

**DIFERENTES QUANTIDADES DE SORO DE
LEITE NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS SECAS**

FLÁVIA MARIA DAVID

2006

FLÁVIA MARIA DAVID

**DIFERENTES QUANTIDADES DE SORO DE LEITE NA ALIMENTAÇÃO
DE VACAS SECAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador – *in memoriam*

Prof. Dr. Júlio César Teixeira

Orientador

Prof. Dr. Juan Ramon Olalquiaga Perez

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

David, Flávia Maria

Diferentes quantidades de soro de leite na alimentação de vacas secas / Flávia Maria David. – Lavras : UFLA, 2006.

136 p. : il.

Orientador: Júlio César Teixeira e Juan Ramon Olalquiaga Perez

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Bovino. 2. Nutrição de ruminante. 3. Subproduto lácteo. 4. Parâmetro sanguíneo. 5. Comportamento ingestivo. 6. Consumo. 7. pH ruminal. 8. Taxa de passagem de fluído. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.20855

FLÁVIA MARIA DAVID

**DIFERENTES QUANTIDADES DE SORO DE LEITE NA ALIMENTAÇÃO
DE VACAS SECAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de “Doutor”.

Aprovada em 16 de fevereiro de 2006.

Prof. Dr. Juan Ramon Olalquiaga Perez – DZO/UFLA – Presidente da banca

Dr. Pedro Braga Arcuri – CNPGL/EMBRAPA

Prof. Dr. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA

Prof. Dr. Joel Augusto Muniz – DEX/UFLA

Prof. Dr. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

Prof. Dr. Júlio César Teixeira – DZO/UFLA

(orientador – *in memoriam*)

Prof. Dr. Juan Ramon Olalquiaga Perez

Orientador

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Ao amor da minha vida, companheiro e amigo, Henrique Ribeiro Alves de Resende e ao nosso "filhote", muito amado e querido, Lucas David Resende.

OFEREÇO

Aos meus pais, Luiz Grato David e Mercedes Brunherotto David e aos meus irmãos, Luiz Henrique David e Maria Fernanda David, que estão sempre presentes em minha vida e em meu coração.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Henrique Ribeiro Alves de Resende pela incondicional ajuda, compreensão, apoio e carinho durante todos estes anos de convivência.

À minha família, pelo apoio, mesmo que distante.

Ao saudoso Professor Júlio César Teixeira, pela orientação, incentivo e amizade durante todos os anos de convivência.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do doutorado.

Às agências de fomento ao desenvolvimento científico do Brasil, em especial ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Juan Ramon Olalquiaga Pérez que, na saudosa ausência do Prof. Júlio, se disponibilizou em orientar-me.

Aos integrantes da banca examinadora, Dr. Pedro Braga Arcuri, Prof. Dr. Luiz Ronaldo de Abreu, Prof. Dr. Paulo César de Aguiar Paiva e Prof. Dr. Joel Augusto Muniz, pela essencial colaboração na finalização deste trabalho.

Aos laticínios Serrabella e Verde Campo, pelo fornecimento dos soros doce e ácido, analisados nos experimentos.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Nilson, Borginho e José Geraldo, pelo valioso auxílio no experimento de campo. À secretária Keila, que sempre me acompanhou e colaborou esta minha trajetória.

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal do DZO da UFLA, Márcio Nogueira, Suelba Ferreira de Souza, Eliana Maria dos Santos e José Geraldo Virgílio, pela amizade e colaboração nas análises executadas.

Aos secretários do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Zootecnia, Pedrão e Carlos, pela colaboração na obtenção do meu Título de Doutora em Zootecnia.

À empresa Salminas, em especial ao Niltinho, que se disponibilizou em doar o sal proteinado para os animais experimentais.

Aos amigos Edgar Alain Collao Saenz e Afrânio Ferrari Baião, por todo auxílio prestado durante a condução do experimento de campo e finalização deste trabalho.

À colega do curso de pós-graduação, Ana Cristina Wyllie Elyas e ao seu marido Mirton, pela inestimável ajuda com as análises com Cobalto-EDTA.

Aos alunos de graduação Everton, Lécio, João Fernando, Danilo e Gustavo, pela grande colaboração na condução dos experimentos de campo e análises laboratoriais.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

A Deus, por permitir tudo isto.

SUMÁRIO

LISTAS DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	v
CAPÍTULO I.....	1
1 Introdução geral.....	2
2 Revisão bibliográfica.....	4
2.1 Produção de soro de leite.....	4
2.2 Carga poluidora e utilizações do soro.....	4
2.3 Valor nutricional do soro de leite.....	6
2.4 Soro líquido na alimentação de ruminantes.....	10
2.5 Corantes utilizados na alimentação em geral.....	11
2.6 Comportamento ingestivo.....	12
2.7 Consumo de matéria seca.....	15
2.8 Utilização do óxido de cromo como marcador externo.....	16
2.9 Fermentação ruminal.....	18
3 Referências bibliográficas.....	24
CAPÍTULO II - Avaliação da composição química dos soros doce e ácido, com e sem adição de corantes.....	32
Resumo	33
Abstract	34
1 Introdução	35
2 Material e método.....	37
3 Resultados e discussão	40
4 Conclusões	46
5 Referências bibliográficas	47
CAPÍTULO III - Comportamento ingestivo, consumo, digestibilidade aparente e parâmetros sanguíneos de vacas secas alimentadas com diferentes níveis de soro de leite.....	49
Resumo	50
Abstract	52
1 Introdução	54
2 Material e método.....	57
3 Resultados e discussão	62

4 Conclusões	91
5 Referências bibliográficas	92
CAPÍTULO IV - Avaliação da taxa de passagem de fluidos e do pH ruminal de vacas secas alimentadas com diferentes níveis de soro de leite.....	97
Resumo	98
Abstract	99
1 Introdução	100
2 Material e método.....	102
3 Resultados e discussão	107
4 Conclusões	115
5 Referências bibliográficas	116
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
ANEXOS.....	120

LISTAS DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- AGV** - Ácidos graxos voláteis
- Ca** - Cálcio
- CC** - Carmim de cochonilha
- CFDA** - Consumo médio diário de fibra em detergente ácido
- CFDN** - Consumo médio diário de fibra em detergente neutro
- CH₄** - Metano
- CMA** - Consumo médio de água
- CMF** - Consumo médio de feno
- CMP** - Consumo médio de sal proteinado
- CMS** - Consumo médio diário de matéria seca
- CNE** - Carboidratos não estruturais
- CO₂** - Dióxido de carbono
- Co-EDTA** - Cobalto EDTA
- CPB** - Consumo médio diário de proteína bruta
- Cr₂O₃** - Óxido de cromo
- DAFDA** - Digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido
- DAFDN** - Digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro
- DAMS** - Digestibilidade aparente da matéria seca
- DAPB** - Digestibilidade aparente da proteína bruta
- EE** - Extrato etéreo
- EG** - Extrato gorduroso
- FDA** - Fibra em detergente neutro
- FDN** - Fibra em detergente ácido
- FLR** - Taxa de fluxo de líquido ruminal
- K** - Taxa de passagem da fase líquida no rúmen
- MO** - Matéria orgânica

MS - Matéria seca
MSF - Matéria seca fecal excretada
Na - Sódio
NDT - Nutrientes digestíveis totais
P - Fósforo
PB - Proteína bruta
PM - Meso metabólico
PV - Peso vivo
TR - Tempo de reciclagem no rúmen
VLR - Volume de líquido no rumem

RESUMO

DAVID, Flávia Maria. **Diferentes quantidades de soro de leite na alimentação de vacas secas.** 2006. 136 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Área de concentração Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O presente trabalho foi dividido em três experimentos distintos para facilitar a organização dos resultados. O primeiro experimento teve como objetivo de criar alternativa simples e barata para os laticínios minimizarem a fraude do leite com soro. Foram avaliados o soro doce de leite, obtido pela fabricação de queijo tipo Gruyère e o ácido, coletado após a fabricação do requeijão, *in natura* ou com adição de corantes (carmim de cochonilha e urucum), em diferentes proporções de mistura (1:10000, 1:7500, 1:5000, 1:2500 e 1:1000). Foram feitas determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), lactose e extrato gorduroso (EG). Os teores de MS, PB, EG, cinzas e Na foram maiores no soro doce, representando 6,17%, 0,81%, 0,30%, 0,72%, 0,03% e 0,13% na matéria natural, respectivamente. A adição de corantes nos soros puros aumentou as quantidades médias de cinzas e Na presentes nas diluições utilizadas e não alterou o teor de MS, PB, Ca, P e lactose, concluindo-se que tanto o carmim de cochonilha (CC) como o urucum podem ser utilizados para colorir o soro de leite, sem que haja grandes modificações na composição deste subproduto. O segundo experimento foi conduzido no “Animal House” do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de soro de leite líquido doce na dieta de bovinos sobre o comportamento ingestivo, consumo, digestibilidade aparente e parâmetros sanguíneos. Foram utilizadas 12 vacas mestiças, secas e alimentadas com feno de Coast cross e sal proteinado. Os tratamentos foram baseados em diferentes níveis de soro doce de leite na dieta, sendo fornecidos 0 (controle), 15, 30 ou 45 litros de soro por dia. Os dados demonstram que a inclusão de soro de leite na dieta dos animais não afetou a ingestão, ruminação, mastigação total, ingestão total de líquido e nem o tempo gasto em inatividade. Embora crescente, o tempo gasto com a ingestão de líquido total (soro de leite e água) não variou entre os tratamentos. O consumo médio de feno de Coast cross diminuiu de forma linear (de 6.874,61 g para 5.561,21 g/dia) com o aumento do fornecimento de soro de leite para animais do experimento, conseqüentemente, os consumos médios diários de FDN e FDA também foram menores. Referindo-se ao consumo de água, constatou-se que também houve redução em função dos níveis crescentes dos tratamentos na dieta das vacas. Os níveis de soro na dieta afetaram positivamente a digestibilidade aparente da

matéria seca (DAMS) e a digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) ($P<0,01$), sendo que quanto maior os níveis dos tratamentos, maiores foram os valores encontrados para DAMS (0,72, 0,73, 0,77 e 0,80) e para DAPB (0,69, 0,72, 0,77 e 0,80). Os valores médios de glicose no plasma sanguíneo variaram entre os tratamentos ($P<0,01$), sendo de 59,92, 63,92, 67,25 e 69,33 mg/dl e 58,75, 64,17, 65,92 e 69,00 mg/dl, nos animais em jejum (coleta das 7:00 horas) e uma hora após o consumo de feno de Coast cross (coleta das 9:00 horas), respectivamente. A adição de soro de leite na dieta das vacas secas afetou a quantidade de uréia presente no plasma sanguíneo no horário de coleta das 12:00 horas (uma hora após o consumo de soro), sendo decrescente (22,83, 20,17, 17,50 e 15,67 mg/dl) com aumento dos níveis de soro na dieta. No terceiro experimento foram utilizadas três vacas Nelore adultas, não lactantes, não gestantes, providas de fistula ruminal e com peso vivo médio de 500 kg, para avaliar as alterações no ambiente ruminal (pH e taxa de passagem de fluidos) com a adição de níveis crescentes de soro de leite. Os animais receberam os mesmos tratamentos do segundo experimento. Para análise do pH ruminal foram coletadas amostras de líquido ruminal às 06:00 (antes do primeiro trato do dia), 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 horas. A taxa de passagem de fluidos pelo rúmen-retículo foi determinada utilizando-se Co-EDTA e foram coletadas amostras de fluido ruminal, nos tempos de 0 (pré dosagem), 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas após a infusão do elemento. Para o estudo da taxa de passagem de fluidos, utilizaram-se somente os tratamentos controle (0 l de soro de leite) e 45 litros de soro/dia. Observou-se diferença significativa no pH ruminal entre os diferentes níveis de soro estudados ($P<0,05$) e horários de coleta ($P<0,01$). O pH ruminal dos animais que não receberam soro de leite (controle) foi constante em todos os horários de coleta. Comparando-se os tratamentos, dentro de cada horário de coleta do líquido ruminal, verificou-se que somente nos tempos das 12:00, 14:00 e 18:00 horas houve diferença significativa ($P<0,01$) nos valores médios de pH. Nestes três horários, quanto maior o nível de soro na dieta das vacas secas, menor foi o pH encontrado. Também foi observado que, mesmo consumindo grande quantidade de líquido, os animais que receberam o tratamento com 45 litros de soro de leite por dia apresentaram, em média, menor volume estimado de líquido no rúmen que os animais que não receberam soro de leite (43,9 x 53,7 litros) devido, provavelmente, à maior taxa de passagem observada (13,95 x 10,23 %/h).

* Comitê de Orientação: Prof. Júlio César Teixeira – DZO/UFLA (Orientador); Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez – DZO/UFLA; Dr. Pedro Braga Arcuri – CNPGL/EMBRAPA; Prof. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DCE/UFLA; Prof. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

ABSTRACT

DAVID, Flávia Maria. **Different amount of liquid whey in the dry cows diets**. 2006. 136 p. Thesis (Doctorate in Animal Science – Major Ruminant Nutrition) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.*

This work was divided in three different experiments to make easier the organization of the results. The first experiment the aim was create a simple and cheap alternative for milk industry to minimize the fraud of milk with whey. This experiment evaluated the sweet whey, gotten from the production of Gruyere cheese, and the acid whey collected from the production of Requeijão. Both were evaluated *in natura* or colored with Cochineal Carmine or Annatto (*Bixa orellana*) in different ratios of mixture (1:10000, 1:7500, 1:5000, 1:2500 and 1:1000). Dry matter (DM), crude protein (CP), ashes, calcium (Ca), phosphorous (P), sodium (Na), lactose and ether extract (EE) were determined. Rates of DM, CP, EE and ashes were higher in the sweet whey, being 6.17%, 0.81%, 0.30%, 0.72%, 0.03% and 0.13% in the natural substance, respectively. The colorant addition in the pure whey increased the average rates of ashes and Na in the used dilutions but did not modify the rates of DM, CP, Ca, P and lactose. It can be concluded that Cochineal Carmine (CC) or Annatto (U) may be used to color the cheese whey without significant modifications in the composition of this by-product. The second experiment was conducted at the “Animal House” of the Animal Science Department of the Federal University of Lavras to evaluate the effect of different levels of liquid whey in the intake behavior, consumption, apparent digestibility and blood parameters. Were used twelve crossbred dry cows fed with Coast Cross hay and protein salt. The treatments had been based on different levels of sweet whey in the diet, 0 (control), 15, 30 or 45 liters of whey per day. The measures demonstrated that the inclusion of whey in the diet did not affect the ingestion, rumination, total chewing, total ingestion of liquid and nor the expended time in inactivity. Although increasing the time expense with the ingestion of total liquid (whey and water) this parameter did not vary between the treatments. The average intake of Coast Cross hay showed a linear decrease (from 6874,61g to 5561,21 g) with the increase of whey level in the diet, consequently, the daily average consumptions of NDF and ADF were also lowers. The water consumption was also reduced in response of the increasing levels of whey. Whey levels in the diet affected the apparent digestibility of the dry matter (DADM) and the apparent digestibility of the crude protein (DACP) ($P < 0,01$). As higher the inclusion of whey, greater the DADM (0,72, 0,73, 0,77 and 0,80) and DACP (0,69, 0,72, 0,77 and 0,80). The average values of glucose in the blood plasma varied between the treatments ($P < 0,01$),

and was 59,92, 63,92, 67,25 and 69,33 mg/dl and 58,75, 64,17, 65,92 and 69,00 mg/dl in fasting animals (collects at 7:00 hours) and after one hour the hay consumption (collects of the 9:00 hours), respectively. The whey inclusion in the diet of the dry cows affect ($P<0,01$) the urea level in the plasma (BUN) in the schedule of collect of the 12:00 hours (one hour after the whey intake) by decreasing (22,83, 20,17, 17,50 and 15,67 mg/dl) with increase of the levels of whey in the diet. In the third experiment to evaluate the changes in ruminal environment (pH and fluid passage rate) with the addition of increasing levels of whey (0, 15, 30 and 45 liters/day) in the diet, three Nelore adult non lactating and fistulated cows with 500 of body were used. The animals were fed with Coast Cross hay, salt and water. For the ruminal pH analysis samples of ruminal liquid was collected at 06:00 (before the first meal of the day), 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 and 18:00 hours. The fluid passage rate for rumen-reticulum was determined using Co-EDTA and samples of ruminal fluid were collected at 0 (pre-dosage), 2, 4, 6, 8, 10 and 12 hours after the infusion of Co-EDTA. To study the fluid passage rate just two treatments were used, control (0 l of whey) and 45 liters of whey/day. Significant difference in pH was observed for ruminal pH between the different levels of whey ($P<0,05$) and schedules of collects ($P<0,01$). Ruminal pH of the control animals was constant in all the collection schedules. When comparing the treatments, inside of each ruminal liquid collect schedule, a significant difference ($P<0,01$) in the average values of pH was verified in the times of the 12:00, 14:00 and 18:00 hours. At these three schedules, as high the level of whey in the diet of the dry cows as low the pH found. Also it was observed that, even consuming great amount of liquid, animals that received the treatment with 45 liters of whey per day presented, in average, lower liquid volume of rumen, when compared with the animals that had not received whey (43,9 x 53,7 liters) maybe due the higher passage rate (13,95 x 10,23 %/h).

* Guidance Committee: Prof. Júlio César Teixeira – DZO/UFLA (Advisor); Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez – DZO/UFLA; Dr. Pedro Braga Arcuri – CNPGL/EMBRAPA; Prof. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DCE/UFLA; Prof. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

O soro de leite é um dos subprodutos mais poluentes da indústria de alimentos e o mais potente dos dejetos lácteos. Sua natureza perecível não permite a estocagem por período prolongado, sendo necessário encontrar destino adequado aos consideráveis volumes produzidos diariamente.

Nos últimos anos, tem sido dada especial atenção às pesquisas para a detecção de adição fraudulenta de soro ao leite. Dentre os métodos já conhecidos estão a determinação do teor de ácido siálico e a determinação cromatográfica de caseinomacropéptidos (CMP). A determinação de CMP, por se tratar de componente específico do soro e estar ausente no leite, é um excelente indicador de fraude. Também são utilizadas modernas técnicas analíticas, como cromatografia de alto desempenho (HPLC) e métodos imunológicos para detectar a presença de soro no leite. Todos estes métodos são de alto custo, de difícil manuseio, além de necessitarem de muito tempo para análise.

Várias alternativas têm sido usadas pelas indústrias lácteas, tais como descarte em rios, esgotos e solo, evaporação e secagem, desmineralização, ultrafiltração, extração e refino de lactose e, finalmente, na alimentação animal.

O soro de leite é tradicionalmente utilizado na alimentação de suínos ou processado para inclusão em alimentos de consumo humano. Entretanto este subproduto pode ser utilizado na alimentação de bovinos leiteiros, como produto fresco ou depois de seco por evaporação (soro condensado), dependendo do custo de transporte ou do processamento.

A maior parte da água que o leite possui, após a fabricação do queijo, se concentra no soro e nela estão presentes as substâncias solúveis como a lactose, proteínas solúveis, sais minerais e traços de gordura. O soro de leite tem grande valor nutritivo por sua composição.

O soro fresco, ou condensado, pode ser incluído na dieta de bovinos leiteiros (10% a 12% do consumo de matéria seca) sem nenhum efeito maléfico na saúde animal ou na produtividade (Crovetto et al., 1991).

As informações disponíveis na literatura sobre os efeitos do soro de leite no ambiente ruminal e na digestibilidade são muito limitadas e restritas a quantidades inferiores a 20% da MS total consumida. Enquanto que, para haver vantagens econômicas com o uso deste subproduto, é necessário fornecer grandes quantidades aos animais ou deixar o consumo *ad libitum* (de 50 a 90 litros/dia para vacas lactantes) (Schingoethe, 1976).

Contudo, os objetivos deste trabalho foram avaliar o valor nutritivo do soro doce e soro ácido, com e sem a adição de corantes, a fim de criar alternativa simples para os laticínios diminuïrem a possibilidade de fraude do leite com próprio soro de leite, bem como avaliar o desempenho produtivo de vacas mestiças secas utilizando diferentes níveis de inclusão do soro de leite na dieta e estudar o reflexo desta adição sobre alguns parâmetros do rúmen, utilizando vacas com cânulas ruminais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção de soro de leite

Segundo Schelhaas (1991), dos produtos lácteos, o queijo apresentou o maior potencial de crescimento na década de 1990. A quantidade de leite usada na fabricação deste produto, no ano de 1997, foi de 31% do total de leite processado.

No Brasil, a produção de soro é constituída quase que exclusivamente de soro doce, provindo da fabricação de queijos por coagulação enzimática (mussarella, prato, minas frescal, meia-cura e outros), que são os mais comercializados no país. Já o soro ácido, originário da manufatura de queijos de coagulação ácida, de consumo mais reduzido (ricota e requeijão) e da fabricação de caseína, praticamente inexistente no Brasil, pouco contribui no cômputo geral. De acordo com o Ministério da Agricultura (1989), a produção de soro vem aumentando anualmente como resultado do crescimento da indústria queijeira. A maior parte deste produto não sofre nenhum tipo de industrialização, o que significa que grande quantidade é descartada, causando sérios problemas de poluição ambiental (Gillies, 1974).

2.2 Carga poluidora e utilizações do soro

O soro de leite é um dos subprodutos mais poluentes da indústria de alimentos e o mais potente dos dejetos lácteos, como mostram os dados da Tabela 1. Cem quilos de soro líquido contêm, aproximadamente, 3,5 kg de demanda biológica de oxigênio (DBO), uma força poluidora equivalente ao esgoto produzido por 45 pessoas (Weebb & Whittier, 1970).

TABELA 1 Características dos dejetos de processamento de alimentos.

Resíduos de processamento de laticínios	DBO, mg/L
Processamento de Leite Fluido para Fabricação	
Sorvetes	2500
Queijo "cottage"	6000
Soro em pó	40
Processamento de outras fontes alimentares:	
Enlatamento de carnes	1500
Abatedouro de aves	5000
Resíduos brutos:	
Soro doce	35000
Soro ácido	45000
Esgoto doméstico	50000

Fonte: Jelen (1979)

O soro consiste de 5% dos sólidos iniciais do leite e mais de 85% do volume inicial do leite e sua natureza perecível não permite a estocagem. Assim, é necessário encontrar destino adequado aos consideráveis volumes produzidos diariamente (Gillies, 1974).

O custo do tratamento biológico de resíduos, anterior ao descarte em rios e esgotos, é elevado e, segundo estimativa de Ryder (1980), o custo operacional é de 20,40 libras/toneladas de queijo.

A recuperação de lactose por cristalização ou por secagem em *spray*, depois de substancial purificação do material líquido, é uma alternativa viável. Mas esta possibilidade encontra obstáculos, pois o mercado de lactose é relativamente pequeno e estático, apesar de novas aplicações industriais estarem sendo ativamente estudadas (Shet et al., 1988).

De acordo com Mann (1986), o uso de soro líquido na alimentação animal, especialmente de bovinos e suínos, apresenta bons resultados, embora problemas como custo de transporte, principalmente em épocas de pico de

produção, tornem essa opção factível somente para alguns fazendeiros e pequenos laticínios.

2.3 Valor nutricional do soro de leite

O soro é composto, primordialmente, por água e nela estão presentes as substâncias solúveis, como a lactose, proteínas solúveis, sais minerais e traços de gordura. O soro de leite tem grande valor por sua composição.

A lactose é o principal carboidrato do leite, seguido da glicose e galactose. A molécula de lactose é formada pela união das moléculas de glicose e galactose. A glândula mamária contém um sistema enzimático capaz de transformar a glicose em galactose. A lactose também pode ser sintetizada a partir de pequenos fragmentos carbonados na forma de acetato, mas esta via é secundária (Mc Donald et al., 1973).

O precursor primário da lactose e da galactose é a glicose. O ácido propiônico é também prontamente utilizado, via glicólise, na síntese da lactose. Os processos fermentativos no rúmen convertem a maior parte dos carboidratos em ácidos graxos voláteis, dentre os quais estão o ácido acético, o propiônico e o butírico. Experimentos utilizando carbono marcado com ^{14}C demonstraram que o carbono do propionato aparece, preferencialmente, na lactose e que a maior parte do carbono do acetato está presente na gordura do leite (Souza, 2000).

A lactose, açúcar do leite, é produzida em grandes quantidades na glândula mamária de animais lactantes. É, provavelmente, o componente do leite mais constante, com quantidades variando de 4,6% a 4,8% (Swenson, 1977). A lactose encontra-se disponível, mas a galactose tem que ser sintetizada a partir da glicose existente, o que implica em uma mudança de configuração no átomo do carbono 4, por epimerização enzimática da UDP-D-glicose para formar a UDP-galactose (Lehninger, 1976).

O valor nutricional do soro de leite também está associado à qualidade de suas proteínas que, apesar de não estarem presentes em quantidades significativas, são de qualidade excepcional.

Quando o pH do leite chega a 4,6, ocorre precipitação das caseínas e o sobrenadante contém várias proteínas que são chamadas conjuntamente de proteínas do soro. As proteínas do soro constituem cerca de 20% da proteína total do leite. Na maioria, são proteínas globulares desnaturáveis pelo calor, contendo aproximadamente 50% β -lactoglobulina, 25% de α -lactoalbumina e 25% de outras frações protéicas, incluindo imunoglobulinas (Zadow, 1986). Também inclui os produtos da proteólise das caseínas que não sofrem desnaturação térmica e que, ao pH do leite, encontram-se, em parte, nas micelas de caseína. Portanto, as proteínas do soro lácteo não são idênticas às proteínas do soro de leite, obtidas pela reação da renina. Outra diferença é que constitui também a proteína do soro o glicomacropéptido, originado pela ação proteolítica sobre a kapa-caseína (Walstra & Jenness, 1987).

Na Tabela 2 encontra-se a composição dos soros ácido e doce.

TABELA 2 Comparação da composição do soro doce e soro ácido.

Componente	Soro doce (%)	Soro ácido (%)
Água	93 - 94	94 - 95
Sólidos totais	6 - 7	5 - 6
Lactose	4,5 - 5	3,8 - 4,2
Proteína (N x 6,38)	0,8 - 1	0,6 - 1
Nitrogênio não protéico (% do N Total)	22	27
Ácido láctico	0,1 - 0,2	0,7 - 0,8
Cinzas	0,5 - 0,7	0,7 - 0,8

Fonte: Harper & Seiberling (1976)

A qualidade nutricional de uma proteína depende do padrão e concentração de aminoácidos essenciais, que são aqueles que o organismo não

consegue sintetizar em quantidade e/ou velocidade suficientes para suprir as necessidades (Harper, 1998).

As proteínas de origem animal são relativamente caras e seu suprimento para população é um dos maiores problemas mundiais. As proteínas do leite e proteínas do soro contêm, em quantidades variadas, todos os aminoácidos necessários aos seres humanos e possuem um excedente de aminoácidos essenciais que as tornam valiosas na suplementação de proteínas vegetais (Cheftel et al., 1989). A composição de aminoácidos do soro de queijo cheddar encontra-se na Tabela 3.

A caseína, pelo seu excelente valor nutricional, é usada rotineiramente como uma proteína de referência para avaliar a qualidade protéica em alimentos. As proteínas do soro têm um quociente de eficiência protéica (PER) de 3,4, superando o da caseína que é de 2,9, em razão do seu maior teor de aminoácidos sulfurados. Além disso, a α -lactoalbumina contém quantidades significativas de triptofano (Jonas et al., 1976).

TABELA 3 Composição de aminoácidos do soro de queijo cheddar

Aminoácido	Soro (%)
Lisina	1,12
Histidina	0,24
Arginina	0,29
Treonina	0,63
Valina	0,67
Metionina	0,23
Isoleucina	0,60
Leucina	1,32
Fenilalanina	0,42
Triptofano	0,24
Ácido aspártico	1,24
Serina	0,59
Ácido glutâmico	2,16
Prolina	0,64
Glicina	0,25
Alanina	0,56
Cistina	0,24
Tirosina	0,36

Fonte: Wong et al. (1978)

Além das proteínas, o soro de leite é rico em vitaminas, cálcio e fósforo, como mostrado nas tabelas 4 e 5, respectivamente. A concentração dos minerais varia notavelmente em função do pH em que está sendo elaborado o queijo, podendo variar de 0,5% a 0,8% dos sólidos totais do soro (Luquet, 1993).

TABELA 4 Composição de vitaminas do soro de leite

Vitaminas	Mg/100 ml
Tiamina	40,0
Riboflavina	80,0
Ácido pantotênico	350,0
Vitamina B ₆	20,0
Biotina	1,5
Vitamina B ₁₂	0,15
Ácido nicotínico	70,0

Fonte: FAO (1972)

TABELA 5 Composição dos principais minerais do soro doce e soro ácido

Minerais	Soro doce (mg/100 g)	Soro ácido (mg/100 g)
Cálcio	36,5	92,8
Magnésio	6,5	9,0
Sódio	45,5	39,8
Potássio	123	153,0
Fósforo	43,0	58,0

Fonte: Wong, Croix e Mc Donough (1978)

2.4 Soro líquido na alimentação de ruminantes

O custo de secagem do soro de leite é muito alto, portanto, a utilização de soro líquido na alimentação animal é a forma mais econômica de uso.

A quantidade de lactose e de proteína no soro doce representa, em média, 75% e 13,5% dos sólidos totais do soro, respectivamente. O soro ácido contém quantidades similares de lactose e proteína e mais cálcio e fósforo que o soro doce (Shingoethe, 1987).

Rebanhos bovinos e ovinos podem alcançar bons níveis de produção leiteira ou de crescimento, consumindo grandes quantidades de soro líquido. Pesquisas em Utah, Vermont e Israel demonstraram que vacas alimentadas com

soro líquido produziram quantidades de leite similares às vacas alimentadas com dieta convencional. A melhor resposta foi obtida quando o fornecimento de soro líquido não ultrapassou 30% da matéria seca da dieta, visto que altos níveis podem limitar o consumo total de matéria seca e, conseqüentemente, a produção leiteira (Shaver, 1993).

As vacas podem consumir até dois terços do total de líquido como soro e um terço como água. Experimentos realizados em sete fazendas produtoras de leite em Vermont obtiveram consumo médio de 45,4 litros/vaca/dia (Shingoethe, 1987).

Tanto o soro ácido como o soro doce podem ser utilizados na alimentação de vacas leiteiras, embora a adaptação seja mais lenta quando é fornecido soro ácido. Uma vez adaptadas, o consumo e o desempenho dos animais são os mesmos com ambos os tipos de soro.

O soro pode ser fornecido separadamente ou junto com a dieta. O mais comum é o fornecimento separado.

