

Avaliação da composição e do perfil de ácidos graxos do leite de vaca cru e pasteurizado em minilaticínios

Lucimar Gonçalves de Souza¹, Geraldo Tadeu dos Santos^{1*}, Júlio Cesar Damasceno¹, Makoto Matsushita^{2*}, Eduardo Shigueiro Sakaguti¹, Newton Pohl Ribas³ e Rodrigo Gregory Villalba¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

²Departamento de Química, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

³Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: gtsantos@uem.br

RESUMO. Este trabalho teve como objetivo a avaliação da composição e do perfil de ácidos graxos do leite de vaca, antes e após o processo industrial de pasteurização rápida, conduzido em quatro minilaticínios das regiões de Maringá e de Londrina, Estado do Paraná. Para tanto, foram determinados os teores de gordura, de proteína, de lactose, de sólidos totais, da contagem de células somáticas (CCS) e o perfil dos ácidos graxos. As análises de gordura, de proteína, da lactose e da CCS foram realizadas no Laboratório do Programa de Análises de Rebanhos Leiteiros da Associação Paranaense dos Criadores Bovinos da Raça Holandesa (PARL/APCBRH), em Curitiba, Estado do Paraná; e o perfil de ácidos graxos foi feito no Laboratório de Cromatografia Gasosa do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá. O resultado mostrou que não houve diferença ($p>0,05$) entre o leite cru e o pasteurizado. No entanto, foram observadas diferenças significativas na composição de proteína, de gordura, de lactose, de sólidos totais, na relação proteína:gordura e na CCS entre as amostras de leite colhidas nos quatro minilaticínios.

Palavras-chave: ácidos graxos, contagem de células somáticas (CCS), lactose, proteína, leite cru.

ABSTRACT. Evaluation of fat acids composition and profile of cow milk before and after the pasteurization in small dairy plants. This work aimed to evaluate fat acids composition and profile of cow milk before and after the pasteurization industrial process. The milk samples were collected in four small dairy plants in *Maringá* and *Londrina* region, state of Paraná. Fat, protein and lactose percentages, total solids, Somatic Cell Counting (SCC) and fat acids profile values were evaluated. Analyses of fat, protein, lactose, total solids and SCC were carried out in Milking Herds Analyses Program Laboratory from *Paraná* State Association of Holstein Bovine Breeders (PARL/APCBRH) in *Curitiba-Paraná* and the fat acids profile was analyzed in Gas Chromatography Laboratory from Chemistry Department of *Universidade Estadual de Maringá* (State University of *Maringá*). Results showed that no significant differences ($p>0.05$) were found between raw and pasteurized cow milk.

Key words: fatty acids, somatic cell counting (SCC), lactose, protein, raw milk.

Introdução

O leite, da maneira como foi criado pela natureza em todas as espécies de mamíferos, passa diretamente da glândula mamária da mãe para o estômago da cria, via sucção e deglutição. Desse modo, sua digestão inicia-se quase imediatamente, com sua coagulação ácida no estômago e o ataque proteolítico realizado pelas enzimas digestivas, principalmente a renina ou a quimosina. Diante disso, não necessita de nenhum artifício para sua conservação, configurando-se em um alimento que da forma líquida passa diretamente do órgão produtor para os processos digestivos do recém-nascido, a quem se destina nutrir. Conseqüentemente, não há leite naturalmente

disponível no meio ambiente, exceção feita à obtenção do leite realizada pelo homem na exploração das espécies domésticas. Dessa intervenção humana é que advém toda a necessidade de preservá-lo, uma vez que, dada a sua composição e propriedades, sua qualidade nutritiva, associadas a sua forma líquida, facilmente digerível, constitui-se em matéria-prima altamente perecível, quando exposta às condições inadequadas do meio ambiente, para o qual não foi preparado. Portanto, adotar procedimentos de preservação para o aproveitamento do leite como alimento é necessário. Em sua maioria, baseiam-se no uso da temperatura, frio ou calor, para tratar o leite obtido e assim preservá-lo inalterado pelo maior prazo possível (Prata, 2001).

Segundo o art. 517 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA/RIISPOA, 1952), entende-se como pasteurização o emprego conveniente do calor com o fim de destruir totalmente a flora microbiana patogênica, sem alteração sensível da constituição física e do equilíbrio do leite, sem prejuízo dos seus elementos bioquímicos, assim como de suas propriedades organolépticas normais.

