

## MANIPULAÇÃO DO CONTEÚDO DE PROTEÍNA E DAS FRAÇÕES DE CASEÍNA DO LEITE DE CABRA ATRAVÉS DA NUTRIÇÃO ANIMAL

Marco A. D. Bomfim<sup>1</sup>, Marcelo T. Rodrigues<sup>2</sup>, Amélia C. M. de Magalhães<sup>3</sup>, Antonio S. do Egito<sup>4</sup>, Guilherme N. de Souza<sup>5</sup>, José Reinaldi F. Brito<sup>5</sup>, Lisa P. da S. Pereira<sup>6</sup>, Gil Mário F. Gomes<sup>7</sup>

<sup>1</sup> DSc., Pesquisador - Embrapa Caprinos, caixa postal D-10, CEP: 62011-970, Sobral-CE-Brazil, mabomfim@cncp.embrapa.br, phone: 55-88-3677-7027.

<sup>2</sup> Professor - Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>3</sup> Estudante de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa - UFV

<sup>4</sup> PhD, Pesquisador - Embrapa Caprinos

<sup>5</sup> DSc. Pesquisadores da Embrapa Gado de Leite

<sup>6</sup> Estudante de Zootecnia, UVA, bolsista de iniciação científica Embrapa Caprinos

<sup>7</sup> Estudante de Zootecnia, UVA, bolsista de iniciação científica PIBIC/CNPq

### RESUMO

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de fontes protéicas de baixa degradabilidade ruminal, sobre a concentração de proteína bruta e perfil de caseínas da proteína do leite de cabra. Foram utilizadas oito cabras leiteiras da raça Saanen, com produção média de 2,5 Kg/dia, alojadas em gaiolas metabólicas. O delineamento experimental adotado foi o duplo quadrado latino (4x4), com quatro períodos de 19 dias, sendo 14 dias de adaptação às dietas e cinco dias para coleta de amostras. As fontes de proteínas avaliadas foram: soja tostada, farelo de glúten de milho, torta de algodão, e uma dieta controle à base de milho e farelo de soja. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para o conteúdo de proteína ( $P > 0,05$ ), no entanto, a suplementação da dieta com farelo de glúten de milho reduziu a participação da fração de  $\alpha_{s2}$  e aumentou a fração de beta no total de caseínas quando comparada ao tratamento controle ( $P < 0,05$ ). Não houve efeito das outras fontes de proteína avaliadas sobre esta variável ( $P > 0,05$ ). A suplementação da dieta das cabras leiteiras com farelo de glúten de milho pode alterar o perfil protéico do leite de cabra. Outros trabalhos devem ser feitos para avaliação do impacto destas alterações sobre a nutrição e saúde humanas.

**Palavras-chave:** Soja tostada, farelo de glúten de milho, torta de algodão, PNDR

### Manipulation of the goat's milk protein content and casein fractions by the animal nutrition

#### ABSTRACT

The present work was assigned to evaluate the effect of low degradability protein sources on crude protein concentration and casein profile of the goat's milk protein. Eight Saanen dairy goats with milk average production of 2.5 kg/day were used in metabolic cages. The experimental design was a double latin square (4x4) design. The experimental period was 19 days, being 14 days of adaptation to the diets and five days for samples collection. The sources of protein evaluated were: heat-treated soybean, corn gluten fed, cottonseed cake and a control diet based on corn grain and soybean meal. Significant differences were not observed among the treatments for the protein content ( $P > 0.05$ ). However, the supplementation of the diet with corn gluten fed reduced the participation of the  $\alpha_{s2}$  fraction and increased its beta fraction in the total of caseins when compared to the control treatment ( $P < 0.05$ ). There was not effect of the other protein sources evaluated on that variable ( $P > 0.05$ ). The supplementation of the dairy goat diet with corn gluten fed can alter the goat's milk protein profile. Other works should be made for evaluation of the impact of these alterations about the nutrition and human health.

