

**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ – UVA**  
**CURSO DE ZOOTECNIA**

**USO DO SORO DE LEITE BOVINO NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS**

**ALEXANDRE RIBEIRO ARAÚJO**

**SOBRAL-CEARÁ**

**Fevereiro-2011**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ – UVA**  
**PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**USO DO SORO DE LEITE BOVINO NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS**

**Alexandre Ribeiro Araújo**

**SOBRAL – CEARÁ**

**Fevereiro-2011**

Alexandre Ribeiro Araújo

USO DO SORO DE LEITE BOVINO NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual Vale do Acaraú, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes

Orientador

Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério

**SOBRAL – CEARÁ**

**Fevereiro-2011**

**A69u**

Araújo, Alexandre Ribeiro

Uso do soro de leite bovino na alimentação de caprinos / Alexandre Ribeiro Araújo. -- Sobral, 2012.  
77 p.

Orientador: Marcos Cláudio Pinheiro Rogério  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Vale do Acaraú / Centro de Ciências Agrárias e Biológicas / Mestrado em Zootecnia, 2012.

1. Dieta - Leite bovino - Caprinos. 2. Dieta – Valores nutritivos. 3. Caprinos - Alimentação. I. Rogério, Marcos Cláudio Pinheiro. II. Universidade Estadual Vale do Acaraú, Centro de Ciências Agrárias e Biológicas, Mestrado em Zootecnia. III. Título.

CDD 636.084

**ALEXANDRE RIBEIRO ARAÚJO**

**USO DO SORO DE LEITE BOVINO NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS**

**Dissertação defendida e aprovada em: 04/02/2011 pela banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério (Orientador)

**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ – UVA  
EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS**

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Ângela Maria de Vasconcelos

**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ – UVA**

---

Prof. Dr. Eneas Reis Leite

**UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ – UVA**

---

Prof. Dr. Arnaud Azevedo Alves

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI – UFPI**

---

Prof. Dr. Vinicius Pereira Guimarães

**EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS**

**SOBRAL – CEARÁ**

**Fevereiro-2011**

A *Deus*, por toda a graça que concedida em minha vida.

Aos meus pais (Sílvia e Joaquim) e às minhas irmãs (Sabrina, Fernanda e Helena) por  
todo o apoio e confiança que me deram.

Ao meu orientador e amigo Marcos Cláudio Pinheiro Rogério por todos os conselhos e  
ensinamentos não apenas acadêmicos, que estarão sempre vigentes.

Aos meus padrinhos, avós, tios e primos.

À Dona Maria Aparecida Pissolato (*in memoriam*), pessoa a qual tenho enorme carinho  
e saudade.

Aos meus amigos do Núcleo de Estudos em Pequenos Ruminantes: Ana Paula, Hélio,  
Juliana, Joaquim, Brisa, Emellinne, Humberto, Vandemberg, Mikael, Cléverton e  
Niélyson.

Aos meus amigos da república 302: Neto, Helton, Jaime, Paulo Victor e Júnior.

Aos colaboradores da FAEX.

Por fim, a todos que contribuíram para que este trabalho fosse concretizado.

Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela saúde, força e inteligência que Ele me deu para conseguir executar e concluir este trabalho.

À minha família por estarem presentes em todos os momentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério, não só por me orientar, mas por ser também um ótimo amigo.

Ao programa de Pós-Graduação de Mestrado em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, por um corpo docente competente e de excelência em qualidade de ensino.

A FUNCAP pela concessão da bolsa de estudo durante o curso de Mestrado.

Ao Banco do Nordeste pelo auxílio financeiro para execução do projeto.

À minha namorada pela compreensão e companheirismo.

Aos meus amigos do NPNR pela colaboração com a realização do projeto.

Aos meus amigos da república 302 que sempre me apoiaram e deram força.

Aos alunos de pós-graduação em Ciência Animal da UFPI e ao meu co-orientador professor Arnaud Azevedo Alves pelo apoio durante as análises lá realizadas.

À prefeitura municipal de Carnaubal por ceder o transporte de Carnaubal à Sobral.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente com a conclusão desse trabalho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

ALEXANDRE RIBEIRO ARAÚJO, filho de *Joaquim Ribeiro de Araújo* e *Sílvia Helena Ribeiro Sousa de Araújo*, nasceu em São Paulo – SP em 29 de junho de 1984. Ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA em abril de 2004, concluindo-o em outubro de 2008. Em março de 2009, ingressou no curso de pós-graduação em Zootecnia UVA/EMBRAPA Caprinos e Ovinos, na área de Nutrição de Ruminantes sob orientação do Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério, obtendo o título de mestre em Zootecnia em 04 de fevereiro de 2011.



**“Quem acredita sempre alcança”  
(Renato Russo)**

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	XI
LISTA DE FIGURAS.....	XII
RESUMO GERAL.....	13
GENERAL ABSTRACT.....	14
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	15
CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
1. Composição químico bromatológica do soro de leite.....	18
2. Soro de leite na alimentação de ruminantes.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
CAPÍTULO 2 - SORO DE LEITE BOVINO EM DIETAS PARA CAPRINOS - CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE E BALANÇO DE NUTRIENTES.....	28
RESUMO.....	29
ABSTRACT.....	30
INTRODUÇÃO.....	31
METODOLOGIA.....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
CAPÍTULO 3 - COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CAPRINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO SORO DE LEITE BOVINO.....	49
RESUMO.....	50
ABSTRACT.....	51
INTRODUÇÃO.....	52
METODOLOGIA.....	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
CAPÍTULO 4 - DINÂMICA DA FERMENTAÇÃO RUMINAL DE CAPRINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO SORO DE LEITE BOVINO.....	64
RESUMO.....	65
ABSTRACT.....	66
INTRODUÇÃO.....	67
METODOLOGIA.....	68
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
CONCLUSÕES.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

Tabela 1.	Valores nutricionais médios do leite bovino e do soro de leite bovino <sup>a</sup> .....	20
Tabela 2.	Análise do soro de leite líquido <sup>a</sup> .....	20

### CAPÍTULO 2

Tabela 1.	Composição centesimal das dietas formuladas .....	33
Tabela 2.	Composição bromatológica dos ingredientes utilizados .....	33
Tabela 3.	Composição bromatológica em (%) em base de matéria seca das dietas .....	34
Tabela 4.	Médias de consumo diário de nutrientes em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/UTM) e nutrientes digestíveis (g/UTM) em dietas contendo SLB fornecidas a caprinos .....	40
Tabela 5.	Médias (%) de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo das dietas contendo quantidades crescentes de soro de leite bovino fornecidas a caprinos .....	41
Tabela 6.	Teores de nitrogênio ingerido, fecal, urinário, balanço de nitrogênio e nitrogênio retido em caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino.....	42
Tabela 7.	Consumo de energia bruta em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/UTM), digestibilidade da energia bruta, consumo de energia metabolizável (Mcal/kg), teores de energia metabolizável como proporção de matéria seca em (Kcal/kg) e o balanço de energia metabolizável (Kcal/kg) de caprinos alimentados com dietas contendo SLB.....	43

### CAPÍTULO 3

Tabela 1.	Consumo dos nutrientes dietéticos pelos caprinos.....	54
Tabela 2.	Composição bromatológica das dietas consumidas pelos caprinos....	54
Tabela 3.	Tempos despendidos com ingestão, ruminação, ócio e outras atividades de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino.....	57
Tabela 4.	Parâmetros nictemerais de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino em níveis crescentes de inclusão.....	59

## **CAPÍTULO 4**

Tabela 1.	Composição química das dietas formuladas.....	69
Tabela 2.	Composição centesimal das dietas formuladas.....	69
Tabela 3.	pH do líquido ruminal de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino em diferentes tempos pós-prandial.....	71
Tabela 4.	Concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ) no rúmen de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino em diferentes tempos pós-prandial.....	72

## **LISTA DE FIGURAS**

### **CAPÍTULO 1**

Figura 1.	Fracionamento do leite em seus derivados.....	20
-----------	---	----

### **CAPÍTULO 4**

Figura 1.	Teores de nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> /100ml) no líquido ruminal de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino em diferentes períodos pós-prandial.....	73
-----------	--	----

# USO DE SORO DE LEITE BOVINO NA ALIMENTAÇÃO DE CAPRINOS

## RESUMO GERAL

A caprinocultura possui grande importância na pecuária nordestina. Entretanto, a escassez de alimentos forrageiros e o elevado custo dos concentrados é um entrave durante a estiagem. Por outro lado, o uso de alimentos alternativos contribui na alimentação dos rebanhos no período seco por sua disponibilidade, valor nutritivo e menor valor agregado. Dentre esses alimentos, o soro de leite bovino tem apresentado potencial para uso em dietas tanto líquidas como sólidas para ruminantes. O presente estudo determinou os efeitos da inclusão de soro de leite bovino (SLB) em dietas fornecidas a caprinos (*Capra aegagrus hircus*). Vinte machos sem padrão racial definido, 17 kg de peso vivo médio e cinco meses e meio de idade foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado nos ensaios de consumo, digestibilidade e balanço dos nutrientes, bem como para o comportamento ingestivo. Para o ensaio de parâmetros ruminais, dezesseis caprinos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as dietas e nas subparcelas os tempos de coleta (zero, 2, 5 e 8 horas pós-prandial). Todos os ensaios foram constituídos por quatro tratamentos (teores de inclusão de SLB em zero, 1,5%; 3,0%; e 4,5% em matéria seca da dieta total) e compostas por feno de capim-aruana (*Panicum maximum* cv. Aruana), milho, farelo de soja extrusado, calcário e SLB. As análises estatísticas foram determinadas pelos *softwares* SAEG 9.0 e RStudio, sendo utilizados os testes Duncan e Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação de médias. Análises de regressão e as correlações de Pearson entre as variáveis estudadas foram feitas. A inclusão de SLB em 3,0% proporcionou maiores consumos de extrato etéreo e celulose (g/UTM) ( $P < 0,05$ ). A digestibilidade dos nutrientes não foi alterada com a inclusão de SLB ( $P > 0,05$ ). Os balanços de nitrogênio e energético apresentaram-se positivos para todos os tratamentos. A incorporação de SLB às dietas elevou a excreção de N fecal e reduziu a quantidade de N retido na dieta com 3,0% de SLB ( $P < 0,05$ ). Não foram evidenciadas diferenças quanto ao comportamento ingestivo dos animais ( $P > 0,05$ ). Em relação aos parâmetros ruminais, não foram evidenciadas interações nem diferenças para o pH ruminal ( $P > 0,05$ ). Para os tempos, o pH dos animais no tempo zero apresentou-se superior aos demais tempos pós-prandial na dieta com 1,5% e 4,5% de SLB ( $P < 0,05$ ). Quanto ao nitrogênio amoniacal, maiores concentrações foram observadas para a dieta com 3,0% de SLB às duas horas pós-prandial ( $P < 0,05$ ). Com os resultados observados, o soro de leite bovino pode ser utilizado em dietas para caprinos sem comprometer o consumo de nutrientes, nem seu comportamento ingestivo, mantendo o ambiente ruminal em pH favorável à digestão celulolítica e com aporte de nitrogênio suficiente para síntese microbiana desde que haja fontes de carboidratos rapidamente disponíveis.

Palavras-chave: cabritos, consumo, leite, nutrição, queijo, subprodutos

# WHEY TO FEEDING GOATS

## GENERAL ABSTRACT

The goats had great importance to cattle raising in Brazilian northeast. However, the scarcity of forages and costly of concentrates is a problem during the drought. On the other hand, the use of alternative foods contributes to feeding livestock in this period because of its availability, nutritional value and low price. Among these foods, the whey has shown potential for use both liquid and solid diets to ruminants. Thus, this study determined the effects of inclusion of whey in diets provided to young goats (*Capra aegagrus hircus*). Twenty native male goats, 17 kg average weight and five and a half months old were distributed in a completely randomized design to trials of intake, digestibility and nutrient balance, as well as for feeding behavior. To study the pH and ammonia nitrogen in rumen fluid of these goats, sixteen animals were used in a completely randomized split plot, where the diets as plots and the collection times (zero, 2, 5 and 8 postprandial hours) as subplots. All tests were made by four treatments (levels of inclusion of whey in zero; 1.5%; 3.0% and 4.5% in DM of total ration) and composed by Aruana hay (*Panicum maximum cv. Aruana*), corn, soybean meal, limestone and whey. Statistical analysis was determined by SAEG 9.0 and RStudio software, using the Duncan and Tukey test ( $P < 0.05$ ) to comparison of means. The regression analysis and Pearson correlations also were done. The inclusion of 3.0% of whey had higher intakes of ether extract and cellulose ( $\text{g/kg}^{0.75}$ ) ( $P < 0.05$ ). The nutrient digestibility do not changed with the inclusion of whey ( $P > 0.05$ ). The nitrogen and energy balances were positive for all treatments. With whey at 3.0% of inclusion had increase on fecal N and reduced of retained N ( $P > 0.05$ ). No differences were observed about feeding behavior of goats ( $P > 0.05$ ). In spite of rumen fluid, neither interactions (diets x collection time) nor differences to rumen pH (diets) were evidenced ( $P > 0.05$ ). Regarding to collection time, the pH of animals at zero time to treatments with 1.5% and 4.5% of whey were higher than times following ( $P < 0.05$ ). With regard to ammonia nitrogen, higher concentrations were observed in the animals fed with 3.0% of whey at two postprandial hours ( $P < 0.05$ ). Thus, we can infer that the whey can be used in diets to goats without compromising nutrient intake or their feeding behavior, keeping the rumen pH favorable to cellulose digestion and sufficient supply of nitrogen to microbial protein synthesis provided that sources of carbohydrates quickly available are supplied for goats.

Keywords: byproducts, cheese, intake, kids, nutrition, ruminant

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

A caprinocultura constitui-se a principal atividade pecuária nordestina. Mesmo com os desafios encontrados durante os períodos de estiagem, os caprinos desenvolveram características que lhes conferem adaptabilidade como não vista em espécies como ovinos e bovinos quando explorados no semiárido. Entretanto, quando o objetivo é expressar o máximo do potencial genético e produtivo dos animais, nem sempre o aporte forrageiro dos pastos nativos (Caatinga) é suficiente.

Nesse âmbito, a suplementação com alimentos concentrados é a forma mais comum de fornecer os nutrientes necessários para atender a demanda energética e proteica dos rebanhos na escassez. Com a falta de uma programação alimentar em longo prazo, a compra dos principais concentrados na entressafra torna-se inviável em sistemas de produção menos tecnificados.

Tendo em vista esses aspectos, pesquisadores buscam respostas ao utilizar fontes muitas vezes desprezadas, que podem ser transformadas em vetores de poluição, mas apresentam potencial para alimentação animal, conhecidas como subprodutos ou coprodutos. As frações não aproveitadas nos beneficiamentos de frutas, cereais, indústria açucareira e láctea, panificadoras e vinícolas, por exemplo, muitas vezes descartadas no ambiente, participarão na formulação de dietas em substituição aos alimentos tradicionais. O objetivo de substituir parcialmente ou totalmente alimentos como, milho e a soja pelos subprodutos é manter o perfil nutricional das dietas com alimentos mais baratos e acessíveis ao produtor.