A pasteurização de curta duração, que consiste no aquecimento do leite em camada laminar de 72 a 75°C, por 15 a 20 segundos, em aparelhagem própria, é o processo de pasteurização mais utilizado. Imediatamente após o aquecimento, o leite será resfriado entre 2 a 5°C e, em seguida, mantido sob refrigeração (Mapa/Riispoa, 1952).

Simon e Hansen (2001), em um estudo para avaliar o efeito de vários materiais de embalagens na vida de prateleira e o sabor do leite pasteurizado, concluíram que o leite processado a 76°C teve a mais baixa taxa de crescimento bacteriano e maior vida de prateleira. Sendo que o aumento da temperatura de pasteurização para 84°C e 92,2°C não melhorou, ou seja, não ampliou a vida de prateleira do leite. Também observaram que a estocagem do leite à baixa temperatura prolonga a vida de prateleira do leite.

Ao avaliar o tratamento térmico do leite, por meio de sensor detector de grupos sulfídricos livres, Cosio *et al.* (2000) observaram que o tratamento térmico do leite por pasteurização de curta duração (HTST) não provocou alterações nas proteínas do soro do leite.

Segundo Ortigosa *et al.* (2001), a pasteurização diminuiu o nível de certos componentes voláteis, especialmente álcoois, aldeídos e cetonas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição e do perfil de ácidos graxos do leite de vaca, antes e após o processo industrial de pasteurização rápida, conduzido em quatro minilaticínios das regiões de Maringá e de Londrina, Estado do Paraná. Para tanto, foram determinados os teores de gordura, de proteína, de lactose, de sólidos totais, da contagem de células somáticas (CCS) e o perfil dos ácidos graxos.

Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido em quatro minilaticínios, sendo três localizados nas proximidades de Maringá e um em Londrina. Os minilaticínios só realizam o processo de pasteurização rápida e envase do leite de suas próprias produções. Para a obtenção dos dados referentes ao manejo executado e à produção nos minilaticínios, foi realizado um levantamento dos minilaticínios, sobre o manejo nutricional, o sanitário e a ordenha adotada.

Foram colhidas amostras homogeneizadas de leite do tanque de recepção, antes e após o processo de pasteurização rápida e envase, em frascos

esterilizados e devidamente identificados. As amostras foram colhidas por seis semanas consecutivas e eram constituídas de leite integral. Após, foram encaminhadas, em caixas isotérmicas com gelo, para o departamento de química da Universidade Estadual de Maringá, onde partes delas foram separadas e enviadas para o Laboratório do Programa de Análises Regional do Leite da Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (PARL/APCBRH), em Curitiba, Estado do Paraná. Para a análise dos teores de gordura, foi empregado o método tradicional de Gerber (Lanara, 1981). Na análise do perfil de ácidos graxos, a gordura extraída do leite foi transesterificada, conforme método 5509 da ISO (1978), utilizando KOH/metanol e n-heptano. Em seguida, as amostras foram armazenadas em congelador a - 18°C, para posterior análise cromatográfica.

Os ésteres de ácidos graxos foram analisados através de cromatógrafo gasoso (Shimadzu 14A) com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (50m de comprimento, 0,25mm de diâmetro interno e 0,20 µm de Carbowax 20M). Os fluxos de gases foram de 1,2mL/min de H₂ (gás de arraste), 32mL/min para N₂ (gás auxiliar) e 30 e 300mL/min, respectivamente, para H₂ e ar sintético (gases para chama). A temperatura inicial da coluna foi estabelecida em 40°C, mantida por 3min., chegando a 240°C de temperatura final, sendo elevada a uma taxa de 5°C/min. A quantificação dos ácidos graxos da amostra foi feita por meio da comparação com os tempos de retenção de padrões (Sigma), e as concentrações por meio do Integrador-Processador CG-300.

As amostras encaminhadas ao PARL/APCBRH, em Curitiba, Estado do Paraná, foram analisadas através do equipamento Bentley 2000, da Bentley Instruments Inc., Chasca Minnesota USA. Esse equipamento analisa os componentes físico-químicos por ondas na faixa do infravermelho, sendo aprovado pela IDF e pela AOAC (1980). As análises para contagem de células somáticas foram realizadas em contador eletrônico (SOMACOUNT 500 ®), no qual os núcleos das células são corados com o corante brometo de etidion e expostos ao raio laser, refletindo luz vermelha (fluorescência); os sinais são transformados em impulsos elétricos que são detectados por um fotomultiplicador e transformados em contagens, cujos resultados foram visualizados no equipamento e impressos, conforme descrito em Voltolini *et al.* (2001).