O soro deve ser introduzido na dieta aos poucos para que haja ajuste da microbiota do rúmen à nova fonte de energia. Pode-se iniciar com uma mistura de 20% de soro e 80% de água, aumentando cerca de 20% de soro a cada dois dias. A não adaptação ao soro pode causar distúrbios digestivos, como diarreia, depressão no consumo, redução do ganho de peso e produção de leite (Shingoethe, 1987).

2.5 Corantes utilizados na alimentação em geral

Corante é todo composto orgânico que, pela capacidade de absorver seletivamente a luz, adquire intensa coloração nos corpos aos quais adere. Quimicamente, são apenas substâncias aromáticas capazes de colorir, de modo irreversível, outras substâncias (Franco et al., 2002).

A prática de colorir alimentos é bastante antiga e os primeiros corantes utilizados foram os pigmentos naturais. Posteriormente, os pigmentos inorgânicos começaram a ser utilizados para este fim, muito dos quais demonstraram ser bastante prejudiciais à saúde. Isso fez com que inúmeros corantes até então permitidos fossem proibidos (Carvalho, 1992).

Quanto à adoção de corantes e outros aditivos, a legislação brasileira está respaldada nas recomendações do Comitê FAO/OMS "Join Expert on Food Additives – JECFA", que elaborou, junto com especificações de identidade e pureza, as condutas a serem observadas no trato dos estudos e avaliações toxicológicas.

O uso de aditivo deve ser justificado tecnologicamente e sua segurança comprovada, não apresentando riscos para saúde dos consumidores nos níveis propostos de uso.

Com a necessidade de substituir vários corantes artificiais, a indústria de alimentos recorreu a uma série de pigmentos naturais, que vão desde partes comestíveis e sucos de vegetais, animais e insetos até substâncias naturais extraídas e purificadas (Franco et al., 2002).

Os corantes mais utilizados na indústria alimentícia são urucum, cúrcuma, cochonilha, vermelho de beterraba, páprica, antocianina e clorofila (Takahashi & Yabiku, 1992).

2.6 Comportamento ingestivo

O desempenho animal é determinado pelo consumo de nutrientes, sua digestibilidade e seu metabolismo. O consumo de alimentos, por sua vez, pode ser influenciado por fatores ligados aos alimentos, como palatabilidade, textura, aparência visual e fatores ligados aos animais, como estado emocional, interações e aprendizado (Mertens, 1994).

O controle do consumo de alimentos está diretamente relacionado ao comportamento ingestivo (Chase et al., 1976). O consumo diário de alimentos compreende o número de refeições diárias, sua duração e a taxa de ingestão.

O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar dos animais para a obtenção de melhor desempenho produtivo. Segundo Dado & Allen (1995), o comportamento ingestivo do animal é constituído pelos tempos gastos com a alimentação, ruminação e inatividade.

Os animais podem alterar seu comportamento ingestivo, modificando um ou mais dos seus componentes para superar condições limitantes ao consumo e obter a quantidade de nutrientes necessária (Fischer, 1996).

A atividade mastigatória, ou seja, a mastigação durante o consumo e ruminação é a maior responsável pelo trituramento e conseqüente redução no tamanho de grandes partículas e está correlacionada com a quantidade de FDN do alimento (característica química) e com o tamanho de partícula (propriedade física). Conseqüentemente, a mastigação também influencia a taxa de diluição e a capacidade tamponante do fluido ruminal devido ao efeito direto na salivação (Welch, 1986).

A quantidade de tempo que os bovinos gastam com a mastigação durante o dia é reflexo de fatores dietéticos, ambientais e do animal. A necessidade de mastigação aumenta com a quantidade de matéria seca indigestível ou lentamente digestível consumida. O tempo gasto com a mastigação e a ruminação aumenta linearmente com o aumento da percentagem de FDN, mas, a ruminação por unidade de FDN total consumida tende permanecer constante (Van Soest, 1994).

De acordo com Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Assim, quanto maior a quantidade de alimentos volumosos na dieta,

maior será o tempo gasto com a ruminação. Alimentos concentrados e fenos finamente moídos ou peletizados reduzem o tempo de ruminação, enquanto volumosos com alto teor de parede celular tendem a aumentar o tempo de ruminação. O aumento do consumo pode reduzir o tempo de ruminação por grama de alimento, fator provavelmente responsável pelo aumento de tamanho das partículas fecais, quando os consumos são elevados.

Fibras ou constituintes de parede celular determinam a quantidade de tempo de ruminação (Welch & Smith, 1971). O tempo de ruminação é altamente correlacionado (0,96) com o consumo de FDN em bovinos (Welch & Hooper, 1988). Albright (1993), em experimentos com vacas, relatou, para três níveis de FDN nas dietas (26%, 30% e 34%), resposta quadrática com valores máximos estimados, respectivamente, dos tempos despendidos em ruminação e total de mastigação de 344 e 558; 403 e 651; 414 e 674 min/dia.

O aumento no fornecimento de fibra de baixa digestibilidade não incrementa a ruminação em mais de oito ou nove horas por dia, sendo, então, a eficácia de ruminação importante parâmetro na escolha do volumoso a ser utilizado. Segundo Welch (1982), o animal que ruma mais durante determinando período de tempo pode consumir mais volumoso e ser mais produtivo. No entanto, a eficiência de ruminação e mastigação, expressa em gramas por hora, pode ser reduzida para dietas de alta fibra, em razão da maior dificuldade em diminuir o tamanho das partículas originadas de material fibroso (Dulphy et al., 1980).

Mertens (1992) propôs que o tempo necessário para mastigação/kg de MS consumida é determinado como um índice de fibrosidade de um dado alimento. Fontes de fibra variam na habilidade de estimular a mastigação, ficando evidente que, ao substituir forragens por concentrados ricos em fibra, ocorre depressão nos tempos médios de mastigação (Clark & Armentano, 1993).

Outro fator que pode influenciar o tempo gasto com a mastigação é o tamanho corporal. Grandes animais, com correção para o peso metabólico, requerem menos tempo de mastigação por unidade de constituintes de parede celular consumidos (Welch, 1982). Já Deswysen et al. (1987) observaram que a duração do tempo de ruminação, expressa como proporção do consumo, é independente do peso vivo e está negativamente correlacionada com o consumo voluntário.

2.7 Consumo de matéria seca

Muitos fatores podem afetar o consumo voluntário de matéria seca. Existem teorias baseadas no enchimento do rúmen, fatores de resposta metabólica ou no consumo de oxigênio. Cada teoria possui sua aplicabilidade em determinadas condições (National Research Council, 2001).

A regulação da digestão envolve sinais de fome e saciedade que operam por meio de vários mecanismos hormonais e neurais para controlar a ingestão voluntária. Quando dietas de alta qualidade são fornecidas, o animal se alimenta para satisfazer sua demanda de energia e a ingestão é limitada, então, pelo potencial genético do animal em utilizar a energia absorvida. Entretanto, quando são oferecidas dietas de baixa qualidade, o animal consome o alimento na quantidade que corresponde à capacidade de trato gastrointestinal. O papel dominante da regulação fisiológica e limitação física da ingestão é modificado por estímulos relacionados à palatabilidade, estado de saúde e manejo alimentar (Mertens, 1994).

Nos ruminantes, o processo de regulação da ingestão pelo enchimento do rúmen é determinado pela capacidade do retículo-rúmen de suportar e armazenar FDN. Em revisão realizada por Rayburn & Fox (1993), foram

descritas ingestões máximas, médias e mínimas de FDN, expressas em porcentagem de peso vivo, de 1,72; 1,20 e 0,73, respectivamente.

Forragens frescas fazem parte de uma significativa parcela das dietas dos ruminantes domésticos, podendo representar uma grande parte ou ser único componente da dieta. Para animais de alta produção leiteira, estas dietas não permitem expressar o potencial de leite, pois o consumo voluntário de dietas ricas em forragens frescas é baixo quando comparado com dietas totais (Kolver & Muller, 1998). Dentre os principais fatores limitantes do consumo voluntário pelos ruminantes estão a digestibilidade, o conteúdo de fibra e a taxa de degradação do alimento (Forbes, 1996).

No caso de forragens frescas, o grande conteúdo de água é mencionado como fator regulador do consumo de MS (Forbes, 1995).

2.8 Utilização do óxido de cromo como marcador externo

Experimentos em que a coleta total de fezes é inconveniente e medidas diretas de consumo não são possíveis, marcadores podem ser usados para estimar o consumo de matéria seca (Van Soest, 1994).

Os métodos mais apropriados para estudos da estimativa de consumo de ruminantes, embora apresentando alguma variabilidade entre animais, são aqueles baseados nas estimativas da produção diária de fezes (PF) e da digestibilidade *in vitro* (DIVMS) da forragem ingerida, a partir da fórmula: $(\text{Consumo} = \text{PF} / (1 - \text{DIVMS}))$, em que a produção fecal pode ser estimada com auxílio de indicadores externos (Aroeira et al., 2001).

Os indicadores externos são normalmente fornecidos por meio de infusões contínuas, administrações diárias ou pela utilização de dosagem única (Pond et al., 1989).

Os marcadores mais utilizados são o óxido de cromo (Cr_2O_3) para estimar a ingestão de matéria seca, terra rara como marcador de partícula e cobalto EDTA (Co-EDTA) como marcador da fase líquida (Udén et al., 1980).

O marcador ideal tem que ser quimicamente discreto, para fácil identificação e análise, e indigerível no trato digestório. Os alimentos, em geral, contêm pouquíssimo cromo, menos que $0,1 \mu\text{g/g}$ (Saliba, 1998).

Nesta técnica, é necessário observar os procedimentos adotados na administração do óxido de cromo (duas vezes ao dia, na forma em pó ou em cápsulas de gelatina) e na coleta das amostras de fezes (diretamente do reto e com horários fixos) a fim de permitir uma emissão regular do marcador. As variações diurnas na concentração fecal podem ser reduzidas aumentando o número de doses diárias, coletando amostras de fezes aleatoriamente no solo ou utilizando cápsulas com liberação controlada do produto no rúmen (Adams et al., 1991). No entanto, muitas destas técnicas implicam em mais tempo e maiores custos para a pesquisa.

O óxido de cromo pode ser administrado em cápsulas, impregnado em papel ou misturado no concentrado. Segundo Saliba (1998), recomenda-se um percentual de 0,5% da matéria seca ingerida para bovinos e caprinos.

A aplicação desta técnica não impede algumas fontes de erro relacionadas com a desconhecida recuperação do marcador e a adoção de um valor simples para a digestibilidade da forragem, que pode variar entre animais e de acordo com a proporção de forragem/concentrado consumida (National Research Council, 1988).

As principais críticas sobre o uso desses indicadores se referem às variações diurnas na excreção e, principalmente, à incompleta recuperação fecal (Pereira et al., 1983), levando a erros de estimativas, subestimando a quantidade de fezes excretada e, conseqüentemente, superestimando a digestibilidade da matéria seca (Aroeira et al., 2001).

Estimativa do consumo de forragem utilizando a fórmula “consumo = excreção fecal / (1-coeficiente de digestibilidade)” induz a alguns erros. Parker et al. (1989) encontraram correlação ($r = 0,83$) entre o consumo atual e o valor predito e consideraram este valor relativamente baixo para predizer o consumo real. Portanto, é necessário, para predizer o consumo, comparar com o consumo atual dos animais.

2.9 Fermentação ruminal

A fermentação no rúmen é o resultado de atividades físicas e microbiológicas que transformam os componentes da dieta em produtos utilizáveis (ácido graxos voláteis, proteína microbiana e vitaminas do complexo B) e não utilizáveis (CH_4 , CO_2) pelo animal hospedeiro. Os ruminantes mantêm a população microbiana no rúmen devido à ingestão e mastigação dos alimentos com regularidade, às substâncias tamponantes, à remoção dos ácidos produzidos, ao arrastamento dos produtos microbianos e aos resíduos indigeríveis, além de manter algumas condições (pH, temperatura e umidade) adequadas ao crescimento microbiano (Church, 1993).

Os carboidratos compreendem 70% a 80% da dieta de vacas leiteiras, fornecendo a maioria da energia necessária para alta produção de leite (Nocek & Russell, 1988) e são divididos em carboidratos não estruturais (CNE) que são, principalmente, o amido e os açúcares solúveis e carboidratos estruturais, representados pelos componentes da parede celular (Van Soest, 1994).

Nocek & Russell (1988) observaram que a produção máxima de leite foi atingida utilizando dietas contendo 40% de carboidratos não estruturais, enquanto outros estudos não relataram efeitos sobre a produção de leite utilizando diferentes concentrações de CNE. Parte da variabilidade entre as

repostas às concentrações de CNE se deve às fontes do mesmo, pois os grãos cereais diferem quanto à sua disponibilidade no rúmen.

Os CNE são rapidamente fermentados no rúmen, causando um abaixamento no pH do fluido ruminal, diminuição da atividade celulolítica e depressão no nível de acetato em relação ao propionato. Dessa forma, é necessário fornecer também uma dieta com fibras para evitar que haja depressão na gordura do leite e manter saudáveis o ambiente ruminal e o animal (Van Soest, 1994).

Estudos *in vitro* demonstram que a digestão da fibra é afetada quando o pH cai para menos de 6,0 e que o ótimo pH ruminal para esta digestão é em torno de 6,5. A queda da digestão da fibra pode diminuir a digestão da dieta e afetar negativamente a produção (Shriver et al., 1986).

O sistema de Cornell (*Cornell net carbohydrate and protein system*) indica que dietas que contêm menos de 20% de FDN da forragem reduzem a produção microbiana (Russell et al., 1992).

A diminuição no pH do rúmen reduz o apetite do animal, a motilidade ruminal (Ash, 1959), a digestão da fibra (Mould et al., 1983) e a produção microbiana (Hoover, 1986). O baixo pH neste ambiente também pode causar problemas severos na saúde animal, tais como laminite, úlceras ruminais e abscessos no fígado (Slyter, 1976). O pH ruminal não é determinado somente pela quantidade de fibra da dieta, mas também pelo balanço entre a produção dos ácidos de fermentação e o volume de saliva secretada (Allen, 1997).

Os produtos finais da fermentação ruminal são dependentes da dieta e a proporção acetato:propionato é geralmente menor em dietas com grãos e cereais que as baseadas em forragens (Grant & Mertens, 1992). Quando a proporção acetato:propionato diminui, declina a produção de metano (CH₄) e aumenta a retenção de energia do animal (Wolin, 1960).

O conteúdo de açúcar dos alimentos pode variar amplamente. Muitos grãos, como milho ou trigo, podem conter muito pouco açúcar devido ao fato da maioria ser convertida a oligossacarídeos de reserva. Forragens frescas e feno possuem relativamente maiores quantidades de açúcares. Subprodutos alimentares como melaço, polpa cítrica, casca de amêndoa ou soro de leite possuem grande quantidade de açúcares (Jones et al., 1992).

Açúcares são fermentados muito rapidamente no rúmen. Sem ligações com outros carboidratos e com grande solubilidade (glicose: 90,9 g/100ml, sacarose: 200 g/100 ml e frutose: “totalmente solúvel”, Merck Index, 1996), há pouco impedimento ao ataque microbiano para a fermentação.

Com a utilização de açúcares na dieta de ruminantes, estudos indicam aumento na produção de butirato, pequena queda no propionato (Heldt, et al., 1999; Strobel & Russell, 1986) e grande potencial de produção de lactato, quando comparado com o amido (Cullen et al., 1986; Heldt, et al., 1999; Strobel & Russell, 1986). Há maior tendência para produzir ácido lático em baixo pH ruminal (Strobel & Russell, 1986).

Kellogg e Owen (1969) relataram declínio mais rápido no pH e maior concentração de lactato, após duas horas de fermentação *in vitro* da sacarose com 30% de celulose, ao compararem com o tratamento com 70% de celulose.

O butirato é metabolizado no epitélio ruminal e é também utilizado como fonte de energia das células epiteliais e das espécies microbianas (Bergman, 1990), além de ser o ácido graxo volátil que mais desenvolve as papilas ruminais (Van Soest, 1994).

Ao adicionar açúcar na dieta, o consumo alimentar aumentou (Broderick et al., 2000) devido à maior palatabilidade da ração ou à taxa de passagem ruminal do sólido ou do líquido. Em um experimento com vacas Jersey, a infusão de “syrup” no rúmen aumentou a taxa de passagem da matéria orgânica para o intestino (Rooke et al., 1987).

Trabalhando com dextrose ou dextranso (5,6% da MS da dieta e 74,5% de forragem) para novilhas, Piwonka et al. (1994) não encontraram diferença significativa na taxa de diluição do fluido ruminal e verificaram maior taxa de passagem dos sólidos do rúmen. Ao fornecerem sacarose (14,2% com base na MS) para ovelhas, constataram aumento na taxa de diluição do fluido ruminal (Sutoh et al., 1996). Estes experimentos sugerem que o açúcar adicionado na dieta pode afetar a taxa de passagem do rúmen.

Em estudo *in vitro* utilizando mistura de microrganismos ruminais, para avaliar a fermentação de diferentes níveis de sacarose (65, 130 e 195 mg) com FDN da grama “bermuda” (130 mg), a produção de ácidos graxos voláteis aumentou rapidamente e de forma linear até as quatro horas após a incubação. O ácido láctico alcançou maiores concentrações quatro horas após, mas depois retomou aos níveis basais (Hall, 2002). A produção de ácido láctico aumentou quadraticamente com o acréscimo de sacarose. A produção de acetato, propionato e butirato cresceu linearmente com o aumento da sacarose. Já a proporção molar do acetato e butirato aumentou linearmente com a inclusão de níveis crescentes de sacarose e o propionato, quadraticamente. Em outro trabalho, Kellogg & Owen (1969) observaram aumento na proporção molar do butirato e decréscimo na do acetato com a inclusão de sacarose na fermentação *in vitro* da celulose. Neste estudo, o propionato não foi afetado pelo nível de sacarose.

O fornecimento de altos níveis de sacarose e melaço tem mostrado diminuir a digestão da fibra no rúmen. Com suplementação de 1,0 kg de sacarose por dia (aproximadamente 15,9% da matéria seca da dieta), em uma dieta baseada em silagem de cevada e farelo de colza (5,3 kg de matéria seca por dia) para bovinos, a digestão da fibra diminuiu no rúmen, mas, a inclusão de bicarbonato de sódio reverteu esta depressão (Khalili & Huhtanen, 1991). Neste

estudo, o tempo de colonização para a digestão de FDN aumentou com a adição de sacarose na dieta.

Alguns trabalhos sugerem que a depressão da digestibilidade da FDN não é somente em função do fornecimento de açúcares para os ruminantes. Os dissacarídeos diminuem mais a digestibilidade da fibra que os monossacarídeos (Heldt et al., 1999).

A depressão na digestibilidade de FDN, em função da adição de melaço, está correlacionada com o nível de proteína da dieta. Aumentando quantidade de proteína nas rações, que têm como suplementação melaço, pode-se melhorar significativamente a digestibilidade da fibra (Martin et al., 1981). Isso ocorre devido à competição entre as bactérias que utilizam a fibra e as que fermentam os carboidratos não fibrosos pelo nitrogênio amoniacal (Jones et al., 1998). É necessário fornecer adequada quantidade de nitrogênio para o animal, a fim de impedir que as espécies de bactérias que fermentam a fibra no rúmen sejam prejudicadas com o crescimento das bactérias que utilizam os carboidratos não fibrosos.

A substituição do milho pelo soro de leite tem efeito marcante sobre a acidez do rúmen e as concentrações de AGV. Susmel et al. (1995), testando o efeito de grandes quantidades de soro de leite (mais de 44% da matéria seca da dieta) em substituição ao milho nas dietas de vacas leiteiras, sobre o ambiente ruminal e digestibilidade, observaram que o soro, quando utilizado sozinho, causou drástica queda no pH do rúmen imediatamente após o consumo da primeira refeição do dia. Depois de 1,5h, o pH do rúmen começou a se recuperar. Depois do fornecimento da dieta, a inclusão do soro aumentou as concentrações dos ácidos propiônico e butírico após 1,5 h do consumo e até as 3 h.

Schingoethe (1976), ao revisar o efeito do soro de leite em seis trabalhos, observou que este subproduto causa consistente aumento nas

concentrações de ácido butírico, não tendo sido registrados efeitos sobre o ácido acético. Em contraste com o trabalho de Schingoethe (1976), Susmel et al. (1995) observou queda nas concentrações de propionato. Também não foram encontrados traços de ácido láctico quando a dieta foi baseada em soro de leite.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, D. C.; SHORT, R. E.; BORMAN, M. M.; MACNEIL, M. D. Estimation of fecal output with an intra-ruminal continuous release marker device. **Journal of Range Management**, Denver, v. 44, n. 3, p. 204-207, May 1991.
- ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 485-498, Feb. 1993.
- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 7, p. 1447-1462, July 1997.
- AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C. F.; SOARES, J. P. G. Daily intake of lactating crossbred cows grazing elephantgrass rotationally. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 991-917, June 2001.
- ASH, R. W. Inhibition and excitation of reticulo-rumen contractions following the introduction of acids into the rumen and abomasum. **Journal of Physiology**, London, v. 147, n. 1, p. 58-73, 1959.
- BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, California, v. 70, n. 4, p. 567-590, Apr. 1990.
- BRODERICK, G. A.; LUCHINI, N. D.; SMITH, W. J.; REYNAL, S.; VARGA, G. A.; ISHLER, V. A. . Effect of replacing dietary starch with sucrose on milk production in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 248, Aug. 2000. Supplement 1. Abstract.
- CARVALHO, P. R. N. Potencialidade dos corantes naturais. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, BA, v. 1, n. 1, p. 244-245, 1992.
- CHASE, L. J.; WANGSNESS, P. J.; BAUMGARDT, B. R. Feeding behavior of steers fed a complete mixed ration. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 11, p. 1923-1928, Nov. 1976.
- CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentares**. Zaragoza, Espanha: Acribia, 1989. 346 p.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal – Digestive physiology and nutrition.** New Jersey: Prentice Hall, 1993. p. 145-201.

CULLEN, A. J.; HARMON, D. L.; NAGARAJA, T. G. *In vitro* fermentation of sugars, grains, and by-product feeds in relation to initiation of ruminal lactate production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2616-2621, Oct. 1986.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 118-133, Jan. 1995.

DESWYSEN, A. G.; ELLIS W. C.; POND, K. R. Interrelationships among voluntary intake, eating and ruminating behavior and ruminal motility of heifers fed corn silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 3, p. 835-841, Mar. 1987.

DULPHY, J. P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y.; THYVEND, P. **Digestive physiology and metabolism in ruminants.** Lancaster: MTP, 1980. p. 103-122.

ELLIS, W. C.; MATIS, J. H.; POND, K. R. Dietary influences on flow rate and digestive capacity. In: GILCHRIST, F. M. C.; MACKIE, R. I. **Herbivore nutrition in the subtropics and tropics.** Pretoria: Science Press, 1984. p. 269-293.

FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes.** 1996. 243 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Milk and milk products in human nutrition.** Roma, 1972. 80 p.

FORBES, J. M. Integration of regulatory signals controlling forage intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 12, p. 3029-3035, Dec. 1996.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals.** Wallingford: CAB, 1995. 532 p.

FRANCO, C. F. O.; SILVA, F. C. P. da; CAZÉ FILHO, J.; BARREIRO NETO, M.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; FONTINÉLLI, I. S. C. **Urucunzeiro**: Agronegócio de corantes naturais. João Pessoa: EMEPA/SAIA. 2002. 120 p.

GILLIES, M. T. **Whey processing and utilization**: economic and technical aspects. Noyes Data Corporation, New Jersey, 1974. 211 p.

GRANT, R. J.; MERTENS, D. R. Development of buffer systems for pH control and evaluation of pH effects on fiber digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 1581-1597, June 1992.

HALL, M. B. Working with sugars (and molasses). In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 13., 2002, Gainesville, FL. **Proceedings...** Gainesville, 2002. p. 146-158.

HARPER, A. H.; MURRAY, R. K.; GRAMMER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. **Bioquímica**. 8. ed. São Paulo: Athemueu, 1998.

HELDT, J. S.; COCHRAN, R. C.; STOKKA, G. L.; FARMER, C. G.; MATHIS, C. P.; TITGEMEYER, E. C.; NAGARAJA, T. G. Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination with degradable intake protein on low-quality forage use by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 10, p. 2793-2802, Oct. 1999.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2755-2767, Oct. 1986.

JONAS, J. J.; CRAIG, T. W.; HUSTON, R. L.; MARTH, E. H.; SPECKMAN, E. W.; STEINER, T. F.; WEISBERG, S. M. Dairy products as foods protein resources. **Journal Milk Food Technology**, Des Moines, v. 39, n. 11, p. 778-795, 1976.

JONES, B. A.; HATFIELD, R. D.; MUCK, R. E. Effect of fermentation and bacterial inoculation on lucerne cell walls. **Journal of the Science and Food Agriculture**, London, v. 60, n. 2, p. 147-153, 1992.

JONES, D. F.; HOOVER, W. H.; MILLER WEBSTER, T. K. Effects of concentrations of peptides on microbial metabolism in continuous culture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 611-616, Feb. 1998.

KELLOGG D. W.; OWEN, F. G. Alterations of *in vitro* rumen fermentation patterns with various levels of sucrose and cellulose. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 52, n. 9, p. 1458-1460, Sept. 1969.

KHALILI, H.; HUHTANEN, P. Sucrose supplements in cattle given grass silagebased diet. 2. Digestion of cell wall carbohydrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 3/4, p. 263- 273, June 1991.

KOLVER, E. S.; MULLER, L. D. Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 5 , p. 1403-1411, May 1998.

LEHNINGER, A. L. **Componentes Moleculares das Células**. Woth Publishers, Inc. 1976. 262 p.

LUQUET, F. M. **Leche y productos lacteos: Vaca – Oveja – Cabra**. Zaragoza, Espanha: Ed. Acribia, 1993. 524 p.

MANN, E. J. Whey Utilization. Part 1. **Dairy industries international**, London, v. 51, n. 3, p. 11-22, Mar. 1986.

MARTIN, L. C.; AMMERMAN, C. B.; HENRY, P. R.; LOGGINS, P. E. Effect of level and form of supplemental energy and nitrogen utilization of low quality roughage by sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 53, n. 2, p. 479-488, Aug. 1981.

McDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D; **Animal Nutrition**. 2. ed. Zaragoza, Espanha: Editora Acribia, 1973. 462 p.

MERCK INDEX. **An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals**. 12. ed. New Jersey: Inc. Whitehouse Station, 1996.

MERTENS, D. R. Large dairy herd management. **Nonstructural and structural carbohydrates**. 1992. Cap. 25. p. 219-235.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994, University of Nebraska. **Proceedings...** Madison: American Society of Agronomy Press, 1994. p. 450-493.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Serviço de Inspeção Federal. Anuário Estatístico. **Matérias primas de origem animal**. Brasília, DF, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1989. 328 p.

MOULD, F. L.; ØRSKOV, E. R.; MANN, S. O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis *in vivo* and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 1, p. 15-30, Dec. 1983.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington: National Academy Press, 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001.

NOCEK, J. E.; RUSSEL, J. B. Protein and energy as integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrates availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2070-2059, Aug. 1988.

PARKER, W. J.; McCUTCHEON, S. N.; CARR, D. H. Effect of herbage type and level of intake on the release of chromic oxide from intraruminal controlled release capsules in sheep. **New Zealand of Agricultural Research**, Wellington, v. 32, n. 4, p. 537-546, 1989.

PIWONKA, E. J.; FIRKINS, J. L.; HULL, B. L. Digestion in the rumen and total tract of forage-based diets with starch or dextrose supplements fed to Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 6, p. 1570-1579, June 1994.

POND, K. R.; ELLIS, W. S.; MATIS, J. H. et al. Passage of chromium-mordanted and rare earth. Labeled fiber: time dosing kinetics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, n. 4, p. 1020-1028, Apr. 1989.

RAYBURN, E. B.; FOX, D. G. Variation in neutral detergent fiber intake of holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 544-554, Feb. 1993.

ROOKE, J. A.; LEE, N. H.; ARMSTRONG, D. G. The effects of intraruminal infusions of urea, casein, glucose syrup and a mixture of casein and glucose

syrup on nitrogen digestion in the rumen of cattle receiving grass-silage diets. **British Journal of Nutrition**, London, v. 57, n. 11, p. 89- 98, Jan. 1987.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, Nov. 1992.

RYDER, D. N. Economic Considerations of Whey Processing. **Journal of the Society Dairy Technology**, Huntingdon Cambs, v. 32, n. 2, p. 73-77, May 1980.

SALIBA, E. O. S. **Caracterização química e microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja expostos à degradação ruminal e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais**. 1988. 236 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SCHELHAAS, H. Dairying in the Nineties. **IDF**, v. 243, p. 36-53, 1991.

SCHINGOETHE, D. J. Feeding liquid whey products to cattle. University of Maryland. Maryland - Phoenix. 1987. Disponível em: <<http://www.inform.emd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/feeding>>. Acesso em: 24 jun. 2002.

SCHINGOETHE, D. J. Whey utilization in animal feeding: a summary and evaluation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 3, p. 556-570, Mar. 1976.

SHAVER, R. D. Recent applications of liquid feed supplements in rations for lactating dairy cows. University of Wisconsin – Madison. 1993. Disponível em: <<http://www.das.psu.edu>> Acesso em: 24 June 2002.

SHET, H.; JELEN, P.; SHAH, N. Lactose hidrólisis in ultrafiltration treated cottage cheese whey with various whey protein concentration. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 3, p. 746-758, May/June 1988.

SHRIVER, B. J.; HOOVER, W. H.; SARGENT, J. P.; CRAWFORD, R. J.; THAYNE, W. V. Fermentation of a high concentrate diet as affected by ruminal pH and digesta flow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 2, p. 413-419, Feb. 1986.

SLYTER, L. L. Influence of acidosis on ruminal function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 43, n. 4, p. 910-929, Oct. 1976.

SOUZA, J. C. de. **Fisiologia da lactação em ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 54 p.

STROBEL, H. J.; RUSSELL, J. B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 11, p. 2941-2947, Nov. 1986.

SUSMEL, P.; SPANGHERO, M.; MILLS, C. R.; STEFANON, B. Rumen fermentation characteristics and digestibility of cattle diets containing different whey:maize rations. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 81-89, May 1995.

SUTOH, M.; OBARA, Y.; MIYAMOTO, S. The effect of sucrose supplementation on kinetics of nitrogen, ruminal propionate and plasma glucose in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 126, n. 1, p. 99-105, Feb. 1996.

SWENSON, M. J. **Duke's physiology of domestic animals**. 9. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1977. 914 p.

TAKAHASHI, M.; YABIKU, H. Corantes naturais: usos, restrições e perspectivas. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v. 1, n. 1, p. 246-247, 1992.