No tocante, o soro de leite bovino apresenta potencial na alimentação animal como sucedâneo, como substituto à água de bebida ou pode ser fornecido misturado à dieta. É um alimento muitas vezes não aproveitado pelos laticínios, e com virtual capacidade de poluir, principalmente quando descartado nos mananciais. Com o advento da descoberta das propriedades químicas e funcionais atribuídas às suas proteínas, mesmo com a utilização em outros fins, transformou-se interessante objeto de estudo na alimentação animal, principalmente pelo fornecimento de proteínas com elevado valor biológico e solubilidade.

Quando se propõe fornecer um alimento alternativo aos ruminantes, além de seu valor nutritivo, espera-se que seja consumido e bem aproveitado ao longo dos processos fermentativos e digestivos. Dessa forma, ao avaliar uma dieta, a resposta de aceitação

pelos animais será observada no consumo da mesma. Já para o aproveitamento da dieta na forma de nutrientes ingeridos e absorvidos, estudos da digestibilidade trarão esse suporte. Com o consumo estimulado, maior será a garantia de que os nutrientes oferecidos serão ingeridos. Se digestíveis, aumentam as chances de serem absorvidos e utilizados para o desenvolvimento dos animais.

Para complementar os estudos de consumo e digestibilidade, um fator bastante associado está na forma como ele se comporta ao ingerir e ruminar determinada dieta. O maior ou menor número de mastigações exigidas durante a alimentação ou ruminação, a forma como o animal prioriza essas atividades durante o dia, dá subsídio a observar efeitos como se o tamanho de partícula do volumoso é o adequado, se a dieta está estimulando a ruminação, entre outros.

A fermentação ruminal é outro ponto chave dentre os parâmetros que devem ser avaliados na avaliação de um alimento, pois alguns podem levar ao declínio acentuado do pH do rúmen, em casos severos, levando o animal a sinais clínicos de acidose. A concentração de certos compostos também deve ser observada. Na degradação proteica, há liberação de nitrogênio amoniacal. Esse composto servirá como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana, podendo também ser reciclado e reinfundido no rúmen via saliva. Para sua utilização na síntese de proteína microbiana, sua degradação deve estar consoante com a de carboidratos. Em excesso ou carência, a síntese pode ser comprometida.

Dessa forma, objetivou-se determinar o consumo e digestibilidade dos nutrientes, o balanço energético e de nitrogênio, os parâmetros de fermentação ruminal, bem como os parâmetros comportamentais de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino em níveis crescentes de inclusão.



## **CAPÍTULO 1**

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

A cadeia produtiva do leite é um importante segmento do agronegócio brasileiro, especialmente sob os aspectos sociais e econômicos. As atividades relacionadas à produção, industrialização e comercialização do leite bovino e caprino com seus derivados geram empregos e renda no meio rural e urbano, além de fornecer alimentos de alto valor nutritivo para as populações. Estima-se que no Brasil existam 1,2 milhões de propriedades rurais voltadas para a produção de leite bovino, empregando direta e indiretamente cerca de três milhões de pessoas (Neiva & Neiva, 2006).

Com a expansão das indústrias de laticínios, o descarte de subprodutos como o soro de leite bovino aumentou. Não havendo direcionamento para seu uso, seu descarte no ambiente o torna vetor de poluição.

No processamento de queijos, o leite é acidificado formando coágulos e a porção líquida restante é denominada soro de leite. As características sensoriais e organolépticas desse subproduto podem ser alteradas de acordo com o tipo de queijo produzido (Kosikowski, 1979).

O soro de leite pode ser adicionado às dietas de ruminantes por possuir importantes nutrientes, como lactose e proteínas solúveis Costa et al. (2010), se constituindo assim em alternativa aos alimentos concentrados tradicionais, pelo fornecimento de nutrientes ao animal.

Aproveitar o soro de leite na alimentação animal é uma interessante alternativa para produtores que fabricam queijos, ou que estejam próximos a indústrias de laticínios. Estudos que avaliaram o uso de soro de leite bovino e caprino administrado como sucedâneo ou adicionados às dietas, apresentaram resultados favoráveis. Dessa forma, o objetivo dessa revisão é apresentar o soro de leite como alternativa alimentar em dietas para ruminantes.

## **1. Composição químico-bromatológica do soro de leite**

Na cadeia produtiva do leite, um dos produtos que merece destaque é o queijo, em crescente produção (445 toneladas para 640 toneladas) de 2004 a 2008 (Gomes et al., 2009). Durante a fabricação de queijos, com a precipitação da caseína e da gordura, a porção líquida resultante é o soro de leite. A descoberta do soro de leite é registrada há mais de 3000 anos. Durante as jornadas, os viajantes transportavam leite e água no

abomaso de bezerros. A presença da enzima (quimosina) no abomaso provocou a coagulação do leite, produzindo o que hoje em dia são conhecidos como queijo e soro de leite (Smithers, 2008).

O soro de leite pode ser classificado como soro de leite doce, ou soro de queijo (pH 5,9 a 6,3), é produzido durante a fabricação do mesmo quando se usa coalho (renina), e soro de leite ácido (pH 4,4 a 4,6) (Sgarbieri, 2004), também conhecido como soro de caseína, é originado pela manufatura de queijos tipo quark ou cottage, com a caseína obtida por meio de emprego de ácido láctico (fermentação natural) ou ácido clorídrico, a fermentação contínua do soro de leite é indesejável devido o azedamento, de forma que o soro azedo não pode ser considerado produto natural (GEA, 2011).

Com a coagulação do leite, a maior parte da gordura e da caseína é removida do soro, permanecendo aproximadamente metade dos sólidos totais e das cinzas, mantendo-se intactas as proteínas constituídas por  $\beta$ -Lactoglobulina,  $\beta$ -Lactoalbumina, Glicomacropéptídeos (somente no soro de renina), pequenos componentes de proteínas e peptídeos (imunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidase, soro de albumina, lisozimas e fatores de crescimento) presentes no leite integral original (Smithers, 2008).

Encontrado principalmente na forma fluida, as indústrias anteriormente pasteurizavam o soro de leite e o utilizavam como conservante de manteigas (Kosikowski, 1979). O mesmo autor indicou que esse alimento pode ser encontrado na forma concentrada, desidratada e/ou modificada. O soro concentrado tem sua umidade reduzida para 33-34%, por meio de uma panela à vácuo com temperatura média de 46 °C. O soro desidratado (3,5-4,0% de umidade), para atingir esse teor sofre o mesmo processo de desidratação para obtenção do leite em pó (Webb e Whittier, 1949). O fracionamento do leite em seus derivados estão apresentados no quadro 1. De acordo com Rapetti et al. (1995) aproximadamente 55% dos nutrientes presentes no leite permanecem no soro de leite (Tabela 1).

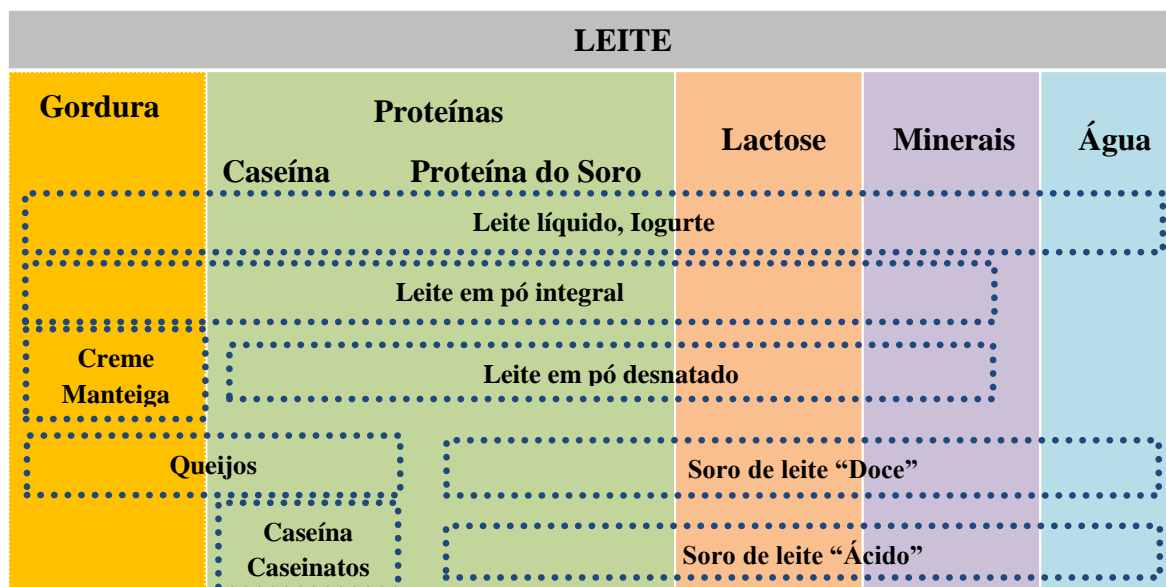


Figura 1. Fracionamento do leite em seus derivados. Adaptado de Farias (2011)

Tabela 1. Valores nutricionais médios do leite bovino e do soro de leite bovino<sup>a</sup>

Componentes	Matéria Natural	
	Leite	Soro de Leite
Caseína	2,8	<0,1
Proteínas do Soro <sup>b</sup>	0,7	0,7
Gorduras	3,7	0,1
Cinzas	0,7	0,5
Lactose	4,9	4,9
Sólidos Totais	12,8	6,3

<sup>a</sup>Adaptado de Smithers (2008).

<sup>b</sup>As proteínas do soro compreendem: ~50% β-Lactoglobulina, ~20% β-Lactoalbumina, ~15% Glicomacropéptídeos (somente no soro de renina), ~15% pequenos componentes de proteínas e peptídeos (imunoglobulinas, lactoferrina, lactoperoxidase, soro de albumina, lisozimas e fatores de crescimento).

Tabela 2. Análise do soro de leite líquido<sup>a</sup>.

Matéria Seca	6,54
Matéria Natural	
PB (N x 6,38) (%)	1,1
Lactose (%)	4,4
Extrato Etéreo (%)	0,2
Cinzas (%)	0,8
Ca (ppm)	1338
P (ppm)	621
K (ppm)	2311
Na (ppm)	833
Mg (ppm)	135
Acidez Titulável (SH <sup>o</sup> /100ml)	30,8
pH	4,2

<sup>a</sup>Adaptado de Rapetti et al. (1995).

Na alimentação animal, pode ser utilizado como sucedâneo lácteo e, por suas propriedades de solubilização, emulsificação, gelatinização e afinidade por água e gordura (De Wit, 1998), é também utilizado misturado às dietas para animais. Como são atribuídas às proteínas do soro, propriedades funcionais e fisiológicas (Smithers 2008), têm-se usado o soro como ingrediente funcional em alimentos para humanos (McIntosh et al., 1998).

Embora seja um alimento de elevado valor biológico (Smithers, 2008), Gomes et al. (2009) relataram que pouco tem sido feito para aproveitar o soro de leite em virtude da quantidade produzida, pois a cada tonelada de leite processado, cerca de 30% é convertido em queijos, e o restante é soro. Produtores norte-americanos em suas fazendas utilizam o soro como alimento para suínos ou o lança no campo e quando não aproveitado, é tratado como esgoto (Kosikowski, 1979; Balagtas et al., 2003).

A carência de sistemas de saneamento na maioria das áreas rurais direciona o descarte do soro de leite ao ambiente, o que contamina os mananciais, por causar redução do oxigênio da água e conseqüente morte dos peixes (Podlech et al., 1991). Por liberar odores desagradáveis nas proximidades do despejo, também se torna atrativo para insetos (Fontes et al., 2006).

Reaproveitar o soro de leite é indicado tanto na alimentação humana (Kosikowski, 1979), quanto para ruminantes (Liziere e Campos, 2006) por seu valor nutritivo. No Brasil, a produção de bebidas lácteas é uma das principais opções de aproveitamento do soro do leite, e as mais comercializadas são as bebidas fermentadas e lácteas não-fermentadas. Pela indústria farmacêutica são fornecidos os concentrados protéicos de soro e outros concentrados nutricionais, e, pela indústria química, como precursor de ácido láctico e álcool butírico (Webb e Whittier, 1949).

## **2. Soro de leite na alimentação de ruminantes**

Para evitar o descarte do soro de leite no ambiente existem algumas formas de processamento, entretanto, pouco utilizadas no Brasil (Gomes et al., 2009). O fornecimento em dietas como sucedâneo lácteo ou misturado a ingredientes sólidos na alimentação animal são as formas mais adotadas.

Como citado anteriormente, na alimentação de suínos o soro de leite contribui como ingrediente dietético. Estudos avaliando o uso do soro de leite para suínos são reportados desde a década de 40 (Schingoethe et al., 1976). Esta espécie é a mais estudada quanto ao uso de soro de leite bovino em suas dietas.

A falta de equipamentos para desidratar o soro de leite é um entrave para pequenas fábricas de laticínios, tornando a forma fluida o método convencional de fornecimento.

Para animais jovens, o fornecimento de sucedâneos lácteos é uma interessante forma de alimentação, tanto pela economia como pelo manejo (Heinrichs et al., 1995), embora existam limitações digestivas em bezerros com menos de três semanas de idade. Comparando o soro de leite em relação a sucedâneos de origem vegetal, o perfil protéico do soro de leite por sua qualidade, se apresenta mais adequado aos ruminantes na fase de aleitamento (Montenegro et al., 1998).

A substituição do leite de cabra por soro de queijo (20; 40 e 60% de substituição) para cabritos (machos e fêmeas) em aleitamento foi estudado por Pimenta Filho et al. (1996). Os cabritos que receberam leite de cabra puro tiveram pesos superiores ao final do período de aleitamento ( $P < 0,05$ ) por terem segundo os autores, recebido a dieta ideal. Não houve interação entre tratamento x sexo ( $P > 0,05$ ), indicando o uso de soro tanto para machos como para fêmeas. Mesmo apresentando pesos inferiores aos do tratamento com leite de cabra, a inclusão de soro de queijo não comprometeu o desempenho dos cabritos, uma vez que estes alcançaram pesos adequados ao desmame (Pimenta Filho et al., 1996).

Montenegro et al. (1998) substituindo o leite de vaca por soro de queijo de cabra no aleitamento de cabritos three cross dos 35 aos 84 dias de vida, não observaram diferenças ( $P > 0,05$ ) para peso vivo final, ganho de peso diário e rendimento de carcaça ao incluírem até 60% de soro de queijo. Ao avaliarem a viabilidade econômica, os autores notaram relação custo/benefício favoráveis ao uso do soro de queijo pelo menor valor agregado a este subproduto. Em outro ensaio, Beserra et al. (2003), utilizaram soro de queijo de leite de cabra em até 60% de substituição ao leite de cabra e não verificaram diferenças ( $P > 0,05$ ) para peso vivo, rendimento de carcaça, rendimento muscular, relação músculo/osso e área do *longissimus dorsi*.

Na formulação de sucedâneos para caprinos, Fontes et al. (2006), observaram que a substituição de 64% do leite integral por concentrado protéico de soro (CPS) e soro de leite bovino não reduziu o consumo de alimentos nem o ganho de peso ( $P > 0,05$ ), sendo opção de dieta líquida para esses pequenos ruminantes. Entretanto, a substituição de

100% do leite integral por CPS e soro de leite afetou negativamente o desempenho dos cabritos, não sendo recomendada a sua utilização como única fonte alimentar ( $P < 0,05$ ).