Os valores percentuais de gordura, de proteína, de lactose, de sólidos totais, da relação proteína/gordura e do perfil dos ácidos das amostras de leite analisadas sofreram transformação angular, conforme Sampaio (1998), para posterior análise estatística, sendo utilizada a análise de variância para os estudos dos

efeitos dos tratamentos, e o teste Tukey a 5% para o contraste de médias. Os valores obtidos na análise estão apresentados nas tabelas na forma natural (percentual), exceto o coeficiente de variação (CV), o que está apresentado na forma transformada. A análise estatística dos resultados obtidos de composição química no leite de vaca foi realizada através do procedimento GLM do SAS (1992), e o modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + P_j + LP_{ij} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = observação na amostra k, do tipo de processamento j, do laticínio i;

μ = constante geral;

L_i = efeito do Laticínio i (i = 1, 2, 3 e 4);

P_j = efeito do tipo de processamento [j = 1 (cru) e 2 (pasteurizado)];

LP_{ij} = efeito da interação do laticínio i com o tipo de processamento j;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ijk} .

Resultados e discussão

No processamento industrial realizado nos quatro minilaticínios, a pasteurização não afetou a composição do leite de vaca ($p > 0,05$) (Tabela 1), o que vem reafirmar o conceito que se espera do leite pasteurizado.

Como observado na Tabela 1, os valores CCS também foram descritos na forma logarítmica, pois Sampaio (1998) cita que quando uma resposta muito instável é medida sob diferentes tratamentos, observa-se um aumento da instabilidade à medida que o valor médio observado no tratamento aumenta. Verifica-se também proporcionalidade entre a média do grupo experimental e seu respectivo desvio padrão. Dessa forma, a transformação logarítmica da CCS é recomendada também por outros pesquisadores (Pillai *et al.*, 2001; Tsenkova *et al.*, 2001). Esses autores citam que o \log_{10} foi calculado para normalizar a distribuição da CCS.

Tabela 1. Composição (%) do leite de vaca cru e pasteurizado

Composição	Leite		CV(%)	Sign.
	Cru	Pasteurizado*		
Gordura	3,4	3,4	3,22	ns
Proteína	3,0	3,0	1,68	ns
Lactose	4,4	4,5	1,12	ns
Sólidos totais	11,81	11,83	1,27	ns
CCS ¹ (x 10 ³ / mL)	499	438	43,58	ns
Log ₁₀ CCS ¹	5,60	5,58	2,87	ns
Relação proteína :gordura	0,88	0,88	0,68	ns

¹Contagem de células somáticas; CV: coeficiente de variação; ns: não-significativo ($p > 0,05$); *Pasteurização rápida a 72-73°C, por 16 a 18 segundos

Os resultados obtidos nas análises estatísticas não mostraram ($P > 0,05$) significância quanto à interação processamento e laticínio em todas as variáveis avaliadas.

Na Tabela 2, observa-se diferença na composição e na CCS do leite entre os minilaticínios,

provavelmente relacionada a fatores como: diferenças entre o manejo nutricional e a ordenha; raças e infra-estrutura, entre outras, como foi verificado no levantamento realizado nos minilaticínios. Esses resultados encontram sustentação nas afirmações de Behmer (1999) e Block (2000), que relataram que a composição do leite de vaca pode variar conforme a espécie, a raça, a individualidade, a alimentação, o tempo de gestação, o estágio da lactação, o intervalo de ordenhas, a estação do ano, a sanidade, o estresse ou ação de drogas medicamentosas.

Tabela 2. Composição (%) do leite de vaca em quatro minilaticínios

Composição	Minilaticínios				CV(%)
	1	2	3	4	
Gordura	3,41a	3,56a	3,65a	3,04b	3,22
Proteína	2,97bc	3,17a	3,10ab	2,91c	1,68
Lactose	4,54a	4,53a	4,4a	4,51a	1,12
Sólidos Totais	11,78a	12,14a	12,04a	11,32b	1,27
CCS ¹ (x 10 ³ / mL)	298b	358b	918a	299b	43,58
Log ₁₀ CCS	5,45b	5,53b	5,93a	5,44b	2,87
Relação proteína :gordura	0,87b	0,89ab	0,85b	0,95a	3,12

a, b - Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); Contagem de células somáticas e CV: coeficiente de variação