UDÉN, P.; COLUCCI, P. E.; VAN SOEST, P. J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of Science and Food Agriculture**, London, v. 31, n. 6, p. 625-632, June 1980.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

WALSTRA, P.; JENNESS, R. **Química y física lactológica**. Zaragoza, Espanha: Acribia, 1987. 423 p.

WEBB, B. H.; WHITTIER, E. O. **Byproducts of milk**. Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, 1970. 428 p.

WELCH, J. G. Physical parameters of fiber affecting passage from the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2750-2754, Oct. 1986.

WELCH, J. G. Rumination particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 4, p. 885-894, Apr. 1982.

WELCH, J. G.; HOOPER, A. P. Ingestion of feed and water. In: CURCH, D. C. **The ruminant animal**: digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs: Reston, 1988. p. 108-116.

WELCH, J. G.; SMITH, A. M. Effect of beet pulp and citrus pulp on rumination activity. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 33, n. 2, p. 472-475, Aug. 1971.

WOLIN, M. J. A theoretical rumen fermentation balance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 43, n. 10, p. 1452-1459, Oct. 1960.

WONG, N. P.; La CROIX, D. E.; MC DONOUGH, F. E. Minerals in whey and whey fractions. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 61, n. 12, p. 1700-1713, Dec. 1978.

ZADOW, J. G. Utilization of milk components: whey in modern dairy technology. In: ROBINSON, R. K. (Ed.). **Advances in milk processing**. v. 1, London: Elsevier Applied Science Publishers, 1986. v. 1, p. 273-316.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS SOROS DOCE E ÁCIDO, COM E SEM ADIÇÃO DE CORANTES

RESUMO

DAVID, Flávia Maria. **Avaliação da composição química dos soros doce e ácido, com e sem adição de corantes**. 2006. 136 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Com o objetivo de criar alternativa simples e barata para os laticínios minimizarem a fraude do leite com soro, foram avaliados, neste experimento, o soro doce, obtido pela fabricação de queijo tipo Gruyère e o ácido, coletado após a fabricação do requeijão, *in natura* ou com adição de corantes (carmim de cochonilha e urucum), em diferentes proporções de mistura (1:10000, 1:7500, 1:5000, 1:2500 e 1:1000). Foram feitas determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), lactose e extrato gorduroso (EG). Somente a quantidade de lactose e a de P não mostraram diferenças significativas entre os soros doce e ácido e foram, em média, 4,08% e 0,06%, com base na matéria natural. Já os teores de MS, PB, EG, cinzas e Na foram maiores no soro doce, representando 6,17%, 0,81%, 0,30%, 0,72%, 0,03% e 0,13% na matéria natural, respectivamente. Somente a quantidade de Ca, expressa em porcentagem da matéria natural, foi maior no soro ácido (0,07%). A adição de corantes nos soros puros aumentou as quantidades médias de cinzas e Na presentes nas diluições utilizadas e não alterou o teor de MS, PB, Ca, P e lactose, concluindo-se que tanto o carmim de cochonilha (CC) como o urucum podem ser utilizados para colorir o soro de leite, sem que haja grandes modificações na composição deste subproduto. O corante carmim de cochonilha mostrou-se muito mais eficaz em colorir tanto o soro doce quanto o soro ácido. Em todas as diluições utilizadas, este corante conferiu coloração rósea a vermelha nos soros. Já o urucum não foi eficiente em colorir este subproduto, sendo necessário, inicialmente, diluí-lo em extrato alcoólico e aquecê-lo, para depois misturá-lo ao soro. Ao misturar o soro com o corante na proporção de 1 ml de carmim de cochonilha para 5.000 ml, foi possível colorir eficientemente o leite, indicando que esta prática pode ser uma alternativa rápida e fácil para evitar a fraude do leite com soro pelos pecuaristas leiteiros.

* Comitê de Orientação: Prof. Júlio César Teixeira – DZO/UFLA (Orientador); Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez – DZO/UFLA; Dr. Pedro Braga Arcuri – CNPGL/EMBRAPA; Prof. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DCE/UFLA; Prof. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

ABSTRACT

DAVID, Flávia Maria. **Evaluation of the chemical composition of the sweet and acid whey with and without addition of colorants**. 2006. 136 p. Thesis (Doctorate in Ruminant Nutrition) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.*

In order to create a simple and cheap alternative for milk industry to minimize the fraud of milk with whey, this experiment evaluated the sweet whey, gotten from the production of Gruyere cheese, and the acid whey collected from the production of Requeijão. Both were evaluated *in natura* or colored with Cochineal Carmine or Annatto (*Bixa orellana*) in different ratios of mixture (1:10000, 1:7500, 1:5000, 1:2500 and 1:1000). Dry matter (DM), crude protein (CP), ashes, calcium (Ca), phosphorous (P), sodium (Na), lactose and ether extract (EE) were determined. Lactose (4.08% of natural matter) and P (0.06% of natural matter) rate differences between sweet and acid whey values were not significant. Rates of DM, CP, EE and ashes were higher in the sweet whey, being 6.17%, 0.81%, 0.30%, 0.72%, 0.03% and 0.13% in the natural substance, respectively. Only the rate of Ca (0,07% of the NM) was higher in the acid whey. The colorant addition in the pure whey increased the average rates of ashes and Na in the used dilutions but did not modify the rates of DM, CP, Ca, P and lactose. It can be concluded that Cochineal Carmine (CC) or Annatto (U) may be used to color the cheese whey without significant modifications in the composition of this by-product. Cochineal Carmine was more efficient in coloring the both types of whey. In all the used dilutions CC conferred an intense rose coloration to the whey. Annatto did not showed efficiency in coloring this by-product, being initially necessary to dilute it in alcohol extract and heat before to mix with the whey. The inclusion of 1 ml of CC in 5000 ml of whey colored efficiently the milk. Therefore, to color the whey can be a fast and easy alternative to prevent the fraud of milk with whey.

* Guidance Committee: Prof. Júlio César Teixeira – DZO/UFLA (Advisor); Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez – DZO/UFLA; Dr. Pedro Braga Arcuri – CNPGL/EMBRAPA; Prof. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DCE/UFLA; Prof. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

1 INTRODUÇÃO

O soro pode ser definido como a parte aquosa do leite que permanece depois da separação do coágulo proveniente da coagulação do leite por ácido ou enzimas proteolíticas, podendo ser de dois tipos: soro doce ou soro ácido. Em geral, classifica-se como soro ácido (pH de 4,5 a 5,5 e teor de sais de 0,7%) aquele proveniente da produção de queijos por coagulação ácida ou da extração de caseína. Já o soro doce (pH de 5,6 a 6,5 e 0,5% de minerais) é obtido por meio da fabricação de queijos ou caseína por coagulação enzimática (Harper & Seilberling, 1976).

No Brasil, a produção de soro é constituída quase que exclusivamente de soro doce, provindo da fabricação de queijos por coagulação enzimática (mussarella, prato, minas frescal, meia-cura e outros), que são os mais comercializados no país. De acordo com o Ministério da Agricultura (1989), a produção de soro vem aumentando anualmente, como resultado da indústria queijeira.

A fração mais abundante do soro de leite é a água, representando, em média, 94% do soro total. O segundo componente em maior quantidade é a lactose, que constitui cerca de 75% do extrato seco do soro. A fração protéica ocupa o terceiro lugar, representando não mais que um décimo dos sólidos totais do soro (Luquet, 1993) e contém, aproximadamente, 50% de β -lactoglobulina, 25% de α -lactoalbumina e 25% de outras frações protéicas, incluindo imunoglobulinas (Zadow, 1986).

A legislação brasileira proíbe a adição de soro proveniente da fabricação de queijo ao leite de consumo e, nos casos em que é feita, o produto final é denominado "bebida láctea", não podendo ser considerado leite *in natura*. A adição de soro de queijo ao leite (pasteurizado, esterilizado ou em pó) é considerada fraude, entretanto, por ser subproduto abundante na fabricação de

queijos, de custo reduzido ou nulo, torna-se economicamente atrativa sua adição ao leite, prejudicando, assim, os consumidores.

A cor representa o primeiro contato do consumidor com o alimento sendo, desse modo, o primeiro critério de rejeição ou aceitação de um produto (Carvalho, 1992).

Os corantes mais utilizados na indústria alimentícia são: urucum, cúrcuma, cochonilha, vermelho de beterraba, páprica, antocianina e clorofila (Takahashi & Yabiku, 1992).

Os corantes de urucum são apresentados de duas formas: extratos lipossolúvel e hidrossolúvel, nos quais os princípios ativos são, respectivamente, a bixina e a norbixina. A utilização de um ou outro depende do alimento a ser corado. O extrato oleoso é usado em alimentos, como margarina, cremes vegetais, queijos, sorvetes, etc. (Pimentel, 1995).

O carmim de cochonilha é a laca de alumínio ou cálcio-alumínio, obtido do extrato destes insetos. Seu princípio ativo é o ácido carmínico, o qual é de cor vermelho-violeta e tem grande aplicabilidade em razão de sua tonalidade e de sua estabilidade no calor, luz e oxidação. É utilizado em iogurtes, sorvetes, biscoitos, etc. (Takahashi & Yabiku, 1992).

Este experimento teve como objetivos avaliar a composição química dos soros doce e ácido *in natura* e com a adição de dois tipos de corantes naturais, a fim de verificar os efeitos na composição deste subproduto e fornecer alternativa simples aos laticínios, com a prática de colorir o soro, para minimizar fraudes no leite com soro.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Local do experimento, amostras e análises iniciais

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

As amostras de soro doce foram obtidas pela fabricação de queijo tipo gruyère, no Laticínio Serrabella; já o soro ácido foi coletado após a fabricação do requeijão e doado pelo Laticínio Verde Campo, ambos localizados no município de Lavras, MG.

Foram feitas determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P) e sódio (Na), segundo técnicas descritas pela AOAC (1990). As análises de lactose foram realizadas de acordo com a técnica de Fehling e de extrato gorduroso, utilizando butirômetro de Gerber (Pereira et al., 2001).

2.2 Avaliação da mistura de corantes ao soro

Foram utilizados dois tipos de corantes naturais, o extrato de urucum e o carmim de cochonilha B408, obtidos de empresas especializadas na fabricação do produto.

Para avaliar o poder de colorir este subproduto cada corante foi misturado nas quantidades de 1 ml, 1,3 ml, 2 ml, 4 ml e 10 ml em 10 litros de soro, obtendo-se as proporções (em v/v) de 1:10000, 1:7500, 1:5000, 1:2500 e 1:1000, respectivamente. Após a mistura, foram feitas determinações de MS, PB, cinzas, Ca, P, lactose e extrato gorduroso, a fim de verificar se a adição de

corante afeta a composição do soro de leite. O pH destas misturas foi medido de hora em hora, por um período de 48 horas.

Após estas análises, o soro de leite colorido, com os diferentes níveis de inclusão de corante, foi misturado ao leite *in natura* para determinar a concentração na qual a fraude pode ser observada a olho nu.

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições. Os tratamentos estão arranjos segundo um esquema fatorial com mais dois tratamentos adicionais ($2 \times 2 \times 5 + 2$), sendo dois tipos de soro (ácido e doce), dois tipos de corantes (carmim de cochonilha e urucum) e em cinco diluições (1:10000, 1:7500, 1:5000, 1:2500 e 1:1000). Os dois tratamentos adicionais foram os soros ácido e doce, sem a presença de corantes.

O modelo utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + ab_{ij} + c_k + ac_{ik} + bc_{jk} + abc_{ijk} + t_l + e_{(ijklm)}$$

em que:

Y_{ijkl} é o valor da variável observada com o soro i , corante j , diluição k e tratamento adicional l ;

μ média geral;

a_i efeito do soro i , com $i = 1, 2$;

b_j efeito do corante j , com $j = 1, 2$;

ab_{ij} efeito da interação do soro i e corante j

c_k efeito da diluição k , com $k = 1, \dots, 5$;

ac_{ik} efeito da interação do soro i e diluição k;
 bc_{jk} efeito da interação do corante j e diluição k;
 abc_{ijk} efeito da interação do soro i, corante j e diluição k;
 t_l efeito dos soros puros l
 e_{ijkl} erro experimental com média zero e variância σ^2 .

2.4 Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento GLM, contido no programa computacional SAS, de acordo com as recomendações de SAS (1995).

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação da composição dos soros doce e ácido

Na Tabela 1 encontram-se as quantidades de matéria seca (MS), expressa em porcentagem, proteína bruta (PB), lactose, extrato gorduroso (EG), Cinzas, Cálcio (Ca), fósforo (P) e sódio (Na), como porcentagem da matéria natural dos soros doce e ácido. Os resultados médios obtidos demonstram que somente a quantidade de lactose e de P não apresentaram diferenças significativas entre os soros doce e ácido, corroborando com Luquet (1993), que afirma que a composição do soro varia substancialmente, dependendo da variedade do queijo produzido ou do método de fabricação empregado. Já os teores de MS, PB, EG, cinzas e Na foram maiores no soro doce. Somente a quantidade de Ca, expressa em porcentagem da matéria natural, foi maior no soro ácido.

TABELA 1 Valores médios de matéria seca (MS), em porcentagem, proteína bruta (PB), lactose, extrato gorduroso (EG), cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P) e sódio (Na), como porcentagem da matéria natural, para o soro doce e ácido sem a adição de corante.

Componente	Soro doce (%)	Soro ácido (%)
Matéria seca (%)	6,17 a	5,76 b
Proteína bruta (% MN)	0,81 a	0,68 b
Lactose (% MN)	3,99 a	4,16 a
Extrato gorduroso (% MN)	0,30 a	0,11 b
Cinzas (% MN)	0,72 a	0,52 b
Ca (% MN)	0,03 b	0,07 a
P (% MN)	0,05 a	0,06 a
Na (% MN)	0,13 a	0,05 b

Médias seguidas de mesma letra, na linha, são estatisticamente iguais pelo teste F, a 5% de significância.

A lactose, que é o segundo componente em maior quantidade, correspondeu, neste experimento, a 65% e 72% da matéria seca dos soros doce e ácido, respectivamente, sendo ambos valores inferiores aos encontrados na literatura que, normalmente, correspondem, em média, a 75% do extrato seco do soro.

Luquet (1993) descreve que a fração protéica do soro *in natura* ocupa o terceiro lugar, representando não mais que um décimo dos sólidos totais do soro. As quantidades encontradas neste experimento foram de 13% no soro ácido e 12% no soro doce, com base na matéria seca. A proteína presente no soro de leite tem excelente qualidade nutricional, sendo usualmente utilizada como suplemento alimentar na dieta humana, especialmente na de esportistas, por possuir elevada concentração de aminoácidos essenciais.

3.2 Avaliação das misturas dos corantes na composição dos soros doce e ácido

Observou-se, pela análise de variância (Tabela 1, 2 e 3 no item 2 do anexo), que apenas as quantidades de cinzas e Na foram significativamente diferentes entre os soros puros e com adição de corantes (Tabela 2)

TABELA 2 Valores médios de matéria seca (MS), expressos em porcentagem, proteína bruta (PB), lactose, cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P) e sódio (Na), como porcentagem da matéria natural, para os soros doce e ácido puros e soro com adição de corantes.

	Médias			
	MS	PB	Cinzas	
Soro puro	5,96 a	0,75 a	0,62 b	
Soro com corante	5,96 a	0,73 a	0,73 a	
	Ca	P	Na	Lactose
Soro puro	0,05 a	0,06 a	0,09 b	4,08 a
Soro com corante	0,06 a	0,062 a	0,12 a	4,13 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste F, a 5% de significância.

A adição de corantes aumentou as quantidades médias de cinzas e Na presentes nas diluições utilizadas e não alterou o teor de MS, PB, Ca, P e lactose, concluindo-se que tanto o carmim de cochonilha (CC) como o urucum podem ser utilizados para colorir o soro de leite sem que haja grandes modificações na composição deste subproduto. Segundo Franco et al. (2002), os corantes são compostos orgânicos capazes conferir intensa coloração sem alterar a composição química básica do alimento.

Também foi observado, pela análise de variância (Tabela 1, 2 e 3 no item 2 do anexo), que houve interação entre os soros utilizados e os dois tipos de corantes, para as quantidades de MS e PB. Pelos dados da Tabela 3 verifica-se que a porcentagem de MS foi maior quando se utilizou o urucum para colorir o soro de doce. Entretanto, quando se utilizou este mesmo corante no soro de leite ácido, a quantidade de MS não apresentou diferença do carmim de cochonilha. Como nos soros sem adição de corantes, a porcentagem de MS foi maior no soro doce que no soro ácido (6,090 x 5,837). Este mesmo efeito foi observado para a quantidade de PB na matéria natural (Tabela 4).

TABELA 3 Valores médios da porcentagem de matéria seca (MS) para os soros doce e ácido em cada um dos tipos de corantes.

Soro	Corantes		Médias
	CC	Urucum	
Soro doce	6,12 a A	6,06 a B	6,09 a
Soro ácido	5,79 b A	5,88 b A	5,83 b
Médias	5,95 A	5,97 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste F, a 5% de significância.

TABELA 4 Valores médios da porcentagem de proteína bruta (PB) para os soros doce e ácido, em cada um dos tipos de corantes.

Soro	Corantes		Médias
	CC	Urucum	
Soro doce	0,81 a A	0,77 a B	0,79 a
Soro ácido	0,66 b A	0,67 b A	0,66 b
Médias	0,73 A	0,72 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste F, a 5% de significância.

Houve interação entre o soro com as diluições dos corantes utilizadas para a porcentagem de Na (ANOVA nas Tabelas 1, 2 e 3 no item 2 do anexo). Nos dados da Tabela 5, verifica-se que o soro doce continha, em todas as diluições, quantidades maiores de Na, representando, em média, 70% a mais que o soro ácido.

TABELA 5 Valores médios da porcentagem de sódio (Na) para os soros ácido e doce, em cada uma das diluições.

Soro	Diluições					Médias
	1:1000	1:2500	1:5000	1:7500	1:10000	
doce	0,195 a	0,205 a	0,203 a	0,195 a	0,168 a	0,193 a
ácido	0,057 b	0,056 b	0,058 b	0,055 b	0,056 b	0,057 b
Médias	0,126	0,131	0,131	0,125	0,113	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste F, a 5% de significância.

A quantidade de Na no soro doce, expressa em porcentagem, dentro dos níveis de diluição, foi diferente e se ajustou a uma equação de regressão quadrática (Figura 1). Este efeito não pode ser explicado porque, embora tenha um alto R^2 , provavelmente, foi devido a algum erro de análise.

Não foram encontrados na literatura trabalhos semelhantes a este, impossibilitando, assim, maiores discussões sobre este experimento.

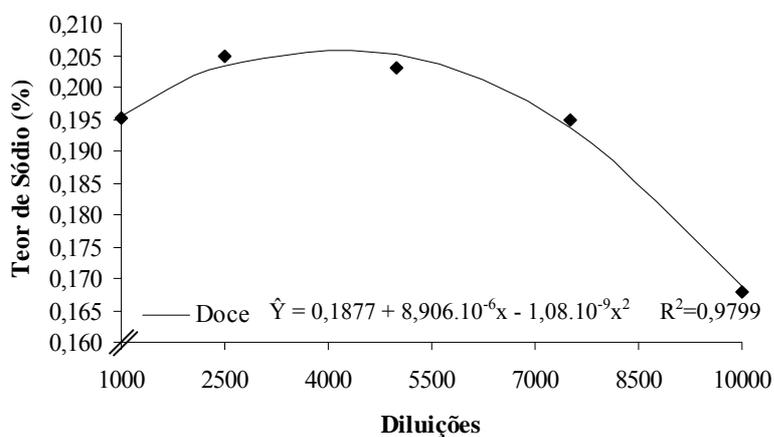


FIGURA 1 Teor de Na, em porcentagem, para o soro doce, em função das diluições.

3.3 Observação dos corantes nos soros doce e ácido

Os cinco níveis de diluição foram comparados, por observação visual, para verificar o poder dos corantes carmim de cochonilha (CC) e urucum em colorir os soros doce e ácido.

O carmim de cochonilha mostrou-se muito mais eficiente em colorir tanto o soro doce quanto o soro ácido (Figura 2). Em todas as diluições utilizadas, este corante conferiu coloração rósea a vermelha nos soros. Já o urucum não se apresentou eficiente em colorir este subproduto (Figura 3), sendo necessário inicialmente diluí-lo em extrato alcoólico e aquecê-lo, para depois misturá-lo ao soro.

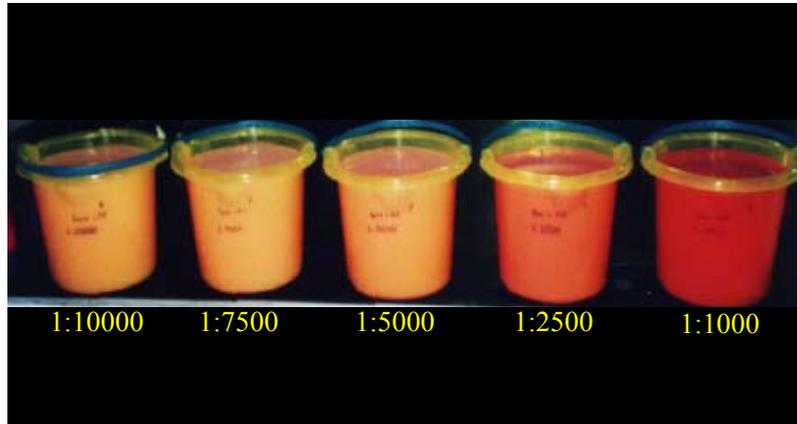


FIGURA 2 Soro de leite com as diferentes diluições do corante carmin de cochonilha

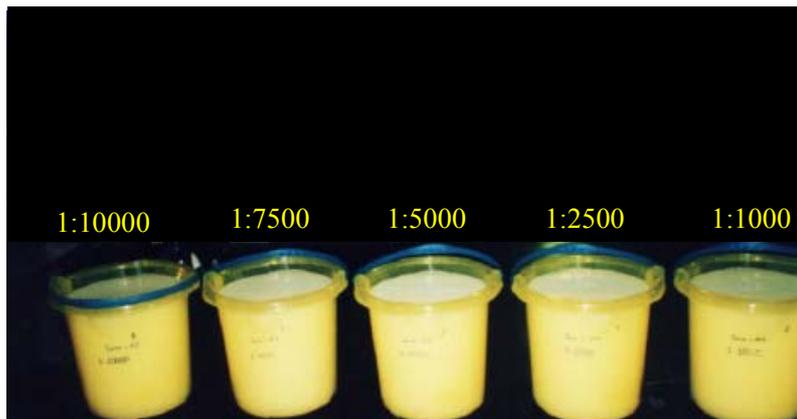


FIGURA 3 Soro de leite com as diferentes diluições do corante urucum

Esta mistura de soro com corante foi adicionada ao leite *in natura* em diferentes quantidades (5%, 10% e 20%) e verificou-se que a proporção 1:5000 (1 ml de corante carmin de cochonilha para 5.000 ml de soro) foi eficaz em colorir o leite. Dessa forma, esta prática em colorir o soro de leite torna-se eficiente para impedir a fraude do leite, já que a coloração adquirida é irreversível.

4 CONCLUSÕES

Pela avaliação na composição dos soros doce e ácido, pode-se concluir que ambos os subprodutos têm a mesma composição, embora com pequenas diferenças nas quantidades dos nutrientes, devido aos diferentes métodos de fabricação empregados.

Tanto o soro doce de leite quanto o soro ácido não tiveram sua composição química afetada pela adição dos corantes, a não ser as pequenas variações nas porcentagens de cinzas e sódio.

Ao misturar o soro com o corante (1 ml de carmim de cochonilha para 5.000 ml de soro) ao leite *in natura*, foi possível colorir eficientemente este produto, em todas as quantidades adicionadas (5%, 15% e 20%), indicando que esta prática de colorir o soro de leite pode ser uma alternativa rápida e fácil para evitar a fraude do leite com soro, pelos pecuaristas leiteiros.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington, 1990. v. 1, 1117 p.
- CARVALHO, P. R. N. Potencialidade dos corantes naturais. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, BA, v. 1, n. 1, p. 244-245, 1992.
- FRANCO, C. F. O.; SILVA, F. C. P. da; CAZÉ FILHO, J.; BARREIRO NETO, M.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; FONTINÉLLI, I. S. C. **Urucunzeiro**: Agronegócio de corantes naturais. João Pessoa: EMEPA/SAIA. 2002. 120 p.
- HARPER, W. J.; SEIBERLING, D. A. General Processing for Manufactured Products. In: HARPER, W. J.; HALL, C. W. **Dairy technology and engineering**. Westport, Connecticut: AVI Publishing Company, 1976. p. 185-212.
- LUQUET, F. M. **Leche y productos lacteos**: Vaca – Oveja – Cabra. Zaragoza – Espanha: Acribia, 1993. 524 p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Serviço de Inspeção Federal. Anuário Estatístico. 1986. **Matérias primas de origem animal**. Brasília, DF, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1989. 328 p.
- PEREIRA, D. P. C.; SILVA, P. H. F. da; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. de. **Físico-química do leite e derivados**: métodos analíticos. 2. ed. Juiz de fora: Templo Gráfica Editora, 2001. 234 p.
- PIMENTEL, F. A. **Avaliação de métodos de obtenção e da estabilidade de pigmentos de semente de urucum (*Bixa orellana L.*)**. 1995. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- SAS INSTITUTE. **SAS/ETS® User's guide**. Version 6. 2. 2 ed. Cary, NC, 1995. v. 2, 1686 p.
- TAKAHASHI, M.; YABIKU, H. Corantes naturais: usos, restrições e perspectivas. **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, Vitória da Conquista, v. 1, n. 1, p. 246-247, 1992.

ZADOW, J. G. Utilization of milk components: whey in modern dairy technology. In: ROBINSON, R. K. (Ed.) **Advances in Milk Processing**. London and New York, Elsevier Applied Science Publishers, 1986. v. 1, p. 273-316.

CAPÍTULO III

COMPORTAMENTO INGESTIVO, CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE E PARÂMETROS SANGÜÍNEOS DE VACAS SECAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SORO DE LEITE

RESUMO

DAVID, Flávia Maria. **Comportamento ingestivo, consumo, digestibilidade aparente e parâmetros sanguíneos de vacas secas alimentadas com diferentes níveis de soro de leite**. 2006. 136 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O trabalho foi conduzido no “Animal House” do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, MG, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de soro de leite líquido doce na dieta de bovinos sobre o comportamento ingestivo, consumo, digestibilidade aparente e parâmetros sanguíneos. Foram utilizadas 12 vacas mestiças, secas e alimentadas com feno de Coast cross e sal proteinado. Estes animais foram distribuídos em três quadrados latinos (4 x 4), de acordo com o peso vivo no início do experimento. Os tratamentos foram baseados em diferentes níveis de soro doce de leite na dieta, sendo fornecidos 0 (controle), 15, 30 ou 45 litros de soro por dia. Os dados demonstram que a inclusão de soro de leite na dieta dos animais não afetou a ingestão, ruminação, mastigação total, ingestão total de líquido e nem o tempo gasto em inatividade. Os tempos despendidos com a ingestão (feno e sal) e ruminação foram, em média, de 6,5 horas (395 min/dia) e 7,2 horas (435 min/dia) por dia, respectivamente, resultando em um total de 57% das horas do dia mastigando. Embora crescente, o tempo gasto com a ingestão de líquido total (soro de leite e água) não variou entre os tratamentos. Tanto o tempo gasto com a ingestão (min/dia) por kg de MS como por kg de FDN consumida aumentou ($P < 0,05$) com os níveis crescentes de soro de leite na dieta e se ajustaram a uma curva de regressão quadrática. O consumo médio de feno de Coast cross diminuiu de forma linear (de 6874,61 g para 5561,21 g/dia) com o aumento do fornecimento de soro de leite para animais do experimento, conseqüentemente, os consumos médios diários de FDN e FDA também foram menores. Entretanto, o consumo total de matéria seca e o consumo de proteína bruta aumentaram de forma linear. Com relação ao consumo de água, constatou-se que também houve redução em função dos níveis crescentes dos tratamentos na dieta das vacas. Os níveis de soro na dieta afetaram positivamente a digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) e a digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) ($P < 0,01$) e não tiveram efeito sobre a digestibilidade aparente do FDN e FDA, sendo que quanto maior os níveis dos tratamentos, maiores foram os valores encontrados para DAMS (0,72, 0,73, 0,77 e 0,80) e para DAPB (0,69, 0,72, 0,77 e 0,80). Os valores médios de glicose no plasma sanguíneo variaram entre os tratamentos ($P < 0,01$), ajustando-se a regressões lineares positivas, sendo de 59,92, 63,92, 67,25 e 69,33 mg/dl e 58,75, 64,17, 65,92 e 69,00 mg/dl, nos animais em jejum (coleta das 7:00 horas) e uma hora após o consumo de feno de

Coast cross (coleta das 9:00 horas), respectivamente. A adição de soro de leite na dieta das vacas secas não afetou a quantidade de uréia presente no plasma sanguíneo dos animais em jejum e uma hora após o consumo de feno de Coast cross. Porém, no horário de coleta das 12:00 horas (uma hora após o consumo de soro), a quantidade de uréia no sangue foi influenciada pelos tratamentos ($P<0,01$), sendo decrescente (22,83, 20,17, 17,50 e 15,67 mg/dl) com o aumento dos níveis de soro na dieta. Mesmo tendo grande quantidade de carboidrato fermentável, o soro de leite não influenciou o comportamento ingestivo dos animais do experimento. As vacas que receberam maiores quantidades de soro de leite apresentaram menor consumo feno e sal proteinado menores, sem prejuízo na digestibilidade da fibra da dieta e no desempenho animal, evidenciando, assim, que este subproduto pode ser uma boa alternativa para minimizar o custo da alimentação.