**Keywords:** Heat-treated soybean, corn gluten fed, cottonseed cake, UDP

#### Introdução

A manipulação da proteína do leite de cabra tem sido estudada através da seleção animal, baseada em polimorfismos de genes associados à síntese de frações protéicas do leite (Marletta et al., 2003). Por outro lado, a manipulação do perfil protéico do leite através da alimentação e seus impactos sobre o valor nutritivo e saúde humana tem recebido menos atenção da pesquisa quando comparada à gordura láctea.

O uso de dietas com fontes de proteína de menor degradabilidade ruminal tem sido uma alternativa para

atender a exigência de animais de alta produção, bem como para suplementar a proteína metabolizável de origem microbiana. Neste caso, a concentração de proteína láctea pode aumentar (Santos et al., 1998). Este aspecto é interessante do ponto de vista comercial, uma vez que o aumento no teor de proteína do leite pode resultar em maior rendimento em subprodutos, especialmente em queijo. Entretanto, esta estratégia também pode ser utilizada para manipulação qualitativa da proteína láctea, aumentando a concentração de frações que possam agregar propriedades funcionais ao produto (Sampelayo et al., 1998).

Objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito da suplementação da dieta de cabras leiteiras com fontes de proteína de baixa degradabilidade ruminal sobre o conteúdo de proteína e o perfil de caseínas desta proteína do leite de cabras leiteiras da raça Saanen.

## Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no setor de caprinocultura leiteira da Embrapa Caprinos, localizada em Sobral-CE. Foram utilizadas oito cabras leiteiras da raça Saanen, com aproximadamente 60 dias de lactação, peso vivo médio de 45 kg e produção média diária de 2,5 Kg de leite. Esses animais foram alojados em gaiolas metabólicas de metal, com piso ripado, adaptadas para coleta total de fezes e urina, com comedouros e bebedouros individuais. As dietas foram fornecidas na forma de ração completa, duas vezes ao dia. Os animais tiveram acesso às dietas e água limpa, além de mistura mineral à vontade. As gaiolas eram lavadas pela manhã para manutenção do controle higiênico/sanitário.

As dietas foram balanceadas, de forma a atender as exigências de manutenção e lactação, com uma relação volumoso:concentrado de 44,55:55,45, tendo como fonte de forragem o feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp*) (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi o duplo quadrado latino (4x4). Os tratamentos avaliados consistiram em uma dieta controle à base de milho e farelo de soja e em três outras baseadas na substituição do farelo de soja por três fontes proteicas de baixa degradabilidade ruminal: soja tostada; farelo de glúten de milho e torta de algodão. As dietas foram balanceadas para apresentarem a mesma concentração de proteína bruta e teor de fibra oriunda de forragem. Em função da diferença de conteúdo de proteína não degradada no rúmen (PNDR) entre as fontes, as dietas variaram com relação à concentração desta fração (Tabela 1).

Cada período experimental teve a duração de 19 dias, sendo 14 de adaptação às instalações e às dietas e de ajuste do consumo voluntário, e cinco dias de coleta de dados.

A composição do leite foi estimada em duas ordenhas diárias e em quatro coletas durante o período experimental: sendo dois terços (2/3) na ordenha da manhã e um terço (1/3) na ordenha da tarde, colhidas em dias consecutivos a partir do quarto dia de cada período, contendo assim uma amostra representativa da produção diária. Estas amostras foram compostas por período, totalizando 32 amostras, e analisadas para a determinação dos teores de proteína bruta por espectrofotometria de infravermelho em um aparelho B2300 Combi (Bentley), no Laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa Gado de Leite.

Para a determinação do perfil de caseínas, foram coletadas amostras de leite, preservadas em azida sódica (0,02%), e enviadas para o Laboratório de Biologia Avançada da Embrapa Caprinos para o isolamento da caseína total utilizando técnica descrita por Egito et al. (2002). Nas amostras de caseínas liofilizadas foi determinada a composição em suas frações  $\alpha$ -<sub>s1</sub>,  $\alpha$ -<sub>s2</sub>, beta e kapa por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) na Universidade Federal de Viçosa.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, no caso de efeito significativo, foram comparados por teste de média (Tukey), utilizando o pacote estatístico SAS (1999).