Em ensaio conduzido por Costa et al. (2010), a substituição do leite de cabra por soro de queijo bovino em até 45%, não afetou o desempenho ponderal dos cabritos entre os 7 e 42 dias de idade ( $P < 0,05$ ). Segundo os autores, o fornecimento de soro de queijo em substituição ao leite de cabra disponibiliza mais leite para comercialização, proporcionando maior retorno econômico, ao se observar menor custo com alimentação (R\$ 23,80 e R\$13,38) e rentabilidade média (90,73 e 168,15%) para leite de cabra e 45% de soro de queijo respectivamente ( $P < 0,05$ ).

Os bovinos consomem grande quantidade de líquido por dia, dessa forma, o soro de leite pode contribuir com o fornecimento de líquido para os animais. Em sua forma fluida, o soro de leite foi estudado em substituição à água de bebida (soro de leite *ad libitum*, soro de leite + 30,2L de água, soro de leite + 15,1L de água e somente água) de vacas em lactação por Anderson et al. (1974). Os autores não observaram diferenças quanto ao consumo total de líquidos, composição e produção do leite entre os animais testados ( $P > 0,05$ ).

De acordo com Schingoethe (1975), o fornecimento de soro de leite *ad libitum* para vacas pode contribuir com até 29% da ingestão de matéria seca total. Provavelmente esse fator contribuiu com o menor consumo de feno observado por Anderson et al. (1974) pelos animais que receberam soro de leite.

A substituição da água de bebida por soro de leite em ovinos também foi estudada por Anderson (1975). O autor observou que os animais tratados com soro de leite e soro de leite + água tiveram maior consumo de líquido e de matéria seca. Além do maior consumo, o autor reporta que com a ingestão do soro de leite, aumentou a digestibilidade da matéria seca da dieta ( $P < 0,05$ ).

Muitas vezes, transportar o soro de leite fluido é oneroso. Para reduzir esse inconveniente, outra forma de oferecer esse alimento aos animais é na sua forma desidratada. O fornecimento do soro de leite desidratado em dietas para vacas foi estudado por Schingoethe e Rook (1975). Os autores não observaram diferenças nem para produção leiteira, nem para o balanço mineral ( $P > 0,05$ ).

Schingoethe et al. (1976) avaliaram o soro de leite desidratado em dietas para vacas leiteiras e observaram que embora as vacas alimentadas com soro de leite tenham apresentado menor produção de leite, quando corrigido para gordura, não houve diferença ( $P > 0,05$ ). Resultado similar ao encontrado por Schingoethe e Skyberg (1981).

No mesmo trabalho, os autores avaliaram o ganho de peso de novilhos, e não observaram diferenças de ganho de peso entre os alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja comparada à dieta que tinha soro de leite desidratado ( $P>0,05$ ).

A avaliação da digestibilidade de dietas contendo soro de leite desidratado foi realizada por Schingoethe et al. (1980). Como não foram evidenciadas diferenças entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), os autores ressaltam que os animais podem ingerir grandes quantidades de lactose sem comprometer a digestibilidade da dieta ingerida.

Três experimentos foram conduzidos por Galloway et al.(1992), com objetivo de suplementar novilhos e novilhas com soro de leite desidratado em substituição ao milho. Os autores concluíram que a inclusão de soro de leite desidratado não reduziu a digestibilidade dos nutrientes, aumentou a produção de butirato, manteve o fluxo de N microbiano para o duodeno ( $P>0,05$ ) e constataram que a inclusão de quantidades moderadas de soro de leite em substituição parcial ao milho com feno de baixa qualidade melhora o ganho de peso dos animais.

O uso de soro de leite condensado misturado com uréia como fonte protéica em confinamentos de bovinos foi realizado por Crickenberger et al. (1981). Concluíram que em dietas isonitrogenadas o soro com uréia proporciona consumo de MS, ganho de peso e eficiência alimentar semelhante aos animais suplementados com farelo de soja ( $P<0,01$ ).

A substituição do soro de leite condensado, por milho (0:100; 50:50 e 100:0), foi avaliada por Susmel et al. (1995). Os resultados mostraram que nas três horas pós-prandial com o pico de produção de AGV, destacando propionato e butirato ( $P<0,01$ ), o pH ruminal dos animais alimentados com soro reduziu abaixo de 6,0 ( $P<0,01$ ), retornando posteriormente a valores entre 6,0 e 6,5.

A mistura de soro de leite líquido em dietas para cabras leiteiras foi estudada por Rapetti et al. (1995). Os resultados mostraram que com a inclusão de soro de leite, houve aumento do consumo de MS e da produção de leite ( $P<0,05$ ) dos animais testados, indicando o soro de leite como ingrediente que pode ser utilizado na alimentação de cabras leiteiras.

Em dietas para cordeiros, Primo (2010) utilizou soro de leite bovino líquido em teores crescentes misturado ao alimento concentrado (milho e farelo de soja), e verificou que a inclusão em até 4% da MS não promoveu influência no consumo dos nutrientes ( $P>0,05$ ), exceto para a fração fibrosa. Quanto ao balanço de nitrogênio, este se mostrou positivo em todos os animais.



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ANDERSON, M.; LAMB, R.; MICKELSEN, C. et al. Feeding liquid whey to dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 57, p. 1206-1210, 1974.
- BALAGTAS, J. V.; HUTCHINSON, F. M.; KROCHTA, J. M. et al. Anticipating market effects of new uses for whey and evaluating returns to research and development. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 1662-1672, 2003.
- BESERRA, F. J.; BESERRA, L. C. N. M.; SILVA, E. M. C. et al. Efeito do aleitamento artificial à base de soro de queijo de leite cabra sobre as características da carcaça e da carne de cabritos mamão do tipo genético three cross. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.929-935, 2003.
- COSTA, R. G.; BELTRÃO FILHO, E. M.; MEDEIROS, G. R. et al. Substituição do leite de cabra por soro de queijo bovino para cabritos alpinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 824-830, 2010.
- CRICKENBERGER, R. G.; HENDERSON, H. E.; REDDY, C. A. Fermented ammoniated condensed whey as a crude protein source for feedlot cattle. **Journal Animal Science**, v.52, p.677-687, 1981.
- DE WIT, J. N. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 597-608, 1998.
- FARIAS, O. A. C. de. **Soro de leite em pó: Brasil caminha para a autossuficiência.** Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br/mercado/espaco-aberto/soro-de-leite-em-po-brasil-caminha-para-autossuficiencia-71038n.aspx>. Acesso em: 19 de setembro de 2011.
- FONTES, F. A. P. V.; COELHO, S. G. LANA, A. M. Q. et al. Desempenho de cabritos alimentados com dietas líquidas a base de leite integral ou soro de leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 2, p. 121-130, 2006.
- GALLOWAY SR., D. R.; GOETSCH, A. L.; SUN, W. et al. Digestion, feed intake, and live weight gain by cattle consuming bermuda grass hay supplemented with whey. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 2533-2541, 1992.

GEA FILTRATION. **Processamento de soro de leite.** Disponível em: [http://www.geafiltration.com/Portuguese/mercados\\_aplicacoes/processamento\\_de\\_soro\\_de\\_leite.htm](http://www.geafiltration.com/Portuguese/mercados_aplicacoes/processamento_de_soro_de_leite.htm). Acesso em: 05 de outubro de 2011.

GOMES, A. L.; SIQUEIRA, K. B.; LEITE, J. L. B. et al. O comércio internacional de soro de leite. In: LEITE, J. L. B. **Comércio Internacional de Lácteos.** 2. ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009. p. 350.

HEINRICH, A. J.; WELLS, S. J.; LOSINGER, W. C. A study of the use of milk replacers for dairy calves in the United States. **Journal of Dairy Science**, v. 78, p. 2831-2837, 1995.

KOSIKOWSKI, F. U. Whey utilization and whey products. **Journal of Dairy Science**, v.62, p.1149-1160, 1979.

LIZIEIRE, R. S.; CAMPOS, O. F. D. Soro de queijo “in natura” na alimentação de gado de leite. In: EMBRAPA-CNPGL Instrução técnica para o produtor de leite. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA-CNPGL, 2006.

McINTOSH, G. H.; ROYLE, P. J.; LEU, R. K. L. et al. Whey proteins as functional food ingredients? **International Dairy Journal**, v.8, p. 425-434, 1998.

MONTENEGRO, M. P.; AZEVEDO, A. R.; BARROS, N. N. et al. Uso do soro de queijo de cabra no aleitamento artificial de cabritos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1212-1217, 1998.

NEIVA, J. N. M.; NEIVA, J. N. M. **A Cadeia Produtiva do Leite.** Tocantins, 2006.

PIMENTA FILHO, E. C.; ERGIETTE, S. M. A.; ALMEIDA, C. C. Efeito da substituição do leite de cabra pelo soro de leite de vaca sobre o crescimento de cabritos na fase de aleitamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 3, p. 522-528, 1996.

PODLECH, P. A. S.; LUNA, M. F.; JERKE, P. R. Fermentação semicontínua de soro de leite por *Lactobacillus bulgaricus* em instalação piloto. **Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes**, v. 46, n. 1, p. 26-33, 1991.

PRIMO, T. S. Uso do soro de queijo bovino na alimentação de ovinos. **Dissertação (Mestrado).** Sobral-CE: UVA, 2010.

- RAPETTI, L.; FALASCHI, U.; LODI, R. et al. The effect of liquid whey fed to dairy goats on milk yield and quality. **Small Ruminant Research**, v. 16, p. 215-220, 1995.
- SCHINGOETHE, D. J.; ROOK, J. A. Ration digestibility and mineral balance in lactating cows fed rations containing dried whey. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.5, p.992-996, 1975.
- SCHINGOETHE, D. J. Whey utilization in animal feeding: A summary and evaluation. **Journal of Dairy Science**, v. 59, p. 556-570, 1975.
- SCHINGOETHE, D. J.; LUDENS, R.; TUCKER, W. L. et al. Evaluation of dried whey in concentrate mixtures for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.8, p.1466-1470, 1976.
- SCHINGOETHE, D. J.; SKYBERG, E. W.; BAILEY, R. W. Digestibility, mineral balance and rumen fermentation by steers of rations containing large amounts of lactose or dried whey. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.762-774, 1980.
- SCHINGOETHE, D. J.; SKYBERG, E. W. Lactational response to dried whey in concentrate mixture fed to dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 64, n. 1, p. 135-139, 1981.
- SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 397-409, 2004.
- SMITHERS, W. G. Whey to whey proteins – From `gutter to gold`. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 695-704, 2008.
- SUSMEL, P.; SPANGHERO, M.; MILLS, C. R. et al. Rumen fermentation characteristics and digestibility of cattle diets containing different whey: maize ratios. **Animal Feed Science and Technology**, v.53, p.81-89, 1995.
- WEBB, B. H.; WHITTIER, E. O. **The utilization of whey: A review**. USDA, p.139-164, 1949.

## **CAPÍTULO 2**

### **SORO DE LEITE BOVINO EM DIETAS PARA CAPRINOS - CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE E BALANÇO DE NUTRIENTES**

## RESUMO

Vinte cabritos machos, sem padrão racial definido, com peso vivo médio de 17 kg e cinco meses e meio de idade foram alojados em gaiolas de metabolismo para determinar o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes, bem como o balanço energético e nitrogenado em dietas contendo soro de leite bovino (SLB) em níveis crescentes (0%; 1,5%; 3,0%; e 4,5% de inclusão em matéria seca). O delineamento foi inteiramente ao acaso com quatro tratamentos (teores de inclusão de SLB), com cinco animais por tratamento, utilizando o teste Duncan para comparação das médias ( $P < 0,05$ ). Equações de regressão ( $P < 0,05$ ) e correlação de Pearson também foram feitas. Para o consumo de extrato etéreo (EE) (g/UTM) e EE digestível (g/UTM) a dieta com 3,0% de SLB proporcionaram maiores consumos ( $P < 0,05$ ) em relação ao tratamento sem SLB. O consumo de celulose (g/UTM) também foi maior ( $P < 0,05$ ) para o tratamento 3,0% de SLB comparado ao 1,5%. Aos demais nutrientes consumidos não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ). A digestibilidade dos nutrientes não foi alterada com a inclusão de SLB ( $P > 0,05$ ). Os caprinos que receberam 4,5% de SLB tiveram maior excreção de N fecal que a dieta sem SLB e menor retenção de nitrogênio que a dieta com 3,0% de SLB ( $P < 0,05$ ). Todas as dietas experimentais proporcionaram aos animais balanço energético e nitrogenado positivo. Inclusões de SLB em até 4,5% contribuem como fonte alimentar em dietas para caprinos sem comprometer o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes.

Palavras-chave: cabritos, leite, nutrição, queijo, ruminantes, subproduto lácteo.

## **WHEY IN DIETS FOR GOATS – INTAKE, APPARENT DIGESTIBILITY AND NUTRIENT BALANCE**

### **ABSTRACT**

Twenty native male goats, with 17 kg average weight and five and a half months old were housed in metabolic cages to determine intake and digestibility of dietary nutrients, as well as energetic and nitrogenous balance in diets containing bovine whey in increased levels (0%, 1.5%, 3.0% and 4.5% of inclusion in dry matter). The experimental design was completely randomized design with four treatments (bovine whey inclusion levels), with five animals per treatment, using the Duncan test for comparison of means ( $P < 0.05$ ). Regression equations ( $P < 0.05$ ) and Pearson correlation ( $P < 0.05$ ) were also made. The intake of ether extract (EE) ( $\text{g/kg}^{0.75}$ ) and digestible EE ( $\text{g/kg}^{0.75}$ ) to 3.0% of bovine whey was higher than the treatment without bovine whey ( $P < 0.05$ ). The cellulose intake ( $\text{g/kg}^{0.75}$ ) was also higher ( $P < 0.05$ ) for the 3.0% compared to 1.5%. For other nutrients, there were no differences ( $P > 0.05$ ). The digestibility of nutrients was not altered with the inclusion of whey ( $P > 0.05$ ). The goats received 4.5% of bovine whey had higher fecal nitrogen excretion than treatment without bovine whey and lower nitrogen retention than the diet with 3.0% ( $P < 0.05$ ). All diets provided to the animals positive nitrogen and energy balance. Bovine whey inclusions until 4.5% contribute up as a food source in diets for goats without compromising the intake and digestibility of nutrients.

Keywords: cheese, dairy by-products, kids, milk, nutrition, ruminants.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande potencial para a exploração de pequenos ruminantes, devido condições favoráveis à produção de carne e derivados, além de calçados e vestuário oriundos das peles. As condições ambientais propícias, aliadas à ampla disponibilidade de terras, principalmente nas fronteiras em expansão no semiárido nordestino e regiões Centro-Oeste e Norte do País, propiciam custos de produção relativamente baixos, favorecendo esse mercado (Leite, 2005).

A cadeia produtiva do leite bovino é um importante segmento do agronegócio brasileiro, especialmente sob os aspectos sociais e econômicos. Estima-se que no Brasil existam 1,3 milhões de propriedades rurais voltadas para a produção de leite bovino. No estado do Ceará, aproximadamente 432,5 milhões de litros de leite foram produzidos em 2009 (IBGE, 2009). Com a fabricação de queijos, soro de leite produzido é na maioria das vezes desperdiçado, por outro lado, pode ser destinado à alimentação animal, apresentando-se como alternativa em dietas para caprinos.