* Comitê de Orientação: Prof. Júlio César Teixeira – DZO/UFLA (Orientador); Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez – DZO/UFLA; Dr. Pedro Braga Arcuri – CNPGL/EMBRAPA; Prof. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DCE/UFLA; Prof. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

ABSTRACT

DAVID, Flávia Maria. **Feeding behavior, intake, apparent digestibility and blood parameters of dry cows fed different levels of liquid whey.** 2006. 136 p. Thesis (Doctorate in Ruminant Nutrition) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.*

This work was conducted at the “Animal House” of the Animal Science Department of the Federal University of Lavras to evaluate the effect of different levels of liquid whey in the intake behavior, consumption, apparent digestibility and blood parameters. Were used twelve crossbred dry cows fed with Coast Cross hay and protein salt. The animals were distributed in three Latin squares (4 x 4) according the body weight at the beginning of the experiment. The treatments had been based on different levels of sweet whey in the diet, 0 (control), 15, 30 or 45 liters of whey per day. The measures demonstrated that the inclusion of whey in the diet did not affect the ingestion, rumination, total chewing, total ingestion of liquid and nor the expended time in inactivity. The times expended with the ingestion (hay and salt) and rumination were in average, 6,5 hours (395 min/day) and 7,2 hours (435 min/day) per day, respectively, reflecting in a total of 57% of the day for chewing activity. Although increasing the time expense with the ingestion of total liquid (whey and water) this parameter did not vary between the treatments. The time used for ingestion (min/dia) as the time for kg of DM and kg of NDF intake increased ($P < 0,05$) with the increasing levels of whey in the diet and adjusted to a quadratic regression curve. The average intake of Coast Cross hay showed a linear decrease (from 6874,61g to 5561,21 g) with the increase of whey level in the diet, consequently, the daily average consumptions of NDF and ADF were also lowers. By other hand, total intake of dry matter crude protein consumption increased of linear form. The water consumption was also reduced in response of the increasing levels of whey. Whey levels in the diet affected the apparent digestibility of the dry matter (DADM) and the apparent digestibility of the crude protein (DACP) ($P < 0,01$) and did not have effect on the apparent digestibility of the NDF and ADF. As higher the inclusion of whey, greater the DADM (0,72, 0,73, 0,77 and 0,80) and DACP (0,69, 0,72, 0,77 and 0,80). The average values of glucose in the blood plasma varied between the treatments ($P < 0,01$), adjusting positive linear regressions (59,92, 63,92, 67,25 and 69,33 mg/dl and 58,75, 64,17, 65,92 and 69,00 mg/dl) in fasting animals (collects at 7:00 hours) and after one hour the hay consumption (collects of the 9:00 hours), respectively. The whey inclusion in the diet of the dry cows did not affect the urea level in the plasma (BUN) of the fasting animals or one hour after the Coast Cross hay consumption. The BUN level was affected by treatments ($P < 0,01$) in

the schedule of collect of the 12:00 hours (one hour after the whey intake) by decreasing (22,83, 20,17, 17,50 and 15,67 mg/dl) with increase of the levels of whey in the diet. Even with high levels of non-fiber carbohydrates, the whey did not influence the ingestive behavior of the experimental animals. The cows that received higher levels of whey showed lower intakes of hay and protein salt, without prejudice of the fiber digestibility and animal performance, evidencing, that this by-product can be a good alternative to minimize the cost of the feeding.

* Guidance Committee: Prof. Júlio César Teixeira – DZO/UFLA (Advisor); Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez – DZO/UFLA; Dr. Pedro Braga Arcuri – CNPGL/EMBRAPA; Prof. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DCE/UFLA; Prof. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

1 INTRODUÇÃO

As forragens tropicais apresentam baixa digestibilidade, teor de proteína reduzido e, mesmo na estação de crescimento, não fornecem nutrientes suficientes para altas produções. Nesse sentido, a suplementação é uma alternativa eficiente para a melhoria da produção animal. A vantagem, ou não, de utilizar suplementos dependerão da produção extra de leite ou carne e, acima de tudo, do custo do suplemento.

O soro de leite é tradicionalmente utilizado na alimentação de suínos ou processado para a inclusão em alimentos de consumo humano. Entretanto, este subproduto, por ter o custo muito baixo ou praticamente nulo e possuir boas características nutritivas, pode ser utilizado na alimentação de bovinos leiteiros, como produto fresco ou depois de seco por evaporação (soro condensado), dependendo do custo de transporte ou do processamento empregado. O soro é composto primordialmente por água e nela estão presentes substâncias solúveis, como lactose, proteínas solúveis, sais minerais e traços de gordura.

O soro fresco, ou condensado, pode ser incluído na dieta de bovinos leiteiros sem nenhum efeito maléfico na saúde animal ou na produtividade. Schingoethe (1976) afirma que, para haver vantagens econômicas com o uso deste subproduto, é necessário fornecer aos animais grandes quantidades (de 50 a 90 litros/dia para vacas lactantes) ou deixar o consumo *ad libitum*. Entre os pesquisadores esta quantidade a ser oferecida aos bovinos é bastante controversa, podendo chegar a até 30% da matéria seca total da dieta. Assim, um animal que consome 8 kg de MS por dia, poderia ingerir 2,4 kg de MS oriunda do soro. Deste modo, considerando que o soro de leite tem 6,14% de MS, poderiam ser fornecidos ao animal em torno de 40 litros de soro de leite por dia.

O soro de leite tem excesso de energia fermentável e precisa ser balanceado com fontes nitrogenadas degradáveis. No entanto, por ser líquido,

parte do soro pode escapar da fermentação ruminal, devido ao alto *turnover* líquido e ser digerido pós-ruminalmente. As frações nitrogenadas do soro (lactoglobulinas) têm alta eficiência protéica e grande digestão no intestino.

O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar dos animais para a obtenção de melhor desempenho produtivo. O comportamento ingestivo pode influenciar a digestão dos alimentos e a taxa de passagem dos nutrientes pelo trato gastrointestinal, por intermédio da mastigação durante a ingestão e ruminação.

A mastigação é a maior responsável pelo trituramento e conseqüente redução no tamanho de grandes partículas e está correlacionada com a quantidade de FDN do alimento (característica química) e com o tamanho de partícula (propriedade física). Conseqüentemente, a mastigação também influencia a taxa de diluição e a capacidade tamponante do fluido ruminal devido ao efeito direto na salivação (Welch, 1986).

Os ruminantes, como em outras espécies, procuram ajustar o consumo alimentar às suas necessidades nutricionais, especialmente de energia. Animais entabulados gastam em torno de uma hora consumindo alimentos ricos em energia, ou até mais de seis horas, para fontes com baixo teor de energia (Arnold, 1985).

O consumo de forragens pelos animais pode ser estimado pela proporção entre a excreção fecal e a digestibilidade da forragem. O primeiro parâmetro pode ser medido diretamente, colocando-se coletores nos animais ou estimado a partir da concentração fecal de um marcador externo. A digestibilidade pode ser estimada utilizando-se equações baseadas na composição química da forragem, com procedimentos *in vitro* ou utilizando marcadores internos (Dove & Mayes, 1991).

O óxido de cromo (Cr_2O_3) é um dos vários compostos com características de indicador inerte, sendo usado frequentemente nas estimativas de produção fecal. O composto é praticamente insolúvel em água, álcool e acetona, mas ligeiramente solúvel em ácido e álcali.

A maior preocupação ao utilizar o Cr_2O_3 é a possibilidade de variações diurnas na concentração deste marcador, resultando em erros na estimativa de consumo (Dove & Mayes, 1991). No entanto, Smith & Reid (1955) demonstraram que, embora a excreção do Cr_2O_3 varie durante o dia, obter estimativas acuradas da excreção fecal é possível se as amostras de fezes forem retiradas em horários em que a concentração do marcador é similar à média diária.

A grande maioria dos trabalhos desenvolvidos no Brasil e no exterior é voltada para sistemas com alta produção de leite ou carne, esquecendo-se, então, dos pequenos produtores. Assim, as informações disponíveis na literatura sobre os efeitos do soro de leite na alimentação de bovinos sobre alguns parâmetros de desempenho são muito limitadas. Desse modo, o objetivo deste experimento foi avaliar o consumo, o comportamento ingestivo, a quantidade de uréia e de glicose plasmática e a digestibilidade aparente, utilizando o óxido de cromo como marcador externo, de vacas mestiças, secas e alimentadas com feno de Coast cross, sal proteinado e diferentes níveis de inclusão do soro de leite na dieta.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no “Animal House” do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (DZO/UFLA), em Lavras (MG).

Este município, localizado na região Sul do estado de Minas Gerais, está geograficamente definido pelas coordenadas 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich, com altitude média de 910 metros (Castro Neto et al., 1980).

2.2 Animais experimentais e tratamentos

Foram utilizadas, no experimento, 12 fêmeas mestiças gir-holandesas, sendo todas multíparas, não lactantes e com peso inicial variando entre 291 a 425 kg. Os animais foram distribuídos em três quadrados latinos (4 x 4), de acordo com peso vivo no início do experimento.

Todos os animais receberam feno de Coast cross, fornecido quatro vezes ao dia, sal proteinado, da marca comercial Salminas (para época da seca) e água à vontade. O ajuste da dieta permitiu 10% de sobras. Os tratamentos foram baseados em diferentes níveis de soro doce na dieta, sendo fornecidos 0 (controle), 15, 30 ou 45 litros de soro por dia. Este subproduto da indústria láctea foi obtido pela fabricação de queijo tipo gruyère, no Lactínio Serrabella, localizado no município de Lavras, MG.

As quantidades fornecidas e as sobras de água e dos ingredientes da dieta foram diariamente medidas e analisadas, no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Quanto os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas foram

analisados segundo técnicas descritas pela AOAC (1990). Para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram utilizadas as metodologias propostas por Van Soest & Wine (1968). Os teores de cálcio (Ca), fósforo (P) e sódio (Na) foram analisados em espectrofotômetro de absorção atômica, segundo Silva (1990), no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Ciências do Solo, da Universidade Federal de Lavras. Já para a quantidade de lactose e extrato gorduroso presente no soro de leite, foram utilizadas as técnicas de Fehling e do butirômetro de Gerber, respectivamente, descritas por Pereira et al. (2001), no Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras.

As composições médias do soro doce de leite, do feno de Coast cross e do sal proteinado estão descritas na Tabela 1.

TABELA 1. Composição média do feno de Coast cross, do sal proteinado e do soro doce de leite fornecidos aos animais.

Componente	Soro Doce	Sal Proteinado	Feno de Coast Cross
Matéria seca (%)	6,17	83,46	90,09
Proteína bruta (% MS)	13,14	49,31	6,59
Lactose (% MS)	70,0	----	----
Cinzas (% MS)	11,65	73,16	6,56
Cálcio (% MS)	0,43		ND
Fósforo (% MS)	0,86		ND
Sódio (% MS)	2,05		ND
Extrato gorduroso (% MS)	4,86	ND	1,93
Fibra em detergente neutro (% MS)	----	29,90	79,31
Fibra em detergente ácido (% MS)	----	9,59	39,99

Fonte: Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras; ND: não determinado.

Os animais foram mantidos em baias individuais com 30 m², com comedouro (individualizado), cocho de sal e água/soro. O período experimental teve a duração de 15 dias, sendo 10 dias para adaptação ao novo tratamento

(inclusão de soro) e 5 dias para a coleta de dados. O soro foi inicialmente oferecido na quantidade de 10 litros por vaca/dia e aumentado em 10 litros/dia até chegar ao volume de cada tratamento. Para assegurar o consumo total da quantidade de soro oferecida, a água foi retirada no momento do fornecimento dos tratamentos e, após o consumo, foi recolocada em quantidade determinada. A sobra de água de cada animal também foi medida diariamente.

Todos os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental.

2.3 Comportamento ingestivo

No primeiro dia de coleta de dados, foi determinada, por observação visual, a atividade bucal dos animais a cada 5 minutos, durante período contínuo de 24 horas. As atividades bucais consideradas foram ingestão, ruminação, ingestão de água/soro e inatividade. O tempo (min/dia) de mastigação total é a soma dos tempos de ingestão e de ruminação. Os tempos de mastigação, ingestão e ruminação por unidade de matéria seca e fibra em detergente neutro consumida foram calculados utilizando-se a quantidade consumida de MS e FDN no dia da determinação da atividade mastigatória.

2.4 Estimativa de consumo e digestibilidade aparente

Para a determinação da digestibilidade aparente e a estimativa de consumo foi utilizado o óxido crômico como indicador externo, fornecido durante sete dias consecutivos por via oral, em duas doses diárias de 5 g cada, uma no período da manhã e outra à tarde.

Nos dois últimos dias do fornecimento do Cr_2O_3 , coincidindo com o segundo e terceiro dias experimentais, foram coletadas amostras de fezes

diretamente no ducto retal de cada animal, de quatro em quatro horas, nos os seguintes horários: 0:00, 04:00, 08:00, 12:00, 16:00, 20:00 horas do primeiro dia e 02:00, 06:00, 10:00, 14:00, 18:00, 22:00 horas do segundo dia.

Imediatamente após a coleta, as amostras foram pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada com temperatura constante de 65°C. Depois de 48 horas, as amostras secas foram novamente pesadas e, ao término do experimento de campo, moídas e misturadas por dia de coleta e por vaca em cada período, de forma a permitir a preparação de uma amostra composta referente ao período avaliado.

A quantificação de cromo nas fezes foi feita em espectrofotômetro de absorção atômica, seguindo a metodologia proposta por Silva (1990).

2.5 Coleta de sangue

No quarto dia de coleta de dados, foram retiradas amostras de sangue de cada vaca, diretamente na veia jugular, utilizando-se Vacutainers® com anticoagulante (Glistab). A primeira coleta foi às 07:00 horas da manhã, com os animais em jejum. A segunda, às 09:00 horas, após uma hora do consumo do primeiro trato do dia e a terceira coleta, depois de uma hora do consumo do soro de leite, às 12:00 horas.

Imediatamente após a retirada de sangue da última das 12 vacas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises Clínicas Santa Cecília, da cidade de Lavras, MG, para avaliação de glicose e uréia no plasma.

2.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino, com 4 períodos experimentais e 4 tratamentos.

O modelo utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + q_i + a_{(i)j} + p_{(i)k} + s_l + (qs)_{il} + e_{(ijkl)}$$

Em que:

Y_{ijkl} é o valor da variável observada no quadrado i , do animal j , no período k que recebeu o nível de soro l ;

μ média geral;

q_i efeito do quadrado i (peso dos animais), com $i = 1, 2, 3$;

$a_{(i)j}$ efeito do animal j no quadrado i , com $j = 1, \dots, 4$;

$p_{(i)k}$ efeito do período k no quadrado i , com $k = 1, \dots, 4$;

s_l efeito do tratamento (nível de soro) l , com $l = 1, \dots, 4$;

$(qs)_{il}$ efeito da interação do nível de soro l e quadrado i ;

e_{ijkl} erro experimental da parcela que recebeu o tratamento l , no período k , no animal j e no quadrado i , com média zero e variância σ^2 .

2.7 Análises estatísticas

A análise estatística dos dados experimentais foi realizada utilizando-se o procedimento GLM, contido no programa computacional SAS, de acordo com as recomendações de SAS (1995). Foram analisados os efeitos do quadrado latino, animal dentro do quadrado latino, período dentro do quadrado, tratamento e interação do quadrado com o tratamento.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Comportamento ingestivo

Os resultados médios obtidos, expressos em minutos por dia e em porcentagem das 24 horas do dia, com a ingestão de diferentes níveis de soro pelas vacas girolandas secas, sobre os parâmetros de comportamento ingestivo, encontram-se na Tabela 2. Os dados demonstram que a inclusão de soro de leite na dieta dos animais não afetou (ANOVA nas Tabelas 1, 2, 3 e 4 no item 3 do anexo) o tempo despendido com a ingestão, ruminação, mastigação total, ingestão total de líquido e nem o tempo gasto em inatividade.

TABELA 2 Valores médios para o tempo despendido com a ingestão (ING), ruminação (RUM), mastigação total (MT), ingestão total de líquido (ITL) e inatividade (IN), em minutos por dia, para os diferentes níveis de soro de leite.

Níveis de soro (L)	Médias (min/dia)				
	ING	RUM	MT	ITL	IN
0	409	438	847	13	580
15	404	435	839	19	582
30	362	425	787	26	626
45	407	442	849	42	549
Média total	395	435	830	25	584
Níveis de soro (L)	Médias (porcentagem do dia)				
	ING	RUM	MT	ITL	IN
0	28	30	58	1	40
15	28	30	58	1	40
30	25	29	54	2	43
45	28	30	58	3	38
Média total	27	30	57	2	40

Os tempos despendidos com a ingestão (feno e sal) e ruminação foram de, em média, 6,5 horas (395 min/dia) e 7,2 horas (435 min/dia) por dia, respectivamente, refletindo em um total de 57% das horas do dia mastigando. As

vacas passaram mais de nove horas do dia em inatividade (584 min/dia), o que corresponde a 40% do dia descansando. Estes dados estão de acordo com Arnold (1985), que afirmou que os animais entabulados gastam mais de seis horas consumindo alimentos com baixo teor de energia, como é o caso do feno de Coast cross.

Segundo Deswysen et al. (1987) e Fischer (1996), existe competição entre os três tipos de atividade (ingestão, ruminação e inatividade) na alocação do tempo pelo animal.

A falta de diferença significativa entre os tratamentos deste experimento se deve, provavelmente, ao fato de todos animais consumirem o feno de Coast cross como volumoso. Entretanto, Mendonça et al. (2004), mesmo utilizando diferentes fontes de volumoso (silagem de milho ou cana-de-açúcar), para avaliarem o comportamento ingestivo de vacas leiteiras em confinamento, também não encontraram diferenças nos tempos despendidos com ingestão e ruminação, que foram, em média, de 270 min/dia e 476 min/dia, respectivamente. Ambos os valores foram inferiores aos encontrados neste experimento.

Costa et al. (2003), ao estudarem o comportamento ingestivo de vacas no início de lactação, em diferentes épocas do ano e consumindo silagem de milho à vontade e concentrado, concluíram que, na estação quente, os animais passaram, em média, 376 min/dia ingerindo alimentos, 583 min/dia ruminando e 478 min/dia descansando.

Embora o tempo gasto com a ingestão de líquido total (soro de leite e água) fosse crescente, este parâmetro não variou entre os tratamentos, demonstrando que o soro de leite era rapidamente consumido pelos animais, mesmo quando fornecido em grandes quantidades.

Entretanto, o tempo médio despendido, pelas vacas mestiças, com a ingestão, ruminação e mastigação total, por quilo de MS e FDN consumidas, das

vacas mestiças sofreu efeito com aumento do nível de soro na dieta (Tabelas 5 e 6 no item 3 do anexo). Na Tabela 3 encontram-se os valores médios destes parâmetros. O tempo gasto com a ingestão (min/dia) por kg de MS e o tempo gasto por kg de FDN aumentaram ($P < 0,05$) com os níveis crescentes de soro de leite na dieta e se ajustaram a uma curva de regressão quadrática (Figura 1). Os tempos despendidos com a ruminação e mastigação total (min/dia), por kg de MS e por kg de FDN, também aumentaram ($P < 0,01$) com os tratamentos fornecidos. Nas Figuras 2 e 3, encontram-se as curvas de regressão, também quadráticas, do tempo gasto (min/dia) com a ruminação e a mastigação por kg de MS e FDN consumidas.

TABELA 3 Tempo médio despendido, em minutos por dia, com a ingestão (ING) ruminação (RUM) e mastigação total (MT) por kg de MS e FDN consumidas.

Níveis de soro (L)	Tempo médio despendido (min/dia) por kg de MS consumida		
	ING	RUM	MT
0	66 ($\pm 3,79$)	70 ($\pm 2,64$)	136 ($\pm 4,20$)
15	65 ($\pm 3,79$)	70 ($\pm 2,64$)	135 ($\pm 4,20$)
30	65 ($\pm 3,79$)	77 ($\pm 2,64$)	142 ($\pm 4,20$)
45	82 ($\pm 3,79$)	89 ($\pm 2,64$)	171 ($\pm 4,20$)
Média total	69,5	76,5	146
Níveis de soro (L)	Tempo médio despendido (min/dia) por kg de FDN consumida		
	ING	RUM	MT
0	84 ($\pm 5,01$)	90 ($\pm 3,38$)	174 ($\pm 5,63$)
15	83 ($\pm 5,01$)	90 ($\pm 3,38$)	173 ($\pm 5,63$)
30	83 ($\pm 5,01$)	99 ($\pm 3,38$)	181 ($\pm 5,63$)
45	105 ($\pm 5,01$)	115 ($\pm 3,38$)	220 ($\pm 5,63$)
Média total	88,7	98,5	187

Os tempos despendidos com a ingestão, ruminação e mastigação total foram menores quando relacionados por kg de MS consumida por dia, o que é justificado pela maior quantidade de material solúvel e degradável presente na MS que na FDN. Embora o soro de leite não possua FDN e os animais tenham consumido o mesmo feno e sal, o tempo gasto com a ingestão, ruminação e

mastigação total (min/dia), por kg de FDN consumida, foi crescente com o aumento do nível de soro na dieta. Este fato se deve, provavelmente, à diminuição no consumo médio diário de FDN dos animais que receberam maiores quantidades de soro de leite (Tabela 5).

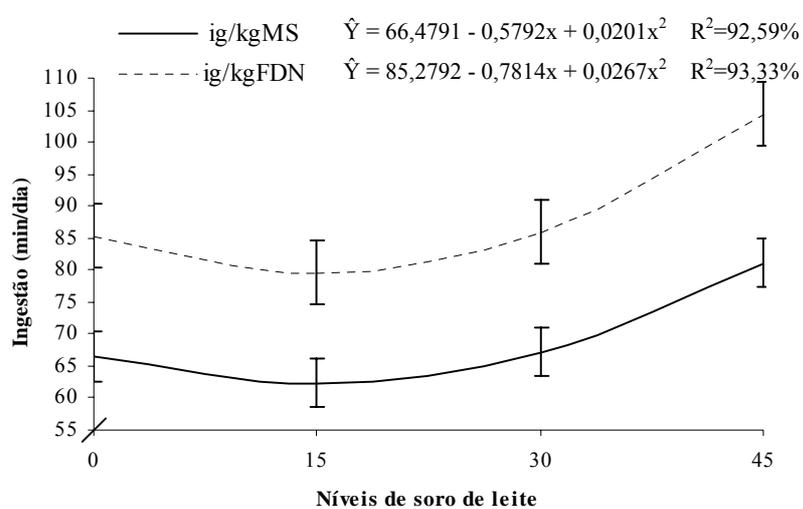


FIGURA 1 Tempo médio despendido com a ingestão, por kg de matéria seca e de fibra em detergente neutro consumidas, em função dos níveis de soro estudados.

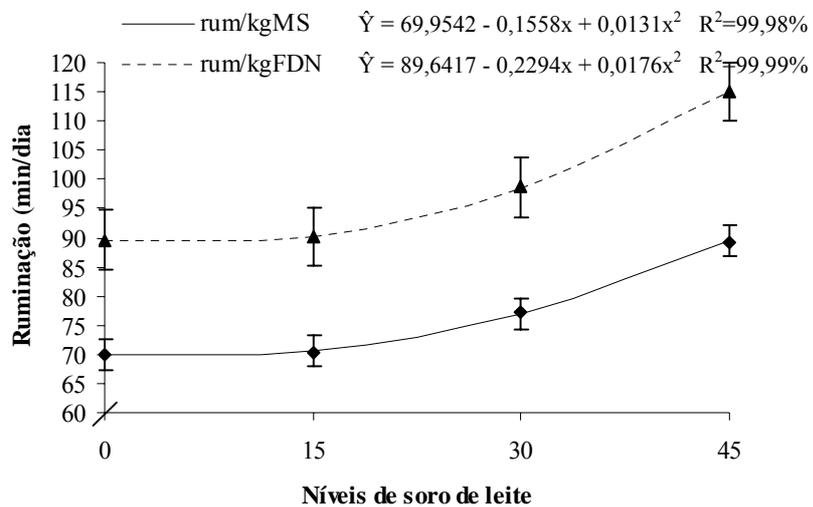


FIGURA 2 Tempo médio despendido com a ruminação, por kg de matéria seca e de fibra em detergente neutro consumidas, em função dos níveis de soro estudados.

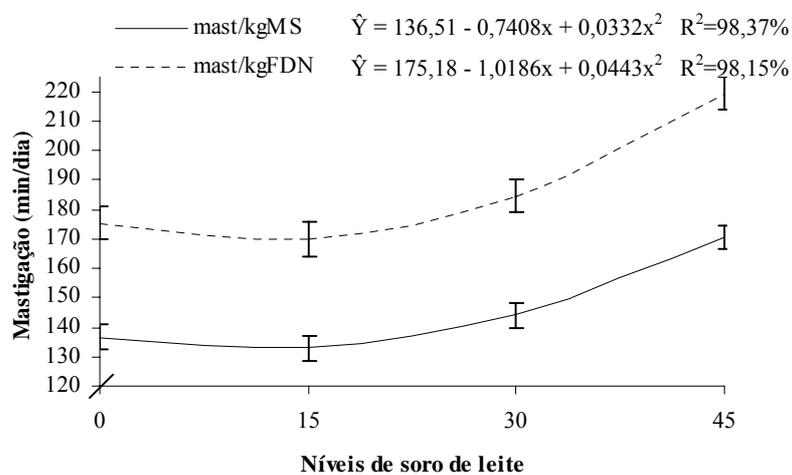


FIGURA 3 Tempo médio despendido com a mastigação, por kg de matéria seca e de fibra em detergente neutro consumidas, em função dos níveis de soro estudados.

Este resultado está de acordo com o relatado por Welch & Hooper (1998), que afirmaram que o tempo despendido pelos bovinos com ruminação é altamente correlacionado com o consumo de FDN. Para três níveis de FDN nas dietas, 26%, 30% e 34%, em experimento com vacas, foi observada resposta quadrática com os valores máximos estimados para os tempos despendidos em ruminação de 5,73, 9,3 e 6,72 hs/dia (Beauchemin & Buchanan-Smith, 1989).

O tempo médio de ruminação encontrado no experimento de Mendonça et al. (2004) para dieta a base de cana-de-açúcar e 50% de concentrado para o teor de FDN próximo de 30%, foi de 7,71 horas/dia. Portanto, menor que as 9,3 horas encontradas por Beauchemin e Buchanan-Smith (1989), para teor de FDN semelhante. Entretanto, estes autores trabalharam com silagem de alfafa e feno, sugerindo que, provavelmente, não apenas o teor de FDN nas dietas altera o tempo gasto com ruminação, como também a sua qualidade.

3.2 Consumo observado, estimativa de consumo e digestibilidade aparente

Observou-se, pela análise de variância (Tabela 7 no item 3 do anexo), efeito dos tratamentos ($P < 0,01$) sobre o consumo médio de feno (CMF), expressos em gramas/dia, e água (CMA), em litros/dia, de vacas com o peso médio de 350 kg. Já o consumo de sal proteinado (CMP) não foi afetado pelo crescente nível de soro de leite na dieta das vacas mestiças (Tabela 4).

TABELA 4 Consumo médio de feno (CMF), sal proteinado (CMP), em gramas, e água (CMA), em litros, para os diferentes níveis de soro de leite, com base na matéria natural.

Níveis de soro (L)	Médias		
	CMF (g)	CMP (g)	CMA (L)
0	6874 ($\pm 153,75$)	203 ($\pm 20,84$)	21 ($\pm 1,08$)
15	6761 ($\pm 153,75$)	173 ($\pm 20,84$)	10 ($\pm 1,08$)
30	6163 ($\pm 153,75$)	126 ($\pm 20,84$)	3 ($\pm 1,08$)
45	5561 ($\pm 153,75$)	161 ($\pm 20,84$)	1 ($\pm 1,08$)

O consumo médio de feno de Coast cross diminuiu de forma linear com o aumento do fornecimento de soro de leite para animais do experimento (Figura 4), demonstrando que quanto maior o consumo de soro de leite, menor foi o consumo de volumoso. Este efeito se deve, provavelmente, ao rico conteúdo energético deste subproduto, proveniente da lactose (70% da MS do soro), que é um carboidrato altamente fermentável, além do efeito de enchimento do rúmen.

O consumo de soro de leite reduz significativamente a ingestão de feno e grãos. Em estudos em Utah, Anderson et al. (1974) constataram redução no consumo de 0,7 a 1 kg de MS/dia para cada 1 kg de sólido ingerido oriundo de soro de leite.

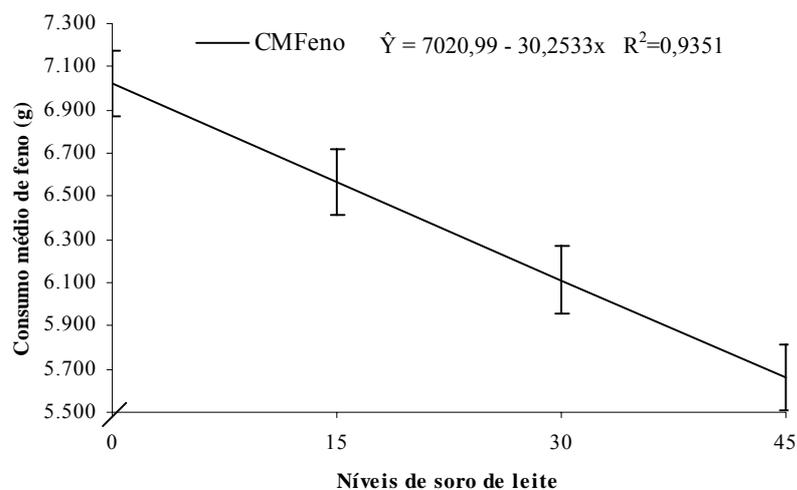


FIGURA 4 Consumo médio de feno (CMF) de Coast cross, em gramas/dia, em função dos níveis de soro de leite.

Analisando-se os valores referentes ao consumo de água, constatou-se que também houve redução em função dos níveis crescentes de inclusão do soro de leite na dieta das vacas, embora de forma quadrática (Figura 5), sugerindo

que os animais preferiram consumir o soro de leite à água, devido à excelente palatabilidade. No início do período pré-experimental, todos os animais rejeitaram o soro de leite, mas, após duas semanas de fornecimento diário, houve grande aceitação, notando-se, inclusive, preferência por este subproduto, garantindo o consumo total dos tratamentos.

Ao fornecerem soro líquido *ad libitum* e 30,2 ou 15,1 litros de água por dia para vacas lactantes, Anderson et al. (1974) verificaram aumento no consumo de soro (59,9 e 74,8 litros/dia, respectivamente) e redução significativa no consumo de água, embora o consumo total de líquido tenha sido constante (em torno de 90 litros). Este comportamento corrobora com o observado neste experimento, pois verificou-se menor consumo de água com aumento do consumo de soro de leite.

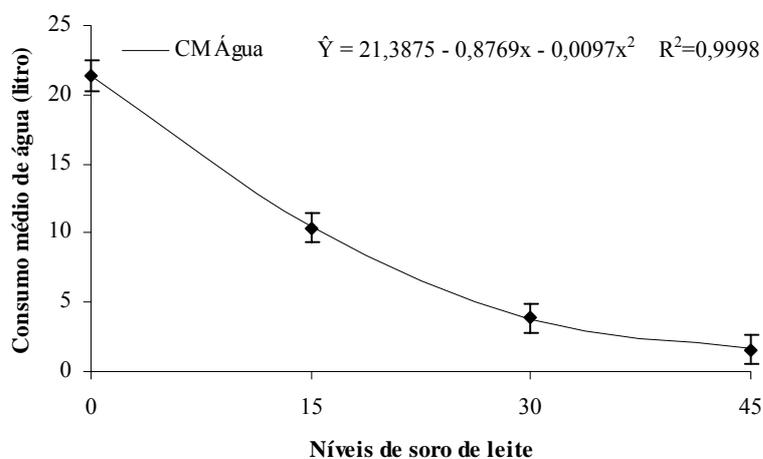


FIGURA 5 Consumo médio de água, em litros/dia, em função dos níveis de soro de leite.

