90
Cevada	86 a 88
Tapioca	84 a 86
Batata	82 a 84
Arroz	80 a 82
Milho	75 a 77
Sorgo	66 a 70

Adaptado de Mertens (1992), apud Carvalho (2000).

3.5 Fornecimento de gordura.

A inclusão de lipídios ao redor de 5% a 7% na MS da dieta tende a gerar aumento na produção de leite em função da elevação no teor de energia da dieta, visto que a gordura é 2,25 vezes mais energética do que glicídios e proteínas.

O fornecimento de gordura insaturada em quantidades semelhantes ou elevadas provoca a redução significativa neste parâmetro. Óleos vegetais (óleo de soja, milho, girassol, canola) e marinhos (peixe) são exemplos de gordura altamente insaturada.

A gordura saturada, por sua vez, é menos ativa ruminalmente, daí o menor efeito na composição do leite, efeito este que é ainda menor no caso das chamadas gorduras protegidas. A gordura protegida recebe esse nome por estar envolvida por uma “capa” de proteína (formaldeído tratado), que protege a mesma da degradação ruminal, ou ser constituída por sabões de cálcio (alternativa mais comum).

O conceito do efeito da toxicidade de ácidos graxos insaturados sobre bactérias celulolíticas pode ser mais bem entendido pela comparação entre o óleo de soja e o sebo tratado na Tabela 10.

Tabela 10. Efeito de diferentes fontes de gordura na produção e composição do leite.

Suplemento	% na dieta	kg de leite/dia	% de gordura	% de proteína	% de lactose
Sebo hidrogenado	2,7	+ 2,3	-0,37	-0,16	-0,01
Óleo de soja	2,7	+2,2	-0,86	-0,34	+0,06
Ácidos graxos livres	3,4	+1,5	+0,1	-0,09	+0,04
Triglicerídeos livres	3,4	+1,8	-0,27	-0,24	+0,02
Triglicerídeos protegidos	4,7	+1,7	-0,40	-0,24	-0,04
Sebo protegido	12	-0,7	+0,71	-0,33	-0,15

Adaptado de Sutton (1989), apud Carvalho (2000).

O fornecimento de sementes de soja e algodão, apesar de conter alto teor de ácidos graxos insaturados, apresenta poucos riscos à saúde ruminal se respeitados os limites de uso. A razão disto é que este óleo tem sua taxa de degradação reduzida por estar contido na semente. Por esta razão, recomenda-se não moer a soja em grão, apenas quebrá-la em 3 a 4 partes e fornecer o caroço integralmente.

3.6 Consumo da matéria seca e produção de leite.

Bachman (1992) sugere que a ingestão maior de uma dieta corretamente balanceada tende a elevar a produção de leite sem alterar a composição do mesmo. Para que a proporção de componentes seja mantida, é necessário que todos os precursores de gordura e proteína estejam em proporções otimizadas. Se isto não ocorrer, é provável que o teor de algum componente não se mantenha.

3.7 Aditivos.

Há dois tipos de aditivos que afetam a gordura do leite. O primeiro grupo engloba os tamponantes ou alcalinizantes (bicarbonato de sódio e óxido de magnésio, respectivamente). Staples & Lough (1989) obtiveram aumento de 0,22 unidades percentuais de gordura quando vacas recebendo dietas à base de silagem de milho foram suplementadas com bicarbonato de sódio, ao passo que, em dietas à base de gramíneas ou leguminosas tal efeito foi variável.

O outro grupo de aditivos que afetam a gordura do leite envolve os chamados modificadores ruminais, dos quais fazem parte a monensina sódica (comercialmente conhecida como Rumensin) e lasalocida (Taurotec).

Estes aditivos elevam a eficiência da conversão de alimento em nutrientes por reduzir as perdas de metano e gás carbônico. Em contrapartida, há aumento na produção de ácido propiônico e redução de

acético. Como o acetato é precursor da gordura do leite, o fornecimento de monensina ou lasalocida tende a reduzir o teor percentual de gordura do leite.

O problema de ordem prática é que vacas em início de lactação também são suscetíveis à acidose ruminal em função da elevada produção de leite e alta ingestão de concentrados. É inclusive provável que hajam vacas com cetose e com acidose em um mesmo rebanho.