O soro de leite bovino é um subproduto que pode ser adicionado às dietas de pequenos ruminantes por possuir importantes nutrientes, como lactose e proteínas solúveis Costa et al. (2010), o que constitui alternativa aos alimentos concentrados tradicionais.

A avaliação de alimentos alternativos vislumbra conhecer os níveis adequados de inclusão e a aceitabilidade de um ingrediente novo à dieta pelos animais. Estabelecer o consumo voluntário permite a seleção qualitativa dos alimentos concomitante à ingestão de nutrientes em quantidade suficiente a atender a demanda nutricional dos rebanhos.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi determinar o consumo, a digestibilidade, o balanço nitrogenado e energético em caprinos alimentados com soro de leite bovino (SLB).

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Nutrição de Pequenos Ruminantes da Fazenda Experimental Vale do Acaraú (FAEX), em área pertencente à Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, em Sobral, Ceará, zona fisiográfica do Sertão Cearense, no período de 17 de novembro a 21 de dezembro de 2008. A região possui clima tipo BShw' (classificação de Köppen), megatérmico, seco, sem registros de precipitação chuvosa e com temperatura média de 29,2°C e umidade relativa do ar 52,9% no período experimental, conforme dados da FUNCEME (2010).

### 2.2. Dietas

As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas e isoenergéticas, para caprinos em crescimento com peso vivo médio 15 kg e ganho de peso médio de 25g/dia, segundo o NRC (2007). Foram compostas por feno de capim-aruaana (*Panicum maximum cv. Aruana*) picado, farelo de soja peletizado moído, milho em grão moído e calcário (Dieta controle) e para as dietas experimentais foi adicionado o soro de leite bovino (SLB) proveniente do processamento de queijo tipo coalho em níveis crescentes. Considerando-se a formulação dietética, os níveis de inclusão de SLB formulados foram 1,5; 3,0 e 4,5% da MS. A composição centesimal e bromatológica dos alimentos fornecidos estão nas Tabelas 1 e 2, respectivamente, e das dietas na Tabela 3..

O SLB foi misturado ao milho, farelo de soja e calcário, compondo a fração concentrada da dieta, fornecida logo em seguida ao fornecimento do feno. As dietas foram fornecidas em duas refeições iguais, fornecidas aos caprinos, às 8h00 e às 16h00, permitindo sobras alimentares de 10 a 20% do total fornecido por dia. Água e sal mineral estiveram disponíveis à vontade.



Tabela 1. Composição centesimal das dietas formuladas

Dietas	Alimentos					Relação Vol: Conc
	SLB	Feno de Aruana	Milho	Farelo de soja	Calcário	
0%	0,00	38,87	57,10	3,82	0,21	38,87: 61,13
1,5%	1,50	37,61	57,05	3,64	0,20	37,61: 62,39
3,0%	3,00	36,35	57,01	3,45	0,19	36,35: 63,65
4,5%	4,50	35,09	56,96	3,26	0,19	35,09: 64,91

Tabela 2. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados

Nutrientes (%)	Feno de Aruana	Soro de Leite Bovino	Milho	Farelo de soja	Calcário
Matéria seca *	93,4	7,09	95,1	95,0	100,00
Matéria orgânica	91,3	98,8	98,6	93,8	-
Proteína bruta	6,45	13,0	8,91	50,9	-
PBVD**	5,49	13,0	8,77	50,4	-
PBIDN **	1,52	-	0,85	2,49	-
PBIDA **	0,87	-	0,34	1,40	-
NIDN/NT**	23,5	-	9,53	4,88	-
NIDA/NT**	13,4	-	3,84	2,75	-
Extrato etéreo	0,76	8,46	3,48	4,30	-
AGVD **	-	7,46	2,48	3,30	-
Fibra em detergente neutro	69,4	-	19,9	20,2	-
FDNVD **	51,1	-	6,19	1,84	-
FDNcp**	63,2	-	11,7	5,96	-
Fibra em detergente ácido	35,9	-	6,09	11,3	-
Hemicelulose	45,4	-	4,08	12,1	-
Celulose	36,1	-	9,41	6,13	-
Lignina	8,03	-	3,55	8,35	-
Cinzas	8,68	1,22	1,38	6,17	-
Cálcio	0,72	0,43	0,50	0,57	38,0
Fósforo	0,33	0,03	0,32	0,85	-
Carboidratos totais	84,1	77,3	86,2	38,6	-
Carboidratos não fibrosos	12,9	77,3	74,5	32,6	-
CNFVD **	4,17	75,7	71,6	25,9	-
Energia bruta (Mcal/kg)	4,11	4,04	4,27	4,63	-
NDT	53,7	98,6	85,2	78,6	-

\*Matéria seca em base de matéria natural; \*\*PBVD = Proteína bruta verdadeiramente digestível; PBIDN = proteína bruta insolúvel em detergente neutro; PBIDA = Proteína bruta insolúvel em detergente ácido; NIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (em % do Nitrogênio total-NT); NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (em % do Nitrogênio total-NT); AGVD = Ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; FDNVD = Fibra em detergente neutro verdadeiramente digestível; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para proteína e cinzas; CNFVD = Carboidratos não fibrosos verdadeiramente digestíveis.

Tabela 3. Composição bromatológica em (%) em base de matéria seca das dietas

Nutrientes (%)	Composição Bromatológica			
	Dietas			
	0%	1,5%	3,0%	4,5%
Matéria seca *	95,0	93,1	91,3	89,7
Matéria orgânica	96,5	96,5	96,6	96,7
Proteína bruta	10,5	10,8	10,8	10,5
PBVD	10,1	10,5	10,5	10,1
PBIDN	1,11	1,07	1,04	1,01
PBIDA	0,53	0,51	0,49	0,48
NIDN/NT**	12,9	12,2	11,7	11,7
NIDA/NT**	6,26	5,82	5,57	5,58
Extrato etéreo	2,82	3,01	3,16	3,22
AGVD	1,88	2,07	2,21	2,28
Fibra em detergente neutro	31,4	28,7	27,1	27,3
FDNVD	17,6	15,8	14,8	15,1
FDNcp	26,8	24,3	23,0	23,3
Fibra em detergente ácido	14,1	12,9	12,2	12,2
Hemicelulose	15,2	13,6	12,8	12,9
Celulose	16,1	14,9	14,3	14,3
Lignina	4,97	4,74	4,58	4,49
Cinzas	3,52	3,27	3,12	3,11
Cálcio	0,65	0,64	0,63	0,63
Fósforo	0,35	0,35	0,34	0,33
Carboidratos totais	83,2	82,6	82,6	83,0
Carboidratos não fibrosos	56,4	58,3	59,6	59,7
CNFVD	51,8	54,0	55,4	55,5
EB (Mcal/kg)	4,25	4,24	4,24	4,23
NDT	76,8	77,9	78,7	78,9

Matéria seca em base de matéria natural; \*\*PBVD = Proteína bruta verdadeiramente digestível; PBIDN = Proteína bruta insolúvel em detergente neutro; PBIDA = Proteína bruta insolúvel em detergente ácido; NIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (em % do Nitrogênio Total-NT); NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (em % do Nitrogênio Total-NT); AGVD = Ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; FDNVD = Fibra em detergente neutro verdadeiramente digestível; FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para proteína e cinzas; CNFVD = Carboidratos não fibrosos verdadeiramente digestíveis.

### 2.3. Animais

Foram utilizados vinte caprinos (*Capra aegagrus hircus* L.) machos não castrados, sem padrão racial definido (SPRD), com aproximadamente cinco meses e meio de idade, peso vivo inicial médio (PV)  $17 \pm 3,9$  kg, foram previamente medicados contra endoparasitas (anti-helmíntico e coccidiostático) e alojados individualmente em

gaiolas de metabolismo, dotadas de comedouros, bebedouros, saleiros plásticos e coletores de fezes e urina, em galpão de alvenaria coberto e com piso de concreto.

#### 2.4. Coleta de amostras

O experimento teve duração de 33 dias, com 26 dias para adaptação e sete para coletas de amostras. Os caprinos foram pesados no início do período de adaptação e de coleta, e os pesos utilizados para estimar o consumo, para o ajuste de consumo diário, juntamente com os registros de sobras alimentares diárias por animal.

Durante o período de coletas, amostras do alimento fornecido e das sobras foram recolhidas diariamente, pesadas, guardadas em sacos plásticos e conservadas em *freezer* (-10°C). Ao final das coletas, foi preparada uma amostra composta por animal referente aos sete dias de coleta. Em seguida, foi feita a homogeneização das amostras e retiradas as alíquotas para moagem em moinho com peneira de malha de 1 mm. Após a moagem, as amostras de sobras e dos alimentos foram estocadas em recipientes plásticos. O SLB ficou conservado estocado em *freezer* a -10 °C.

A coleta total de fezes foi feita diariamente, tendo se registrado o peso e reservada alíquota de 20% do total, a qual foi embalada em sacos plásticos individuais, identificados e conservados em *freezer* (-10 °C). Ao final do experimento, foram descongelados à temperatura ambiente, por 14 horas, sendo preparada amostra composta por animal, a qual foi acondicionada em bandejas de alumínio e levada à estufa com ventilação forçada (55 a 60 °C) por 72 horas, sendo posteriormente estabelecido o mesmo procedimento feito com as sobras e os alimentos.

Nos baldes coletores de urina foram adicionados 100 ml de ácido clorídrico (HCl 2N) na véspera de cada coleta, visando-se evitar assim possíveis processos fermentativos e perdas de amônia por volatilização. O volume total de urina foi pesado, coletando-se alíquota de 20% pó ovino. A urina foi acondicionada em frascos plásticos e imediatamente congelada. Ao final do experimento, foi feito o descongelamento à temperatura ambiente por cerca de 10 horas, preparada amostra composta por animal que, após acondicionamento em frasco plástico, foi novamente congelada para futuras análises.

## 2.5. Análises laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do curso de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias e Biológicas da UVA (Sobral-CE) e de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (Teresina-PI). Para determinações de matéria seca (MS), cinzas, extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) dos alimentos, sobras e fezes, seguiram-se a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). A matéria seca do SLB foi determinada pela extração do extrato seco total, resíduo seco a 105 °C, conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Já para a quantificação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina, utilizaram-se a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

A estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT) dos alimentos, visando-se formulação das dietas experimentais, foi obtida pelas equações propostas por Cappelle et al. (2001):  $NDT = 91,6086 - 0,669233 * PB + 0,47932 * FDN$  ( $R^2 = 0,71$ ;  $P < 0,05$ ) para o feno de capim-aruaana;  $NDT = 91,0246 - 0,571588 * FDN$  ( $R^2 = 0,61$ ;  $P < 0,01$ ) para o milho, farelo de soja e SLB;  $NDT = 3,71095 - 0,129014 + 1,02278 * FDN * DMO$  ( $R^2 = 0,99$ ;  $P < 0,01$ ) para as dietas experimentais. Para o cálculo de NDT das dietas experimentais e porcentagem dos carboidratos totais (CT) foram empregadas as equações propostas por Sniffen et al. (1992). Para o cálculo dos carboidratos não fibrosos (CNF) utilizou-se equação sugerida por Weiss (1999).

O nitrogênio retido (g/dia) foi calculado de acordo com a equação proposta por Decandia et al. (2000), ou seja,  $[N \text{ ingerido} - (N \text{ fecal} + N \text{ urinário})]$ . A porcentagem do N ingerido aparentemente retido (balanço de nitrogênio) foi calculada de acordo com a equação proposta por Lascano et al. (1992):  $BN (\%) = (N \text{ ingerido} - N \text{ fecal} - N \text{ urinário}) / N \text{ ingerido} \times 100$ .

A Energia Bruta (EB) foi determinada em um calorímetro adiabático PARR 6200. Utilizando-se a técnica direta de determinação de energia em bomba calorimétrica, calculou-se o valor da energia digestível e energia metabolizável. Para tanto, mediu-se a energia contida no alimento fornecido, nas sobras, nas fezes e na urina. No caso da urina, a amostra foi pré-seca e colocada em cápsulas com valor energético já conhecido

inicialmente. A energia digestível (ED) foi calculada conforme Silva e Leão (1979), e a energia metabolizável, conforme Blaxter e Clapperton (1965).

## 2.6. Estatística experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (níveis de inclusão de SLB) e cinco repetições. As médias foram comparadas utilizando o teste de *Duncan* ( $P < 0,05$ ). As análises de correlação de Pearson ( $P < 0,05$ ) foram feitas conforme recomendações de Sampaio (2002). O peso vivo dos animais, registrado na semana do período de coletas, foi utilizado como covariável dentro do modelo estatístico, para evitar possível efeito de heterogeneidade de peso dentro dos tratamentos.

As análises estatísticas foram procedidas utilizando-se o *software* SAEG 9.0 - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + H_j + \beta(PV_{ijk} - \overline{PV}) + e_{ijk}$$

Onde,

$Y_{ijk}$  = valor referente à observação da repetição  $i$  do tratamento  $j$  e peso vivo  $k$

$\mu$  = média geral

$H_j$  = efeito do tratamento  $j$  ( $j = \text{zero; } 1,91; 3,95; 5,77$ )

$\beta$  = coeficiente de regressão do peso vivo sobre o tratamento

$PV_{ijk}$  = peso vivo utilizado como covariável

$\overline{PV}$  = peso vivo médio

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado à observação

A análise de regressão foi realizada utilizando-se o *software* SAEG 9.0 para permitir a estimativa dos consumos e coeficientes de digestibilidade em níveis de SLB, compreendidos no intervalo estudado. Foram testados diferentes modelos matemáticos (lineares, polinomiais, logarítmicos e exponenciais), a partir do procedimento Modelos Pré-definidos do SAEG, para escolha daquele que apresentasse maior significância e maiores coeficientes de regressão. Para a escolha do modelo matemático também foi observado se o mesmo ajustava-se à resposta biológica estudada.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme foi adicionado o soro de leite bovino ao concentrado, alterações no aspecto da ração foram notadas, de uma aparência ligeiramente umedecida no tratamento com 1,5% a uma aparência pastosa no tratamento com 4,5% de inclusão. Em instante algum os animais rejeitaram às dietas com soro de leite bovino, ao contrário, parecia ser bem apreciada, denotando a característica palatilizante desse alimento.

Ficou evidente a preferência dos animais ao concentrado, pela observação das sobras que em quase totalidade eram compostas por feno. Anderson et al. (1974), constataram em vacas que receberam soro de leite como fonte de bebida, menor ingestão de feno que em vacas com acesso a água. Embora o soro de leite bovino possa substituir melhor os grãos que o feno, o consumo de grãos é praticamente constante, sendo o efeito de redução de consumo refletido no feno (Anderson et al., 1974). Como o consumo de água não foi mensurado, avaliações do efeito substitutivo entre a inclusão de SLB e água não foram possíveis de serem visualizadas.

Rapetti et al. (1995), em estudo sobre o efeito do soro de leite líquido na alimentação de cabras leiteiras, observaram aumento do consumo de matéria seca total, além de elevações da concentração energética da dieta quando o soro de leite foi incluído.