A análise de variância (Tabelas 9, 10, 11 e 12 no item 3 do Anexo) revelou efeito dos tratamentos sobre os consumos de MS, PB, FDN e FDA ($P<0,01$) e a matéria seca excretada nas fezes ($P<0,05$).

Na Tabela 5, encontram-se os consumos médios diários de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) em gramas/dia, e matéria seca fecal excretada (MSF), para os diferentes níveis de soro de leite na dieta das vacas secas.

TABELA 5 Consumos médios diários de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) em gramas/dia, e matéria seca fecal excretada (MSF), para os diferentes níveis de soro de leite.

Níveis de soro (L)	Médias				
	CMS	CPB	CFDN	CFDA	MSF
0	6363	487	4967	2491	1738
15	7161	589	4878	2442	1865
30	7508	656	4442	2237	1662
45	7920	757	4023	2019	1558
Erro-padrão	(±136)	(±11)	(±124)	(±62)	(±71)

Muito embora o consumo de feno pelos animais tenha diminuído com o aumento dos níveis de soro de leite na dieta, o consumo total de matéria seca e o consumo de proteína bruta aumentaram de forma linear (Figuras 6 e 7). Este aumento pode ser explicado pela quantidade de matéria seca e proteína bruta presentes no soro de leite, já que os animais o consumiam integralmente, equivalendo a 925, 1851 e 2776 g de MS e 121, 243 e 365 g de PB, nos tratamentos com 15, 30 e 45 litros de soro por dia, respectivamente.

Vários trabalhos têm citado a depressão no CMS quando são utilizados grandes volumes de carboidratos solúveis ou amido nas dietas, em detrimento da quantidade de fibra. Como todos os tratamentos utilizados neste experimento não continham FDN e possuíam ótima palatabilidade, o consumo de MS não foi

limitado pelo mecanismo fisiológico, com o qual poderia ter ocorrido o controle físico da ingestão.

Este experimento difere do estudo de Susmel et al. (1995), que não encontraram efeito na ingestão total de MS (em torno de 9.650 g/dia) por vacas não lactantes, consumindo feno de fescue (*Festuca arundinacea*) à vontade, quando substituíram o farelo de milho da dieta por soro de leite condensado, infundido diretamente no rúmen.

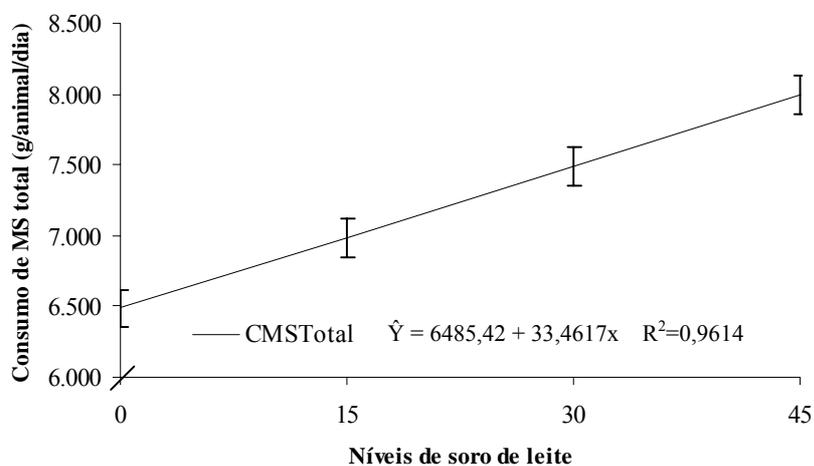


FIGURA 6 Consumo médio diário de matéria seca (CMS), em gramas/dia, em função dos níveis de soro de leite.

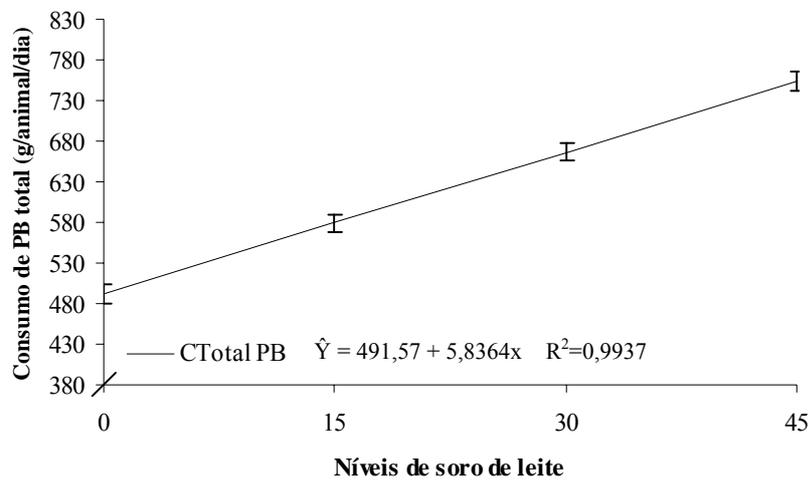


FIGURA 7 Consumo médio diário de proteína bruta (CPB), em gramas/dia, em função dos níveis de soro de leite.

O consumo médio diário de FDN e FDA também se ajustou-se às regressões lineares, embora de forma decrescente (Figuras 8 e 9), em consequência ao menor consumo de feno pelas vacas, além da falta destes carboidratos fibrosos no soro de leite.

Susmel et al. (1995) também encontraram efeito do soro de leite sobre o consumo total de FDN, o qual foi semelhante ao deste estudo, sendo menor no tratamento que continha este subproduto.

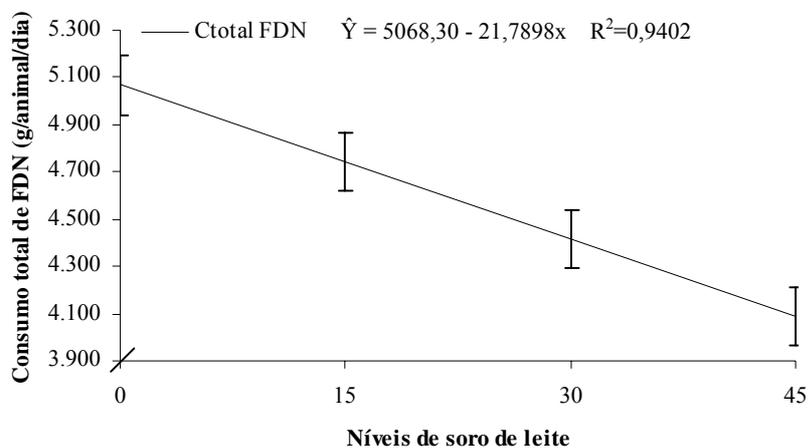


FIGURA 8 Consumo médio diário de fibra em detergente neutro (CFDN), em gramas/dia, em função dos níveis de soro de leite.

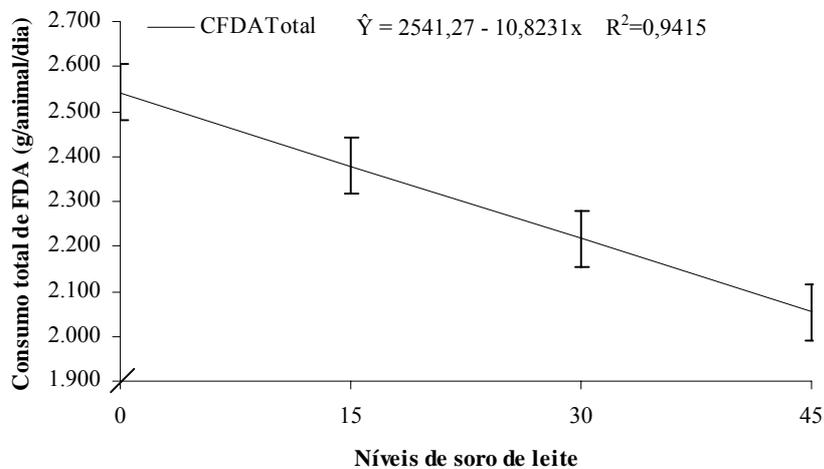


FIGURA 9 Consumo médio diário de fibra em detergente ácido (CFDA), em gramas/dia, em função dos níveis de soro de leite.

A quantidade de matéria seca excretada nas fezes expressa em gramas/dia foi diferente entre os tratamentos (Tabela 5) e se ajustou a uma

equação de regressão quadrática (Figura 10). Até 15 litros de soro de leite/dia, a quantidade de matéria seca excretada foi crescente. Após este ponto, houve decréscimo constante, devido, provavelmente, à substituição alimentos pelos animais, isto é, ao consumirem mais soro de leite, as vacas consumiram menos de feno de Coast cross. Embora não tenha sido observado este fato no experimento de campo, a lactose não digerida pode ser responsável pelo aparecimento de diarréia (Schingoethe, 1987) e conseqüente diminuição de MS excretada. No estudo de Susmel et al. (1995), a concentração de matéria seca nas fezes foi similar entre todas as dietas, indicando que a lactose do soro foi bem utilizada.

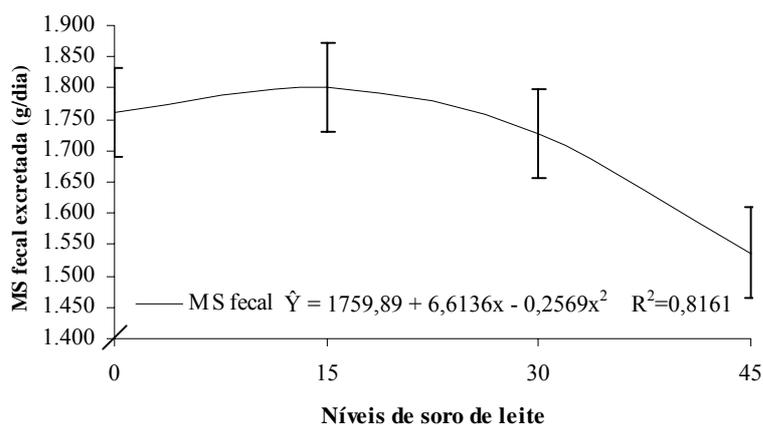


FIGURA 10 Matéria seca fecal (MSF) excretada, em gramas/dia, em função dos níveis de soro de leite.

O consumo dos nutrientes (MS, PB, FDN e FDA) por peso metabólico e como percentagem do peso vivo dos animais (Tabela 6) teve o mesmo efeito observado ($P < 0,01$) quando estas variáveis foram expressas em gramas por dia. Estes efeitos podem ser visualizados nos gráficos das Figuras 11 a 18.

TABELA 6 Consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA) por peso metabólico (PM), em gramas/kg PV^{0,75}, e como porcentagem do peso vivo (PV), em gramas/% PV, para os diferentes níveis de soro de leite.

Níveis de soro (L)	Médias			
	CMS/PM	CPB/PM	CFDN/PM	CFDA/PM
0	79,52 (±2,17)	6,08 (±0,16)	62,10 (±1,73)	31,18 (±0,88)
15	88,11 (±2,17)	7,27 (±0,16)	59,96 (±1,73)	30,02 (±0,88)
30	89,69 (±2,17)	7,87 (±0,16)	52,92 (±1,73)	26,66 (±0,88)
45	99,96 (±2,17)	9,55 (±0,16)	50,83 (±1,73)	25,48 (±0,88)
Níveis de soro (L)	Médias			
	CMS/PV	CPB/PV	CFDN/PV	CFDA/PV
0	1,85 (±0,06)	0,14 (±0,004)	1,44 (±0,04)	0,73 (±0,02)
15	2,04 (±0,06)	0,17 (±0,004)	1,39 (±0,04)	0,69 (±0,02)
30	2,05 (±0,06)	0,18 (±0,004)	1,21 (±0,04)	0,61 (±0,02)
45	2,33 (±0,06)	0,22 (±0,004)	1,19 (±0,04)	0,59 (±0,02)

O CMS por peso metabólico e como porcentagem do PV foi crescente com o aumento de soro de leite na dieta dos animais, variando entre 79,52 a 99,96 (g/kgPV^{0,75}/dia) e 1,85 a 2,33 (g/%PV). Estes valores são superiores aos encontrados por Susmel et al. (1995) que, trabalhando com vacas fistuladas, não lactantes, consumindo feno de fescue (*Festuca arundinacea*) à vontade e soro de leite em substituição ao milho da dieta, encontraram CMS/PM de 78,7 g/kgPV^{0,75}/dia.

Vacas suplementadas com melaço (de cana-de-açúcar e beterraba), que consiste em uma rica fonte de carboidrato solúvel, como a sacarose, tiveram o consumo de forragem maior do que os animais não suplementados, quando expresso em g/kg de PV (Earley et al., 1999). Segundo Brown et al. (1987), novilhas alimentadas com palha de arroz e suplementadas com melaço e uréia consumiram 24% a mais de matéria seca que as alimentadas apenas com a palha.

Langlands & Donald (1978) encontraram maior resposta à adição de suplementos na dieta quando os volumosos tinham baixa qualidade, que foi o caso do feno utilizado neste experimento.

Segundo o ARC (1980), os dados sobre consumo de matéria seca apresentam uma grande variação em função dos diferentes tipos de dietas utilizadas nos experimentos. Para dietas com altos níveis de concentrado, existe uma correlação negativa entre o peso metabólico e a ingestão da dieta por unidade de peso metabólico. Dessa forma, a ingestão de matéria seca em função do peso metabólico do animal pode apresentar comportamento diverso em função das características da dieta utilizada.

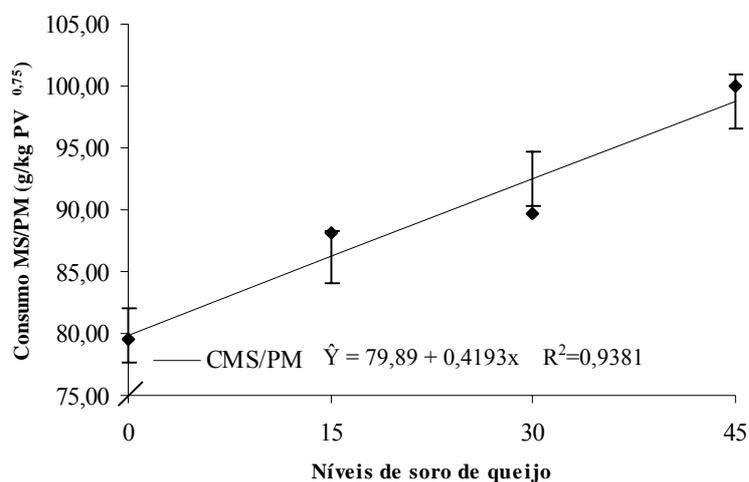


FIGURA 11 Consumo de matéria seca por peso metabólico, em função dos níveis de soro de leite.

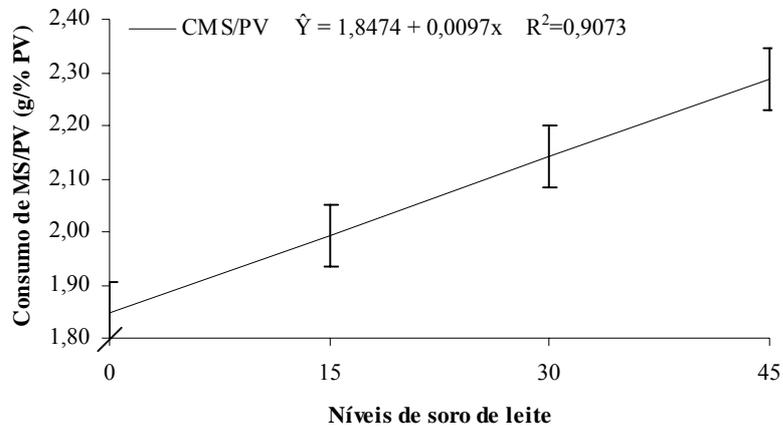


FIGURA 12 Consumo de matéria seca como porcentagem do peso vivo, em função dos níveis de soro de leite.

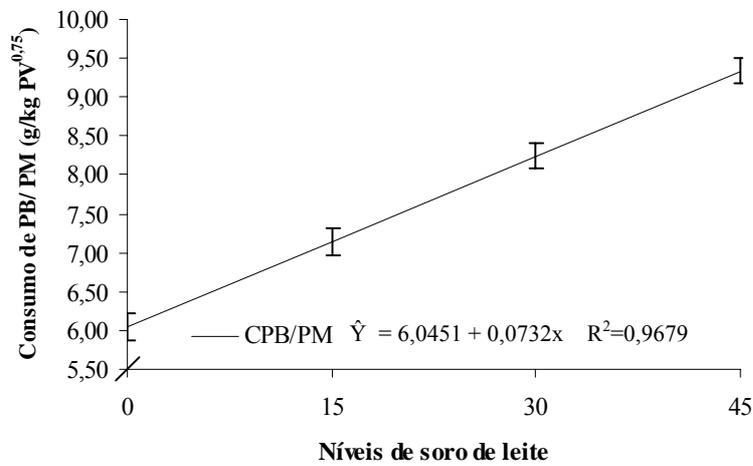


FIGURA 13 Consumo de proteína bruta por peso metabólico, em função dos níveis de soro de leite.

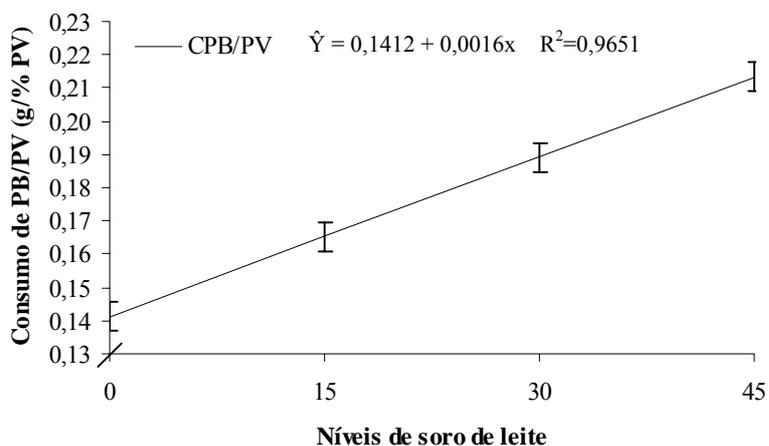


FIGURA 14 Consumo de proteína bruta como porcentagem do peso vivo, em função dos níveis de soro de leite.

O consumo de FDN por peso metabólico e como porcentagem PV variou de 62,10 a 50,83 g/kg^{0,75}/dia e 1,44% a 1,19% de PV, respectivamente, com o aumento dos níveis de soro de leite na dieta das vacas mestiças. Diferentemente, Rodrigues (1996), não constatou diferenças no consumo de FDN expresso em g/kg^{0,75}/dia e % de PV, quando se elevou o teor de concentrado na dieta de 12,5% para 50,0%. Este pesquisador concluiu que o teor de fibra das rações teria sido fator limitante na ingestão, uma vez que houve aumento na ingestão de MS à medida que se elevou a proporção de concentrado na dieta.

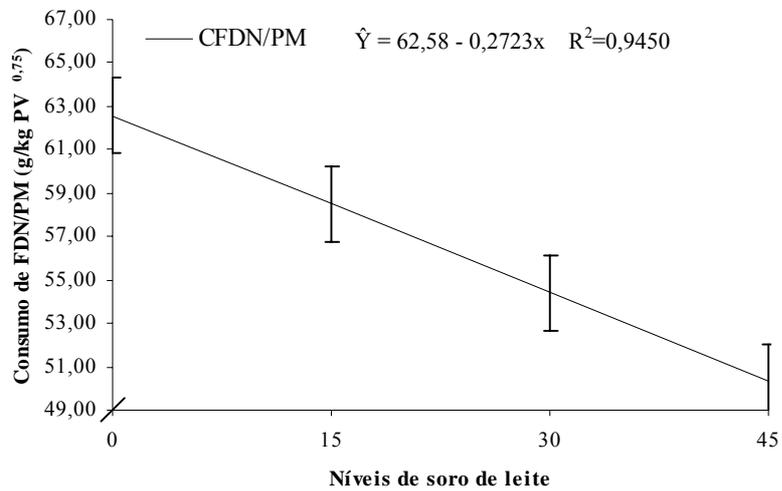


FIGURA 15 Consumo de fibra em detergente neutro por peso metabólico, em função dos níveis de soro de leite.

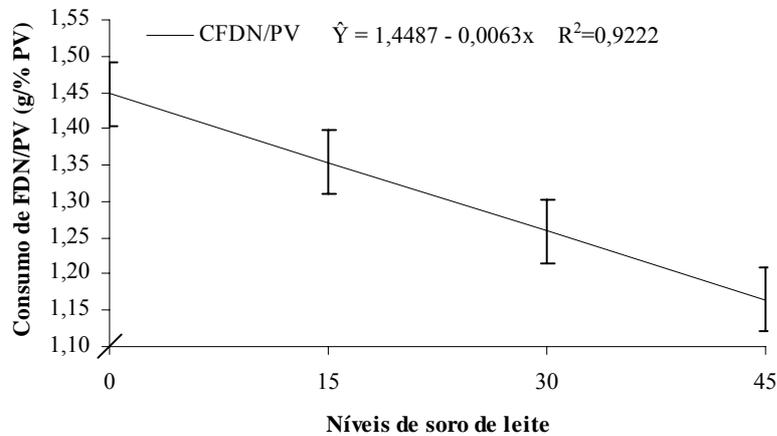


FIGURA 16 Consumo de fibra em detergente neutro como porcentagem do peso vivo, em função dos níveis de soro de leite.

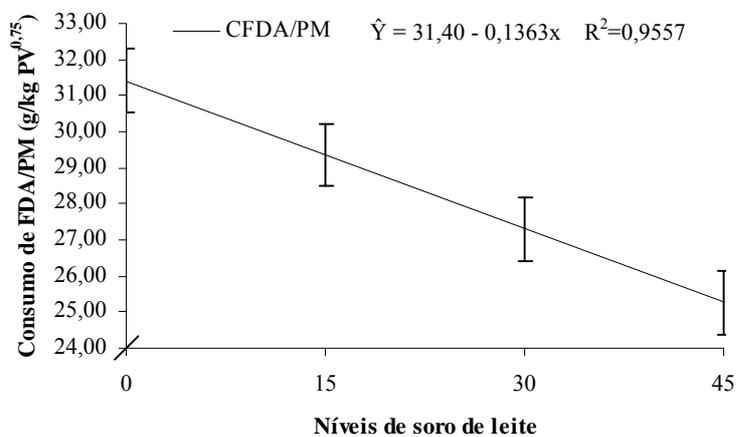


FIGURA 17 Consumo de fibra em detergente ácido por peso metabólico, em função dos níveis de soro de leite.

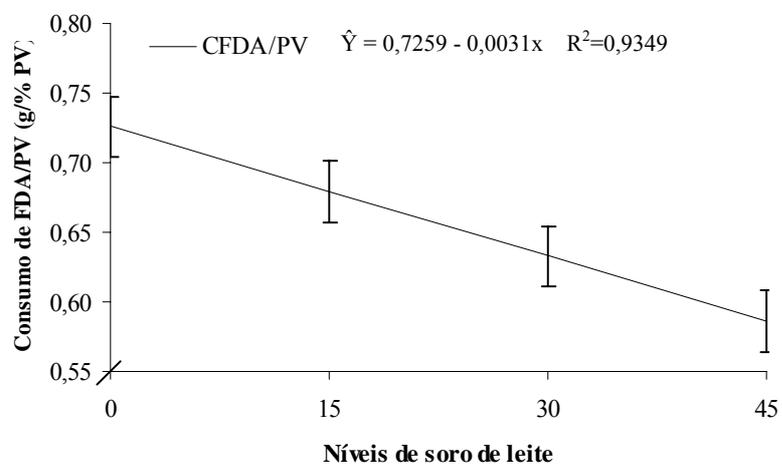


FIGURA 18 Consumo de fibra em detergente ácido como porcentagem do peso vivo, em função dos níveis de soro de leite.

Os resultados médios obtidos com a ingestão de diferentes níveis de soro de leite pelas vacas secas sobre a digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB), da fibra em detergente neutro (DAFDN) e da fibra em detergente ácido (DAFDA), encontram-se na Tabela 7. Pela análise de variância (ANOVA na Tabela 18, no item 3 do Anexo) foi possível concluir que a adição de soro que queijo à dieta afetou a digestibilidade aparente da MS ($P < 0,01$) e da PB ($P < 0,01$) e não teve efeito sobre a digestibilidade aparente do FDN e FDA. Quanto maiores os níveis dos tratamentos, maiores foram os valores encontrados para a digestibilidade aparente da MS (0,72, 0,73, 0,77 e 0,80) e PB (0,69, 0,72, 0,77 e 0,80), podendo-se observar este efeito, com suas respectivas equações de regressão, nos gráficos das Figuras 19 e 20. A inclusão crescente de nutrientes de alta digestibilidade, presente no soro de leite, na dieta dos animais foi responsável pelo aumento da digestibilidade da MS e da PB. Segundo NRC (2001), o soro de leite tem digestibilidade de 100%.

TABELA 7 Digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN) e fibra em detergente ácido (DAFDA), para os diferentes níveis de soro de leite.

Níveis de soro (L)	Médias			
	DAMS	DAPB	DAFDN	DAFDA
0	0,72 ($\pm 0,010$)	0,69 ($\pm 0,011$)	0,64 ($\pm 0,013$)	0,59 ($\pm 0,014$)
15	0,73 ($\pm 0,010$)	0,72 ($\pm 0,011$)	0,62 ($\pm 0,013$)	0,57 ($\pm 0,014$)
30	0,77 ($\pm 0,010$)	0,77 ($\pm 0,011$)	0,62 ($\pm 0,013$)	0,58 ($\pm 0,014$)
45	0,80 ($\pm 0,010$)	0,80 ($\pm 0,011$)	0,60 ($\pm 0,013$)	0,56 ($\pm 0,014$)

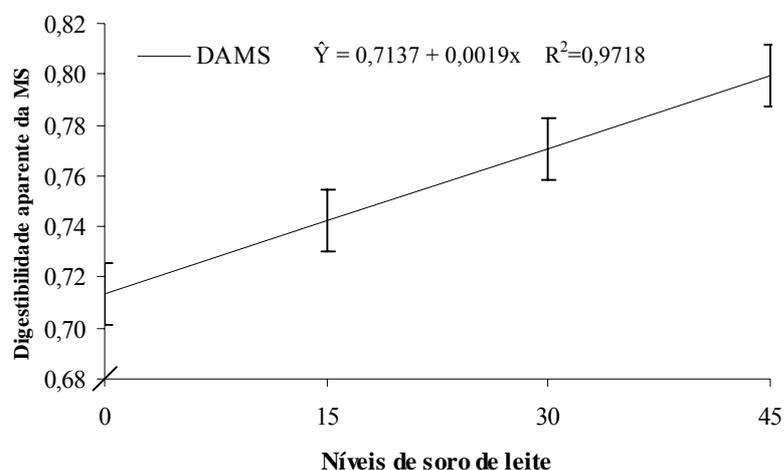


FIGURA 19 Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), em função dos níveis de soro de leite.

A digestibilidade aparente da matéria seca das dietas com soro foi, em média, cerca de 7% maior do que o tratamento sem o soro de leite. Segundo Valadares Filho (1985), carboidratos não estruturais possuem coeficiente de digestibilidade aparente total acima de 90% e carboidratos estruturais próximos de 50%, o que reflete na maior digestão da MS das dietas com menores teores de carboidratos estruturais. Mahgoub et al. (2000), trabalhando com dietas com níveis de FDN de 24%, 34% e 44%, encontraram digestibilidade aparente da matéria seca de 73,9, 68,7 e 66,9, respectivamente. Os valores do presente trabalho para a DAMS foram próximos aos citados anteriormente. Contudo, mantendo-se essa linha de pensamento, a dieta com 45 litros de soro de leite por dia apresentou maior DAMS, pois, contém maior percentual de compostos potencialmente degradáveis.

A correlação entre o consumo voluntário de MS e a digestibilidade da dieta feita por Conrad et al. (1966) mostrou que houve aumento no consumo à medida que a digestibilidade se elevava de 52% para 67%. Os resultados de

DAMS encontrados neste experimento estão todos acima destes valores. De acordo com o mesmo autor, o aumento da digestibilidade acima desse limite resultava em decréscimo da ingestão.

De modo geral, o aumento na proporção de energia na dieta leva a melhorias em sua digestibilidade. Contudo, quando grande quantidade de energia é adicionada à dieta de ruminantes, ocorre aumento na taxa de passagem da fase sólida pelo rúmen, acarretando menor tempo de colonização da população microbiana e, por conseguinte, diminuição da digestibilidade da fibra em decorrência do aumento nas proporções dos carboidratos prontamente disponíveis e fermentáveis (Mertens, 2001; Orskov, 2000; Valadares Filho et al., 2000).

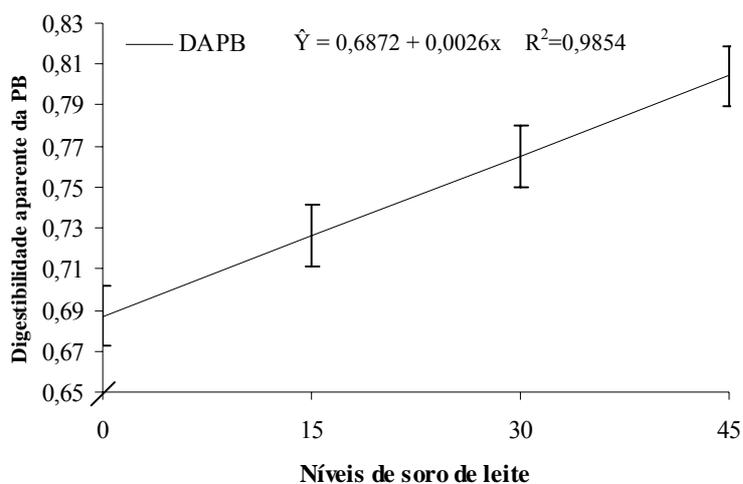


FIGURA 20 Digestibilidade aparente da proteína bruta (DPB), em função dos níveis de soro de leite.