3.8 Estação do ano - interação com stress térmico.

Sob stress térmico, a perda de CO₂ via respiração é maior do que sua produção, levando ao abaixamento da pressão de CO₂ (pCO₂), refletindo em aumento no pH sanguíneo. Este aumento eleva as perdas de álcalis por via renal, como mecanismo de compensação para manter o pH próximo da neutralidade. A redução nos níveis de CO₂ e álcalis compromete a reserva de tamponantes da saliva, podendo gerar menor pH ruminal em animais sob estresse térmico.

Além disso, sob stress térmico, os animais reduzem voluntariamente o consumo de fibra, especialmente aquela de qualidade inferior, cuja fermentação ruminal produz calor. A redução da porcentagem de fibra na dieta induz à diminuição da ruminação e conseqüentemente da produção de saliva que atua como importante tamponante ruminal. Além disso, o aumento da proporção de concentrado na dieta ocasionado pelo consumo seletivo, leva ao aumento da proporção de ácido propiônico em relação ao ácido acético, importante precursor da gordura do leite. Conseqüentemente, no stress, por calor, diminui o teor de gordura no leite.

3.9 Teoria dos ácidos graxos *trans* (AGT) na redução da gordura do leite.

A baixa gordura pelo fornecimento de óleo insaturado ocorria por outras razões que não o perfil de AGV ruminal.

Em revisão sobre o assunto, Erdman (1996), cita que Davis e Brown (1969) notaram que vacas alimentadas com dietas que diminuía a gordura do leite, aumentavam a proporção de ácidos graxos C18:1 no leite, principalmente os isômeros *trans*. Ainda Erdman (1996), lembra que Selner e Schultz (1980) demonstraram que utilizando gordura vegetal como fonte de ácidos graxos *trans*, ocorria queda na produção de gordura do leite quando mais de 500 g eram fornecidas. A literatura já apontava também que dietas altas em concentrado que reduzia a gordura no leite poderiam elevar o teor de AGT no leite. Com

isto, começou-se a ventilar a possibilidade de que a presença de AGT no leite seria a causa comum para a queda na gordura do leite. Restava saber como e porque este AGT era produzido.

Ácidos graxos *trans* são conhecidos por serem produzidos por 2 vias. Uma seria através da fermentação ruminal bacteriana (biohidrogenação) e a outra pela hidrogenação química de gorduras vegetais. Sabe-se que a gordura insaturada presente nos alimentos ou fornecida via óleo é altamente tóxica às bactérias celulolíticas. O processo de biohidrogenação nada mais é do que a atuação de bactérias ruminais com o intuito de incorporar íons H na gordura, a fim de saturá-la. É por esta razão inclusive que os tecidos de animais ruminantes possuem gordura com alto grau de saturação.

Portanto, para que haja redução na gordura do leite são necessárias 2 situações:

- a) ambiente ruminal alterado pela falta de fibra ou excesso de grãos;
- b) presença de gordura insaturada na dieta, gerando AGT pela biohidrogenação incompleta.

3.10 Monitoramento a campo.

A Tabela 11 traz um resumo dos aspectos que contribuem para a elevação e redução dos teores de gordura no leite. De forma geral, a baixa porcentagem de gordura relaciona-se a dietas alto teor de concentrados, que conduzem a acidose ruminal. Neste cenário, geralmente observa-se vacas magras apesar da alta ingestão de energia, diarreias, consumo flutuante de matéria seca, fezes com cheiro ácido, alta incidência de deslocamento de abomaso (> 3% dos partos), laminite, abscessos no fígado, juntas inchadas e edemas de úbere.

4. Fatores que afetam a proteína e sua manipulação.

De uma forma em geral, a estratégia que visam ao aumento das proteínas no leite têm como princípio o maior suprimento de aminoácidos na glândula mamária. O potencial para um aumento é relativamente baixo pois a variação percentual varia em apenas 0,4 a 0,6 unidades, no máximo. A vantagem é que as medidas que aumentam o teor de proteína, também elevam a produção total de leite, o que já não ocorre com a gordura. O fornecimento de excesso de proteína na dieta, normalmente aumenta o teor de NNP no leite sem alterar o teor de proteínas. Certos casos em que a proteína está em excesso na dieta levam a problemas reprodutivos.