Neste trabalho, entretanto, para os consumos em (g/UTM e digestível em g/UTM) de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, celulose digestível, carboidratos totais e carboidratos não fibrosos não foram verificadas diferenças entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Era esperado que a inclusão de SLB pudesse contribuir com o incremento do consumo de MS conforme observado na literatura. Embora tenha havido tendência de aumento para as dietas contendo SLB, não foi o suficiente para ser significativo.

De acordo com a análise de regressão realizada, não foram encontradas equações significativas ( $P > 0,05$ ) e nem com coeficientes de determinação representativos. Isso implica que a inclusão de SLB em até 4,5% na MS não interfere no consumo voluntário dos animais.

Inclusões ainda maiores de SLB à dieta ou sua adição em substituição à água podem ser formas de se observar o maior consumo de MS. Por outro lado, é possível que dietas muito pastosas sejam difíceis de serem manejadas em casos de fazenda, onde

o controle torna-se menos rigoroso do que em experimentos. Problemas como dificuldade no armazenamento da dieta misturada e fermentações indesejáveis no cocho poderiam surgir. Para o fornecimento de soro de leite bovino em sua forma fluida, deve-se ter o cuidado com insetos que são atraídos.

O fornecimento de soro de leite líquido como fonte de bebida para vacas foi estudado por Ørskov et al. (1970). Estes autores defenderam a teoria em que parece ser possível o funcionamento da goteira esofágica em animais adultos. Os animais deste trabalho não tiveram acesso ao SLB em sua forma fluida, mas, o umedecimento da dieta pode ter facilitado a ingestão da dieta refletindo no menor tempo de ingestão observado para os tratamentos contendo SLB.

Ao avaliar o consumo e digestibilidade de ovinos adultos, Anderson (1975), forneceu dietas contendo feno de alfafa como volumoso básico + soro de leite; feno de alfafa + soro + água e; feno de alfafa + água, e verificou que a dieta com soro de leite e feno, o consumo de matéria seca foi maior que na dieta com água e feno e similar ao da dieta com soro de leite + água + feno. O autor ressaltou que animais recebendo soro de leite e soro de leite e água consumiram aproximadamente 160 gramas a menos de feno diariamente que aqueles que consumiram feno de alfafa e água.

O consumo de matéria seca em g/UTM preconizado pelo NRC (2007) é 530 g MS/dia ou 3,51% do PV. Os tratamentos proporcionaram aos animais consumos acima do recomendado, com consumo médio de (701,46 e 3,81%; 722,43 e 4,10%; 789,70 e 4,5%; e 789,80 e 4,14% em g MS/dia e % do PV) para os tratamentos 0%; 1,5%; 3,0%; e 4,5%; respectivamente. Da mesma forma para o consumo de proteína bruta (valores superiores a 70 g/dia), as dietas proporcionaram consumos superiores ao recomendado pelo NRC (2007), que está entre 42 a 46 g/dia. Uma das propriedades da proteína do SLB que merece destaque é seu elevado valor biológico, e, conforme Smithers (2008), estas proteínas estão prontamente disponíveis para serem utilizadas pelo organismo.

Tabela 4 Médias de consumo diário de nutrientes em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/UTM) e nutrientes digestíveis (g/UTM) em dietas contendo SLB fornecidas a caprinos

Nutriente consumido	Dietas				ER**	CV (%)
	0%	1,5%	3,0%	4,5%		
Matéria seca (g/UTM)	78,3	83,7	91,9	86,2	Y=85,0	21,22
Matéria seca digestível (g/UTM)	61,3	63,8	69,4	63,0	Y=64,4	25,18
Matéria orgânica (g/UTM)	70,5	74,7	80,4	73,6	Y=74,8	21,46
Matéria orgânica digestível (g/UTM)	56,2	57,6	61,0	53,6	Y=57,1	24,98
Proteína bruta (g/UTM)	7,93	8,76	9,58	8,75	Y=8,78	20,53
Proteína bruta digestível (g/UTM)	5,78	6,09	6,71	5,67	Y=6,06	23,73
Extrato etéreo (g/UTM)	1,07 <sup>b</sup>	1,31 <sup>ab</sup>	1,52 <sup>a</sup>	1,44 <sup>ab</sup>	Y=1,26	19,86
Extrato etéreo digestível (g/UTM)	0,87 <sup>b</sup>	0,98 <sup>ab</sup>	1,24 <sup>a</sup>	1,14 <sup>ab</sup>	Y=1,06	23,28
Fibra em detergente neutro (g/UTM)	24,1	24,0	29,5	26,9	Y=26,1	19,14
FDN digestível (g/UTM)	12,7	11,4	16,9	15,1	Y=14,0	28,71
Fibra em detergente ácido (g/UTM)	8,78	8,22	10,5	10,3	Y=9,45	24,08
FDA digestível (g/UTM)	5,11	4,33	5,78	4,94	Y=5,04	32,24
Hemicelulose (g/UTM)	14,8	15,6	18,5	16,7	Y=16,4	18,73
Hemicelulose digestível (g/UTM)	9,49	9,20	11,9	10,4	Y=10,2	23,58
Celulose (g/UTM)	9,17 <sup>ab</sup>	8,47 <sup>b</sup>	11,0 <sup>a</sup>	9,58 <sup>ab</sup>	Y=9,55	18,92
Celulose digestível (g/UTM)	5,00	3,84	5,51	4,75	Y=4,78	30,50
Carboidratos totais (g/UTM)	60,0	68,1	76,5	72,4	Y=69,2	16,07
CT digestíveis (g/UTM)	45,8	52,7	57,5	54,0	Y=52,5	17,52
Carboidratos não fibrosos (g/UTM)	36,5	43,9	47,5	44,6	Y=43,1	17,23
CNF digestíveis (g/UTM)	34,6	41,4	44,0	41,2	Y=40,3	6,08

<sup>a</sup>Letras distintas na mesma linha indicam diferença estatística pelo teste de Duncan (P<0,05).

\*\*ER=Equações de Regressão (P<0,05).

A inclusão de SLB às dietas não influenciou (P>0,05) a digestibilidade dos nutrientes (Tabela 5).

A heterogeneidade das amostras do soro de leite bovino é fator que pode alterar a composição bromatológica e, conseqüentemente os parâmetros de digestibilidade dependendo da quantidade ofertada. Anderson em 1975 forneceu o SLB como fonte de bebida para ovinos, e, como o material ofertado não era bem homogêneo, obteve 86,9% ± 12,3%, e 73,0% ± 19,0%, para a digestibilidade da matéria seca e proteína bruta respectivamente. Cuidado deve ser tomado quanto à homogeneidade do alimento fornecido. No presente ensaio, teve-se o cuidado coar o soro de leite, constituindo-se em ingrediente bem uniforme.

É sabido que o SLB possui proteínas de alta solubilidade (Smithers, 2008). Com temperatura em torno de 40 °C e pH entre 5,65 e 6,80 a solubilidade das proteínas do soro ficam entre 86 e 87% (Pelegri e Gasparetto, 2003). O fornecimento de SLB não



contribuiu de maneira efetiva no incremento da digestibilidade da proteína bruta das dietas (Tabela 4). Provavelmente o conteúdo solúvel do soro de leite bovino foi rapidamente degradado a amônia, passando rapidamente para o TGI posterior. Leng e Nolan em 1984 relataram que a amônia é perdida rapidamente pela incorporação das bactérias que saem do rúmen, pela absorção de amônia através da parede ruminal e pelo fluxo da fase líquida para o omaso.

Mesmo com a lactose presente no SLB, a falta de carboidratos prontamente disponíveis pode ter contribuído com os picos de N-NH<sub>3</sub> observados às duas horas pós-prandiais nas dietas contendo SLB (Capítulo 4) e na maior excreção de N fecal e menor N retido pelo tratamento com 4,5% de SLB (Tabela 5%).

Quanto à digestibilidade do extrato etéreo, mesmo com o teor superior ao do milho e da soja (Tabela 2), as quantidades inclusas de SLB não foram suficientes para alterar a digestibilidade do extrato etéreo das dietas. Além disso, o teor de gordura das dietas não ultrapassou os 4% (Tabela 3), teor que não compromete a digestibilidade das frações fibrosas de acordo com Jenkins (1993).

Tabela 5. Médias (%) de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo das dietas contendo quantidades crescentes de soro de leite bovino fornecidas a caprinos

Digestibilidade	Dietas				ER*	CV (%)
	0%	1,5%	3,0%	4,5%		
Matéria seca	77,2	75,9	74,9	73,2	Y=75,3	7,49
Matéria orgânica	78,8	76,9	75,3	72,9	Y=76,0	7,05
Proteína bruta	72,0	69,2	69,6	65,0	Y=68,9	8,56
Extrato etéreo	80,6	74,6	81,0	78,9	Y=78,8	6,34
Fibra em detergente neutro	52,1	47,2	56,1	56,1	Y=52,9	10,7
Fibra em detergente ácido	57,9	51,5	54,5	47,9	Y=52,9	14,3
Hemicelulose	64,1	59,2	64,0	62,5	Y=62,4	9,75
Celulose	54,1	45,2	49,2	49,2	Y=49,4	15,3
Carboidratos totais	75,1	75,2	74,4	75,2	Y=75,0	3,55
Carboidratos não fibrosos	95,5	95,0	92,4	91,7	Y=93,6	5,94

Letras distintas na mesma linha indicam diferença estatística pelo teste de Duncan (P<0,05).

\*ER=Equações de Regressão (P<0,05).

A seletividade inata dos caprinos associada com a quantidade de sobras permitida estimulou ao aumento da ingestão do concentrado e aparente redução da ingestão de feno. Como o alimento concentrado era misturado ao volumoso, nas dietas com SLB o concentrado aderiu-se às partículas de feno. Esperava-se assim, que o consumo e a digestibilidade das frações fibrosas pudessem ser diferentes para as dietas com soro de leite bovino em relação à dieta controle, o que não ocorreu (P>0,05). Nas

dietas 0%; e 1,5% de SLB, curiosamente se observou maior digestibilidade da FDA em relação à FDN. Lousada Júnior et al. (2005) verificaram o mesmo acontecimento ao avaliarem a digestibilidade do abacaxi e maracujá em ovinos.

Ao avaliar o balanço de nitrogênio, não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para este parâmetro, assim como para o nitrogênio ingerido e da urina (Tabela 5). Para o nitrogênio fecal, os animais alimentados com dietas contendo 4,5% de SLB eliminaram mais nitrogênio que os animais que não consumiram SLB, sendo ambos semelhantes às dietas com 1,5% e 3,0% de SLB. Quanto ao nitrogênio retido, os animais que receberam 3,0% de SLB retiveram mais nitrogênio que os que ingeriram 4,5% ( $P<0,05$ ), sem diferenças entre os demais tratamentos. A maior excreção de nitrogênio pelas fezes dos animais que consumiram a dieta com 4,5% de SLB não comprometeu a digestibilidade da proteína (Tabela 4). Ficou evidente que a menor quantidade de nitrogênio retido pelo tratamento 4,5% foi devido à maior excreção de N fecal.

O balanço de nitrogênio positivo proporcionado pelas dietas indica maior ingestão de N em relação à excreção. Animais em crescimento ao ingerirem quantidades de proteína acima do necessário para suas funções vitais podem reter o excedente, convertendo em músculos. Dos compostos nitrogenados que chegam ao rúmen, cerca de 50 a 70% são degradados, liberando amônia (Carvalho et al., 2010). Com a alta solubilidade das proteínas do SLB, a maior parte deve ser convertida a amônia durante a passagem pelo rúmen, pouco contribuindo com o fornecimento de PNDR, uma vez que sua colaboração viria da síntese de proteína microbiana.

Tabela 6. Teores de nitrogênio ingerido, fecal, urinário, balanço de nitrogênio e nitrogênio retido em caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino

Variáveis	Dietas				ER*	CV(%)
	0%	1,5%	3,0%	4,5%		
N ingerido	10,7	11,5	13,0	12,8	Y=12,0	15,09
N fezes	3,14 <sup>b</sup>	3,70 <sup>ab</sup>	4,15 <sup>ab</sup>	4,54 <sup>a</sup>	Y=3,88	22,83
N urinário	1,21	1,24	0,97	1,20	Y=1,15	19,87
Balanço de N	6,40	6,59	7,90	7,05	Y=6,98	17,25
N retido	58,5 <sup>ab</sup>	57,2 <sup>ab</sup>	60,5 <sup>a</sup>	55,3 <sup>b</sup>	Y=57,9	5,44

<sup>a</sup>Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Duncan ( $P<0,05$ ).

\*ER=Equações de Regressão ( $P<0,05$ ).

Dietas formuladas com a inclusão de soro de leite bovino para caprinos nos teores estudados podem auxiliar com a oferta de nitrogênio necessária para o

metabolismo basal e síntese proteica dos animais. Para que isso ocorra, é necessário que haja energia disponível no rúmen, e assim promover a síntese protéica e ingestão de proteínas com adequado perfil de aminoácidos, sendo verificado neste trabalho correlação alta e positiva entre as variáveis: nitrogênio ingerido x ingestão de energia metabolizável ( $r=0,90$ ;  $P<0,05$ ).

Não foram verificadas diferenças ( $P>0,05$ ) para os parâmetros relativos à energia dietética avaliados. Com a análise de regressão, não foram evidenciadas equações significativas ( $P>0,05$ ) para os parâmetros avaliados (Tabela 6). O SLB se apresenta como alternativa alimentar aos caprinos por não influenciar negativamente o consumo desse nutriente, permitindo consumos de energia metabolizável acima do que prediz o NRC (2007) para a categoria em estudo (1,27 Mcal/dia de EM). Esse maior consumo contribuiu com o balanço energético positivo. A sincronia entre nutrientes está relacionada ao fornecimento de energia e proteína de forma que estejam disponíveis simultaneamente em proporções necessárias aos microrganismos do rúmen (Krehbiel et al, 2008). O balanceamento de dietas mostra-se fundamental para obtenção de elevados índices de produtividade (Dijkstra et al., 2002).

Tabela 6. Consumo de energia bruta em gramas por unidade de tamanho metabólico (g/UTM), digestibilidade da energia bruta, consumo de energia metabolizável (Mcal/kg), teores de energia metabolizável como proporção de matéria seca em (Kcal/kg) e o balanço de energia metabolizável (Kcal/kg) de caprinos alimentados com dietas contendo SLB

Variáveis	Dietas				ER*	CV(%)
	0%	1,5%	3,0%	4,5%		
EB (g/UTM)	312,5	343,5	393,1	374,4	Y=355,9	20,72
DIGEB (%)	73,76	75,53	72,81	74,48	Y=74,14	6,84
EM (Mcal/kg)	1,99	1,92	2,24	2,22	Y=2,09	32,70
TEMMS	2745	2625	2787	2785	Y=2735	14,86
Bal EM	2045	1970	2291	2268	Y=2143	32,13

<sup>a</sup>Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste Duncan ( $P<0,05$ ). \*ER – Equações de Regressão ( $P<0,05$ ).

A capacidade seletiva dos caprinos pode ter contribuído com o incremento do consumo energético, ao ingerirem porções mais nutritivas dos alimentos. A formulação de dietas com base nos NDT, assim como o modelo do NRC para predição das exigências também podem ter causado essa extrapolação, uma vez que essas predições são elaboradas com animais de padrões diferentes dos estudados aqui no Brasil. A

criação de sistemas de exigências que melhor se adéquem aos animais de clima tropical são necessários para predições mais precisas e acuradas de consumo dos nutrientes.