Como pode ser visto na Tabela 2, o teor de gordura do leite de vaca no minilaticínio 4 foi significativamente menor ($p < 0,05$) do que nos demais. De acordo com os dados obtidos no levantamentos realizados nas propriedades (minilaticínios), o minilaticínio 4 possui um rebanho de alta produtividade, composto basicamente de animais da raça Holandesa. O manejo nutricional é baseado em forragem conservada e no fornecimento de maiores quantidades de concentrado, comparativamente aos demais, o que proporcionaria um leite com menor teor de gordura. Behmer (1999), Carvalho *et al.* (1999) e Block (2000) relataram que o teor de gordura é o componente mais variável do leite, sendo influenciado pela espécie, pela raça, pelo manejo nutricional e pelo volume de produção dos animais, entre outros. Assim sendo, as características de rebanho e de manejos observadas no minilaticínio 4 favoreceram o menor teor de gordura do leite proveniente desse minilaticínio. Entre os demais minilaticínios, não se observou diferença significativa. Porém, o minilaticínio 3 apresenta tendência de maior média de teor de gordura; esse minilaticínio possui grande porcentagem de animais mestiços das raças Gir e Holandesa (Girolanda), com produção menor e manejo nutricional baseado em forragens verdes e forragens conservadas, tendo a menor suplementação com concentrado entre as quatro propriedades estudadas.

O teor de proteína do leite proveniente do minilaticínio 4 também foi significativamente menor ($p < 0,05$) do que os minilaticínios 2 e 3. O teor de proteína do leite proveniente do minilaticínio 1 não diferiu significativamente ($p > 0,05$) dos minilaticínios 3 e 4, diferindo somente do minilaticínio 2, que

obteve o maior teor médio de proteína. O teor de proteína do leite proveniente do minilaticínio 3 não diferiu significativamente ($P>0,05$) do minilaticínio 2 (Tabela 2).

Segundo Theurer *et al.* (1999), Block (2000) e Santos (2000), de maneira geral, as alterações na fração dos carboidratos na dieta favorecem a concentração de gordura no leite e, em consequência, reduzem a concentração de proteína do leite. Por outro lado, dietas com alto teor de concentrados ou fontes de carboidratos mais fermentáveis no rúmen favorecem a produção de proteína no leite.

Os teores de lactose do leite proveniente dos quatro minilaticínios não diferiram entre si. A lactose do leite é o constituinte mais estável, praticamente não variando entre as raças bovinas e sendo pouco influenciada pelos diferentes manejos, inclusive pelo manejo nutricional (De Sá, 1978).

Os teores de sólidos totais foram significativamente menores ($p<0,05$) para o leite proveniente do minilaticínio 4, (Tabela 2). Isso se deve aos menores teores de gordura e de proteína observados no leite proveniente desse minilaticínio, comparado com os demais analisados. Os sólidos totais do leite são compostos por gordura, proteína, lactose, vitaminas e minerais e são em grande parte dependentes das variações nos teores de gordura do leite, da fração com maior amplitude de variação e dos teores de proteína, devido às alterações no manejo nutricional (Santos, 2000; Peres, 2001).

De acordo com o levantamento realizado no minilaticínio 3, constatou-se que o mesmo não adota critério para proceder ordenha; não realiza o teste da caneca telada antes de colocar a teteira para controle de mastite; e que a ordenha é realizada em instalações rústicas não apropriadas, com sistema de ordenha balde ao pé. 25% do rebanho em lactação é composto por vacas mestiças Girolanda, com tetos de dimensões muitas vezes incompatíveis com a teteira do equipamento de ordenha, o que favorece o desacoplamento do mesmo. Verificou-se, ainda, a baixa produção do rebanho, com média de 10,7 litros de leite/vaca em lactação/dia.

Esta realidade observada no minilaticínio 3 reflete a sua CCS, significativamente maior ($p<0,05$) do que nos demais minilaticínios, entre os quais não se observou diferença significativa ($p>0,05$).

Os resultados apresentados neste trabalho encontram embasamento nas afirmações de Ribas (1999), que relatou que valores de CCS são importantes para tomada de decisões no manejo, e que contagens altas de células somáticas estão sempre associadas a infecções. Também relaciona CCS do tanque, como realizado neste experimento, com a porcentagem de quartos infectados e perdas na produção.