4.1 Aminoácidos disponíveis.

A síntese de proteínas pelas células da glândula mamária está relacionado com o suprimento de aminoácidos essenciais. Dentro deste aspecto o aminoácido limitante para síntese compromete toda a cadeia protéica, que deveria de ser produzida. Caso este aminoácido seja suprido, outro poderá a vir a ser limitante. Como as proteínas são compostas por inúmeros aminoácidos dificilmente se terá uma situação na qual não haja limitação de algum aminoácido. Daí a dificuldade da elevação do teor de proteínas do leite.

São considerados aminoácido limitantes, a metionina e a lisina, que mantêm uma relação de 1:3, respectivamente. A participação percentual na contribuição destes aminoácidos em relação aos demais aminoácidos essenciais é de 15% de lisina e 5% de metionina.

Tabela 11. Aspectos que determinam o teor de gordura do leite.

O que aumenta o teor de gordura no leite	O que reduz o teor de gordura no leite
Baixa produção de leite	Alta proporção de concentrados
Alto teor de fibra na dieta (FDN >35%)	Baixo teor de FDN efetiva (< de 21%)
Perda de peso excessiva no início da lactação (> 0,9 kg/dia)	Alto teor de glicídios não estruturais na dieta
Fornecimento de gordura ruminalmente inerte ou saturada (resposta variável)	Alimentos muito moídos ou de rápida degradação ruminal
Baixo teor de concentrado	Subprodutos fibrosos no lugar de volumosos
Tamponantes em dietas a base de silagem de milho, incluídos entre 0,75 e 1,0% da MS	Dietas úmidas (> 50% de umidade)
Subprodutos fibrosos no lugar de concentrados ricos em amido	Fornecimento de mais de 3,0 kg de concentrados por vez (em rebanhos sem ração completa)
Fornecimento de ração totalmente misturada em comparação ao fornecimento do concentrado separado do volumoso	Alto teor de gordura insaturada na dieta (> 6 g/100 g de FDA)
Cultura de leveduras (inconsistente)	Utilização de ionóforos
Manejo de alimentação: espaço de cocho suficiente (0,80 m/vaca), vários tratos diários	Mudanças bruscas na dieta, sem adaptação prévia
	Stress térmico

Fonte: Carvalho (2000).

A resposta positiva à suplementação protéica é efetiva quando quantidades adequadas e balanceadas de aminoácidos e que escapam da degradação ruminal, apresentem composição em termos de aminoácidos mais próxima possível à da proteína do leite. Nota-se que na Tabela 12 a proteína microbiana possui a composição mais próxima com a proteína do leite.

Usando o conceito de aminoácido limitante, fica evidente que cada kg de proteína microbiana que entra no intestino tende a produzir mais proteína no leite do que cada kg de proteína de outra fonte. Por esta razão e pelo fato do custo de produção da proteína microbiana ser bem inferior as das fontes de proteína não degradáveis, geralmente obtidas por tratamentos térmicos ou incluídas nas proteínas animais, a principal estratégia de produção de proteína do leite envolve a maximização da fermentação ruminal. Além disto, quando mais desbalanceada for a fonte de proteína não degradável em relação ao leite, menos efetivo será seu fornecimento.

4.2 Maximização da proteína microbiana.

A principal fonte de combustível para a produção de proteína microbiana se dá pela ingestão de glicídios fermentáveis, notadamente amido, açúcares solúveis, pectina e fibra digestível. No entanto, deve-se ter um adequado suprimento de amônia, peptídeos, aminoácidos e outros cofatores sincronizados para o pleno crescimento microbiano.

Tabela 12. Composição de aminoácidos essenciais da proteína do leite, proteína microbiana e proteínas de alimentos.

Fonte	Arg	His	Ile	Leu	Lis	Met	Fen	Tre	Trip	Val
g/100g de aminoácido										
Leite	3,7	2,7	6,0	10,0	8,3	2,7	5,3	4,6	1,4	6,7
Proteína microbiana	5,1	2,0	5,7	8,1	7,9	2,6	5,1	5,8	4,2	6,2
Silagem de milho	1,7	0,8	2,8	6,5	1,8	0,8	3,0	2,5	-	5,2
Farelo de soja	6,9	2,2	5,1	6,9	5,9	1,3	4,5	3,5	1,4	4,9
Glúten de milho (60%)	2,8	1,8	3,4	14,1	1,5	2,8	5,7	3,0	,04	4,0
Farelo de peixe	4,8	2,1	4,2	7,4	7,0	2,7	3,4	3,5	1,1	5,1
Farelo de sangue	4,8	6,2	0,9	13,4	9,1	0,9	6,7	3,5	1,1	7,9
Cevada	3,9	1,8	3,2	6,2	4,1	1,4	4,8	2,8	1,3	4,8

Fonte: Polan (1992), apud Carvalho (2000).