## Resultados e discussão

Os valores observados para o teor de proteína bruta do leite e perfil de caseínas estão apresentados na tabela 2 e na figura 1.

Não houve efeito dos tratamentos sobre o teor de proteína bruta no leite ( $P > 0,05$ ). Estes resultados concordam com aqueles observados por Sampelayo et al. (1998), Macedo et al. (2003) e Sahlu et al. (1993) e sugerem que a regulação do teor de proteína láctea é estreita e sua manipulação não é tão fácil como ocorre com a gordura (Chilliard et al., 2003). Por outro lado houve influência dos tratamentos no perfil de caseínas da proteína láctea. A utilização do farelo de glúten como fonte proteica da dieta das cabras reduziu a participação da fração  $\alpha$ -<sub>s2</sub> e aumentou a participação da fração beta ( $P < 0,05$ ), não afetando o teor de kapa ou de  $\alpha$ -<sub>s1</sub> caseína ( $P > 0,05$ ). Não houve influência das outras fontes de proteína avaliadas sobre estas variáveis quando comparadas à dieta controle ( $P > 0,05$ ).

Santos et al. (1998) compilaram dados de 12 anos de pesquisa publicados no periódico *Journal of Dairy Science* com fontes de proteína de baixa degradabilidade ruminal em dietas para vacas leiteiras e concluíram que as fontes de proteína que apresentaram as melhores respostas em produção e macroconstituintes do leite foram a farinha de peixe e a soja tratada, e que o farelo de glúten foi uma das fontes de menor impacto sobre

o conteúdo protéico do leite, em função do baixo teor de lisina. Apesar disto, Sampelayo et al. (1998) avaliando o farelo de glúten comparado a diferentes fontes de proteína, observaram um aumento no conteúdo de caseínas, mais especificamente da fração beta, o que resultou também em maior rendimento em queijo. Isto demonstra a possibilidade de existirem interações entre as diferentes fontes de proteína da dieta ou mesmo que pode haver um metabolismo diferente para a síntese protéica láctea em cabras.

Apesar de algum conhecimento sobre o rendimento em subprodutos, não se sabe exatamente qual a repercussão destes diferentes perfis de caseínas sobre a nutrição e saúde humanas, especialmente porque, à exceção do trabalho de Sampelayo et al. (1998), os artigos abordando o uso de proteína de baixa degradabilidade ruminal em cabras leiteiras, apresentam apenas dados de produção e macroconstituintes do leite, ignorando a possível influência dos tratamentos sobre o perfil de caseínas e deste sobre o valor nutritivo e funcional do leite de cabra.

Estas informações são relevantes na medida em que já existem evidências de superioridade da proteína do leite de cabra em relação à do leite de vaca, tanto do ponto de vista nutricional quanto do funcional. Posati e Orr (1976) demonstraram que o leite de cabra apresenta maior concentração de 6 dos 10 aminoácidos essenciais em relação ao leite de vaca. Em adição a isto, Barrionuevo et al., (2002) demonstraram que o maior teor de cistina neste alimento, aumenta a absorção de cobre no intestino de camundongos com síndrome de malabsorção, quando comparado ao leite de vaca. Por outro lado, do ponto de vista funcional, 70% do consumo do leite de cabra no Brasil é destinado à crianças sensíveis às proteínas do leite bovino (Fisberg et al., 1999), a mais freqüente causa de alergia alimentar (92% dos casos), sobretudo em crianças (Walker, 1965), embora a ocorrência de reações cruzadas e sensibilidade ao leite de cabra ocorram também em até 60% das crianças sensíveis ao leite de vaca.

A redução da participação da fração de caseína alfa<sub>s2</sub> observada no presente trabalho pode agregar maior propriedade hipoalergênica ao leite de cabra, uma vez que Marletta et al. (2003) observaram uma redução no potencial alergênico *in vitro* do leite de cabra com a redução da participação desta fração no total de caseínas da proteína do leite.