## CONCLUSÕES

O soro de leite bovino nos diferentes teores inclusos nas dietas para caprinos não alteram o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes avaliados. Em casos de inclusão superiores às estudadas, atenção a sincronia da degradabilidade das frações proteicas e energéticas deve ser dada.

Estudos complementares que avaliem a taxa de passagem e a síntese de proteína microbiana contribuirá para o melhor entendimento desse alimento em dietas para caprinos.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ANDERSON, M. et al.; LAMB, R.; MICKELSEN, C. Feeding liquid whey to dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 57, p. 1206-1210, 1974.
- ANDERSON, M. J. Metabolism of liquid whey fed to sheep. **Journal of Dairy Science**, v. 58, n. 12, p. 1856-1859, 1975.
- BLAXTER, K. L.; CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, v. 19, n. 1-2, p. 511-522, 1965.
- CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO DA SILVA, J. F.. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1837-1856, 2001.
- CARVALHO, G. G. P. D.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. R. et al. Balanço de nitrogênio, concentrações de uréia e síntese de proteína microbiana em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 10, p. 2253-2261, 2010.
- COSTA, R. G.; BELTRÃO FILHO, E. M.; MEDEIROS, G. R. et al. Substituição do leite de cabra por soro de queijo bovino para cabritos alpinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 824-830, 2010.
- DECANDIA, M.; SITZIA, M.; CABIDDU, A. E. A. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goat fed woody species. **Small Ruminant Research**, v. 38, n. 2, p. 157-164, 2000.
- DIJKSTRA, J.; MILLS, J. A. N.; FRANCE, J. The role of dynamic modelling in understanding the microbial contribution to rumen function. **Nutrition Research Reviews**, v. 15, p. 91, 2002.
- FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Dados climáticos do município de Sobral-CE**, 2008. Disponível em: <[www.funceme.br](http://www.funceme.br)>. Acesso em: 15 maio 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção. **IBGE**, 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 2 jan. 2011.

- JENKINS, T. C. Lipid Metabolism In the Rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3851-3863, 1993.
- KREHBIEL, C. R.; BANDIK, C. A.; HERSOM, M. J. et al. Alpha Pharma Beef Cattle Nutrition symposium: Manipulation of nutrient synchrony. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 285-286, 2008.
- LASCANO, C. E.; BOREL, R.; QUEIROZ, R. et al. Recommendations on the methodology for measuring consumption and *in vivo* digestibility. In: RUIZ, M.E.; RUIZ, S.E. (Eds.). **Ruminant nutrition research: methodological guidelines**. San Jose: Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture/Latin American Network for Animal Production Systems Research, p.173-182, 1992.
- LEITE, E. R. A cadeia produtiva da ovinocaprinocultura e da caprinocultura de corte. In: CAMPOS, A. C. N. **Do campus para o campo: tecnologias para a produção de ovinos e caprinos**. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005.
- LENG, R. A.; NOLAN, J. V. Nitrogen Metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 67, p. 1072-1089, 1984.
- LOUSADA JÚNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. et al. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 659-669, 2005.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- NRC – National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007.
- ØRSKOV, E. R.; BENZIE, D.; KAY, R. N. B. The effects of feeding procedure on closure of the oesophageal groove in young sheep. **British Journal of Nutrition**, v. 24, p. 785-795, 1970.
- PELEGRINE, D. H.; GASPARETTO, C. A. Estudo da solubilidade das proteínas presentes no soro de leite e na clara de ovo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 5, n. 1, p. 57-65, 2003.

- RAPETTI, L.; FALASCHI, U.; LODI, R. et al. The effect of liquid whey fed to dairy goats on milk yield and quality. **Small Ruminant Research**, v. 16, p. 215-220, 1995.
- SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002.
- SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979.
- SMITHERS, W. G. Whey to whey proteins – From `gutter to gold`. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 695-704, 2008.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. et al. net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.
- WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, Proceedings.... Ithaca: Cornell University. 1999. p. 176-185.



## **CAPÍTULO 3**

### **COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE CAPRINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO SORO DE LEITE BOVINO**

## RESUMO

O estudo do comportamento ingestivo contribui para a identificação de fatores que podem influenciar a minimizar ou maximizar o consumo da dieta fornecida. Dessa forma, objetivou-se determinar o comportamento ingestivo de cabritos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino (SLB). Vinte caprinos machos, sem padrão racial definido, com peso vivo médio de 17 kg e cinco meses e meio de idade foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (inclusão do SLB em zero, 1,5%; 3,0%; e 4,5% em MS) com cinco repetições cada. Para o ensaio de atividades comportamentais, as observações foram feitas num período de 24 horas em intervalos de cinco minutos, registrando o tempo dos animais despendido com alimentação, ruminação, ócio e outras atividades. Para o ensaio do comportamento ingestivo, três observações de duas horas cada ao longo do dia foram feitas para estimar a eficiência de ingestão, de ruminação da MS e FDN, tempo de mastigação total, tamanho de bolo, número de bolos, número de mastigações por bolo e tempo de mastigações por bolo. Não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) para os tempos despendidos com ingestão, ruminação, ócio e outras atividades entre os tratamentos. Sem diferenças para os parâmetros de comportamento ingestivo ( $P>0,05$ ), exceto para eficiência alimentar, onde os animais que receberam 3,0% de SLB foram mais eficientes comparados aos que não receberam soro de leite bovino. O soro de leite bovino fornecido conforme neste trabalho mantém os parâmetros de comportamento ingestivo em mesmo padrão.

Palavras-chave: alimentação, cabritos, mastigações merísticas, nutrição, queijo, ruminantes

# **INGESTIVE BEHAVIOR OF GOATS FED WITH DIETS CONTAINING BOVINE WHEY**

## **ABSTRACT**

The study of feeding behavior contributes to the identification of factors that can influence to minimize or maximize the intake, among them, the food provided. Thus, the objective was to determine the feeding behavior of goats fed diets containing whey. Twenty native male goats, with average weight of 17 kg, five and a half months old were distributed in a completely randomized design with four treatments (inclusion of whey in zero, 1.5%, 3.0% and 4.5% in DM) with five replications. For behavioral activity, the observations was made over a period of 24 hours each five minutes, recording the time spent to food, ruminating, idle and other activities. To feeding behavior, three observations of two hours each throughout the day were made to estimate intake efficiency, rumination efficiency of DM and NDF, total chewing time, bolus size, number of bolus, number of chews per bolus and chewing time per bolus. No differences ( $P > 0.05$ ) were observed to parameters of feeding behavior, except for feed efficiency, where the animals that received diets with 3.0% of whey were more efficient than animals of diets without whey ( $P < 0.05$ ). The whey provided as this work remains the feeding behavior parameters.

Keywords: cheese, food, goats, nutrition, ruminants, ruminating chews

## **1. INTRODUÇÃO**

O uso do soro na alimentação animal é interessante devido aos elevados níveis de aminoácidos essenciais, especialmente os de cadeia ramificada (Smithers, 2008).

Dados da literatura que avaliem o fornecimento de dietas contendo SLB para caprinos são escassos. O estudo do comportamento ingestivo, segundo Hodgson (1990), pode identificar hábitos alimentares que, inclusive, permitam aos animais, atingir o nível de consumo adequado às suas exigências, considerando-se a dieta ingerida. De acordo com Fischer et al. (2000), ruminantes alimentados em confinamento duas vezes ao dia apresentam duas refeições principais após o fornecimento da dieta entre uma e três horas, além de outras pequenas refeições. Desse modo, os períodos de ruminação e descanso, bem como a distribuição e o tempo despendido com estes, serão influenciados pelas atividades de ingestão (Deswysen et al., 1993; Fischer et al., 1997ab). Avanços em pesquisas em nutrição trouxeram benefícios para a caprinocultura (Carvalho et al., 2007) e, estudos de comportamento contribuem para ajustar o manejo para obtenção de um melhor desempenho nos sistemas de criação desta espécie (Carvalho et al., 2004, Silva et al., 2005).

Dessa forma, objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de caprinos alimentados com dietas contendo SLB em níveis crescentes de inclusão.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Nutrição de Pequenos Ruminantes da Fazenda Experimental Vale do Acaraú (FAEX), em área pertencente à Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, em Sobral, Ceará, zona fisiográfica do Sertão Cearense, no período entre 20 e 21 de dezembro de 2008. A região possui clima tipo BShw' (classificação de Köppen), megatérmico, seco, sem registros de precipitação chuvosa e com temperatura média de 29,2°C e umidade relativa do ar 52,9% no período experimental, conforme dados da FUNCEME (2010), referentes ao ano de 2008.

### 2.2. Dietas

As dietas foram formuladas para caprinos em crescimento com peso médio de 15 kg e ganho diário de 25g/dia, conforme o NRC (2007). Feno de capim-aruaana (*Panicum maximum* cv. aruana) oriundo da própria FAEX, milho em grão moído, farelo de soja peletizado, calcário (controle) e soro de leite bovino em níveis crescentes de inclusão (1,5%; 3,0%; e 4,5% em matéria seca) constituíram as dietas consumidas (Tabela 1). A composição bromatológica das dietas pode ser observada na Tabela 2. Água e mistura mineral foram fornecidos à vontade. O fornecimento das dietas foi realizado duas vezes ao dia, às oito e às 16 horas, feito para permitir sobras alimentares entre 10 e 20% do total fornecido.

Tabela 1. Consumo dos nutrientes dietéticos pelos caprinos

Nutrientes	Dietas				CV (%)
	0%	1,5%	3,0%	4,5%	
Matéria Seca g/dia	701,4	722,4	789,7	789,8	20,5
Matéria Seca % PV	3,81	4,10	4,50	4,14	21,4
Matéria Orgânica g/dia	631,3	644,3	691,0	673,9	20,7
Matéria Orgânica % PV	3,43	3,66	3,93	3,53	21,4
Proteína Bruta g/dia	71,0	75,5	82,3	79,9	19,7
Extrato Etéreo g/dia	9,57 <sup>b</sup>	11,3 <sup>ab</sup>	13,1 <sup>a</sup>	13,1 <sup>a</sup>	18,5
FDN g/dia	210,4	204,2	253,7	248,2	18,3
FDN % PV	1,18	1,18	1,44	1,29	19,5
FDA g/dia	75,1	69,3	90,3	95,0	17,1
Hemicelulose g/dia	130,1	133,8	159,0	153,1	25,0
Celulose g/dia	79,2	71,4	94,8	88,8	19,0

<sup>a</sup>Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste Duncan (P<0,05).

Tabela 2. Composição bromatológica das dietas consumidas pelos caprinos

Nutrientes (%)	Composição Bromatológica			
	Dietas			
	0%	1,5%	3,0%	4,5%
Matéria seca	95,0	93,1	91,3	89,7
Matéria orgânica	96,5	96,5	96,6	96,7
Proteína bruta	10,5	10,8	10,8	10,5
PBVD	10,1	10,5	10,5	10,1
PBIDN	1,11	1,07	1,04	1,01
PBIDA	0,53	0,51	0,49	0,48
NIDN/NT	12,9	12,2	11,7	11,7
NIDA/NT	6,26	5,82	5,57	5,58
Extrato etéreo	2,82	3,01	3,16	3,22
AGVD	1,88	2,07	2,21	2,28
Fibra em detergente neutro	31,4	28,7	27,1	27,3
FDNVD	17,6	15,8	14,8	15,1
FDNcp	26,8	24,3	23,0	23,3
Fibra em detergente ácido	14,1	12,9	12,2	12,2
Hemicelulose	15,2	13,6	12,8	12,9
Celulose	16,1	14,9	14,3	14,3
Lignina	4,97	4,74	4,58	4,49
Cinzas	3,52	3,27	3,12	3,11
Cálcio	0,65	0,64	0,63	0,63
Fósforo	0,35	0,35	0,34	0,33
Carboidratos totais	83,2	82,6	82,6	83,0
Carboidratos não fibrosos	56,4	58,3	59,6	59,7
CNFVD	51,8	54,0	55,4	55,5
EB (Mcal/kg)	4,25	4,24	4,24	4,23
NDT	76,8	77,9	78,7	78,9

\*PBVD = Proteína Bruta Verdadeiramente Digestível; PBIDN = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Neutro; PBIDA = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Ácido; NIDN = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (em % do Nitrogênio Total-NT); NIDA = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (em % do Nitrogênio Total-NT); AGVD = Ácidos Graxos Verdadeiramente Digestíveis; FDNVD = Fibra em Detergente Neutro Verdadeiramente Digestível; FDNcp = Fibra em Detergente Neutro corrigida para proteína e cinzas; CNFVD = Carboidratos Não Fibrosos Verdadeiramente Digestíveis.

### 2.3 Animais

Foram utilizados vinte cabritos machos não castrados, sem padrão racial definido, com cinco meses de idade e peso vivo inicial médio de  $17 \pm 3,9$  kg. Os animais foram previamente medicados contra endoparasitas (antihelmíntico e coccidiostático) e alojados em gaiolas de metabolismo dotadas de comedouros, bebedouros, saleiros plásticos, além de coletores de fezes e urina.

### 2.4 Coleta de dados

Posteriormente ao período de adaptação às gaiolas, às dietas e a etapa de coletas de amostras do experimento de consumo e digestibilidade aparente, em um dia, o ensaio de comportamento ingestivo foi realizado com a mensuração dos tempos despendidos com ingestão, ruminação, ócio e outras atividades (defecação, micção, o consumo de água e mistura mineral). As observações foram feitas durante vinte e quatro horas, a intervalos de cinco minutos entre cada observação, conforme descrito por Johnson e Combs (1991). Após esta etapa do ensaio, no dia seguinte, foi realizada a avaliação dos parâmetros nictemerais, adotando-se a observação visual dos animais nos horários de 10 as 12 horas, 14 às 16 horas e 18 às 20 horas, sendo utilizado um cronômetro digital (Bürger et al., 2000). Para adaptação dos animais às observações noturnas, manteve-se iluminação artificial no ambiente durante todo o período de adaptação.

Os dados referentes a cada animal foram anotados em planilhas por observadores treinados, de forma a realizar as observações evitando ao máximo incomodar os animais. Os resultados referentes aos fatores do comportamento ingestivo foram obtidos pelas relações:

$$EI = CMS/TI;$$

$$ERU = CMS/TRU;$$

$$ERU = CFDN/TRU;$$

$$TMT = TI+TRU;$$

$$BOL = TRU/MMtb;$$

$$MMnd = BOLMMnb.$$

Sendo:

EI (g MS/h) é eficiência de ingestão; CMS (g MS/dia); TI (h/dia), tempo de ingestão; ERU (g MS/h; g FDN/h), eficiência de ruminação; TRU (h/dia), tempo de ruminação; TMT (h/dia), tempo de mastigação total; BOL (no/dia), número de bolos ruminais; TRU (s/dia), tempo de ruminação; MMtb (s/bolo), tempo de mastigações merícicas por bolo ruminal (Polli et al., 1996); MMnd (no/dia), número de mastigações merícicas; e MMnb (no/bolo), número de mastigações merícicas por bolo.