Neste sentido, quando maior a ingestão de concentrados ou volumoso de elevada qualidade, maior é a produção microbiana e maior a produção de proteína microbiana. Há de ser ter em mente que esta

estratégia leva ao aumento da produção de leite também. Desta forma, o aumento da % de proteína é pequeno, porém havendo uma elevação significativa da quantidade de proteína produzida.

Estima-se que para cada 1 MCal de energia líquida há um aumento de 0,015% de proteína no leite. Desta forma, a adição de grãos contribuem para um efeito positivo na formação de ácido propiônico, que propicia maior formação de aminoácidos, especialmente o ácido glutâmico que é um aminoácido essencial limitantes e a própria elevação do nível de energia.

Todavia, há um limite na utilização dos concentrados (grãos) em função da diminuição do pH ruminal prejudicando o desenvolvimento das bactérias celulolíticas e causa a redução da produção de proteína microbiana.

4.3 Proteína não degradável no rúmen e aminoácidos protegidos.

A proteína não degradável poderá ter efeito positivo desde que seja complementar a proteína microbiana. Se o perfil de aminoácidos for inferior ao necessário para a síntese de proteína no leite, o efeito pode ser negativo.

O uso de aminoácidos protegidos é ainda incipiente pelo seu custo em relação ao benefício e de uma maneira geral não é precisa a avaliação do perfil final de aminoácidos que chegam a intestino.

4.4 Proteína bruta (PB).

Em função de que cada 1% de PB incrementado no teor de proteína na dieta (quando esta tem entre 9-17%), contribui para 0,02% na proteína do leite (50 vezes menos), pode-se dizer que a variação da PB na dieta afeta muito mais a produção de leite do que sua composição. A proteína solúvel no rúmen é um item importante para dar suporte ao crescimento microbiano. Em geral é recomendado que 30% da proteína fornecida seja solúvel no rúmen.

A utilização de dietas com alto teor de proteína, com grande fração de rápida degradação ruminal sem o adequado suporte de energia faz com que haja um aumento do NNP no leite, o que pode ser aferido pela presença elevada de uréia no leite. O teor de nitrogênio uréico no leite (MUN) é altamente relacionado com o de uréia no sangue que, por sua vez, reflete o excesso de proteína degradável no rúmen ou a falta de glicídios fermentecíveis no rúmen. A Tabela 13 resume várias situações que alteram o valor normal no MUN (12 mg/dl).

4.5 Gordura.

A adição de gordura na dieta geralmente leva a uma redução no teor de proteína do leite em torno de 0,1 a 0,3 unidades percentuais, ou cerca de 0,07% para cada 450g de gordura adicionada. Uma explicação encontrada para tal fato é que os microrganismos do rúmen não são aptos para a utilização da gordura como fonte de energia para o seu desenvolvimento, afetando a síntese de proteína microbiana e conseqüentemente o fornecimento de aminoácidos para a composição da proteína do leite. Outras hipóteses são que existe algum tipo de atuação da gordura no transporte de aminoácidos para a glândula mamária, há uma redução na liberação da somatotropina, o consumo cai e a gordura geralmente substitui os glicídios no suprimento de energia para o animal, reduzindo o alimento das bactéria ruminais. Estas hipótese são mais consistentes que a primeira, pois a depressão ocorre com todos os tipos de gorduras e não apenas aquelas ruminalmente ativas (insaturadas).

Tabela 13. Fatores que afetam o valor de MUN.

Proteína do leite %	MUN baixo (<12)	MUN ótimo (12-18)	MUN alto (>18)
< 3,0%	Deficiência de proteína. Deficiência de proteína solúvel e degradável	Deficiência de proteína. Deficiência de CHO fermentecível no rúmen. Deficiência de aminoácidos essenciais	Excesso de proteína. Excesso de proteína solúvel no rúmen ou degradável. Deficiência de CHO fermentecíveis no rúmen. Desbalanço de aminoácidos.
> 3,2%	Suprimento adequado de aminoácidos. Deficiência de proteína solúvel e degradável. Excesso de carboidrato ruminal	Balanço adequado de aminoácidos. Balanço adequado de CHO fermentecíveis no rúmen	Excesso de proteína solúvel no rúmen ou degradável. Deficiência de CHO fermentecíveis no rúmen.