Por outro lado, as proteínas do leite apresentam importantes atividades biológicas as quais, na maioria dos casos, estão associadas à peptídeos bioativos, produtos da hidrólise da cadeia aminoacídica durante o processo de digestão. As principais atividades biológicas estão associadas à maior absorção de minerais, às ações hipertensiva, antimicrobiana, imunomoduladora e antiestresse (Léonil et al. 2001). Das frações protéicas, a beta-caseína, segundo Léonil et al. (2001) é, provavelmente, a caseína que apresenta maior número de peptídeos com atividade biológica conhecida, sendo inclusive chamada, por Migliore-Samour et al. (1988), de pró-hormônio. O maior teor desta fração de caseínas obtido no presente trabalho, credita um potencial a ser explorado no leite de cabra produzido com o farelo de glúten na dieta.

Estas possibilidades e o fato de haver muito conhecimento empírico sobre benefícios nutricionais e funcionais do leite de cabra relatado por veículos populares, como comenta Haeleïn (2004), revela a necessidade de mais trabalhos para avaliação dos reais impactos destas alterações no aspecto nutricional e de saúde com modelos animais ou mesmo na alimentação humana.

## Conclusões

A suplementação da dieta das cabras leiteiras com farelo de glúten de milho pode alterar o perfil protéico do leite de cabra. Outros trabalhos devem ser realizados para avaliação do impacto destas alterações sobre a nutrição e saúde humanas

## Referências bibliográficas

- BARRIONUEVO, M.; ALFEREZ, M.J.M.; LOPEZ ALIAGA, I.; SANZ SAMPELAYO, M.R.; CAMPOS, M.S. Beneficial effect of goat milk on nutritive utilization of iron and cooper in malabsorption syndrome. *Journal of Dairy Science*, v.85, p.657-664, 2002.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J.; LAMBERET, D. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk synthesis and lypolysis. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.1751-1770, 2003.
- EGITO, A.S., MICLO, L., LÓPEZ, C., ADAM, A., GIRARDET, J.M., GAILLARD, J.L. Separation and characterization of mares' milk a<sub>s1</sub>-, b-, k- caseins, g-casein-like, and proteose peptone component 5-like peptides. *Journal of Dairy Science*, v.85, p.697-706, 2002.
- FISBERG, M., NOGUEIRA, M., FERREIRA, A.M.A., FISBERG, R.M. Aceitação e tolerância de leite de cabra em pré-escolares. *Pediatria Moderna*, v.37, p.1-9, 1999.

- HAELEIN, G.F.W. Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, v.51, p.155-163, 2004.
- LÉONIL, J.; BOS, C.; MAUBOIS, J.L.; TOMÉ, D. Protéins. In: *Lait, nutrition et santé*. DEBRY, G. (Ed), Technique & Documentation. Paris, França, 2001.
- MACEDO, L.G.P. de, DAMASCENO, J.C., MARTINS, E.N. et al. Substituição do farelo de soja pela farinha de glúten de milho na alimentação de cabras leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, p.992-1001, 2003.
- MARLETTA, D., BORDONARO, S., GUASTELLA, A.M., FALAGIANI, P., CRIMI, N., D'URSO, G. Goat milk with different  $\alpha_{s2}$ -casein content: analysis of allergenic potency by REAST-inhibition assay. *Small Ruminant Research*, v.52, p.19-54, 2003.
- MIGLIORE-SAMOUR, D.; JOLLÈS, P. Casein, a prohormone with an immunomodulating role for the newborn? *Experientia*, v.44, p.188-193, 1988.
- POSATI, L.P., ORR, M.L. Composition of foods, dairy and eggs products, *Agriculture Handbook nº 8-1*. USDA-ARS, Consumers and Food Economics Institute Publishers, Washington, DC, p.77-109, 1976.
- SAHLU, T., FERNANDEZ, J.M., JIA, Z.H. et al. Effect of source and amount of protein on milk production in dairy goats. *Journal of Dairy Science*, v.76, p.2701-2710, 1993.
- SAMPELAYO, M.R., AMIGO, L., ARES, J.S. et al. The use of diets with different protein sources in lactating goats: Composition of milk and its suitability for cheese production. *Small Ruminant Research*, v.31, p.37-43, 1998
- SANTOS, F.A.P., SANTOS, J.E.P., THEURER, C.B. et al. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cows performance: a 12-year literature review. *Journal of Dairy Science*, v.81, p.3182-3213, 1998.
- SAS. SAS-STAT. The SAS system for windows version 8.0. Nashville: SAS Institute, 1999. CD-ROOM. 1999.
- WALKER, V.B. Therapeutic uses of goat milk in the modern medicine. *British Goat Society's Yearbook*, v.66-26, p.23-26, 1965.