O minilaticínio 3, apesar da alta contagem de células somáticas (Tabela 2) e da baixa produção de

leite, não apresentou diminuição dos componentes do leite, como proteína, gordura e lactose, bem como dos sólidos totais. De acordo com Schællibaum (2000), quando a produção de leite é reduzida em uma proporção maior do que a síntese dos componentes, a porcentagem de gordura em um caso de mastite aumenta pelo efeito de concentração; porém, alterações profundas não ocorrem abaixo de uma CCS de 2.000.000 células/mL. Provavelmente, foi o que ocorreu na composição do leite proveniente do minilaticínio 3.

Em relação à concentração total de proteína no leite, ela foi levemente influenciada por elevada CCS. O decréscimo de proteínas sintetizadas na glândula mamária é mais ou menos compensado pelo aumento de proteínas séricas que deixam a corrente sanguínea em razão da lesão da barreira lacto-sanguínea (Schællibaum, 2000).

O minilaticínio 4 apresentou relação proteína/gordura maior do que os minilaticínios 1 e 3 e não diferiu significativamente ($p>0,05$) do minilaticínio 2, bem como o minilaticínio 2 não diferiu do 1 e nem do 3.

As Tabelas 3 e 4 mostram, respectivamente, a concentração de ácidos graxos saturados, mono e poliinsaturados do leite de vaca cru e pasteurizado.

Não se observou diferença significativa ($p>0,05$) na concentração dos ácidos graxos entre o leite de vaca cru e o pasteurizado (Tabela 3).

Tabela 3. Concentração (%) dos ácidos graxos saturados do leite de vaca *in natura* e pasteurizado

Ácidos graxos - Usual ¹	Nomenclatura IUPAC ²	Leite		CV ³ (%)	Sign.
		Cru	Pasteurizado		
Butírico	C4:0	2,4521	2,2747	16,04	ns
Capróico	C6:0	1,4759	1,4952	30,76	ns
Enântico	C7:0	2,4560	2,3971	51,46	ns
Caprílico	C8:0	1,4557	1,4220	20,45	ns
Cáprico	C10:0	3,5458	3,5580	16,31	ns
n-undecílico	C11:0	0,1736	0,2186	41,57	ns
Laúrico	C12:0	3,8096	3,8390	11,61	ns
n-tridecílico	C13:0	0,1045	0,1003	47,97	ns
Mirístico	C14:0	11,477	11,713	6,23	ns
Pentadecílico	C15:0	1,0666	1,0929	5,93	ns
Palmitico	C16:0	31,690	31,790	4,41	ns
Margárico	C17:0	0,5508	0,5480	6,79	ns
Esteárico	C18:0	11,711	11,826	7,59	ns
Araquídico	C20:0	0,3000	0,3096	42,02	ns
Tricosanóico	C23:0	0,2816	0,2665	41,02	ns

¹Nomenclatura usual, ²Nomenclatura Iupac, ³Coefficiente de variação; ns: não-significativo ($p>0,05$)

Tabela 4. Concentração (%) dos ácidos graxos mono e poliinsaturados do leite de vaca cru e pasteurizado

Ácidos graxos - Usual ¹	Nomenclatura Iupac ²	Leite		CV (%)	Sign.
		Cru	Pasteurizado		
Miristoléico	C14:1	0,7380	0,7785	8,03	ns
5-pentadecanóico	C15:1	0,2450	0,2392	22,09	ns
Palmitoléico	C16:1	1,3429	1,4086	2,89	ns
8-hepadecanóico	C17:1ω9	0,2830	0,2974	20,45	ns
Oléico	C18:1	18,8314	18,7263	7,15	ns
Vacénico	C18:1	2,2449	2,2403	12,87	ns
Linoléico	C18:2ω6	1,8840	1,6426	23,81	ns
γ-linolênico	C18:3ω6	0,9514	0,7796	21,52	ns
α-linolênico	C18:3ω3	0,3420	0,2898	21,17	ns
11,14-eicosadienóico	C20:2ω6	0,2297	0,2328	42,38	ns

Nervônico	C24:1ω9	0,3239	0,2158	69,98	ns
-----------	---------	--------	--------	-------	----

¹Nomenclatura usual, ²Nomenclatura lupac; CV: coeficiente de variação; ns: não-significativo (p>0,05)

As concentrações dos ácidos graxos saturados e de mono e poliinsaturados do leite de vaca mensurados neste experimento nos quatro minilaticínios são mostrados, respectivamente, nas Tabelas 5 e 6.