4.6 Aditivos.

O fornecimento de niacina têm o objetivo de melhorar o balanço energético no início da lactação, reduzindo a mobilização de gordura corporal dos animais e diminuindo, desta forma, o teor de ácidos graxos livres n circulação sangüínea. Segundo pesquisadores, a niacina afeta a fermentação ruminal aumentando a síntese de proteína microbiana e reduzindo a concentração de uréia no rúmen. Outros trabalhos comprovam o aumento da produção de proteína microbiana (PBM) e produção do propionato,o que leva a um aumento de dos níveis de glicose sangüínea e redução do risco de cetose.

Tabela 14. Efeitos da niacina na produção e composição do leite em dietas com e sem o oferecimento de gordura.

Dieta	n° de estudos	Leite (kg)	Gordura (%)	Proteína (%)
Normal	19	+0,76	+0,156	+0,06
Com gordura	5	-0,39	-0,044	+0,10

Adaptado de Hutjens (1992).

A adição de ionóforos (monensina e lasalocida, entre outros) maximiza a eficiência de produção de AGV no rúmen, através da diminuição de perdas de energia via metano e gás carbônico e aumento da proporção de propionato (há também sobre a seletividade da flora por seqüestro do H⁺ livre). Com o aumento de propionato aumenta a disponibilidade de alguns aminoácidos que favorecem a síntese de proteína do leite. Há também a redução da disponibilidade de acetato, o que reduz a gordura do leite e indiretamente eleva a proteína do leite em termos percentuais. Há que se conhecer, porém, que tanto no caso da niacina como no caso dos ionóforos, o aumento é pequeno.

O fornecimento de somatotropina bovina (bST), está relacionado negativamente com o teor de proteína do leite, em função de um série de fatores, entre eles o desbalanceamento na quantidade dos precursores (aminoácidos) em proporção correta, utilizados pela glândula mamária, em comparação a disponibilidade aumentada de compostos para síntese de lactose e gordura. O fornecimento de bST leva a um aumento na quantidade de leite fluído produzida, como resultado da síntese de lactose, contendo teores elevados ou normais de gordura, causando, em contra partida, uma depressão na quantidade de proteína produzida.

4.7 Estação do ano interação com estresse térmico.

Assim como a gordura, sob estresse térmico, a proteína também têm uma tendência a reduzir o seu teor no leite, embora não de forma tão drástica.

5. Características químicas do leite.

Alguns critérios físico-químicos são normalmente utilizados pelas indústrias de laticínios para avaliar os cuidados dispensados ao leite pelo produtor. Esses critérios são bastante úteis para controlar o rendimento industrial e a qualidade do produto acabado. Entretanto, se utilizado de forma inadequada, tais critérios podem penalizar injustamente os fornecedores da matéria prima, uma vez que tais parâmetros são influenciados não só pelos cuidados dispensados ao leite, mas também por características individuais dos rebanhos, tipo de alimentação, época do ano, condições climáticas, formas de transporte do leite e outros.

Tabela 15. Aspectos que determinam o teor de proteína no leite.

O que aumenta o teor de proteína no leite	O que diminui o teor de proteína no leite
Dietas com gordura abaixo de 2,5%	Falta de glicídios não estruturais na dieta (< 35%)
Dietas com gordura 0,4 unidades abaixo da proteína	Falta de proteína solúvel (< 30% da PB)
Baixa produção	Falta de proteína degradável (<60 da PB)
Quantidades e proporções de aminoácidos essenciais (principalmente metionina e lisina)	Falta ou proporção inadequada entre aminoácidos essenciais
Dietas com alto teor de glicídios fermentáveis no rúmen, mas não que não levam à acidose	Fornecimento de gordura (desde que acompanhado por queda no consumo de MS, segundo alguns autores)
Mais proteína não degradável no rúmen, desde que com bom perfil de aminoácidos essenciais	Baixo consumo de matéria seca
Fornecimento de forragem de alta qualidade	Stress térmico

Fonte: Carvalho (2000).