As frações nitrogenadas do soro de leite (lactoglobulinas) têm alta eficiência protéica e sua digestão no intestino pode explicar o aumento da

digestibilidade observada, com inclusão de soro na dieta. Segundo Andrigueto et al. (1990), o balanço de nitrogênio pode ser indicativo do metabolismo protéico animal, sendo mais eficiente que a digestibilidade e o consumo de proteína para evidenciar se há perdas ou não de proteína pelo organismo.

Para Santini et al. (1992) os carboidratos solúveis, apesar de suprirem energia para os microrganismos ruminais, podem ter efeito negativo sobre sua atividade celulolítica, inibindo a digestão da fibra, principalmente pela redução do pH ruminal. Este efeito não foi observado neste experimento, embora tenha sido fornecida grande quantidade de carboidrato solúvel (lactose), não foi verificado decréscimo na DAFDN e nem na DAFDA. No experimento de Susmel et al. (1995), também não foram observadas diferenças significativas na digestibilidade da fibra quando o soro foi fornecido para os animais. Entretanto, Alves et al. (2002), trabalhando com diferentes níveis de EM (2,42; 2,66; e 2,83 Mcal/ kg de MS), observaram um decréscimo linear na DAFDN à medida em que se elevou o nível de energia da dieta.

3.3 Glicose e uréia no sangue

Os valores médios de glicose no plasma sanguíneo, expressos mg/dl, nos três horários de coleta (7:00, 9:00 e 12:00 horas), com a ingestão de diferentes níveis de soro pelas vacas mestiças, encontram-se na Tabela 8. Os resultados demonstram que a inclusão de soro de leite na dieta dos animais afetou significativamente ($P < 0,01$) a quantidade de glicose plasmática nos horários das 7:00 e 9:00 horas da manhã. Não houve efeito dos tratamentos após uma hora do consumo total do soro, que correspondia ao horário de coleta das 12:00 horas da manhã (ANOVA na Tabela 19 no item 3 do Anexo).

TABELA 8 Valores médios de glicose no plasma sanguíneo (mg/dl), em cada horário de medida, para os diferentes níveis de soro.

Níveis de soro (L)	Horário de medida		
	7:00	9:00	12:00
0	59,92 ($\pm 1,13$)	58,75 ($\pm 1,10$)	65,42 ($\pm 2,02$)
15	63,92 ($\pm 1,13$)	64,17 ($\pm 1,10$)	64,17 ($\pm 2,02$)
30	67,25 ($\pm 1,13$)	65,92 ($\pm 1,10$)	62,83 ($\pm 2,02$)
45	69,33 ($\pm 1,13$)	69,00 ($\pm 1,10$)	63,75 ($\pm 2,02$)

Estes resultados demonstram que, ao aumentar a quantidade de soro de leite na dieta das vacas secas, a quantidade de glicose plasmática dos animais em jejum (coleta das 7:00 horas) e após uma hora o consumo de feno de Coast cross (coleta das 9:00 horas) cresceu de forma linear (Figura 21). A falta de diferença significativa entre os tratamentos após uma hora do consumo total do soro de leite (coleta das 12:00 horas) sugere que, provavelmente, a lactose foi bem utilizada pelos microrganismos ruminais ou que, devido ao tempo de passagem do líquido, não foi possível observar a absorção deste carboidrato solúvel. Para verificar o efeito direto após o consumo do soro de leite, seriam necessárias coletas subseqüentes, mas, o estresse dos animais impossibilitou mais retiradas.

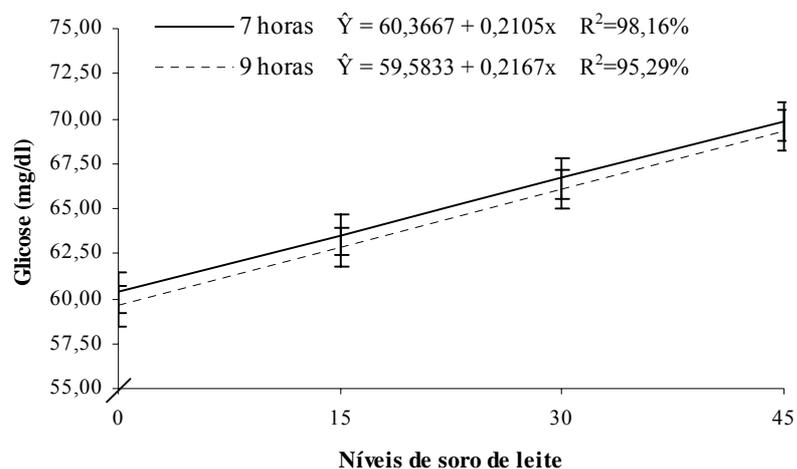


FIGURA 21 Valores médios do teor de glicose no plasma sanguíneo (mg/dL), coletado às 7 e 9 horas, em função dos níveis de soro estudados.

Devido à fermentação dos carboidratos no rúmen, absorção intestinal de glicose é limitada e a produção hepática de glicose torna-se particularmente importante (Lemosquet & Faverdin, 2001). Grande parte da glicose requerida pelo animal é suprida pela gliconeogênese hepática a partir do propionato (Lomax & Baird, 1983). Dependendo do estado fisiológico do animal, 30% a 42% do propionato produzido no rúmen são usados como precursores da gliconeogênese no ruminantes (Elliot, 1980). Estudos recentes têm mostrado que o propionato pode ter efeito direto no papel fisiológico da regulação dos níveis de insulina no sangue (Sano et al., 1995).

A insulina é o maior regulador da homeostase da glicose. Estudos *in vivo* têm mostrado que a insulina aumenta a utilização da glicose pelos músculos e tecidos adiposos (Brockman, 1993).

A técnica *in vivo* mais direta de estimar estes dois componentes da homeostase da glicose é difícil e onerosa, já que é necessário possuir animais com cateter na veia porta-hepática (Debras et al., 1989).

Estudando o efeito de altas proporções de carboidratos não estruturais na dieta de vacas no pré-parto, Moallen et al. (2004) observaram que a glicemia diminuiu com o fornecimento do tratamento de 61 para 59 mg/dl, comparando-se com a dieta controle. Em outro estudo, Studer et al. (1993) afirmaram que, ao aumentar o consumo de carboidratos por vacas no pré-parto, a concentração de insulina no sangue também aumenta. Quanto maior a concentração de insulina no sangue, menor a quantidade de glicose circulante (Hayirli et al., 2002). No presente experimento, não foi possível avaliar a concentração de insulina no sangue devido a questões de custos.

Ao testar a inclusão de melaço na dieta de novilhas (tra^{to} A) com propionato de sódio (tra^{to} B), sorgo grão (tra^{to} C) ou com infusão de glicose intra-abomasal (tra^{to} D), Peiris et al. (1998) não verificaram diferenças significativas na concentração de glicose no sangue, sendo, respectivamente, 53, 57, 55 e 58 mg/dl. Estes valores foram inferiores aos encontrados neste estudo.

Como resultado da fermentação microbiana no rúmen, pouca glicose é derivada diretamente do trato gastrointestinal dos ruminantes (Lemosquet & Faverdin, 2001). Os resultados encontrados neste trabalho não coadunam com aqueles relatados acima, pois, ao aumentar a quantidade de carboidrato não estrutural na dieta das vacas mestiças, observou-se aumento na concentração de glicose no sangue (de 59 para 69 mg/dl).

Pela análise de variância (Tabela 20, no item 3 do Anexo) foi possível observar que a adição de soro de queijo na dieta das vacas secas não afetou a quantidade de uréia presente no plasma sanguíneo dos animais em jejum (coleta das 7:00 horas) e, após uma hora o consumo de feno de Coast cross (coleta das 9:00 horas). Porém, no horário de coleta das 12:00 horas, a quantidade de uréia

no sangue foi influenciada pelos tratamentos ($P < 0,01$), verificando-se este comportamento na Tabela 9.

TABELA 9 Valores médios de uréia no plasma sanguíneo (mg/dl), em cada horário de medida, para os diferentes níveis de soro.

Níveis de soro (L)	Horário de medida		
	7:00	9:00	12:00
0	18,83 ($\pm 1,13$)	20,25 ($\pm 0,96$)	22,83 ($\pm 1,40$)
15	17,92 ($\pm 1,13$)	19,67 ($\pm 0,96$)	20,17 ($\pm 1,40$)
30	16,67 ($\pm 1,13$)	17,67 ($\pm 0,96$)	17,50 ($\pm 1,40$)
45	15,50 ($\pm 1,13$)	16,67 ($\pm 0,96$)	15,67 ($\pm 1,40$)

Quanto maiores os níveis dos tratamentos, menores foram os valores encontrados para a quantidade de uréia no sangue após uma hora do consumo do soro de leite, isto é, às 12:00 horas, apresentando um comportamento linear negativo (Figura 22).

No presente estudo, não era esperada diferença significativa entre os tratamentos sobre a concentração de uréia no plasma sanguíneo, pois todos os animais consumiram o mesmo sal proteinado e feno, além do fato do soro possuir baixa quantidade de proteína (menos de 1% na matéria natural), embora de excelente qualidade. Além disso, o consumo do proteinado pelos animais não foi significativamente diferente (Tabela 4). Uma razão para a redução na concentração de uréia plasmática se deve, provavelmente, à eficiente utilização do nitrogênio presente no rúmen, pelos microrganismos ruminais, combinada às crescentes quantidades de carboidrato solúvel na dieta, sendo de, respectivamente, 648, 1296 e 1944 g/dia de lactose nos tratamentos 15, 30 e 45 litros. Mesmo contendo quantidades crescentes de proteína solúvel na dieta, devido ao aumento dos níveis de soro de leite fornecido aos animais (121, 243 e 365 g/dia de proteína nos níveis de 15, 30 e 45 litros de soro, respectivamente), a quantidade de uréia no plasma sanguíneo diminuiu significativamente, indicando que houve uma eficiente utilização do nitrogênio total da dieta. O nitrogênio é

um dos componentes mais caros na alimentação de ruminantes, portanto, ao diminuir a quantidade de uréia circulante, há menor perda de nitrogênio via urina, conseqüentemente, menores perdas econômicas.

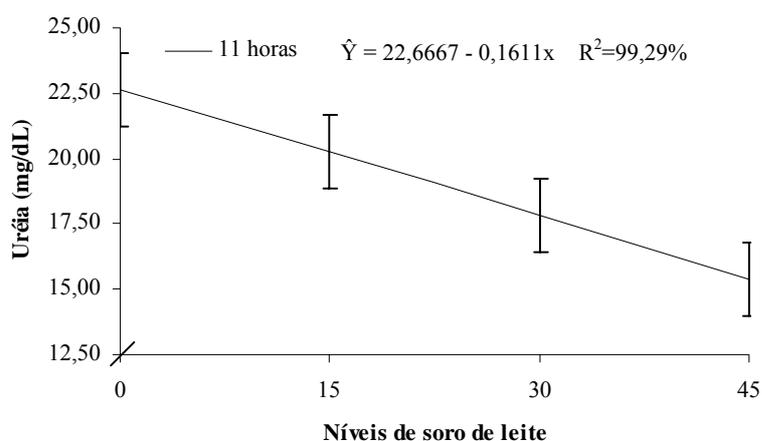


FIGURA 22 Valores médios do teor de uréia no plasma sanguíneo (mg/dL) coletado às 11 horas, em função dos níveis de soro estudados.

Os açúcares solúveis desempenham importante contribuição durante o período inicial de fermentação. Os carboidratos solúveis são utilizados diretamente pelos microrganismos ruminais para a formação de biomassa microbiana (Van Soest, 1994).

As bactérias são capazes de capturar parte da amônia que é liberada no rúmen a partir da desaminação dos aminoácidos e hidrólise do NNP. Entretanto, em algumas situações dietéticas, a taxa de produção de amônia excede a taxa de utilização pelas bactérias ruminais, assim, o N é perdido com amônia. Por exemplo, quando há excesso no fornecimento de proteína degradável no rúmen (PDR) ou baixa quantidade de energia disponível no rúmen. Por outro lado, se a taxa de

fermentação de carboidratos excede a taxa de degradação da proteína, a produção de proteína microbiana é reduzida. Esta falta de sincronização na liberação de amônia e energia no rúmen resulta numa ineficiente utilização dos substratos fermentáveis e redução na síntese de proteína microbiana. Alguns estudos indicam que, sincronizando-se fontes de proteína de alta fermentação com amido rapidamente degradável, aumentam-se a síntese ou a eficiência na síntese de proteína microbiana. Herrera-Saldana et al. (1990), citados pelo NRC (2001), verificaram que a passagem de proteína microbiana para o duodeno em vacas lactantes foi maior (3,00 kg/d) quando a degradabilidade do amido e da proteína foi sincronizada para degradação rápida.

Belibasakis & Tsirgogianni (1996), testando o efeito da polpa cítrica na dieta de vacas leiteiras sobre a produção de leite e os metabólitos sanguíneos, encontraram valores médios para a concentração de uréia no sangue de 22,5 mg/100ml, para dieta controle e 23,4 mg/100ml, para dieta com polpa cítrica. Ambos os valores foram superiores aos encontrados neste estudo, em que a maior concentração, de todos os horários de coleta, foi de 22,83 mg/dl.

4 CONCLUSÕES

Mesmo tendo grande quantidade de carboidrato fermentável, o soro de leite não alterou o padrão de ingestão dos animais do experimento.

A vacas que receberam maiores quantidades de soro de leite tiveram os seus consumos de feno e sal proteinado menores, sem prejuízo na digestibilidade da fibra da dieta e no desempenho animal, evidenciando, assim, que este subproduto pode ser uma boa alternativa para minimizar o custo da alimentação.

Além disso, verificou-se que a inclusão de soro de leite melhorou a utilização das fontes nitrogenadas da dieta, visto que a quantidade de uréia no plasma sanguíneo foi menor quando fornecido maior quantidade deste subproduto.

Assim, a utilização do soro líquido doce na dieta de vacas secas é uma forma de suplementação de baixo custo, recomendando-se o uso inclusive na época da seca, quando os pastos possuem baixo valor nutritivo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirement of farm animals**. London, 1980. 351 p.

ALVES, S. K. et al. Efeito dos níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

ANDERSON, M. J.; LAMB, R. C.; MICKELSEN, C. H. Feeding liquid whey to dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 57, n. 1, p. 1206-1210, Jan. 1974.

ANDRIGUETO, J. M. et al. **Nutrição animal: bases e os fundamentos da nutrição animal**. Rio de Janeiro: Nobel, 1990. v. 1, 389 p.

ARNOLD, G. W. Ingestive behavior. In: FRASER, A. F. **Ethology of farm animals**. Amsterdam: Elsevier, 1985. 186 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington, 1990. v. 1, 1117 p.

BEAUCHEMIN, K. A.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Effects of neutral detergent fiber concentration and chewing, rumen function, and milk production do dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 9, p. 2288-2300, Sept. 1989.

BELIBASAKIS, N. G.; TSIRGOGIANNI, D. Effects of dry citrus pulp on milk composition and blood components of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 60, n. 1-2, p. 87-92, May 1996.

BROCKMAN, R. P. Glucose and short-chain fatty acid metabolism. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. **Quantitative Aspects of Ruminants Digestion and Metabolism**. Wallingford: CAB International, 1993. p. 248-265.

BROWN, W. F.; PHILLIPS, J. D.; JONES, D. B. Ammoniation or cane molasses supplementation of low quality forage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 4, p. 1205-1214, Apr. 1987.

CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G. C.; VILELA, E. A. de. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. **Ciências e Prática**, Lavras, v. 4. n. 1, p. 55-65, Jan./June 1980.

CONRAD, H. R. Symposium on factors influencing voluntary intake herbage by ruminant: physiological and physical factors limiting feed intake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 25, n. 1, p. 227-235, Jan. 1966.

COSTA, C. O. da; FISCHER, V.; VETROMILLA, M. A. M.; MORENO, C. B.; FERREIRA, E. X. Comportamento ingestivo de vacas Jersey confinadas durante a fase inicial da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 399-428, mar./abr. 2003

DEBRAS, E.; GRIZARD, J.; AINA, J.; TESSERAUD, S.; CHAMPRENDON, C.; ARNAL, M. Insulin sensitivity and responsiveness during lactation and dry period in goats. **American Journal of Physiology**, Maryland, v. 256, n. 2, p. 295-302, Feb. 1989.

DESWYSEN, A. G.; ELLIS, W. C.; POND, K. L. Interrelationship among voluntary intake, eating and ruminating behavior and ruminal motility of heifers fed corn silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 3, p. 835-841, Mar. 1987

DOVE, H.; MAYES, R. W. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores. A review. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 42, n. 6, p. 913-952, 1991.

EARLEY, A. V.; SOWELL, B. F.; BOWMAN, J. G. P. Liquid supplementation of grazing cows and calves. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 80, n. 1/4, p. 281-296, May 1999.

ELLIOT, J. M. Propionate metabolism and vitamin B12. In: RUCKEBUCH, Y.; THIVEND, P. **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants**. Lancaster: MTP Press, 1980. p. 485-503.

FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes**. 1996. 243 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HAYIRLI, A.; GRUMMER, R. R.; NORDHEIM, E. V.; CRUMP, P. M. Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in

Holsteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 12, p. 3430-3443, Dec. 2002.

LANGLANDS, J. P.; DONALD, G. E. The nutrition of ruminants grazing native and improved pastures. II. Responses of grazing cattle to molasses and urea supplementation. **Australian Journal of Agricultural Research**, Sydney, v. 29, n. 4, p. 875-883, July/Aug. 1978.

LEMOSQUET, S.; FAVERDIN, P. A dynamic model to analyse intravenous glucose and insulin tolerance tests performed on dairy cows. **British Journal of Nutrition**, London, v. 86, n. 3, p. 359-369, Sept. 2001.

LOMAX, M. A.; BAIRD, G. D. Blood flow and nutrient exchange across the liver and gut of dairy cows. Effects of lactation and fasting. **British Journal of Nutrition**, London, v. 49, n. 3, p. 481-496, May 1983

MAHGOUB, O.; LU, C. D.; EARLY, R. J. Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of omani growing lambs. **Small Ruminants Research**, Amsterdam, v. 37, n. 1/2, p. 35-42, July 2000.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; SOARES, C. A.; LANA, R. P.; QUEIROZ, A. C.; ASSIS, A. J. de; PEREIRA, A. L. A. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 399-428, maio/jun. 2004

MERTENS, D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p. 25-36.

MOALLEN, U.; BRUCKENTAL, I.; SKLAN, D. Effect of feeding pregnant and non-lactating dairy cows a supplement containing a high proportion of non-structural carbohydrates on post-partum production and peripartum blood metabolites. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 116, n. 3-4, p. 185-195, Oct. 2004

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001.

ORSKOV, E. R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. **Asian Australian Journal Animal Science**, Suweon, v. 13, p. 128-136, July 2000. Supplement.

PEIRIS, H.; ELLIOTT, R.; NORTON, B. W. Supplementary grain and sodium propionate increase the liveweight gain and glucose entry rates of steers given molasses diet. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 130, n. 2, p. 205-211, Mar. 1998.

PEREIRA, D. P. C.; SILVA, P. H. F. da; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. de. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. 2. ed. Juiz de fora: Templo Gráfica Editora, 2001. 234 p.

RODRIGUES, L. R. R. et al. Consumo de rações contendo quatro níveis de concentrado por bovinos holandês e nelore e por bubalinos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 568-581, maio/jun. maio/jun. 1996.

SANO, H.; HAYAKAWA, S.; TAKAHASHI, H.; TERASHIMA, Y. Plasma insulin and glucagon responses to propionate infusion into femoral and mesenteric veins in sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 1, p. 191-197, Jan. 1995.

SANTINI, F. J.; LU, C. D.; POTCHOIBA, M. J.; FERNNDEZ, J. M. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfafa hay. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 1, p. 209-219, Jan. 1992.

SAS INSTITUTE. **SAS/ETS® User's guide**. Version 6. 2. 2. ed. Cary, NC, 1995. v. 2, 1686 p.

SCHINGOETHE, D. J. Feeding liquid whey products to cattle. University of Maryland. Maryland - Phoenix. 1987. Disponível em: <<http://www.inform.emd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/feeding>>. Acesso em: 24 June 2002.

SCHINGOETHE, D. J. Whey utilization in animal feeding: a summary and evaluation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 3, p. 556-570, Mar. 1976.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1990. 165 p.

SMITH, A. M.; REID, J. T. Use of chromium oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of pasture herbage by grazing cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 38, n. 5, p. 515-524, May 1955.

STUDER, V. A.; GRUMMER, R. R.; BERTICS, S. J. Effect of prepartum propylene glycol administration on periparturient fatty liver in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 2931-2939, Oct. 1993.

SUSMEL, P.; SPANGHERO, M.; MILLS, C. R.; STEFANON, B. Rumen fermentation characteristics and digestibility of cattle diets containing different whey:maize rations. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 81-89, May 1995.

VALADARES FILHO, S. C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. 1985. 148 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VALADARES FILHO, S. C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. **Journal Association of Official Analytical Chemistry**, Washington, v. 51, n. 4, p. 780-785, 1968.

WELCH, J. G. Physical parameters of fiber affecting passage from the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2750-2754, Oct. 1986.

WELCH, J. G.; HOOPER, A. P. Ingestion of feed and water. In: CURCH, D. C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Reston, 1988. p. 108-116.

CAPÍTULO IV

AVALIAÇÃO DA TAXA DE PASSAGEM DE FLUIDOS E DO pH RUMINAL DE VACAS SECAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SORO DE LEITE

RESUMO

DAVID, Flávia Maria. **Avaliação da taxa de passagem de fluidos e do pH ruminal de vacas secas alimentadas com diferentes níveis de soro de leite.** 2006. 136 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

O experimento foi conduzido no “Animal House” e no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (DZO/UFLA), MG. Foram utilizadas três vacas Nelore adultas, não lactantes, não gestantes, providas de fístula ruminal e com peso vivo médio de 500 kg, para avaliar as alterações no ambiente ruminal (pH e taxa de passagem de fluidos) com a adição de níveis crescentes de soro de leite (0, 15, 30 e 45 litros/dia) na dieta. Os animais foram alimentados com feno de Coast cross, sal proteinado e água. Para análise do pH ruminal foram coletados 100 ml de líquido ruminal às 06:00 (antes do primeiro trato do dia), 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 horas. A taxa de passagem de fluidos pelo rúmen-retículo foi determinada utilizando-se Co-EDTA e foram coletadas amostras de 150 ml de fluido ruminal, nos tempos de 0 (pré dosagem), 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas após a infusão do elemento. Para o estudo da taxa de passagem de líquidos, utilizaram-se somente os tratamentos controle (0 l de soro de leite) e 45 litros de soro/dia. Observou-se diferença significativa no pH ruminal entre os diferentes níveis de soro estudados ($P < 0,05$) e horários de coleta ($P < 0,01$). O pH ruminal dos animais que não receberam soro de leite (controle) foi constante em todos os horários de coleta. Comparando-se os tratamentos, dentro de cada horário de coleta do líquido ruminal, verificou-se que somente nos tempos das 12:00, 14:00 e 18:00 horas houve diferença significativa ($P < 0,01$) nos valores médios de pH. Nestes três horários, quanto maior o nível de soro na dieta das vacas secas menor foi o pH encontrado. Também foi observado que, mesmo consumindo grande quantidade de líquido, os animais que receberam o tratamento com 45 litros de soro de leite por dia apresentaram, em média, menor volume estimado de líquido no rúmen que os animais que não receberam soro de leite (43,9 x 53,7 litros) devido, provavelmente, à maior taxa de passagem observada (13,95 x 10,23 %/h). Conseqüentemente, as estimativas calculadas para o tratamento com 45 litros de soro revelaram menor tempo de reciclagem (7,17 x 9,78 horas), maior taxa de reciclagem (3,35 x 2,46 vezes/dia) e maior taxa de fluxo (6,12 x 5,49 litros/hora), quando comparadas com o tratamento controle.

* Comitê de Orientação: Prof. Júlio César Teixeira – DZO/UFLA (Orientador); Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez – DZO/UFLA; Dr. Pedro Braga Arcuri – CNPGL/EMBRAPA; Prof. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DCE/UFLA; Prof. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

ABSTRACT

DAVID, Flávia Maria. **Evaluation of the liquid passage rate and ruminal pH of dry cows fed with sweet liquid whey**. 2006. 136 p. Thesis (Doctorate in Ruminant Nutrition) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.

To evaluate the changes in ruminal environment (pH and fluid passage rate) with the addition of increasing levels of whey (0, 15, 30 and 45 liters/day) in the diet, three Nelore adult non lactating and fistulated cows with 500 of body were used at the "Animal House" of the Animal Science Department of the Federal University of Lavras (DZO/UFLA) - MG. The animals were fed with Coast Cross hay, salt and water. For the ruminal pH analysis, 100 ml of ruminal liquid was collected at 06:00 (before the first meal of the day), 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 and 18:00 hours. The fluid passage rate for rumen-reticulum was determined using Co-EDTA and samples of 150 ml of ruminal fluid were collected at 0 (pre-dosage), 2, 4, 6, 8, 10 and 12 hours after the infusion of Co-EDTA. To study the fluid passage rate just two treatments were used, control (0 l of whey) and 45 liters of whey/day. Significant difference in pH was observed for ruminal pH between the different levels of whey ($P < 0,05$) and schedules of collects ($P < 0,01$). Ruminal pH of the control animals was constant in all the collection schedules. When comparing the treatments, inside of each ruminal liquid collect schedule, a significant difference ($P < 0,01$) in the average values of pH was verified in the times of the 12:00, 14:00 and 18:00 hours. At these three schedules, the obtained results had adjusted to negative linear regressions, i.e., as high the level of whey in the diet of the dry cows as low the pH found. Also it was observed that, even consuming great amount of liquid, animals that received the treatment with 45 liters of whey per day presented, in average, lower liquid volume of rumen, when compared with the animals that had not received whey (43,9 x 53,7 liters) maybe due the higher passage rate (13,95 x 10,23 %/h). Thus, the estimates for treatment with 45 liters of whey showed lower recycling time (7,17 x 9,78 hours), higher recycling rate (335 x 246 %/day) and higher passage rate (6,12 x 5,49 x liters/hour), when compared with the control treatment.

* Guidance Committee: Prof. Júlio César Teixeira – DZO/UFLA (Advisor); Prof. Juan Ramon Olalquiaga Perez – DZO/UFLA; Dr. Pedro Braga Arcuri – CNPGL/EMBRAPA; Prof. Luiz Ronaldo de Abreu – DCA/UFLA; Prof. Joel Augusto Muniz – DCE/UFLA; Prof. Paulo César de Aguiar Paiva – DZO/UFLA

1 INTRODUÇÃO

Tanto o soro ácido como o soro doce podem ser utilizados na alimentação de vacas leiteiras, sem efeitos prejudiciais à saúde animal ou na produtividade. A fração mais abundante do soro de leite é a água. O segundo componente em maior quantidade é a lactose e o terceiro é a fração protéica. A quantidade de lactose e de proteína no soro doce representam, em média, 75% e 13,5% dos sólidos totais do soro, respectivamente.

As vacas podem consumir até dois terços do total de líquido como soro, e um terço como água (Shingoethe, 1987). Experimentos realizados em sete fazendas produtoras de leite em Vermont obtiveram consumo médio de 45,4 litros/vaca dia.

Como a maioria dos alimentos, o soro deve ser introduzido na dieta aos poucos, para que haja ajuste da microbiota do rúmen à nova fonte de energia. A não adaptação ao soro pode causar alguns distúrbios digestivos.

As informações disponíveis na literatura sobre os efeitos do soro de leite no ambiente ruminal e na digestibilidade são muito limitadas e restritas a quantidades inferiores a 20% da MS total consumida. Enquanto que, para haver vantagens econômicas com o uso deste subproduto, é necessário fornecer aos animais grandes quantidades ou deixar o consumo *ad libitum*.

A produção dos ácidos graxos voláteis (AGV) pela microbiota ruminal ocorre em taxas variáveis ao longo do dia e é influenciada pela natureza da dieta (Van Soest, 1994). O efeito do açúcar sobre o pH ruminal é em função da quantidade fornecida e do tipo de ácido orgânico produzido (Kellogg & Owen, 1969).

A taxa de passagem se refere ao fluxo de resíduos através do trato digestório; o fluxo ruminal inclui, além da fibra indigestível, bactérias e outras frações não degradadas do alimento, sendo a composição e o volume da dieta

variáveis externas que influenciam a taxa de digestão e a reciclagem do conteúdo ruminal (Van Soest, 1994).

Os fatores que influenciam a estimativa da taxa de passagem da fase líquida, segundo Owens & Goetsch (1986), são o nível de ingestão, a proporção de concentrado, o indicador utilizado e os locais de amostragem. Um indicador apropriado deve se comportar exatamente como a partícula alimentar, não alterando o processo normal de mistura e fluxo da digesta. Udén et al. (1980) propuseram uso de Co-EDTA como indicador da fase líquida e concluíram que ele apresenta boa recuperação, sendo válido para este tipo de estudo.

Inúmeros pequenos produtores de leite utilizam o soro de leite na dieta de seus animais, embora sem conhecimento dos efeitos deste subproduto na fermentação ruminal. Paralelamente, na literatura científica, também são encontradas poucas informações no uso do soro de leite na alimentação de bovinos sobre os efeitos nos parâmetros ruminais. Desse modo, o objetivo deste experimento foi avaliar as possíveis alterações no ambiente ruminal (pH e taxa de passagem de fluidos) com a adição de níveis crescentes de soro de leite na dieta de vacas fistuladas e alimentadas somente com feno de Coast cross e sal proteinado.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Local do experimento, animais e manejo utilizados

O experimento foi conduzido no “Animal House” e no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (DZO/UFLA), em Lavras, MG.

Foram utilizadas três vacas Nelore adultas, não lactantes, não gestantes, providas de fistula ruminal, com peso vivo médio de 500 kg. Os animais foram tratados contra ecto e endoparasitas e alojados em baias individuais com piso de concreto, medindo 30 m².

Todos os animais receberam feno de Coast cross, fornecido quatro vezes ao dia, sal proteinado, da marca comercial Salminas (para a época da seca), e água à vontade. O ajuste da dieta permitiu 10% de sobras.

As quantidades fornecidas e as sobras de água e dos ingredientes da dieta foram diariamente medidas e analisadas no laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas, segundo técnicas descritas pela AOAC (1990). Para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram utilizadas as metodologias propostas por Van Soest & Wine (1968). Os teores de cálcio (Ca) fósforo (P) e sódio (Na) foram analisados em espectrofotômetro de absorção atômica, segundo Silva (1990), no Laboratório de Análise Foliar do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras. Já para a quantidade de lactose e extrato gorduroso presente no soro de leite, foram utilizadas as técnicas de Fehling e do butirômetro de Gerber, respectivamente, descritas por Pereira et al. (2001), no Laboratório de Laticínios do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

As composições médias do soro doce de leite, do feno de Coast cross e do sal proteinado estão descritas na Tabela 1 do capítulo 2.