O minilaticínio 3 destacou-se dos demais, apresentando maior concentração média referente aos ácidos graxos: araquídico, margárico e n-tridecílico (p<0,05); exceto ao ácido palmítico (C16:0), que apresentou diferença significativa (p<0,05) entre os minilaticínios 1 e 2 e não apresentou diferença significativa (p>0,05) com o minilaticínio 4, sendo este ácido graxo o de maior concentração no leite, tendo em média valores variando de 29,4 a 34,5%. Devido à porcentagem dos ácidos graxos ser proporcional aos teores de gordura do leite e o minilaticínio 3 apresentar teor de gordura significativamente maior (p<0,05), os resultados foram condizentes com o manejo nutricional e com a constituição racial do rebanho fornecedor do leite processado nesse minilaticínio.

Tabela 5. Concentração (%) dos ácidos graxos saturados do leite de vaca nos quatro minilaticínios

Ácidos graxos	Nomenclatura Usual ¹	Nomenclatura lupac ²	Minilaticínios				CV(%)
			1	2	3	4	
Butírico	C4:0		2,5185	2,0628	2,2820	2,5903	16,04
Capróico	C6:0		1,6149	1,3426	1,4901	1,4945	30,76
Enântico	C7:0		2,9726	1,9629	1,6224	3,1483	51,46
Caprílico	C8:0		1,4912	1,3767	1,4013	1,4861	20,45
Cáprico	C10:0		3,5433	3,6413	3,3145	3,7085	16,31
n-undecílico	C11:0		0,1961	0,1583	0,2514	0,1785	41,57
Láurico	C12:0		3,6866	4,1396	3,4912	3,9798	11,61
n-tridecílico	C13:0		0,0528b	0,1053ab	0,1787a	0,0730b	47,97
Mirístico	C14:0		11,1238	12,2605	11,0872	11,9101	6,23
Pentadecílico	C15:0		0,9524c	1,1894a	1,1681ab	1,0091bc	5,93
Palmítico	C16:0		31,8912ab	34,5959a	29,4032b	31,0721b	4,41
Margárico	C17:0		0,4839b	0,5139b	0,6709a	0,5288b	6,79
Estearico	C18:0		12,4710	11,1816	12,3560	11,0684	7,59
Araquídico	C20:0		0,2433b	0,2340b	0,5214a	0,2205b	42,02
Tricosanoico	C23:0		0,2737	0,2935	0,2976	0,2315	41,02

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey (P<0,05); ¹Nomenclatura usual; ²Nomenclatura lupac; CV: coeficiente de variação

Tabela 6. Concentração (%) dos ácidos graxos mono e poliinsaturados do leite de vaca nos quatro minilaticínios

Ácidos graxos - Usual ¹	Nomenclatura lupac ²	Minilaticínios				CV(%)
		1	2	3	4	
Miristoléico	C14:1	0,6338b	0,7840ab	0,8654a	0,7499ab	15,1
5-pentadecanoico	C15:1	0,1307c	0,2501b	0,3496a	0,2379b	26,6
Palmitoléico	C16:1	1,2518b	1,3613b	1,6014a	1,2886b	11,1
8-hepadecanoico	C17:1ω9	0,1580c	0,2294bc	0,4877a	0,2856b	29,4
Oléico	C18:1	18,5288	17,4560	20,5591	18,8683	13,2
Vacênico	C18:1	2,0905a	1,7768b	3,1170a	1,9860b	22,2
Linoléico	C18:2ω6	1,9372	1,5172	1,3330	2,2658	72,2
γ-linolênico	C18:3ω6	0,9456	0,9102	0,8338	0,7724	43,2
α-linolênico	C18:3ω3	0,2434b	0,2559b	0,4436a	0,3209ab	40,7
11,14-eticosadienoico	C20:2ω6	0,2430	0,2462	0,2320	0,2038	81,9
Nervônico	C24:1ω9	0,3199	0,1532	0,3133	0,3133	94,4

Médias na mesma linha seguidas de letras diferentes diferem pelo teste de Tukey (P<0,05); ¹Nomenclatura usual; ²Nomenclatura lupac; CV: coeficiente de variação

Não se observou diferença significativa (p>0,05) entre os minilaticínios para os valores de ácido

linoléico (C18:2ω6), Tabela 6, ao qual se correlacionam diversos benefícios à saúde e que tem demonstrado ser uma ferramenta efetiva na manipulação da composição do leite (Lanna e Medeiros, 2000).