Problemas de utilização de critérios de forma inadequada não são exclusividade de países subdesenvolvidos. A literatura internacional está repleta de apelos feitos pelas mais renomadas instituições de pesquisa para que seus governos revejam as legislações vigentes e as tornem adequadas às condições de cada país, levando em consideração todos os parâmetros que influenciam os resultados, como região, época do ano, raça e outros.

5.1 Acidez do leite.

Fatores não higiênicos que afetam a acidez do leite: raça, polimorfismo das proteínas, produção de leite, estágio da lactação, momento da ordenha, intervalo da ordenha, nutrição, sanidade, stress calórico, diluição do leite.

Tabela 16. Tamponantes responsáveis pela acidez titulável aparente de leite.

Tamponante	Acidez aparente (graus Dornic)
Dióxido de carbono	1
Citrato	1
Albuminas	1
Caseína	5-6
Fosfatos	5
Total	13-14

Tabela 17. Variações na acidez titulável no leite de diferentes raças.

Raça	nº de amostras	Acidez titulável (graus Dornic)	
		Média	Amplitude
Holandesa	297	16,1	10-28
Ayrshire	229	16,4	8-24
Guernsey	153	17,2	12-30
Jersey	132	17,9	10-24

Tabela 18. Efeito da variação na concentração de CO₂ sobre o pH e a acidez titulável no leite.

	Tratamento		
	Descarbonatado	Controle	Carbonatado
CO ₂ (mg/L)	0	109	210
pH	6,61	6,49	6,35
Acidez titulável (graus Dornic)	14,6	16,7	19,8

5.2 Ponto de congelamento.

Julius Hortvet, foi o primeiro a utilizar a avaliação da temperatura de congelamento do leite para detectar fraudes por adição de água.

Pela legislação brasileira vigente, é considerado normal o leite que apresentar ponto de congelamento entre -0,530 e -0,560 graus Hortvet.

Graus centígrados = 0,96418 * graus Hortvet + 0,00085.

Graus Hortvet = 1,03711 * graus centígrados - 0,00085.

Tabela 19. Contribuição dos componentes do leite responsáveis pelo seu ponto de congelamento.

Componentes	Ponto de congelamento	
	Em graus Hortvet	Em %
Lactose	-0,309	57,2
Cloretos	-0,111	20,6
Citrato	-0,036	6,7
Ácido láctico	-0,031	5,7
Outros	-0,053	9,8
Total	-0,540	100

Fatores não fraudulentos que afetam o ponto de congelamento: genética e produção, estágio de lactação, idade do animal, estado fisiológico, momento da ordenha, intervalo ordenha a análise, nutrição, sanidade, estresse calórico, tipo de transporte, tamanho do rebanho.

6. Síndrome do leite anormal.

A síndrome do leite anormal caracteriza-se por um conjunto de alterações na composição do leite ou as mudanças de alguma característica química que afete sua qualidade (Ceballo, 2000).

Os diversos estudos desenvolvidos até a atualidade permitem estabelecer com clareza as concentrações médias e a taxa de variação dos componentes lácteos na presença da síndrome (SILA). A conformação do critério da SILA leva em conta as especificações mínimas da qualidade do leite cru estabelecidas internacionalmente e no próprio país, assim como, a experiência precedente da qualidade do leite, associada por um lado aos sistemas de alimentação e, por outro, com a freqüente aparição de problemas de baixo teor de sólidos e densidade no leite cru e alterações no tratamento térmico do leite.

Para uma melhor interpretação estabelecem-se os indicadores mais sensíveis e suas possíveis associações aos transtornos mais comuns (vide Tabela).

Tabela 20. Alteração dos indicadores do leite na SILA.