### 1.1. Estatística experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. Com uso do software SAEG 9.0, as médias obtidas para os tratamentos experimentais foram comparadas pelo teste Duncan ( $P < 0,05$ ), segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + H_j + e_{ij}$$

Onde,

$Y_{ij}$  = valor referente à observação do tratamento  $i$  da repetição  $j$ ;

$\mu$  = média geral;

$H_i$  = efeito do tratamento  $i$  ( $i = \text{zero; 1,5; 3,0; 4,5}$ );

$e_{ij}$  = erro aleatório associado à observação;



## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor médio de PB e NDT nas dietas ingeridas pelos caprinos (10,7% e 78,1%) (Tabela 1) apresentaram-se superiores ao predito e formulado de acordo com o NRC (2007) para a categoria avaliada, (8,30% e 66,04%), respectivamente. Isso indica a capacidade dos caprinos elevarem o valor nutritivo da dieta ingerida através da seletividade dos alimentos. Provavelmente, dietas contendo SLB melhoram a palatabilidade. Segundo Van Soest (1994) a seleção de alimentos está relacionada à palatabilidade, com a habilidade do animal em selecionar partes específicas dos alimentos ou pelo apetite, e que animais famintos são menos seletivos.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para os tempos despendidos com ingestão, ruminação, ócio e outras atividades (Tabela 3) entre os tratamentos. Também não foram obtidas equações significativas ( $P>0,05$ ) aos mesmos parâmetros avaliados. Com o umedecimento das dietas com SLB, era esperada redução no tempo de ingestão já que dietas úmidas poderiam ser ingeridas mais rapidamente, e mesmo com o indicativo de que dietas contendo SLB tendem a promover menor tempo de ingestão, esse efeito não foi observado. A atividade de ingestão correspondeu entre 16,8% (3,0% de SLB) a 23,0% (0% de SLB) do tempo total diário.

O comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo SLB foi avaliado por Primo (2010), que observou tempo em ingestão inferior aos deste trabalho. Ao avaliar o comportamento ingestivo entre caprinos e ovinos, Van et al. (2002), ressaltaram que caprinos despendem maior tempo para consumir a dieta que os ovinos, característica essa, relacionada ao comportamento seletivo mais aguçado em relação aos ovinos (Mohand-Fehr et al., 1991).

Tabela 3. Tempos despendidos com consumo, ruminação, ócio e outras atividades de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino

Parâmetros Avaliados	Dietas				ER*	CV(%)
	0%	1,5%	3,0%	4,5%		
Tempo em ingestão	5,52	4,20	4,03	4,45	Y=4,55	29,7
Tempo em ruminação	5,67	5,03	5,66	6,17	Y=5,63	22,8
Tempo em ócio	12,3	14,2	13,9	12,8	Y=13,3	13,5
Tempo em outras atividades	0,47	0,60	0,45	0,63	Y=0,54	62,8

Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste Duncan ( $P<0,05$ ).

\*Equações de regressão ( $P<0,05$ ).

Mertens em 1997 relatou que a resistência de materiais pouco digestíveis à redução do tamanho de partículas aumenta a necessidade de mastigação, resultando em maior tempo despendido com ingestão. O maior consumo de celulose do tratamento com 3,0% de SLB (Capítulo 2), não decorreu em maior tempo em ruminação ( $P>0,05$ ).

Como o feno oferecido foi picado, é possível que o tamanho de partícula não tenha sido um fator que exigisse maior tempo para essa atividade. A mesma eficiência em ruminar a matéria seca e a fibra em detergente neutro ( $P>0,05$ ) observadas na Tabela 4, é outro indicativo do efeito do tamanho de partícula, não descartando a hipótese de que dietas umedecidas facilitam a ingestão da dieta. Owens e Goetsch em 1993 ressaltaram que a taxa de passagem de líquidos excede a taxa fracional de passagem ( $K_p$ ) de partículas, o que faz do SLB um contribuinte em potencial.

O tempo despendido em ócio por todos os tratamentos superou os 50% do total diário. O dimensionamento das gaiolas metabólicas, o número de ofertas alimentares, o tipo de dieta fornecida e a facilidade para capturar o alimento contribuem para um consumo mais rápido, resultando em maior tempo em ócio. Diferente de animais a pasto, onde o tempo gasto para seleção e/ou apreensão minuciosa do alimento são maiores, e também ocorre o deslocamento entre as estações de pastejo. Para esses animais, o tempo gasto em ócio é bem inferior.

A tendência em aumentar a ingestão de matéria seca (Tabela 1) e em reduzir o tempo gasto em ingestão (Tabela 3) proporcionado pela inclusão de SLB às dietas, pode ser visto na maior ( $P<0,05$ ) eficiência de ingestão dos animais alimentados com 3,0% de SLB comparado aos animais que não receberam SLB (Tabela 4). Aos demais parâmetros avaliados, não houve diferenças ( $P>0,05$ ). Para os parâmetros eficiência de ruminação da matéria seca, da fibra em detergente neutro, o tempo de mastigação total, o número de bolos diários, o número de mastigações por dia, por tempo e também o número de mastigações do bolo, não foram evidenciadas diferenças para os tratamentos ( $P>0,05$ ).

Alguns dos fatores que podem interferir no tempo em ruminação são o perfil e quantidade da fibra presente no alimento, e a forma física da dieta (Van Soest, 1994). Esses fatores também influenciam a extensão, a taxa de digestão (Forbes, 2007) e a taxa de passagem pelo trato gastrointestinal. Em estudo avaliando o comportamento ingestivo de cabras Alpinas alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra em detergente neutro provenientes de forragens (FDNF), Carvalho et al. (2006) observaram

que a maior eficiência de ingestão conferida a dietas com menor teor de FDN está em função da maior ingestão de matéria seca.

Conforme aumentou a quantidade de SLB ao concentrado, tomou um aspecto pastoso, devido essa característica adquirida esperava-se menor número de mastigações diárias aos animais alimentados com dietas com maiores quantidades de soro de leite bovino, o que destaca a característica de mastigar bem os alimentos ao ingerir inerente dos caprinos. Como a ruminação não foi comprometida com a inclusão de soro de leite bovino às dietas, a quantidade de bolos e o número de mastigações em suas modalidades também seguiram essa vertente.

Tabela 4. Parâmetros nictemerais de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino em níveis crescentes de inclusão

Parâmetros Avaliados	Dietas				ER*	CV (%)
	0%	1,5%	3,0%	4,5%		
EI	127,1 <sup>b</sup>	204,7 <sup>ab</sup>	222,8 <sup>a</sup>	191,5 <sup>ab</sup>	Y=186,5	35,2
ERUMS	126,9	142,5	143,3	137,5	Y=137,5	26,4
ERUFDN	38,44	40,10	46,39	42,79	Y=41,9	24,9
TMT	11,19	9,23	9,69	10,62	Y=10,4	16,3
BOL	23,15	21,51	22,65	25,42	Y=23,2	30,4
MMND	40819	35774	42080	47049	Y=41130,5	24,3
MMTB	148,4	131,8	136,5	143,9	Y=140,1	18,1
MMNB	226,2	214,3	236,5	243,9	Y=230,2	14,8

<sup>a</sup>Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste Duncan ( $P < 0,05$ ). Eficiência de ingestão (EI), de ruminação da MS (ERUMS), de FDN (ERUFDN), tempo de mastigação total (TMT), número de bolos alimentares (BOL), número de mastigações por dia (MMND), tempo (MMTB) e número de mastigações por bolo alimentar (MMNB).

Como os animais utilizados eram recém desmamados, a palatabilidade do SLB pode ter contribuído como estímulo ao consumo dos caprinos. Os efeitos da palatabilidade não são importantes para o consumo individual de uma forragem, entretanto, possui grande importância na escolha de alimentos quando mais de um é oferecido, como em dietas totais (Gherardi e Black, 1991 e Gherardi et al., 1991).

Alimentos que favorecem a maior taxa de passagem, de digestão e de desaparecimento podem provocar aumento do consumo, por exemplo, dietas com maior proporção de alimentos concentrados. As dietas formuladas ficaram com relação de volumoso: concentrado, inferiores a 40: 60 (Capítulo 2, Tabela 1).

## **CONCLUSÕES**

Dietas contendo soro de leite bovino conforme as avaliadas mantêm o padrão de comportamento alimentar dos caprinos, com aumento da eficiência de ingestão.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 919-925, 2004.
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T. BRANCO, R. H. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 562-568, 2006.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, H. G. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de cabras lactantes alimentadas com farelo de cacau e torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 103-110, 2007.
- DESWYSEN, A. G.; DUTILLEUL, P. A.; GODFRIN, J. P. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite fourier transform. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 10, p. 2739-2747, 1993.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; AMOUCHE, E. et al. Efeitos da pressão de pastejo sobre o comportamento ingestivo e o consumo voluntário de ovinos em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 5, p. 1025-1031, 1997a.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DÈSPRES, L. et al. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dieta à base de feno durante um período de seis meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 5, p. 1032-1038, 1997b.
- FISCHER, V.; DUTILLEUL, P.; DESWYSEN, A. G. et al. Aplicação de probabilidades de transição de estado dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos. Parte I. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 19, n. 6, p. 1811-1820, 2000.
- FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Guildford, 2. ed, UK: Cab International, 2007, 461p.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Dados climáticos do município de Sobral-CE**, 2008. Disponível em: <www.funceme.br>. Acesso em: 15 maio 2010.

GHERARDI, S.; BLACK, J. L. Effect of palatability on voluntary feed intake by sheep. I. Identification of chemicals that alter the palatability of a forage. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 42, p. 571–584, 1991.

GHERARDI, S.; BLACK, J. L.; COLEBROOK, W. F. Effect of palatability on voluntary feed intake by sheep. II. The effect of altering the palatability of wheaten hay on long-term intake and preference. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 42, p. 585-598, 1991.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. London, England: Longman Handbooks in Agriculture, 1990.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethyleneglicol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 3, p. 933-944, 1991.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1463-1481, 1997.

MORAND-FEHR, P.; OWEN, E.; GIGER-REVERDIN, S. **Feeding Behavior of Goats at the trough. Goat Nutrition**. [S.l.]: EAAP, Wageningen, 1991.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. **The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition**. [S.l.]: [s.n.], v. 1, 1993.

POLLI, V. A.; RESTLE, J. SENNA, D. B. et al. Aspectos relativos à ruminção de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p. 987-993, 1996.

PRIMO, T. S. **Uso do soro de queijo bovino na alimentação de ovinos**. Dissertação (Mestrado). Sobral-CE: UVA, 2010.

SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo farelo de cacau ou torta de dendê em cabras lactantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 405-411, 2005.

SMITHERS, W. G. Whey to whey proteins – From `gutter to gold`. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 695-704, 2008.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. London: Cornell University, 1994.

VAN, D. T. T.; LEDIN, I.; MUI, N. T. Feed intake and behaviour of kids and lambs fed sugar cane as the sole roughage with or without concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 100, p. 79-91, 2002.

## **CAPÍTULO 4**

### **DINÂMICA DA FERMENTAÇÃO RUMINAL DE CAPRINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO SORO DE LEITE BOVINO**



## RESUMO

O presente estudo determinou o pH e concentrações de nitrogênio amoniacal do líquido ruminal de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino. Dezesesseis caprinos machos, sem padrão racial definido foram utilizados em delineamento com parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os teores de inclusão de SLB (0%; 1,5%; 3,0%; e 4,5% em MS), e nas subparcelas, os tempos de coleta (zero, duas, cinco e oito) horas pós-prandial. A coleta de líquido ruminal foi feita através de sonda esofágica. As amostras eram imediatamente conduzidas para as mensurações de pH e armazenadas em seguida para análise de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>). Não foram evidenciadas interações nem diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os valores de pH das dietas. Entre os tempos pós-prandiais, o tempo zero apresentou maiores valores nas dietas com 1,5 e 4,5% de soro de leite bovino ( $P < 0,05$ ). Para as concentrações de N-NH<sub>3</sub>, interação dieta x tempo de coleta foi observada ( $P < 0,05$ ). Os caprinos que receberam dietas com a inclusão de SLB em 3,0 e 4,5% durante a segunda hora pós-prandial apresentaram as maiores concentrações ( $P < 0,05$ ). O soro de leite bovino pode ser fornecido para cabritos nos teores aqui estudados por manter o ambiente ruminal favorável aos microrganismos celulolíticos. Com os picos de N-NH<sub>3</sub> observados para as dietas com SLB às primeiras horas pós-prandiais, a utilização de carboidratos prontamente disponíveis pode contribuir com a melhor utilização desse alimento.

Palavras-chave: lácteo, líquido ruminal, nutrição, queijo, ruminantes

# **RUMINAL FERMENTATION IN GOATS FED WITH DIETS CONTAINING WHEY**

## **ABSTRACT**

This study established the pH and ammonia nitrogen (N-NH<sub>3</sub>) of goat rumen fluid fed with diets containing whey. Sixteen native male goats was used in a split plot design, with plots concerning the inclusion levels of SLB (0%, 1.5%, 3.0% and 4.5% in DM), and the subplots the sampling times collected (zero, two, five and eight) postprandial hours. The collect of rumen fluid was made by an esophagus catheter. The samples was immediately conducted to the measurements of pH, and then stored for analysis of ammonia nitrogen (NH<sub>3</sub>-N). To pH neither interactions (diets x time) nor differences (P>0.05) between diets were observed. Among the postprandial times, the pH of the goats at zero time was higher than the other postprandial times to 1.5 and 4.5% of whey (P<0.05). To the concentrations of NH<sub>3</sub>-N, interaction (diets x time) were found (P<0.05). Kids that received diets with 3.0 and 4.5% of whey during second postprandial hour showed higher concentrations (P<0.05). Whey can be used to goats in tested concentrations to keep the rumen environment favorable to cellulolytic microorganisms. With the peak of NH<sub>3</sub>-N observed in initial postprandial hours, the utilization of carbohydrates quickly available may contribute to better utilization this food.

Keywords: cheese, food, nutrition, rumen fluid, ruminants

## 1. INTRODUÇÃO

Durante o processamento do queijo, o soro de leite é a fração líquida resultante da precipitação da caseína e da gordura. Aproximadamente 55% dos nutrientes presentes no leite permanecem no soro de leite (Rapetti et al., 1995), sendo atribuídas às proteínas do soro, propriedades funcionais e fisiológicas (Smithers 2008).

Na alimentação de ruminantes, o soro de leite bovino tem sido utilizado como sucedâneo na amamentação de cabritos, porém, são escassos os relatos na literatura que indicam o uso desse subproduto na alimentação pós-desmama. Dessa forma, avaliar esse alimento na alimentação dos animais servirá de indicativo para que sua inclusão nas dietas seja feita em quantidades que mantenham o funcionamento normal do trato gastrintestinal, assim como fornecer o aporte adequado de nutrientes para o organismo.

O estudo da cinética de fermentação ruminal ajuda a entender como o tipo, a quantidade, e a frequência da dieta administrada pode provocar alterações no pH e nos compostos nitrogenados presentes no fluido ruminal. Bactérias celulolíticas são sensíveis em pH baixo (Hobson & Stewart, 1997). Em ambiente desfavorável, os microrganismos tem dificuldade em digerir os compostos fibrosos, e o rúmen em realizar seus movimentos normais.

O teor de nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) no rúmen indica a disponibilidade das proteínas degradadas no rúmen para utilização pelas bactérias. O equilíbrio entre a liberação dos compostos degradados e a utilização pelos microrganismos favorecerá a síntese de proteína microbiana.