Os valores obtidos para as concentrações dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados e a relação de insaturados *versus* saturados no leite de vaca *in natura* e no pasteurizado encontram-se na Tabela 7.

De acordo com a Tabela 7, não se observou diferença significativa (p>0,05) para os ácidos graxos agrupados em saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e a relação AGI/AGS entre o leite de vaca cru e o pasteurizado. Entretanto, observou-se alta concentração de ácidos graxos saturados (AGS) no leite.

Tabela 7. Totais de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados e relação ácido graxo insaturado/saturado no leite de vaca cru e pasteurizado

Ácidos graxos	Leite		CV (%) ²	Sign.
	Cru	Pasteurizado		
Ácidos graxos saturados	72,5639	72,85 27	2,66	ns
Ácidos graxos monoinsaturados	24,0186	24,2010	7,18	ns
Ácidos graxos poliinsaturados	3,4072	2,9448	16,83	ns
AGI/AGS ¹	0,3817	0,3765	9,78	ns

¹Relação ácidos graxos insaturados/saturados; ²Coefficiente de variação; DP: desvio padrão; ns: não-significativo (p>0,05)

Segundo Palmquist *et al.* (1993), a gordura do leite contém ácidos graxos derivados da síntese *de novo* pela glândula mamária (C_{4:0} a C_{14:0} mais uma porção de C_{16:0}) e dos ácidos graxos pré-formados na saída da glândula mamária (uma porção de C_{16:0} e todas as cadeias mais longas de ácidos graxos), sendo os lipídios do tecido adiposo dos ruminantes geralmente mais saturados do que os lipídios do tecido dos não-ruminantes, devido à bioidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados no rúmen (Drackley *et al.*, 2000).

A Tabela 8 mostra os valores obtidos para as concentrações dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados e a relação AGI/AGS do leite de vaca nos quatro minilaticínios. Observa-se diferença significativa (p<0,05) entre os minilaticínios, com relação às médias totais de ácidos graxos saturados (AGS) e monoinsaturados e relação AGI/AGS. Não houve diferença significativa entre os minilaticínios com relação à concentração de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI).

Tabela 8. Totais de ácidos graxos saturados, mono e poliinsaturados e relação ácido graxo insaturado/saturado no leite de vaca nos quatro minilaticínios

Ácidos graxos	Minilaticínios				CV (%)	Sign.
	1	2	3	4		
Ácidos graxos saturados	73,51ab	75,05a	69,53b	72,69ab	2,66	0,01
Ácidos graxos monoinsaturados	23,11b	22,01b	27,62a	23,69ab	7,18	0,01
Ácidos graxos poliinsaturados	3,36a	2,92a	2,84a	3,56a	6,83	ns
AGI/AGS ¹	0,36ab	0,33b	0,44a	0,37ab	9,78	0,01

¹Relação ácidos graxos insaturados: saturados; CV: coeficiente de variação; não-significativo (p>0,05)

O minilaticínio 2 apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) quanto à média total de AGS do minilaticínio 3. Todavia, os minilaticínios 1, 3 e 4 não apresentaram diferença significativa com relação à média total de AGS.

Quanto à média total de ácidos graxos monoinsaturados entre os quatro minilaticínios, observou-se que o minilaticínio 3 diferiu significativamente dos minilaticínios 1 e 2 (Tabela 8).

O minilaticínio 3 diferiu do minilaticínio 2 na relação AGI/AGS; porém, não diferiu dos minilaticínios 1 e 4.

Concluímos que a composição do leite de vaca cru não foi alterada pelo processo industrial de pasteurização rápida. Todavia, foram observadas diferenças entre os minilaticínios na composição do leite, no perfil de ácidos graxos insaturados e poliinsaturados e na relação proteína:gordura e na CCS.

Agradecimentos

Os autores agradecem imensamente ao Técnico do Laboratório de Cromatografia do Departamento de Química, Dirceu Batista de Souza, pela prestigiosa colaboração nas análises do perfil de ácidos graxos. À Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) pelas análises dos constituintes do leite.

Referências

AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 10.ed. Washington, D.C.:AOAC, 1980.

BEHMER, M. L. A. Considerações sobre o leite e tratamento do leite. In: *Tecnologia do leite: produção, industrialização, análise*. 13. ed. rev. e atualizada. São Paulo: Nobel. 1999. p.16-20 e p.72-78.

BLOCK, E. Nutrição de vacas leiteiras e composição do leite. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 2000, Curitiba. *Anais...* Curitiba: UFPR, 2000, p.85-88.