Indicador	Valor médio	Variação	SILA
Acidez (% ácido láctico)	0,145	0,10 - 0,18	<0,13
pH	6,70	6,63 - 6,85	>6,74
Prova álcool (70% v/v)	Neg.	Neg. - Pos.	DP a Pos
Densidade (g/ml)	1,0295	1,026 - 1,032	<1,029
Proteína bruta (g%)	3,05	2,52 - 3,90	<2,90
Caseína (g%)	2,44	1,64 - 3,12	<2,20
Gordura (g%)	3,73	2,70 - 5,9	No
Lactose (g%)	4,75	3,8 - 5,2	<4,6
Cálcio (mg%)	120	90 - 150	<111
Fósforo (mg%)	90	63 - 105	<81
Magnésio (mg%)	12	8 - 14	<9,01
NNP (%N)	13,5	2 - 12	>5,0
Relação caseína/PB (%)	80	70 - 82	<76

Neg. = negativo, Pos. = positivo, DP = levemente positivo, PB = proteína bruta, No = não observado

A base hipotética mais provável da SILA está associada às limitações na quantidade e na qualidade da alimentação, agravadas por um potencial produtivo e maiores exigências nutricionais, fundamentalmente de animais da raça holandesa, o que se agrava no final da seca e no início da primavera.

O excesso de cana finamente moída e a adição de melaço, unido à baixa disponibilidade de forragens, limitam consideravelmente o consumo total de matéria seca e sua digestibilidade, causando transtornos a nível ruminal que se expressam finalmente em problemas metabólicos e alterações variadas

na qualidade do leite, sendo que o mesmo também pode ocorrer com outras fontes de alimentação com alto nível de glicídios de fácil fermentação e baixo conteúdo de proteínas, ou vice-versa, o que foi comprovado por Ponce (1996).

Tabela 21. Indicadores de alterações na composição do leite e a alteração relacionada.

Indicador de alarme	Tipo de alteração
Densidade, proteína, lactose	Depressão nos sólidos
Acidez titulável, pH	Alteração na capacidade tamponante
Prova do álcool	Alteração na estabilidade térmica
Cálcio, fósforo e magnésio	Alteração no equilíbrio mineral
Caseína, relação caseína/proteína, NNP	Alteração nos processos/qualidade de produtos

No Rio Grande do Sul verifica-se uma síndrome de leite anormal caracterizada pela baixa estabilidade da proteína ao teste do álcool e, em muitos casos, o leite apresenta reação positiva a acidez pela alizarina e também, a acidez em graus Dornic, o que difere da SILA que ocorre no caso cubano.

Estudos conduzidos para determinar os fatores relacionados à estabilidade da proteína do leite verificam que, o aumento da concentração de íons cálcio (cálcio livre) associado com a elevação da acidez influenciam marcadamente a estabilidade, sendo retardado com a adição de íons fosfato e do citrato. Por sua vez, os testes de estabilidade em álcool e ao calor não são testes confiáveis ou merecedores de confiança. A ação do álcool tem sido atribuída como desidratante e desnaturante, mas não há evidências a este título. A estabilidade do leite a prova do álcool em relação ao pH possui um comportamento sigmoidal.

7. Bibliografia.

- CARVALHO, M. P. de. Manipulando a composição do leite: gordura. 1 Curso online sobre qualidade do leite. Milkpoint. 2000. 15p.
- CARVALHO, M. P. de. Manipulando a composição do leite: proteína. 1 Curso online sobre qualidade do leite. Milkpoint. 2000. 15p.
- CEBALLO, P. P. Síndrome do Leite Anormal e qualidade do leite. 1 Curso online sobre qualidade do leite. Milkpoint. 2000. 16p.
- DURR, J. W.; FONTANELI, R. S., BURCHARD, J. F. Fatores que afetam a composição do leite. In: Sistemas de produção de leite baseado em pastagens sob plantio direto. KOCHHANN, R. A.; TOMM, G. O.; FONTANELI, R. S. Passo Fundo: Embrapa Trigo / Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite / Bagé: Embrapa Pecuária Sul / Montevideu: Procisur, 2000. p.135-156.
- RODRIGUES, P. H. M. Fatores não microbiológicos afetando acidez do leite e outras características. 1 Curso online sobre qualidade do leite. Milkpoint. 2000. 16p.

- FONSECA, L. F. L da; SANTOS M. V. da. Conceitos básicos sobre composição do leite e métodos utilizados. 1 Curso online sobre qualidade do leite. Milkpoint. 2000. 11p.
- VAN SOEST, P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. Ithaca and London. 1994. p271.
- YOUNG, C. P. Relatório de estágio em alimentos. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba. 1995. 40p.
- WONG, N. P. Fundamentals of Dairy Chemistry. 30^a Ed. New York: Van Nostrand Runhold Company. 1988. 346p.