**Tabela 1.** Composição das dietas experimentais em alimentos e em nutrientes (% Base MS)

ALIMENTOS	CONTROLE	SOJA TOSTADA	FARELO DE GLÚTEN	TORTA DE ALGODÃO
Feno de tifton	43,21	43,21	43,21	43,21
Milho	39,75	36,92	43,83	31,54
Óleo	0,00	0,00	0,00	1,50
Torta de algodão	0,00	0,00	0,00	14,43
Soja tostada	0,00	13,47	0,00	0,00
Farelo de glúten	0,00	0,00	10,99	0,00
Farelo de soja	15,28	4,49	0,00	7,75
Fosfato bicálcico	1,15	1,25	1,36	0,77
Calcário	0,61	0,67	0,61	0,80
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

**Tabela 2.** Efeito da fonte de proteína dietética sobre a concentração de proteína bruta (%) e perfil de caseínas (% do total de caseínas) do leite de cabra.

Variável	Tratamentos (Fonte de proteína)				SIG <sup>1</sup>
	Farelo de soja	Soja Tostada	Farelo de Glúten	Farelo de Algodão	
Teor de PB	2,66	2,69	2,75	2,74	NS
	Perfil de caseínas (% do total de caseínas) <sup>2</sup>				
$\hat{\epsilon}$	8,78	7,14	7,51	6,83	NS
$\hat{\alpha}\text{-s}_2$	16,61a	15,95ab	11,54b	15,89ab	$P < 0,05$
$\hat{\alpha}\text{-s}_1$	21,33	21,18	20,49	22,92	NS
$\hat{\alpha}$	53,28b	55,72ab	60,45a	54,36ab	$P < 0,05$

<sup>1</sup>Nível de significância; a,b na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). <sup>2</sup>  $\hat{\epsilon}$  - kapa;  $\hat{\alpha}\text{-s}_2$  - alfa-S2;  $\hat{\alpha}\text{-s}_1$  - alfa-S1;  $\hat{\alpha}$  - beta

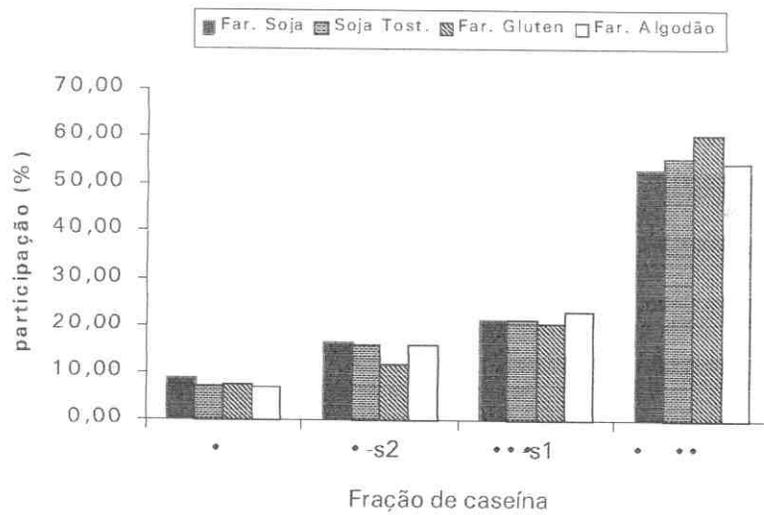


Figura 1. Representação gráfica do efeito dos tratamentos sobre o perfil de caseína do leite de cabra