2.2 Tratamentos

Os tratamentos foram baseados em diferentes níveis de soro doce na dieta, sendo fornecidos 0 (controle), 15, 30 ou 45 litros de soro por dia, às 11:00 horas da manhã. Este subproduto da indústria láctea foi obtido pela fabricação de queijo tipo gruyère, no Laticínio Serrabella, localizado no município de Lavras, MG.

2.3 Período experimental

Os períodos experimentais tiveram a duração de 15 dias cada. O período pré-experimental foi de 13 dias, nos quais os animais foram adaptados ao novo tratamento (nível de soro). O primeiro dia experimental foi utilizado para a verificação do pH do fluido ruminal. No segundo dia, foi infundido Co-EDTA no rúmen e coletadas amostras do líquido ruminal para a determinação da taxa de passagem de fluidos.

2.4 Coleta de líquido ruminal para análise de pH

Foram coletados aproximadamente 100 ml de líquido ruminal às 06:00 (antes do primeiro trato do dia), 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 horas. As amostras foram retiradas manualmente no saco ventral do rúmen, através da fístula, filtradas em gaze com quatro camadas, acondicionadas em potes de 200 ml e imediatamente determinado o pH, utilizando-se potenciômetro portátil, segundo Silva (1990).

2.4.1 Delineamento experimental do parâmetro pH

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com três repetições (animais). Os tratamentos seguiram um esquema de parcela subdividida no tempo (horários de medida) e o erro (a) foi dado pela interação entre os efeitos de animal (bloco) e soro (tratamento).

O modelo foi:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + T_j + \varepsilon_{ij} + H_k + TH_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} valor do pH ruminal do animal i , no horário k , que recebeu o tratamento (soro) j ;

μ média geral;

A_i é o efeito do animal i , considerado como bloco, com $i = 1, 2$ e 3 ;

T_j é o efeito do tratamento (soro) j , com $j=1, 2, 3$ e 4 ;

ε_{ij} é o erro da parcela que recebeu o tratamento j no animal i , com média zero e variância constante σ^2_a ;

H_k é o efeito do horário de medida k , com $k= 1, \dots, 7$;

TH_{jk} é o efeito da interação entre o tratamento j e o horário de medida k ;

ε_{ijk} é o erro da subparcela que recebeu o tratamento j medido no horário k , no animal i , com média zero e variância constante σ^2_b .

2.4.2 Análise estatística do parâmetro pH

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento GLM, contido no programa computacional SAS, de acordo com

as recomendações de SAS (1995). O parâmetro pH ruminal foi analisado estatisticamente como parcelas subdivididas no tempo.

2.5 Taxa de passagem de líquidos

A taxa de passagem de fluidos pelo rúmen-retículo foi determinada utilizando-se Co-EDTA, conforme preconizado por Udén et al. (1980). O complexo de EDTA foi fornecido em dose única de 5 g por animal, diluído em 200 ml de água destilada e infundido em vários pontos do rúmen, através da fistula. Foram coletadas amostras de, aproximadamente, 150 ml de fluido ruminal, nos tempos de 0 (pré dosagem), 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas após a infusão, de acordo com Colucci et al. (1990). Os tratamentos utilizados foram o controle (0 l de soro de leite) e 45 litros de soro por dia. Para a determinação da taxa de passagem de fluidos, as curvas de concentração ruminal do cobalto foram ajustadas ao modelo exponencial unicompartimental de Hungate (1966), citado por Colucci (1984):

$$Y_{Co} = A * e^{(-k*t)}$$

Em que:

Y_{Co} representa a concentração do indicador (ppm) nos tempos t

A a concentração de equilíbrio do Co (ppm) no tempo zero

k (/h) corresponde à taxa constante de diluição do Co ou taxa de passagem da fase líquida no rúmen.

t o tempo de amostragem.

Os parâmetros da dinâmica da fase líquida foram calculados conforme Colucci et al. (1990):

$$TR = 1/K$$

$$VLR = Co/A$$

$$FLR = VLR * K$$

Em que:

TR (h) é o tempo de reciclagem no rúmen e K a taxa de passagem da fase líquida no rúmen (%/hora). O TR foi calculado como a recíproca da taxa de passagem K.

VLR (L) é o volume de líquido no rúmen e foi estimado a partir da relação entre a quantidade de cobalto administrada (mg) e o valor de “A” (concentração de equilíbrio do cobalto) estimado pelo modelo.

FLR (litros/h) representa a taxa de fluxo de líquido ruminal. A taxa de fluxo foi calculada como o produto do volume de fluido ruminal (VLR) pela taxa de passagem da fase líquida no rúmen (K).

A taxa de reciclagem (TaxaRec, nº de vezes por 24 horas) foi calculada como 24/TR.

2.5.1 Análise estatística da taxa de passagem de fluidos

Os parâmetros da cinética da fase líquida no rúmen foram estimados pelo processo iterativo do algoritmo Marquardt, com auxílio do procedimento para modelos não-lineares (PROC NLIN) do SAS (1985), para cada um dos tratamentos avaliados, a partir da utilização conjunta dos dados das três repetições disponíveis (vacas), obtendo-se, portanto, valores médios para caracterizar as referidas condições estudadas. No entanto, curvas individuais também foram obtidas.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação do pH do líquido ruminal em diferentes horários de coleta

Observou-se, pela análise de variância (Tabela 1 no item 4 do Anexo), diferença significativa no pH ruminal entre os diferentes níveis de soro estudados ($P < 0,05$) e horários de coleta ($P < 0,01$), após o fornecimento do soro de leite. O pH ruminal dos animais que não receberam soro de leite (controle) foi constante em todos os horários de coleta do líquido. Já nos tratamentos com 15, 30 e 45 litros de soro por dia houve efeito significativo ($P < 0,05$) dentro dos diferentes horários de coleta e as curvas ajustaram-se a regressões cúbicas (Tabela 1 e Figura 1). Este comportamento do pH do líquido ruminal, nos diferentes horários, foi reflexo da rotina diária adotada no manejo alimentar. O feno de Coast cross foi fornecido às 07:00 da manhã, o que permitiu que o pH se mantivesse próximo à neutralidade até às 10:00 horas. O soro de leite foi fornecido às 11:00 horas da manhã, diminuindo rapidamente o pH ruminal (até 5,93 com 45 l), no horário de coleta do meio dia. Após a coleta das 14:00 horas foi possível observar a recuperação do pH (Figura 1). O efeito sobre a variação do pH no rúmen, embora estatisticamente significativo, biologicamente, foi pouco expressivo, visto que a variação ficou entre 5,93 a 6,82. Além disso, o período de tempo em que o pH permaneceu baixo foi bastante curto.

TABELA 1 Valores médios de pH ruminal para os níveis de soro em cada um dos horários.

Níveis de soro (L)	Horário de medida							Médias
	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	
0	6,75 ¹	6,79	6,81	6,77	6,81	6,73	6,82	6,78
15	6,84	6,80	6,86	6,21	6,35	6,46	6,71	6,61
30	6,94	7,00	7,01	6,20	6,00	6,59	6,71	6,64
45	6,74	6,79	6,92	5,93	5,97	6,37	6,25	6,78
Médias	6,82	6,84	6,90	6,28	6,28	6,54	6,62	

1- ($\pm 0,13$) erro-padrão das médias do desdobramento da interação entre níveis de soro e horário de medida do pH ruminal.

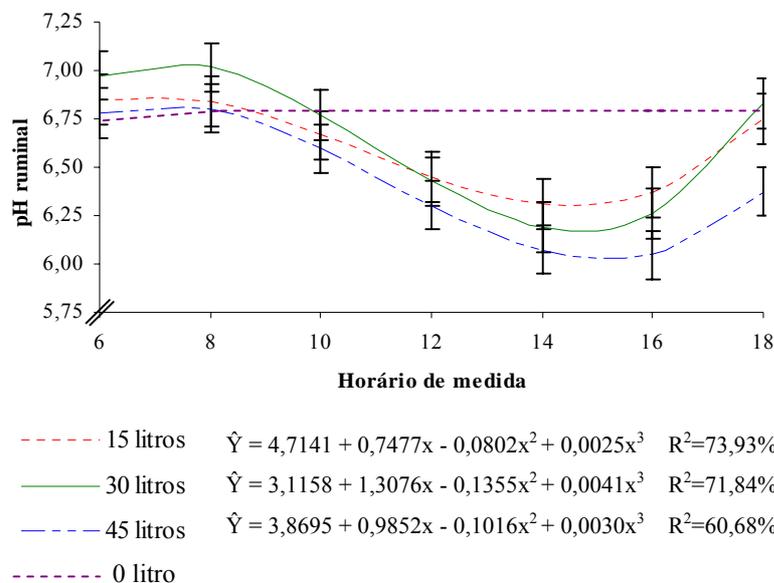


FIGURA 1 Análise do desdobramento dos horários de medida, em cada um dos níveis de soro estudado para o pH ruminal.

Comparando-se os tratamentos, dentro de cada horário de coleta do líquido ruminal, verificou-se que somente nos tempos das 12:00, 14:00 e 18:00 horas houve diferença significativa ($P < 0,01$) nos valores médios de pH (Tabela 1). Nestes três horários, os resultados obtidos do pH ruminal ajustaram-se a

regressões lineares negativas (Figura 2), isto é, quanto maior o nível de soro na dieta das vacas secas menor foi o pH encontrado. Não foram observadas diferenças no pH do líquido ruminal nos horários das 6:00, 8:00 e 10:00 horas devido ao horário no fornecimento do soro de leite para os animais, que era, impreterivelmente, às 11:00 horas da manhã. O soro de leite, por ter grande quantidade de lactose, que é um carboidrato rapidamente fermentável no rúmen, provocou queda no pH ruminal com aumento dos níveis fornecidos aos animais.

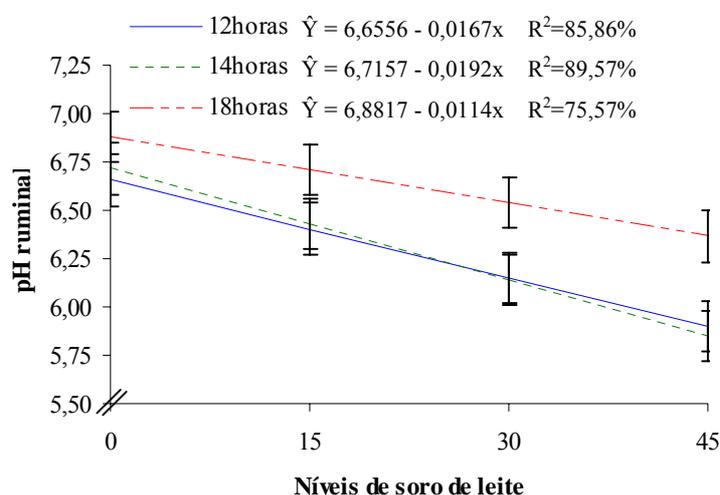


FIGURA 2 Análise do desdobramento dos níveis de soro em cada um dos horários de medida estudado para o pH ruminal.

Os carboidratos não fibrosos são importantes por proverem aporte energético para o crescimento microbiano no rúmen e energia para o animal. De acordo com Van Soest (1994), a baixa produção de saliva é o principal fator na queda do pH ruminal, quando a fibra é diminuída nas dietas.

Estudos demonstram que, ao manter o pH do fluido ruminal abaixo de 6,1, os microrganismos associados à digestão de fibra são inibidos, podendo

diminuir a digestão dos compostos fibrosos (Gonçalves et al., 2001; Pereira, 1997). Redução no pH de 6,8 para 6,0 resulta em depressões moderadas e, abaixo de 5,5, em inibição severa da flora celulolítica, caso permaneça assim por período prolongado. Com pH abaixo de 5,0, pouca digestão ocorreria, caracterizando acidose subclínica (Grant & Weidner, 1992). Pode-se afirmar que este efeito não ocorreu neste experimento, pois o pH ruminal permaneceu próximo à neutralidade na maior parte do dia.

Semelhantemente ao que ocorreu neste experimento, Susmel et al. (1995) testaram o efeito de grandes quantidades de soro de leite (mais de 44% da matéria seca da dieta) em substituição ao milho, nas dietas de vacas leiteiras, sobre o ambiente ruminal e digestibilidade. Estes autores observaram que o soro, quando utilizado sozinho, causou drástica queda no pH do rúmen imediatamente após o consumo da primeira refeição do dia. Depois de 1,5 hora do consumo do soro, o pH do rúmen começou a se recuperar.

Em dietas utilizando 0% ou 30% de melaço, concentrado e palha de trigo, o pH ruminal diminuiu para 6,42 sem adição do açúcar e 6,33 quando fornecido melaço, após uma hora do fornecimento da dieta (Sahoo et al., 1999).

Em outro estudo, com novilhas de corte alimentadas com feno de baixa qualidade, suplementadas com proteína degradável no rúmen (0,122% do peso vivo) e 0,30% do peso vivo com uma fonte carboidrato solúvel (glicose, sacarose ou frutose), o pH ruminal alcançou seu ponto mais baixo (6,23) após três horas do fornecimento da dieta (6,13). Os animais que receberam amido tiveram o mais baixo pH após nove horas depois da ingestão da dieta (Heldt et al., 1999). Neste estudo, a média do pH ruminal dos animais alimentados com amido foi menor do que a dos animais os quais receberam os tratamentos com açúcar.

3.2 Taxa de passagem líquida

Os ajustes individuais e médios das curvas da taxa de passagem de fluidos pelo rúmen-retículo, por meio do modelo exponencial unicompartimental de Hungate (1966), para os animais que receberam 45 litros de soro de leite e para os que não receberam soro (0 litro) estão apresentados nos gráficos das Figuras 3 e 4.

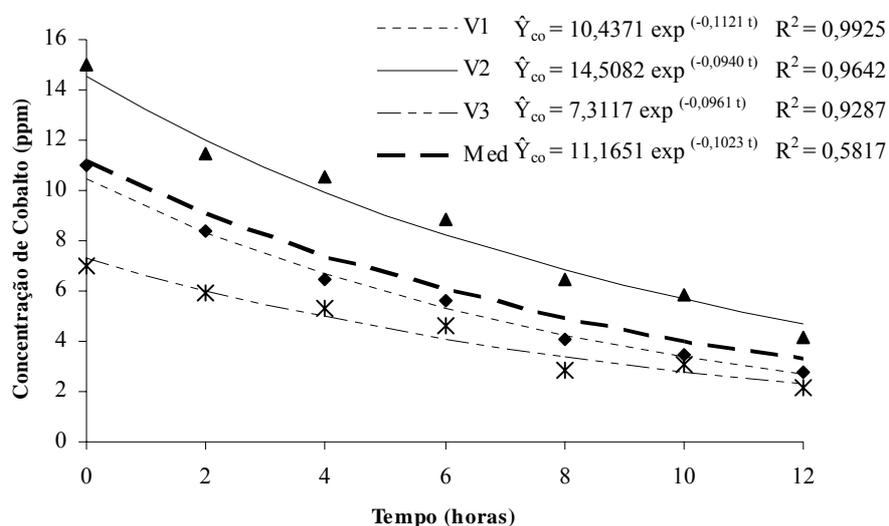


FIGURA 3 Ajustes individual e médio das curvas da taxa de passagem de fluidos pelo rúmen-retículo, para os animais que não receberam o soro de leite (0 litro).

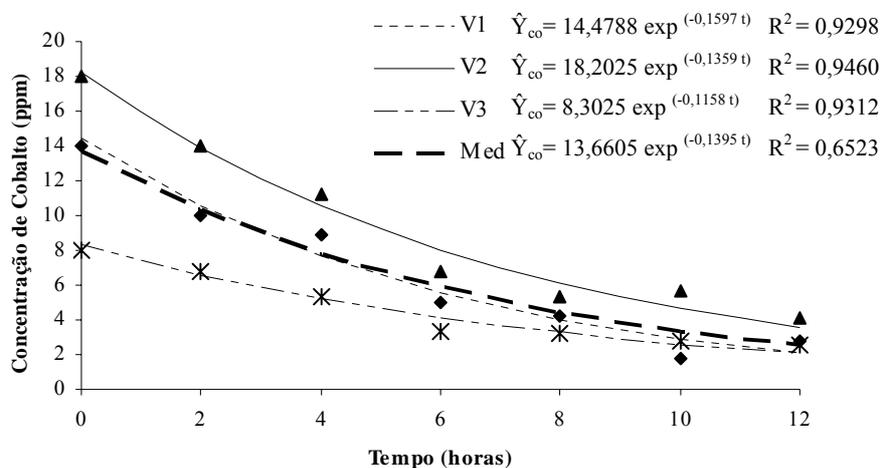


FIGURA 4 Ajustes individual e médio das curvas da taxa de passagem de fluidos pelo rúmen-retículo, para os animais que receberam 45 litros soro de leite por dia.

Observa-se nos gráficos das duas Figuras anteriores que, no decorrer dia, a concentração de Co (ppm) diminuiu gradativamente, devido à passagem do fluido ruminal para os outros compartimentos do trato gastrointestinal.

Os resultados relativos à estimativa do volume de líquido no rúmen (VLR), taxa de passagem de fluidos (K), tempo de reciclagem (TR), taxa de reciclagem da fase líquida ruminal (Taxa Rec) e taxa de fluxo (FLR) em função dos diferentes níveis de soro de leite (0 e 45 litros/dia) na dieta das vacas secas e fistuladas no rúmen estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 Volume de líquido no rúmen (VLR), taxa de passagem (K), tempo de reciclagem (TR), taxa de reciclagem (Taxa Rec) e taxa de fluxo (FLR) para os diferentes níveis de soro de leite.

Níveis de soro (L)	Médias				
	VLR (litros)	K (%/hora)	TR (horas)	Taxa Rec (n°vezes/dia)	FLR (litros/hora)
0	53,7	10,23	9,78	2,46	5,49
45	43,9	13,95	7,17	3,35	6,12

Com base nestes resultados, observa-se que, mesmo consumindo grande quantidade de líquido, os animais que receberam o tratamento com 45 litros de soro de leite por dia apresentaram, em média, menor volume de líquido no rúmen, que os animais que não receberam soro de leite (43,9 x 53,7 litros) devido, provavelmente, à maior taxa de passagem (13,95 x 10,23 %/h). Conseqüentemente, as estimativas calculadas para o tratamento com 45 litros de soro revelaram menor tempo de reciclagem (7,17 x 9,78 horas), maior taxa de reciclagem (3,35 x 2,46 vezes/dia) e maior taxa de fluxo (6,12 x 5,49 litros/hora), quando comparadas com o tratamento controle.

Não foram encontrados artigos científicos sobre as estimativas da taxa de passagem de fluidos utilizando o soro de leite na alimentação de ruminantes, portanto, a discussão destes parâmetros foi feita utilizando-se trabalhos com outras fontes alimentares.

Owens & Goetsch (1986) relataram taxas de passagem de fluidos de 8,2 %/h, 6,7 %/h e 5,2%/h nos animais que consumiram entre 0% a 50%, de 50% a 80% e acima de 80% de concentrado na dieta, respectivamente. Bürger et al. (2000), ao testarem diferentes níveis de concentrado na dieta de novilhos, obtiveram taxa média de passagem de fluidos de 6,97%/hora, para dieta com 30% de concentrado. Ospina (1995) afirmou que, em geral, animais alimentados com volumosos apresentam maiores taxas de passagem da fase líquida que aqueles alimentados com concentrados, estando este fato aparentemente relacionado à maior produção salivar. Pelos resultados apresentados na Tabela 2, observa-se que a taxa de passagem é bastante superior à relatada por estes autores, o que pode ser justificado pela ausência de concentrado na dieta, além do fornecimento de uma dieta com feno de baixa qualidade, suplementada com uma dieta líquida (45 litros de soro de leite).

Lopez-Guisa & Satter (1991), trabalhando com novilhas holandesas, com peso médio de 414 kg e alimentadas com feno de alfafa e resteva de milho, verificaram que o tempo de retenção no retículo rúmen, ou tempo de reciclagem da fase líquida, diferiu entre estes dois volumosos e foram, respectivamente, de 14,1 e 18,9 horas. Ambos os valores encontrados por estes pesquisadores foram muito superiores aos encontrados neste experimento (7,17 e 9,78 horas), seguramente por se tratar de alimento sólido. O tempo de reciclagem do presente trabalho também foi inferior aos encontrados por Bürger et al. (2000) que, trabalhando com diferentes níveis de concentrado (30%, 45%, 60%, 75% e 90 %) na dieta de novilhos holandeses, encontraram valores para esta estimativa de 15,05, 13,26, 10,26, 12,42 e 15,87 horas, respectivamente.

O valor máximo estimado para taxa de reciclagem da fase líquida ruminal, por Bürger et al. (2000), foi de 2,33 vezes/dia, para o nível de 61,99% de concentrado na dieta. Este valor está próximo do encontrado neste experimento, quando os animais não consumiram soro de leite (2,46 vezes/dia).

O fluxo de líquido ruminal para os outros compartimentos do trato gastrointestinal, dos animais consumindo dietas com 30%, 45%, 60%, 75% ou 90 % de concentrado, segundo Bürger et al. (2000), foi de 7,53, 7,78, 9,47, 6,62, 5,27 litros/hora, respectivamente. No presente trabalho, tanto no tratamento controle quanto no tratamento com 45 litros de soro de leite por dia, o fluxo de líquido ruminal foi inferior aos valores encontrados por Bürger et al. (2000).

4 CONCLUSÕES

Baseando-se nos dados coletados neste experimento, concluiu-se que, aumentando-se a quantidade de soro doce oferecida aos animais, o pH encontrado foi menor, chegando até 5,93. Embora a inclusão do soro de leite na dieta de vacas secas provoque queda imediata no pH ruminal, sua inclusão não afetou drasticamente as condições ruminais, devido à rápida recuperação deste parâmetro após, aproximadamente, 2 horas do seu fornecimento. Este comportamento se deve, provavelmente, à presença de grande quantidade de carboidrato rapidamente fermentável no rúmen presente neste subproduto, a lactose.

Além disso, o fornecimento do soro líquido, associado com o feno de Coast cross, aumentou a taxa de passagem do fluido ruminal para os outros compartimentos do trato gastrintestinal, evidenciando, então, que parte deste subproduto pode escapar da degradação no retículo-rúmen e sofrer a digestão pós-ruminal.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC.
Official methods of analysis. 15. ed. Arlington, 1990. v. 1, 1117 p.

BÜRGER, J. P.; PEREIRA, J. C.; SILVA, J. F. C. da; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; JORDÃO, C. P.; BRAZ, S. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, jan./fev. 2000.

CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G. C.; VILELA, E. A. de. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. **Ciências e Prática**, Lavras, v. 4. n. 1, p. 55-65, jan./jun. 1980.

COLLUCCI, P. E. **Comparative digestion and digesta kinetics in sheep and cattle**. 1984. 221 p. Thesis (Ph. D. in Animal Science) – University of Guelph, Ontario.

COLUCCI, P. E.; MACLEOD, G. K.; GROVUN, W. L., et al. Digesta kinetics in sheep and cattle fed concentrate diets containing pea or soya-bean meal. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 24, n. 4, p. 333-345, 1990.

GONÇALVES, A. L.; SILVA, J. R.; GOMIDE, C. A. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro de alguns volumosos utilizados na alimentação de cabras leiteiras, submetidas a dietas com diferentes relações de concentrado:volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1893-1903, nov./dez. 2001.

GRANT, R. J.; WEIDNER, S. J. Digestion kinetics of fiber: Influence of *in vitro* buffer pH varied within observed pH physiological range. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 1060-1068, Apr. 1992.

HELDT, J. S.; COCHRAN, R. C.; STOKKA, G. L.; FARMER, C. G.; MATHIS, C. P.; TITGEMEYER, E. C.; NAGARAJA, T. G. Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination with degradable intake protein on low-quality forage use by beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 10, p. 2793-2802, Oct. 1999.

HUNGATE, R. F. **The rumen and its microbes**. New York, NY: Academic Press, 1966. 533 p.

KELLOGG D. W.; OWEN, F. G. Alterations of *in vitro* rumen fermentation patterns with various levels of sucrose and cellulose. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 52, n. 9, p. 1458-1460, Sept. 1969.

LOPEZ-GUISA, J. M.; SATTER, L. D. Effect of forage source on retention of digesta markers applied to corn gluten meal and brewers grains for heifers. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 12, p. 4297-4304, Dec. 1991.

OSPINA, H. **Influência do nível de consumo de feno sobre a digestibilidade, cinética digestiva e degradação ruminal em bovinos**. 1995. 249 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. **The ruminant animal digestive physiology and metabolism**. New Jersey: Prentice Hall, 1986. p. 145-171.

PEREIRA, D. P. C.; SILVA, P. H. F. da; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. de. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. 2. ed. Juiz de fora: Templo Gráfica. 2001. 234 p.

PEREIRA, M. N. **Responses of lactating cows to dietary fiber from alfalfa or cereal byproducts**. 1997. 185 p. Thesis (PhD in Dairy Science) - University of Wisconsin, Madison.

SAHOO, A.; AGARWAL, N.; KAMRA, D. N.; CHAUDHARY, L. C.; PATHAK, N. N. Influence of the level of molasses in de-oiled rice bran-based concentrate mixture on rumen fermentation pattern in crossbred cattle calves. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 80, n. 2, p. 83-90, Aug. 1999.

SAS INSTITUTE. **SAS[®] User's guide: Statistics, Version 5**. Cary, NC: SAS Institute, 1985. 956 p.

SAS INSTITUTE. **SAS/ETS[®] User's guide**. Version 6. 2. 2. ed. Cary, NC: SAS Institute, 1995. v. 2, 1686 p.

SCHINGOETHE, D. J. Feeding liquid whey products to cattle. University of Maryland. Maryland - Phoenix. 1987. Disponível em: <<http://www.inform.emd.edu/EdRes/Topic/AgrEnv/ndd/feeding>>. Acesso em: 24 June 2002.

SCHINGOETHE, D. J. Whey utilization in animal feeding: a summary and evaluation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 59, n. 3, p. 556-570, Mar. 1976.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1990. 165 p.

SUSMEL, P.; SPANGHERO, M.; MILLS, C. R.; STEFANON, B. Rumen fermentation characteristics and digestibility of cattle diets containing different whey:maize rations. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 81-89, May 1995.

UDÉN, P.; COLUCCI, P. E.; VAN SOEST, P. J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of Science and Food Agriculture**, London, v. 31, n. 6, p. 625-632, June 1980.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. Determination of lignin and cellulose in acid detergent fiber with permanganate. **Journal of Association of Official Agricultural Chemistry**, Washington, v. 51, n. 4, p. 780-785, 1968.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo os resultados obtidos neste estudo, a adição do soro de leite na dieta de vacas secas, alimentadas com feno de baixa qualidade, apresentou bons resultados, recomendando-se o uso principalmente na época da seca, quando o suprimento de forragem de boa qualidade é limitado. Ao utilizar o soro de leite é importante fornecer uma fonte de fibra, para que não haja grandes modificações no ambiente ruminal.

Incluindo-se o soro de leite na dieta de vacas secas espera-se redução significativa no consumo de volumoso, fazendo com que o custo da alimentação seja reduzido.

Considerando a dificuldade no manejo de grandes volumes deste subproduto, torna-se pouco viável o seu uso, no caso de grandes produtores de leite, visto que, para se obter vantagens econômicas, é necessário fornecer grandes volumes aos animais. Contudo, é necessário observar determinadas circunstâncias, como a proximidade dos laticínios, devido ao custo de transporte, e instalações disponíveis na fazenda, por ser subproduto de difícil armazenamento e altamente perecível.

A fim de completar as informações deste estudo sugere-se que, nos próximos trabalhos com vacas secas, sejam avaliados, além do pH e taxa de passagem de fluidos, a quantidade de nitrogênio amoniacal e o perfil de ácidos graxos voláteis presentes no rúmen. Também se sugere que este mesmo trabalho seja feito com vacas lactantes, com o objetivo de estudar os efeitos da adição do soro de leite na produção e na composição do leite, pois estas informações têm grande importância econômica.