CARVALHO, M. P. *et al.* Manipulação nutricional da composição do leite: proteína e gordura. In: 4º Interleite SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 1999, Caxambu. *Anais...* Caxambu: Instituto Fernando Costa, 1999, p.29-35.

COSIO, M. S. *et al.* Electrochemical sensor detecting free sulfhydryl groups: evaluation of milk heat treatment. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.83, p.1933-1938, 2000.

DE SÁ, F. V. *O leite e os seus produtos*. 4. ed. Coleção "Técnica Agrária" Lisboa: Livraria Clássica Editora. 1978.

DRACKLEY, J. K. Lipid metabolism. In: D' MELLO, J. P. F.(Ed.). *Farm animal metabolism and nutrition*. Edinburg: UK: CAB international. 2000. p.97-119.

ISO- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION. Animal and vegetable fat and oils - Preparation of methyl esters of fatty acids. *Method ISO 5509*. 1. ed. Switzerland, 1978. p.6.

IDF- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Guide for dairy managers on wastage prevention in dairy plants. *Bulletin of IDF*, n.124, 1980.

LANARA - Laboratório Nacional de Referência Animal. *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II - Métodos físicos e químicos*. Brasília: Ministério Da Agricultura - Secretaria Nacional De Defesa, Brasil, 1981.

LANNA, D. P. D.; MEDEIROS, S. R. Manipulação da composição do leite e do metabolismo de nutrientes usando isômeros do ácido linoléico conjugado. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 2000, Curitiba. *Anais...* Curitiba : UFPR, 2000, p.78-84.

MAPA/RIISPOA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. *Regulamento Da Inspeção Industrial E Sanitária De Produtos De Origem Animal (RIISPOA)*, aprovado pelo Decreto n.º 30.691 de 29 de março de 1952 e alterado pelos Decretos n.ºs 1.255 de 25.06.1962; 236 de 02.09.1994; 1812 de 08.02.1996; 2.244 de 04.06.1997. Brasil.

ORTIGOSA, M. *et al.* Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter on the volatile components and sensory characteristics of Roncal cheese. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.84, p.1320-1330, 2001.

PALMQUIST, D. L. *et al.* Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.76, p.1753-1771, 1993.

PERES, J. R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: *Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras*. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS. 2001. p.30-45.

PILLAI, S. R. *et al.* Application of differential inflammatory cell count as a tool to monitor udder health. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.84, p.1413-1420, 2001.

PRATA, L. F. Tratamentos térmicos aplicados ao leite In: *Fundamentos de ciência do leite*. Jaboticabal: Funep-Unesp. 2001. p.171-188.

RIBAS, N. P. Importância da contagem de células somáticas para a saúde da glândula mamária e qualidade do leite. In: 4º Interleite SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 1999, Caxambu. *Anais...* Caxambu: Instituto Fernando Costa, 1999, p.77-87.

SAMPAIO, I. B. M. *Estatística aplicada a experimentação animal*. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 1998, p.167-170.

SANTOS, J. E. Feeding for milk composition. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEDICINA BOVINA, 6, 2000, Santiago de Compostela, Spain, *Proceedings...* Santiago de Compostela, Spain: ANEMBE, 2000, p.163-172.

SAS, SAS Technical Report P - 229. *SAS/STAT Software: Changes ad Enhancements*. Release 6.07. Cary, NC: SAS Inst. Inc., 1992.

SCHÄELLIBAUM, M. Resíduos de antibióticos no leite. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 2000, Curitiba. *Anais...* Curitiba: UFPR, 2000, p.89-94.

SIMON, M.; HANSEN, A. P. Effect of various dairy packaging materials on the shelf life and flavour of

pasteurized milk. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.84, p.767-773, 2001.

THEURER, C. B. *et al.* Invited Review: Summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, SAS Inst. Inc., v.82, p.1950-1959, 1999.

TSENKOVA, R. *et al.* Somatic cell count determination in cow's milk by near-infrared spectroscopy: A new

diagnostic tool, *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.79, p.2550-2557, 2001.

VOLTOLINI, T. V. *et al.* Influência dos estádios de lactação sobre a contagem de células somáticas do leite de vaca da raça holandesa e identificação de patógenos causadores de mastite no rebanho. *Acta Scientiarum.*, Maringá, v.23, p.961-966, 2001.

Received on February 28, 2003.

Accepted on September 16, 2003.