Dessa forma, objetivou-se determinar a influência de dietas contendo soro de leite bovino nos parâmetros de dinâmica da fermentação ruminal de caprinos.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Local do experimento

O experimento foi realizado no Núcleo de Pesquisa em Nutrição de Pequenos Ruminantes da Fazenda Experimental Vale do Acaraú (FAEX), no dia 22 de dezembro de 2008, em área pertencente à Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, em Sobral, Ceará. A região possui clima tipo BShw' (classificação de Köppen), megatérmico, seco, sem registros de precipitação chuvosa e com temperatura média de 29,2°C e umidade relativa do ar 52,9% no período experimental segundo dados fornecidos pela FUNCEME (2010), referente ao período experimental.

### 2.2. Dietas

As dietas fornecidas aos caprinos foram formuladas para caprinos em crescimento para ganho de 25g/dia (NRC, 2007). Compostas por feno de capim-aruaana (*Panicum maximum*, cv. aruana), milho moído, farelo de soja peletizado, calcário e soro de leite bovino nos teores 1,5%; 3,0% e 4,5% de inclusão em matéria seca (Tabelas 1 e 2). Água e mistura mineral eram disponíveis à vontade. O soro de leite bovino fornecido aos animais foi misturado à fração concentrada da dieta. Neste ensaio os animais receberam a dieta total em uma única refeição, oferecida às oito horas da manhã.

Tabela 1. Composição química das dietas formuladas

Nutrientes	Dietas			
	0%	1,5%	3,0%	4,5%
MS	94,4	93,1	91,8	90,5
PB	8,30	8,30	8,30	8,30
FDN	42,4	41,2	40,3	39,3
EE	5,20	5,18	5,16	5,14
NDT	66,0	66,0	66,0	66,0
Ca	0,34	0,34	0,34	0,34
P	0,35	0,34	0,33	0,33

Tabela 2. Composição centesimal das dietas formuladas

Dietas	Alimentos					Relação Vol: Conc
	SLB	Feno de Aruana	Milho	Farelo de soja	Calcário	
0%	0,00	38,87	57,10	3,82	0,21	38,87: 61,13
1,5%	1,50	37,61	57,05	3,64	0,20	37,61: 62,39
3,0%	3,00	36,35	57,01	3,45	0,19	36,35: 63,65
4,5%	4,50	35,09	56,96	3,26	0,19	35,09: 64,91

### 2.3. Animais

Dezesseis caprinos machos não castrados, sem padrão racial definido, com idade média de cinco meses e peso vivo médio de  $17 \pm 3,9$  kg, foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo localizadas em um galpão de alvenaria coberto e piso de concreto, dotadas de comedouros, bebedouros e dispositivos para coleta de urina e fezes.

### 2.4. Coleta de dados

A coleta de líquido ruminal foi feita um dia após o ensaio de comportamento ingestivo. O material foi coletado por sucção com uso de sonda esofágica nos tempos de coleta: zero, (antes do fornecimento da dieta), duas, cinco e oito horas pós-prandial. O

material coletado era conduzido imediatamente para mensuração de pH em potenciômetro Micronal B271®, e, em seguida, aproximadamente 50 ml de líquido ruminal de cada amostra foi acidificada com 1 ml de ácido sulfúrico 1:1 e conservadas a -5°C para a determinação de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>).

## 2.5. Análises laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, Sobral-CE. O nitrogênio amoniacal foi determinado por digestão pelo método micro Kjeldahl, destilação com óxido de magnésio, usando-se ácido bórico com indicador misto de cor como solução receptora (vermelho de metila + verde de bromocresol) e titulação com HCl 0,01N.

## 2.6. Análise estatística

O delineamento foi inteiramente ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas os tratamentos, as subparcelas os tempos de coleta, com quatro repetições.

As médias foram comparadas pelo teste Tukey (P<0,05). As variáveis pH e N-NH<sub>3</sub> em função das dietas e dos tempos de coleta foram determinadas por meio do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + S_{ijk} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde,

$Y_{ij}$  = valor referente à observação da repetição  $i$  no tratamento  $j$  e no tempo de coleta  $k$ ;

$\mu$  = média geral;

$\alpha_i$  = efeito da parcela tratamento  $i$  ( $i$  = zero; 1,5%; 3,0%; e 4,5%);

$\beta_j$  = efeito da subparcela tempo de coleta  $j$  ( $j$  = zero; 2; 5; 8);

$S_{ijk}$  = erro (a)

$\alpha\beta_{ij}$  = interação dos efeitos da parcela tratamento  $i$  com a subparcela tempo de coleta  $j$ ;

$\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório associado à observação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre as variáveis dietas x tempos de coleta, também não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as dietas. Quanto aos tempos de coleta, o pH ruminal foi maior no tempo zero em relação aos demais tempos na dieta com 1,5% de SLB ( $P<0,05$ ), e na dieta com 4,5% de SLB, no tempo zero observou-se maiores valores de pH ( $P<0,05$ ) que no tempo cinco, e o tempo dois e oito foram semelhantes a estes (Tabela 3).

Tabela 3. pH do líquido ruminal de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino em diferentes tempos pós-prandial

Tempos de coleta <sup>2</sup>	Dietas <sup>1</sup>				Médias
	0%	1,5%	3,0%	4,5%	
0	7,11	7,48 <sup>A</sup>	6,92	7,06 <sup>A</sup>	7,14
2	6,85	6,62 <sup>B</sup>	7,11	6,58 <sup>AB</sup>	6,79
5	6,62	6,40 <sup>B</sup>	6,85	6,44 <sup>B</sup>	6,56
8	6,94	6,58 <sup>B</sup>	6,94	6,80 <sup>AB</sup>	6,81
Médias	6,88	6,77	6,96	6,91	

<sup>Aa</sup> Letras maiúsculas distintas nas colunas indicam diferença pelo teste Tukey ( $P<0,05$ ). <sup>1</sup>CV=5,95%, <sup>2</sup>CV=4,12%

Os valores de pH ruminal ( $6,88 \pm 0,39$ ) observados entre as dietas mantiveram-se acima de 6,0. Valores dentro dos desejáveis para adequada fermentação ruminal 5,5 – 7,0 (Silva & Leão, 1979). Gonçalves et al. (2001ab) destacaram que o pH ruminal de caprinos tende a cair quando a quantidade de concentrado excede os 60% da dieta. Em relação de volumoso: concentrado abaixo dos 40: 60 (Tabela 2), os caprinos conseguiram manter o pH na faixa entre 6,0 e 7,0 ao longo dos tempos pós-prandial, valores próximos aos observados em animais alimentados com baixo teor de concentrado ou exclusivamente por volumoso (Gonçalves et al. 2001a). Aumentar a taxa de passagem da dieta é um dos mecanismos utilizados pelos ruminantes para manter o pH ruminal estável. Outra estratégia adotada pelos caprinos é quando alimentados com volumosos de menor qualidade permanecer com este alimento maior tempo retido no rúmen (Morand-Fehr, 2005).

O crescimento de bactérias celulolíticas em condições de pH abaixo de 6,0 é pouco significativo (Russell et al., 2008). Microrganismos fibrolíticos não morrem de imediato em baixo pH mas reduzem sua atividade microbiana porque necessitam manter sua força proto-motora através da membrana celular, aumentando a energia necessária

para sua manutenção, causando o menor crescimento (Cerrato-Sánchez et al., 2007). Como os dados coletados não registraram pH abaixo destes números, indica que o ambiente ruminal estava propício para a população ruminal celulolítica digerir a celulose ( $53,1 \pm 6,82$ ) (Capítulo 2).

Para os valores de nitrogênio amoniacal, houve interação ( $P < 0,05$ ) entre dietas x tempos de coleta (Tabela 4). Na segunda hora pós-prandial, maiores teores de  $N-NH_3$  foram determinados no líquido ruminal dos cabritos que receberam o tratamento com 3,0% de SLB em relação aos que receberam 1,5% de SLB ( $P < 0,05$ ), o tratamento com 4,5% foi semelhante aos tratamentos 1,5%; e 3,0%, ambos superiores ao 0% ( $P < 0,05$ ). Para o tempo cinco, a dieta com 1,5 e 3,0% de SLB teve maiores teores de  $N-NH_3$  que a dieta sem SLB ( $P < 0,05$ ) e a dieta com 4,5% foi semelhante a todos, mesmo comportamento observado no tempo oito ( $P < 0,05$ ). Para o tempo zero não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ).

Em relação às dietas, as maiores concentrações de  $N-NH_3$  foram evidenciadas para a dieta sem SLB nos tempos zero e dois comparados ao tempo cinco ( $P < 0,05$ ). Na dieta com 1,5% de SLB, na segunda hora pós-prandial foi notada a maior concentração de  $N-NH_3$  em relação ao tempo zero ( $P < 0,05$ ), sendo os demais tempos semelhantes. Com 3,0% de SLB, no tempo dois foi observado o pico de  $N-NH_3$ , sendo este valor superior aos dos demais tempos ( $P < 0,05$ ), o mesmo foi verificado na dieta com 4,5% de SLB ( $P < 0,05$ ).

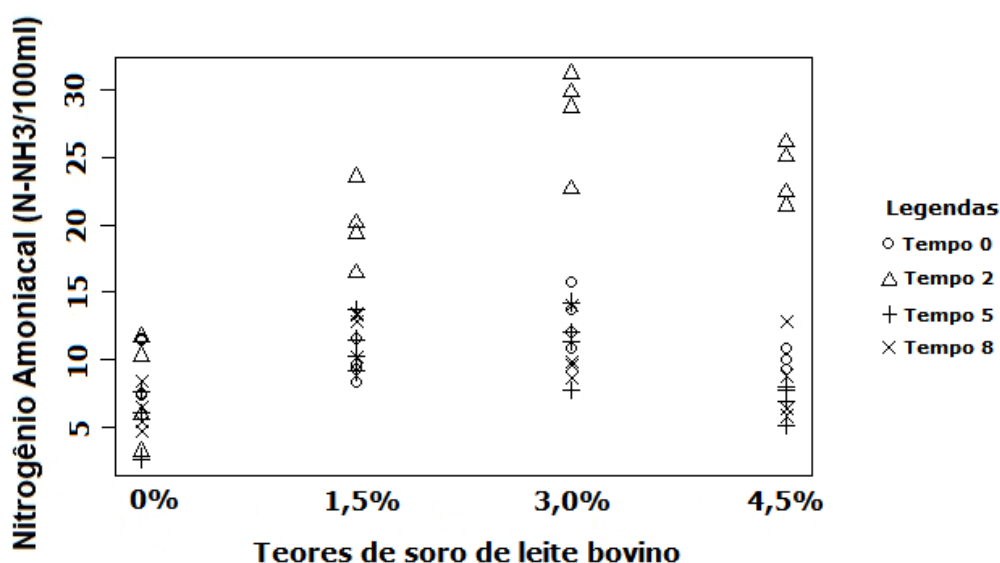
Tabela 4. Concentração de nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) no rúmen de caprinos alimentados com dietas contendo soro de leite bovino em diferentes tempos pós-prandial

Tempos de coleta <sup>2</sup>	Dietas <sup>1</sup>				Médias
	0%	1,5%	3,0%	4,5%	
0	9,51 <sup>A</sup>	9,69 <sup>B</sup>	13,06 <sup>B</sup>	10,01 <sup>B</sup>	10,57
2	7,75 <sup>Ac</sup>	19,89 <sup>Ab</sup>	28,13 <sup>Aa</sup>	23,76 <sup>Aab</sup>	19,88
5	4,75 <sup>Bb</sup>	11,16 <sup>ABa</sup>	11,34 <sup>Ba</sup>	6,92 <sup>Bab</sup>	8,54
8	6,20 <sup>ABb</sup>	12,44 <sup>ABa</sup>	10,49 <sup>Bab</sup>	8,42 <sup>Bab</sup>	18,91
Médias	7,05	13,29	15,75	12,28	

<sup>Aa</sup> Letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas indicam diferença pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). <sup>1</sup>CV=28,80%, <sup>2</sup>CV=16,39%



Para que haja síntese de proteína microbiana, os microrganismos do rúmen dependem de esqueletos de carbono, disponibilidade de energia e de concomitante fornecimento de amônia e peptídeos (Pereira et al., 2005). A ausência de um desses compostos pode comprometer essa produção. O pico de N-NH<sub>3</sub> observado às duas horas pós-prandial em dietas com maiores teores de SLB (Figura 1) indica falta de carboidratos prontamente disponíveis para as bactérias nesse momento, proporcionando ineficiência no processo de síntese de proteína microbiana.



bactérias para sintetizar proteína. A passagem desses compostos nitrogenados sem aproveitamento pelos microrganismos pode justificar a maior excreção de N fecal observada nas dietas com maiores teores de SLB (Capítulo 2).

Para incrementar a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados em caprinos recebendo dietas com inclusão de soro de leite bovino, a incorporação de fontes de carboidratos prontamente disponíveis é uma opção interessante para aumentar a eficiência de utilização.

## CONCLUSÕES

Dietas para caprinos contendo soro de leite bovino nos teores testados mantém o pH ruminal em valores desejáveis para os microrganismos celulolíticos. A inclusão de soro de leite bovino eleva os teores de N-NH<sub>3</sub> nas primeiras horas pós-prandial. Fornecer fontes de carboidratos prontamente disponíveis em dietas com soro de leite bovino pode contribuir para a melhor utilização desse alimento.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- CERRATO-SÁNCHEZ, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. Effects of time at suboptimal pH on rumen fermentation in a dual-flow continuous culture system. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 1486-1492, 2007.
- FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. – FUNCEME. **Dados climáticos do município de Sobral-CE**, 2008. Disponível em: <www.funceme.br>. Acesso em: 15 maio 2010.
- GONÇALVES, A. L.; LANA, R. P.; RODRIGUES, M. T. et al. 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 volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1893-1903, 2001a.
- GONÇALVES, A. L.; LANA, R. P.; RODRIGUES, M. T. et al. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1886-1892, 2001b.
- HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. **The rumen microbial ecosystem**. London: Blackie Academic and Professional, 1997.
- HRISTOV, A. N.; BRODERICK, G. A. In vitro determination of ruminal protein degradability using [15N] ammonia to correct for microbial nitrogen uptake. **Journal of Dairy Science**, v. 72, p. 1994-1974, 1994.
- MORAND-FEHR, P. Recent developments in goat nutrition and application: A review. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 25-43, 2005.
- NOCEK, J.; RUSSELL, J. B. Protein and carbohydrate as an integrated system. Relationship of ruminal availability to microbial contribution and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 2070-2107, 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007.
- PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V.; MIRANDA, L. F. et al. Importância da inter-relação carboidrato e proteína em dietas de ruminantes. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 1, p. 125-134, 2005.

- RAPETTI, L.; FALASCHI, U.; LODI, R. et al. The effect of liquid whey fed to dairy goats on milk yield and quality. **Small Ruminant Research**, v. 16, p. 215-220, 1995.
- RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551-3561, 1992.
- RUSSELL, J. B.; MUCK, R. E.; WEIMER, P. J.; Quantitative analysis of cellulose degradation and growth of cellulolytic bacteria in the rumen. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 67, p. 183-197, 2009.
- SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979.
- SMITHERS, W. G. Whey to whey proteins – From `gutter to gold`. **International Dairy Journal**, v. 18, p. 695-704, 2008.