ANEXOS

1 Lista do anexo

Tabelas de análise de variância, quadros de médias e figuras dos parâmetros estudados no Capítulo 1.....	123
TABELA 1 Análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e Cinza dos soros.....	123
TABELA 2 Análise de variância da porcentagem de cálcio (Ca), fósforo (P) e sódio (Na) dos soros.....	123
TABELA 3 Análise de variância da porcentagem de lactose dos soros.....	124
TABELA 4 Valores médios da porcentagem de matéria seca (MS) para os soros doce e ácido, em cada um dos tipos de corantes.....	124
TABELA 5 Valores médios da porcentagem de proteína bruta (PB) para os soros doce e ácido, em cada um dos tipos de corantes.....	124
TABELA 6 Valores médios da porcentagem de cálcio (Ca) para os corantes carmim de cochonilha (CC) e urucum, em cada uma das diluições.....	125
TABELA 7 Valores médios da porcentagem de sódio (Na) para os corantes carmim de cochonilha (CC) e urucum, em cada uma das diluições.....	125
FIGURA 1 Teor de Na, em porcentagem, para o corante carmim de cochonilha (CC), em função das diluições.....	125
Tabelas de análise de variância, quadros de médias e figuras dos parâmetros estudados no Capítulo 2.....	126
TABELA 1 Análise de variância do tempo gasto, em minutos por dia, para as variáveis: inatividade, ingestão e ruminação.....	126
TABELA 2 Análise de variância do tempo gasto, em minutos por dia, para as variáveis: ingestão total de líquido e mastigação total.....	126
TABELA 3 Análise de variância do tempo gasto, em %, para as variáveis: inatividade, ingestão e ruminação.....	126
TABELA 4 Análise de variância do tempo gasto, em %, para as variáveis: ingestão total de líquido e mastigação total.....	127
TABELA 5 Análise de variância do tempo médio gasto por dia com a ingestão, ruminação e mastigação, por kg de MS consumida.....	127
TABELA 6 Análise de variância do tempo médio gasto por dia com a ingestão, ruminação e mastigação, por kg de FDN consumida.....	127

TABELA 7 Análise de variância do consumo médio de feno (CMF) e sal proteinado (CMP), em gramas, e água (CMA), em litros.....	128
TABELA 8 Análise de variância do consumo médio de matéria seca, em gramas, no feno (CMSF) e no sal proteinado (CMSP).....	128
FIGURA 1 Consumo médio de matéria seca no feno, em gramas/dia, em função dos níveis de soro de leite.....	128
TABELA 9 Análise de variância do consumo de matéria seca total (CMS), em gramas/dia e da matéria seca fecal excretada (MSF), em gramas.....	129
TABELA 10 Análise de variância do consumo médio diário de proteína bruta, em gramas, no feno (CPBF), no sal proteinado (CPBP) e no consumo médio de proteína bruta total (CPB).....	129
FIGURA 2 Consumo médio de proteína bruta no feno (CPBF), em gramas por dia, em função dos níveis de soro de leite.....	130
TABELA 11 Análise de variância do consumo médio de fibra em detergente neutro, em gramas, no feno (CFDNF), no sal proteinado (CFDNP) e consumo médio de fibra em detergente neutro total (CFDN).....	130
FIGURA 3 Consumo médio de fibra em detergente neutro (CFDNF) no feno, em gramas por dia, em função dos níveis de soro de leite.....	131
TABELA 12 Análise de variância do consumo médio de fibra em detergente ácido, em gramas, no feno (CFDAF), no sal proteinado (CFDAP) e consumo médio de fibra em detergente ácido total (CFDA).....	131
FIGURA 4 Consumo médio de fibra em detergente ácido (CFDAF) no feno, em gramas por dia, em função dos níveis de soro de leite.....	132
TABELA 13 Valores médios para as variáveis: consumo médio de sal proteinado (CMP), consumo de matéria seca no sal proteinado (CMSP), consumo de proteína bruta no sal proteinado (CPBP), consumo de fibra em detergente neutro no sal	132
TABELA 14 Análise de variância da porcentagem de proteína bruta (PBFz), fibra em detergente neutro (FDNFz) e fibra em detergente ácido (FDAFz) nas fezes.....	133
TABELA 15 Valores médios da porcentagem de fibra em detergente neutro nas fezes (%FDNFz), para os diferentes níveis de soro de leite.	133
FIGURA 5 Porcentagem de proteína bruta nas fezes, em função dos níveis de soro de leite.....	133
FIGURA 6 Porcentagem de fibra em detergente ácido nas fezes, em função dos níveis de soro de leite.....	134
TABELA 16 Análise de variância do consumo matéria seca (CMS/PM), proteína bruta (CPB/PM), fibra em detergente neutro (CFDN/PM) e fibra em detergente ácido (CFDA/PM), por peso metabólico.....	134
TABELA 17 Análise de variância do consumo matéria seca (CMS/PV), proteína bruta (CPB/PV), fibra em detergente neutro (CFDN/PV) e fibra em detergente ácido (CFDA/PV), pentagem do peso vivo.....	135

TABELA 18 Análise de variância da digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN) e fibra em detergente ácido (DAFDA).....	135
TABELA 19 Análise de variância da glicose no plasma sanguíneo, medida às 7, 9 e 11 horas, em função dos níveis de soro.....	135
TABELA 20 Análise de variância da uréia no plasma sanguíneo, medida às 7, 9 e 11 horas, em função dos níveis de soro de leite.....	136
Tabelas de análise de variância e quadros de médias dos parâmetros estudados no Capítulo 3.....	136
TABELA 1 Análise de variância do pH ruminal, em função dos níveis de soro de leite e do horário de medida.....	136

2 Tabelas de análise de variância, quadros de médias e figuras dos parâmetros estudados no Capítulo 1

TABELA 1 Análise de variância da porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinza dos soros.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		MS	PB	Cinza
Tratamentos	21	0,079560**	0,014642**	0,100404**
Soro (S)	1	0,957202**	0,236630**	1,710248**
Corante (C)	1	0,003754 ns	0,003142 ns	0,000810 ns
Diluições (D)	4	0,049312**	0,001235 ns	0,009955 ns
S x C	1	0,086625**	0,010166*	0,021075 ns
S x D	4	0,019387 ns	0,000974 ns	0,027752 ns
C x D	4	0,013204 ns	0,000251 ns	0,007471 ns
S x C x D	4	0,010673 ns	0,005272*	0,020267 ns
Testemunhas	1	0,252847**	0,024321**	0,055085*
Fatorial vs Testemunhas	1	0,000022 ns	0,002299 ns	0,059495*
Resíduo	44	0,011252	0,001648	0,012219

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 2 Análise de variância da porcentagem de cálcio (Ca), fósforo (P) e sódio (Na) dos soros.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		Ca	P	Na
Tratamentos	21	0,002517**	0,000072 ns	0,014598**
Soro (S)	1	0,039527**	0,000202 ns	0,279729 **
Corante (C)	1	0,000240 ns	0,000082 ns	0,000139 ns
Diluições (D)	4	0,000352 ns	0,000056 ns	0,000685**
S x C	1	0,000007 ns	0,000015 ns	0,000001 ns
S x D	4	0,000510 ns	0,000048 ns	0,000632**
C x D	4	0,000732*	0,000111 ns	0,000685**
S x C x D	4	0,000807*	0,000036 ns	0,000451**
Testemunhas	1	0,002817**	0,000067 ns	0,009236**
Fatorial vs Testemunhas	1	0,000658 ns	0,000146 ns	0,007628**
Resíduo	44	0,000283	0,00006	0,000070

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 3 Análise de variância da porcentagem de lactose dos soros.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio
Tratamentos	21	0,502129 ns
Soro (S)	1	2,812335 ns
Corante (C)	1	0,257415 ns
Diluições (D)	4	0,092036 ns
S x C	1	0,360375 ns
S x D	4	0,891531 ns
C x D	4	0,568486 ns
S x C x D	4	0,211521 ns
Testemunhas	1	0,045057 ns
Fatorial vs Testemunhas	1	0,015237 ns
Resíduo	44	1,784933

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 4 Valores médios da porcentagem de matéria seca (MS) para os soros doce e ácido, em cada um dos tipos de corantes.

Soro	Corantes		Médias
	CC	Urucum	
Soro doce	6,120 a A	6,060 a B	6,090 a
Soro ácido	5,792 b A	5,883 b A	5,837 b
Médias	5,956 A	5,972 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste F, com 5% de significância.

TABELA 5 Valores médios da porcentagem de proteína bruta (PB) para os soros doce e ácido, em cada um dos tipos de corantes.

Soro	Corantes		Médias
	CC	Urucum	
Soro doce	0,809 a A	0,768 a B	0,789 a
Soro ácido	0,657 b A	0,669 b A	0,663 b
Médias	0,733 A	0,719 A	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e letra maiúscula na linha são estatisticamente iguais pelo teste F, com 5% de significância.

TABELA 6 Valores médios da porcentagem de cálcio (Ca) para os corantes carmim de cochonilha (CC) e urucum, em cada uma das diluições.

Corantes	Diluições					Médias
	1:1000	1:2500	1:5000	1:7500	1:10000	
CC	0,058 a	0,065 a	0,066 a	0,056 b	0,060 a	0,061 a
Urucum	0,047 a	0,050 a	0,052 a	0,078 a	0,060 a	0,057 a
Médias	0,053	0,058	0,059	0,067	0,060	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna são estatisticamente iguais, pelo teste F, com 5% de significância.

TABELA 7 Valores médios da porcentagem de sódio (Na) para os corantes carmim de cochonilha (CC) e urucum, em cada uma das diluições.

Corantes	Diluições					Médias
	1:1000	1:2500	1:5000	1:7500	1:10000	
CC	0,127 a	0,132 a	0,137 a	0,122 a	0,099 b	0,123 a
Urucum	0,125 a	0,129 a	0,124 b	0,128 a	0,126 a	0,126 a
Médias	0,126	0,131	0,131	0,125	0,113	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna são estatisticamente iguais pelo teste F, com 5% de significância.

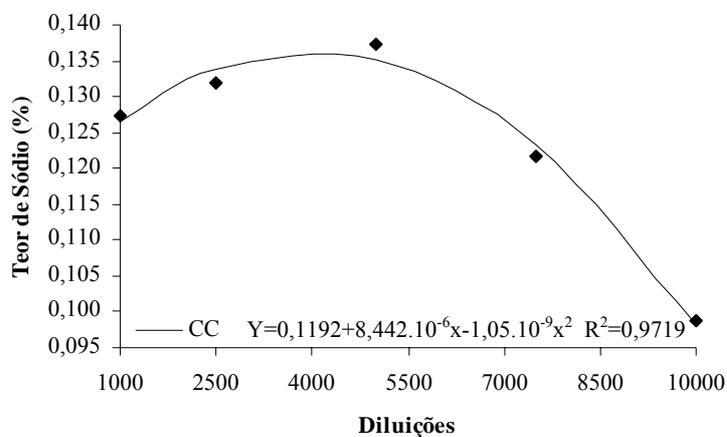


FIGURA 1 Teor de Na, em porcentagem, para o corante carmim de cochonilha (CC), em função das diluições.

3 Tabelas de análise de variância, quadros de médias e figuras dos parâmetros estudados no Capítulo 2

TABELA 1 Análise de variância do tempo gasto, em minutos por dia, para as variáveis: inatividade, ingestão e ruminação.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		Inatividade	Ingestão	Ruminação
Quadrado (Q)	2	400,5208 ns	173,4375 ns	27,0833 ns
Animal dentro Q	9	15607,4652 *	10249,6527 *	5052,9513 ns
Período dentro Q	9	15999,1319 **	7757,9861 ns	5175,1736 ns
Tratamento (T)	3	12167,1875 ns	5895,1388 ns	613,0208 ns
Q x T	6	4052,6041 ns	5072,7430 ns	497,9166 ns
Resíduo	18	4364,4097	3916,3194	2607,1180

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 2 Análise de variância do tempo gasto, em minutos por dia, para as variáveis: ingestão total de líquido e mastigação total.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio	
		Ingestão líquida ¹	Mastigação total
Quadrado (Q)	2	0,9728 ns	334,8958 ns
Animal dentro Q	9	0,8455 ns	18206,7708 *
Período dentro Q	9	1,0189 ns	16444,2708 *
Tratamento (T)	3	3,2565 ns	10018,5763 ns
Q x T	6	0,8665 ns	4567,5347 ns
Resíduo	18	1,1721	3209,5486

¹ análise ponderada pelo inverso da variância; ns-(P>0,05); * (P<0,05)

TABELA 3 Análise de variância do tempo gasto, em %, para as variáveis: inatividade, ingestão e ruminação.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		Inatividade	Ingestão	Ruminação
Quadrado (Q)	2	1,9274 ns	0,8400 ns	0,1324 ns
Animal dentro Q	9	75,2774 *	49,4255 *	24,3679 ns
Período dentro Q	9	77,1554 *	37,4248 ns	24,9533 ns
Tratamento (T)	3	58,6483 ns	28,4240 ns	2,9603 ns
Q x T	6	19,5500 ns	24,4637 ns	2,3943 ns
Resíduo	18	21,0580	18,8857	12,5685

ns-(P>0,05); * (P<0,05)

TABELA 4 Análise de variância do tempo gasto, em %, para as variáveis: ingestão total de líquido e mastigação total.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio	
		Ingestão líquida ¹	Mastigação total
Quadrado (Q)	2	0,9714 ns	1,6147 ns
Animal dentro Q	9	0,8456 ns	87,8221 *
Período dentro Q	9	1,0189 ns	79,2740 *
Tratamento (T)	3	3,2437 ns	48,3088 ns
Q x T	6	0,8665 ns	22,0385 ns
Resíduo	18	1,1693	15,4814

¹ análise ponderada pelo inverso da variância; ns-(P>0,05); * (P<0,05)

TABELA 5 Análise de variância do tempo médio gasto por dia com a ingestão, ruminação e mastigação, por kg de MS consumida.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		Ingestão	Ruminação	Mastigação
Quadrado (Q)	2	72,7708 ns	72,5208 ns	255,7708 ns
Animal dentro Q	9	438,9652 *	59,5763 ns	560,4652 *
Período dentro Q	9	411,1319 ns	837,9097 **	2134,2986 **
Tratamento (T)	3	866,5208 *	976,7430 **	3517,3541 **
Q x T	6	112,0208 ns	73,3263 ns	144,4375 ns
Resíduo	18	171,9652	83,8263	211,6597

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 6 Análise de variância do tempo médio gasto por dia com a ingestão, ruminação e mastigação, por kg de FDN consumida.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		Ingestão	Ruminação	Mastigação
Quadrado (Q)	2	112,6458 ns	145,6458 ns	507,0625 ns
Animal dentro Q	9	715,2708 ns	96,6527 ns	886,9375 ns
Período dentro Q	9	768,7708 *	1544,7638 **	4038,2708 **
Tratamento (T)	3	1483,3541 *	1673,1666 **	6001,9097 **
Q x T	6	196,1458 ns	117,4791 ns	249,6180 ns
Resíduo	18	301,3263	137,4583	380,3819

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 7 Análise de variância do consumo médio de feno (CMF) e sal proteinado (CMP), em gramas, e água (CMA), em litros.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		CMF	CMP	CMA
Quadrado (Q)	2	692400,521 ns	25979,3958 *	9,7500 ns
Animal dentro Q	9	452298,708 ns	29766,4930 *	19,8958 ns
Período dentro Q	9	3585833,153 **	7075,2708 ns	14,3958 ns
Tratamento (T)	3	4404510,250 **	12324,0763 ns	945,6319 **
Q x T	6	530883,438 ns	768,9513 ns	10,8611 ns
Resíduo	18	283672,042	5209,4375	14,0069

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 8 Análise de variância do consumo médio de matéria seca, em gramas, no feno (CMSF) e no sal proteinado (CMSP).

Fonte de variação	gl	Quadrado médio	
		CMSF	CMSP
Quadrado (Q)	2	287415,314 ns	155,4826 ns
Animal dentro Q	9	428527,633 ns	24728,5062 *
Período dentro Q	9	2827991,336 **	5035,8727 ns
Tratamento (T)	3	3578106,550 **	8620,1921 ns
Q x T	6	255409,638 ns	2618,5335 ns
Resíduo	18	305994,928	2883,8361

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

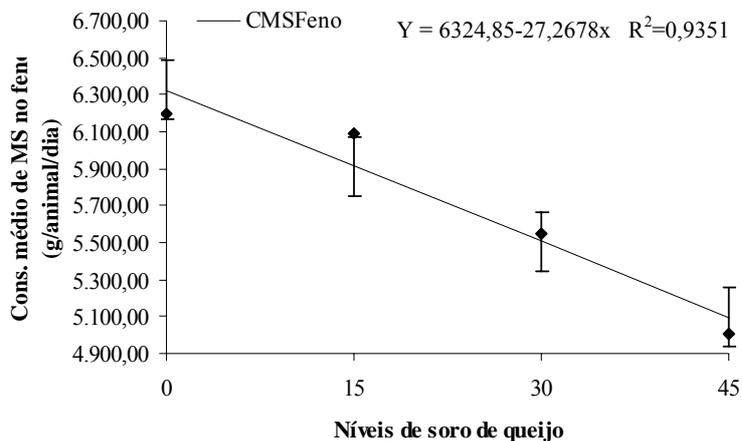


FIGURA 1 Consumo médio de matéria seca no feno, em gramas/dia, em função dos níveis de soro de leite.

TABELA 9 Análise de variância do consumo de matéria seca total (CMS), em gramas/dia e da matéria seca fecal excretada (MSF), em gramas.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio	
		CMS	MSF ¹
Quadrado (Q)	2	425739,976 ns	0,0719 ns
Animal dentro Q	9	444693,378 ns	0,9416 ns
Período dentro Q	9	2833452,760 **	3,0518 **
Tratamento (T)	3	5241100,122 **	1,7016 *
Q x T	6	439043,622 ns	0,3837 ns
Resíduo	18	222155,509	0,4117

¹ análise ponderada pelo inverso da variância; ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 10 Análise de variância do consumo médio diário de proteína bruta, em gramas, no feno (CPBF), no sal proteinado (CPBP) e no consumo médio de proteína bruta total (CPB),

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		CPBF	CPBP	CPB
Quadrado (Q)	2	1217,2693 ns	37,7667 ns	1845,5056 ns
Animal dentro Q	9	1811,3981 ns	6012,5388 *	8423,9697 **
Período dentro Q	9	12554,7698 **	1224,4622 ns	13848,9383 **
Tratamento (T)	3	15325,1620 **	2095,7265 ns	154255,7163 **
Q x T	6	1044,2035 ns	636,5662 ns	2186,0262 ns
Resíduo	18	1322,6479	701,2086	1498,7209

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

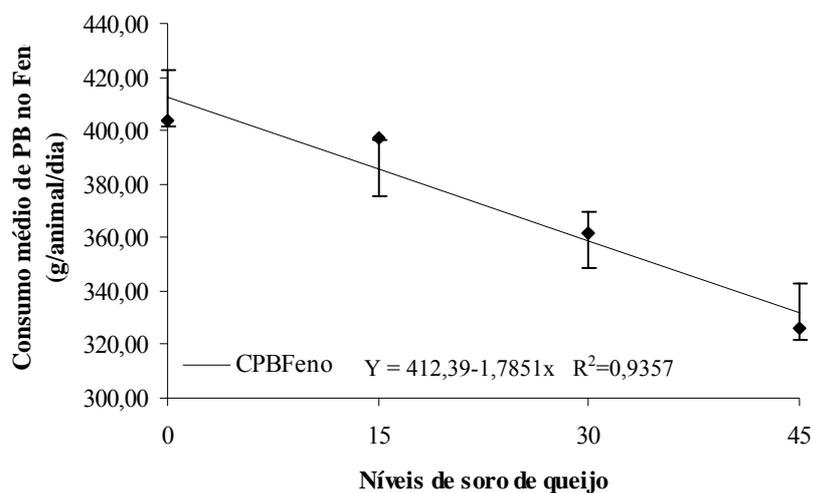


FIGURA 2 Consumo médio de proteína bruta no feno (CPBF), em gramas por dia, em função dos níveis de soro de leite.

TABELA 11 Análise de variância do consumo médio de fibra em detergente neutro, em gramas, no feno (CFDNF), no sal proteinado (CFDNP) e consumo médio de fibra em detergente neutro total (CFDN).

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		CFDNF	CFDNP	CFDN
Quadrado (Q)	2	190272,71 ns	13,9135 ns	190572,665 ns
Animal dentro Q	9	265807,93 ns	2210,6169 *	273291,505 ns
Período dentro Q	9	2132229,85 **	450,2124 ns	2122083,701 **
Tratamento (T)	3	2223624,54 **	770,7066 ns	2272507,712 **
Q x T	6	160504,55 ns	234,0333 ns	161471,106 ns
Resíduo	18	190047,27	257,8040	186922,296

ns-($P > 0,05$); * ($P < 0,05$); ** ($P < 0,01$)

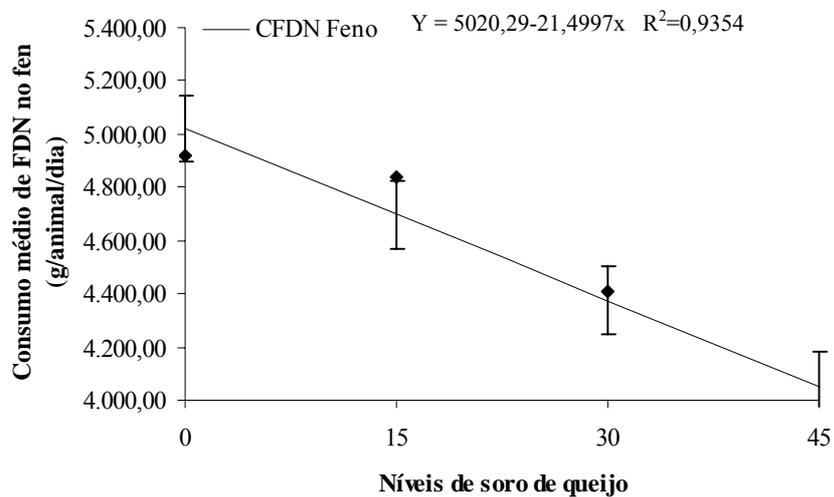


FIGURA 3 Consumo médio de fibra em detergente neutro (CFDNF) no feno, em gramas por dia, em função dos níveis de soro de leite.

TABELA 12 Análise de variância do consumo médio de fibra em detergente ácido, em gramas, no feno (CFDAF), no sal proteinado (CFDAP) e consumo médio de fibra em detergente ácido total (CFDA).

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		CFDAF	CFDAP	CFDA
Quadrado (Q)	2	46201,4136 ns	0,43210 ns	46221,1083 ns
Animal dentro Q	9	63127,3201 ns	68,6975 **	63509,4537 ns
Período dentro Q	9	690471,0056 **	13,9821 ns	689564,7825 **
Tratamento (T)	3	555628,5283 **	23,92943 ns	559865,0616 **
Q x T	6	44115,2712 ns	7,2739 ns	44235,5322 ns
Resíduo	18	46492,0020	8,0082	46223,4102

ns-($P > 0,05$); * ($P < 0,05$); ** ($P < 0,01$)

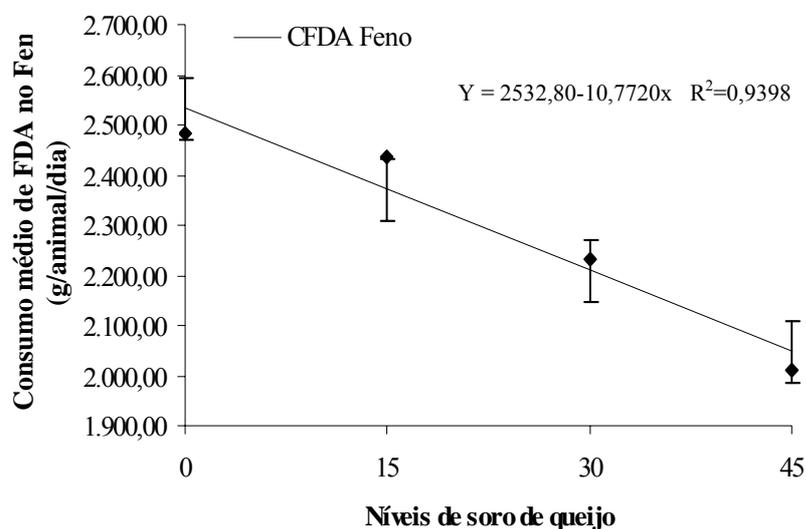


FIGURA 4 Consumo médio de fibra em detergente ácido (CFDA) no feno, em gramas por dia, em função dos níveis de soro de leite.

TABELA 13 Valores médios para as variáveis: consumo médio de sal proteinado (CMP), consumo de matéria seca no sal proteinado (CMSP), consumo de proteína bruta no sal proteinado (CPBP), consumo de fibra em detergente neutro no sal proteinado (CFDNP) e consumo de fibra em detergente ácido no sal proteinado (CFDAP), em gramas, para os diferentes níveis de soro de leite.

Níveis de soro	Médias				
	CMP	CMSP	CPBP	CFDNP	CFDAP
0	203,67	170,14	83,89	50,87	8,97
15	173,50	144,72	71,36	43,27	7,63
30	126,17	105,31	51,93	31,48	5,55
45	161,58	134,75	66,45	40,29	7,10

TABELA 14 Análise de variância da porcentagem de proteína bruta (PBFz), fibra em detergente neutro (FDNFz) e fibra em detergente ácido (FDAFz) nas fezes.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		PBFz	FDNFz	FDAFz
Quadrado (Q)	2	0,0428 ns	0,5677 ns	1,4778 ns
Animal dentro Q	9	0,2454 ns	9,0511 *	2,4223 ns
Período dentro Q	9	2,8576 **	72,7171 **	10,9362 **
Tratamento (T)	3	2,7065 **	3,0058 ns	25,3989 **
Q x T	6	0,2599 ns	2,3425 ns	1,8412 ns
Resíduo	18	0,2829	2,8339	2,7134

ns-($P>0,05$); * ($P<0,05$); ** ($P<0,01$)

TABELA 15 Valores médios da porcentagem de fibra em detergente neutro nas fezes (%FDNFz), para os diferentes níveis de soro de leite.

Níveis de soro	Médias da %FDNFz
0	71,16
15	71,14
30	70,89
45	72,03

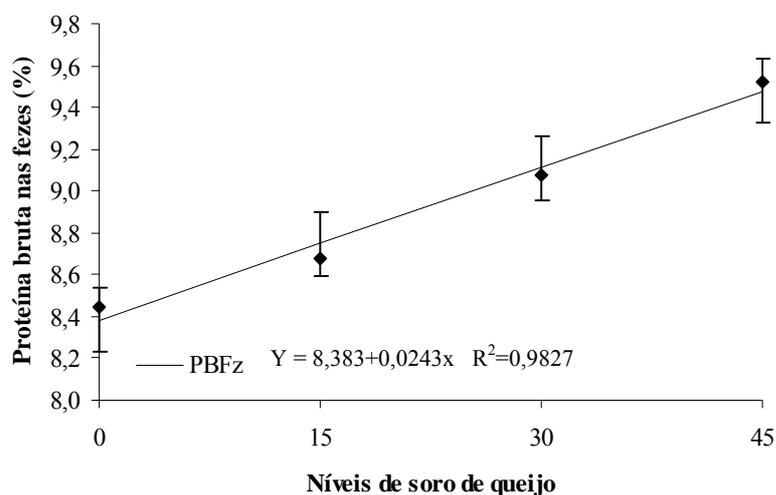


FIGURA 5 Porcentagem de proteína bruta nas fezes, em função dos níveis de soro de leite.

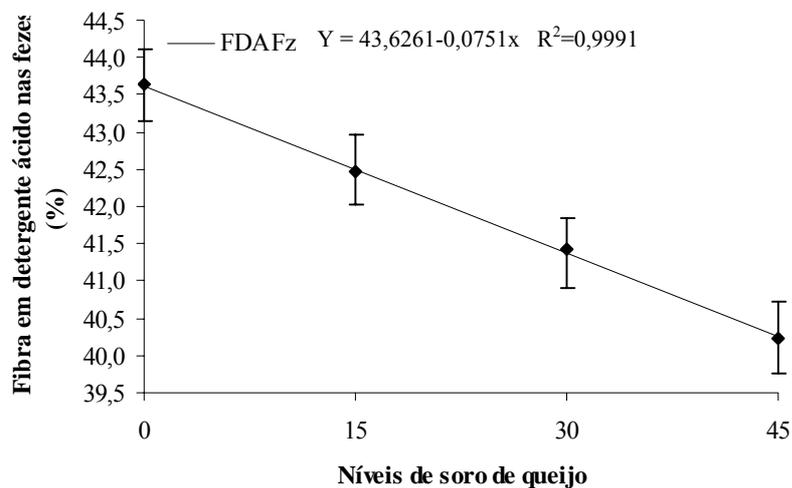


FIGURA 6 Porcentagem de fibra em detergente ácido nas fezes, em função dos níveis de soro de leite.

TABELA 16 Análise de variância do consumo matéria seca (CMS/PM), proteína bruta (CPB/PM), fibra em detergente neutro (CFDN/PM) e fibra em detergente ácido (CFDA/PM), por peso metabólico.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio			
		CMS/PM	CPB/PM	CFDN/PM	CFDA/PM
Quadrado (Q)	2	293,4148 *	4,3907 **	121,8618 ns	30,3001 ns
Animal dentro Q	9	108,5230 ns	1,7105 **	43,8923 ns	9,5736 ns
Período dentro Q	9	360,9190 **	1,7183 **	275,3731 **	92,7354 **
Tratamento (T)	3	843,1347 **	24,9514 **	353,1367 **	87,5352 **
Q x T	6	69,2240 ns	0,4580 ns	24,4569 ns	6,4730 ns
Resíduo	18	56,4269	0,3234	35,7566	9,3074

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 17 Análise de variância do consumo matéria seca (CMS/PV), proteína bruta (CPB/PV), fibra em detergente neutro (CFDN/PV) e fibra em detergente ácido (CFDA/PV), por porcentagem do peso vivo.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio			
		CMS/PV	CPB/PV	CFDN/PV	CFDA/PV
Quadrado (Q)	2	0,3439 **	0,004220 **	0,1299 *	0,0347 **
Animal dentro Q	9	0,0712 ns	0,001029 **	0,0276 ns	0,0061 ns
Período dentro Q	9	0,1868 **	0,000901 **	0,1412 **	0,0475 **
Tratamento (T)	3	0,4727 **	0,013706 **	0,1957 **	0,0472 **
Q x T	6	0,0404 ns	0,000303 ns	0,0142 ns	0,0036 ns
Resíduo	18	0,0405	0,000230	0,0231	0,0057

ns-(P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 18 Análise de variância da digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN) e fibra em detergente ácido (DAFDA).

Fonte de variação	gl	Quadrado médio			
		DAMS	DAPB	DAFDN	DAFDA
Quadrado (Q)	2	0,000588 ns	0,000561 ns	0,000221 ns	5,0.10 ⁻⁸ ns
Animal dentro Q	9	0,002201 ns	0,004316 ns	0,002490 ns	0,002594 ns
Período dentro Q	9	0,023220 **	0,023144 **	0,045826 **	0,049146 **
Tratamento (T)	3	0,016499 **	0,030593 **	0,002377 ns	0,001056 ns
Q x T	6	0,001633 ns	0,002583 ns	0,002328 ns	0,001557 ns
Resíduo	18	0,001761	0,002645	0,001929	0,002196

ns (P>0,05); ** (P<0,01)

TABELA 19 Análise de variância da glicose no plasma sanguíneo medida às 7, 9 e 11 horas, em função dos níveis de soro de leite.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		7 horas	9 horas	12 horas
Quadrado (Q)	2	36,0208ns	49,0208 ns	386,8958**
Soro (S)	3	203,2431**	221,6944**	13,8056 ns
Q x S	6	13,2431 ns	44,0486 ns	16,9514 ns
Período d. Quadrado	6	498,9653**	374,0417**	1058,9027**
Animal d. Quadrado	18	32,1319 ns	44,8750*	58,5139 ns
Resíduo	48	15,1875	14,5694	49,0138

ns (P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

TABELA 20 Análise de variância da uréia no plasma sanguíneo, medida às 7, 9 e 11 horas, em função dos níveis de soro de leite.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio		
		7 horas	9 horas	12 horas
Quadrado (Q)	2	60,1458ns	67,6875 ns	38,8958**
Soro (S)	3	25,4097 ns	33,8542 ns	117,6389 **
Q x S	6	45,7014 ns	22,9375 ns	20,6181 ns
Período d. Quadrado	6	69,9930**	100,5764**	40,2361**
Animal d. Quadrado	18	12,6597 ns	8,6319*	11,9028 ns
Resíduo	48	15,2153	11,1319	23,6005

ns (P>0,05); * (P<0,05); ** (P<0,01)

4 Tabela de análise de variância e quadros de médias dos parâmetros estudados no Capítulo 3

TABELA 1 Análise de variância do pH ruminal, em função dos níveis de soro de leite e do horário de medida.

Fonte de variação	gl	Quadrado médio
Animal	2	0,4235*
Soro (S)	3	0,4561*
Resíduo (a)	6	0,0738
Horário (H)	6	0,8119**
S x H	18	0,1205**
Resíduo (b)	48	0,0485

* (P<0,05); ** (P<0,01)