



XII CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE
XII Workshop de Políticas Públicas
XIII Simpósio de Sustentabilidade da Atividade Leiteira

Qualidade nutricional da gordura do leite de cabras alimentadas com feno de *Flemingia macrophylla*¹

Fernando César Ferraz Lopes², Isabel das Neves Oiticica de Carvalho³, Carlos Elyσιο Moreira da Fonseca⁴, Marco Antônio Sundfeld da Gama⁵, Mirton José Frota Morenz⁵, Aline Barros da Silva⁶, Vinícius Carneiro de Souza⁶

¹Trabalho parcialmente financiado pela FAPEMIG.

²Analista, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG. E-mail: fernando.lobes@embrapa.br

³Doutoranda, Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ. Bolsista da CAPES.

⁴Professor Associado, Instituto de Zootecnia, UFRRJ, Seropédica, RJ.

⁵Pesquisador, Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

⁶Estudante de graduação em Zootecnia, UFRRJ, Seropédica, RJ.

Resumo: Foi avaliada em delineamento Quadrado Latino (QL) 5 x 5, a qualidade nutricional da gordura do leite de cabras *Boer* x *Saanen* alimentadas com dietas com 40% de concentrado e níveis crescentes de inclusão de feno de *Flemingia macrophylla* em substituição ao de Tifton-85: 0% e 60%, 8% e 52%, 16% e 44%, 24% e 36%, e 32% e 28%, com base na matéria seca, respectivamente. Amostras de leite foram coletadas no 10^o dia de cada fase do QL para análise do perfil de ácidos graxos (AG). A qualidade nutricional da gordura do leite foi avaliada por meio dos índices de Aterogenicidade (IA) e de Trombogenicidade (IT), e pelas relações entre os AG ômega 6 e ômega 3 (ω -6: ω -3) e entre os AG hipo e hipercolesterolêmicos (h/H). Os resultados foram analisados por modelos mistos, sendo o efeito fixo o nível de *Flemingia* e, os aleatórios, fase do QL e cabra. Os efeitos linear e quadrático ($\alpha = 0,05$) foram analisados por contrastes ortogonais. A inclusão de *Flemingia* promoveu redução linear no IA ($P < 0,04$) e no IT ($P = 0,052$) e tendência de incremento linear no índice h/H ($P = 0,08$), mas sem diferença ($P > 0,05$) para a relação ω -6: ω -3 da gordura do leite. Leite com gordura com qualidade nutricional mais adequada para o consumo e saúde humana foi produzido por cabras *Boer* x *Saanen* alimentadas com dietas em que o feno de Tifton-85 foi parcialmente substituído pelo de *Flemingia macrophylla*.

Palavras-chave: ácido graxo, caprino, *Cynodon*, leguminosa, ômega 3, ômega 6

Nutritional quality of milk fat from dairy goats fed *Flemingia macrophylla* hay

Abstract: This study aimed to evaluate the nutritional quality of milk fat from *Boer* x *Saanen* goats fed diets composed of 40% concentrate and increasing levels of *Flemingia macrophylla* hay in substitution for Tifton-85 hay (0% and 60%, 8% and 52%, 16% and 44%, 24% and 36%, and 32 and 28%, % of diet DM, respectively), in a 5 x 5 Latin Square (LS) design. Milk samples were collected on the 10th day of each LS phase and analyzed for fatty acid (FA) composition. The nutritional quality of milk fat was evaluated through its atherogenicity (AI) and thrombogenicity (TI) indices, as well as the ratios between ω -6 and ω -3 FA (ω -6: ω -3) and between hypo and hypercholesterolemic FA (h/H). Results were analyzed using mixed procedure where the dietary level of *Flemingia* was considered as fixed effect, and LS phase and goat as random effects. The linear and quadratic effects ($\alpha = 0.05$) were analyzed by orthogonal contrasts. The inclusion of *Flemingia* in the diet reduced linearly the AI ($P < 0.04$) and TI ($P = 0.052$) and tended ($P = 0.08$) to increase the h/H ratio, but no effect ($P > 0.05$) was observed on the ω -6: ω -3 ratio in milk fat. In conclusion, the nutritional quality of milk fat was improved by feeding *Boer* x *Saanen* goats with diets containing increasing levels of *Flemingia macrophylla* hay in substitution for Tifton-85 hay.

Keywords: *Cynodon*, fatty acid, goat, leguminous, omega 3, omega 6



XII CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE

XII Workshop de Políticas Públicas
XIII Simpósio de Sustentabilidade da Atividade Leiteira

Introdução

A *Flemingia macrophylla* é uma leguminosa arbustiva, rica em taninos condensados (TC), que apresenta elevado valor nutritivo e potencial forrageiro para ser utilizada na alimentação de cabras em lactação, em períodos de sazonalidade da produção de forragens, e/ou como alternativa dietética para substituição de alimentos volumosos de custo mais elevado (Fagundes, 2012). Estudos realizados *in vitro* demonstraram que a adição de TC alterou as concentrações e o perfil de ácidos graxos (AG) do fluido ruminal. Potencialmente, do ponto de vista de consumo e saúde humana, isso pode provocar mudanças positivas ou negativas no perfil de AG da gordura do leite. Existem diversos índices que podem auxiliar e complementar estudos de avaliação da qualidade nutricional da gordura de alimentos, além do estudo *per se* do perfil de AG. Como exemplo, tem-se os índices de aterogenicidade e de trombogenicidade propostos por Ulbricht e Southgate (1991), e as relações entre os AG hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos e entre os AG ômega 3 e ômega 6.

Objetivou-se avaliar a qualidade nutricional da gordura do leite de cabras alimentadas com dietas com níveis crescentes de inclusão do feno de *Flemingia macrophylla* em substituição ao de *Cynodon dactylon* cv. Tifton-85.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Caprinocultura da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (Seropédica, RJ), sendo utilizadas cinco cabras *Boer* x *Saanen*, múltíparas (55 a 65 dias de lactação; 1,49 kg/dia de leite). Foram avaliadas cinco dietas isoproteicas (14,5% de proteína bruta - PB), compostas por 40% de concentrado e 60% de fenos de *Flemingia macrophylla* e de *Cynodon dactylon* cv. Tifton-85 em diferentes proporções da matéria seca da dieta: 0 e 60%; 8% e 52%; 16% e 44%; 24% e 36%, e 32% e 28%, respectivamente. As dietas apresentaram, respectivamente, 2,72; 2,86; 2,97; 3,08 e 3,18% de extrato etéreo (EE); e 33,0; 33,6; 34,1; 34,7 e 35,2% de carboidratos não fibrosos (CNF). Os fenos de *Flemingia* e Tifton 85 apresentaram, respectivamente, 16,3 e 14,5% de PB; 3,4 e 2,1% de EE; e 12,9 e 8% de CNF. Foi utilizado delineamento Quadrado Latino (QL) 5 x 5, onde cada fase compreendeu 11 dias, sendo sete de adaptação às dietas. No 10º dia foram coletadas amostras de leite, visando à determinação do perfil de AG no Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite (Juiz de Fora, MG). A qualidade nutricional da gordura do leite foi avaliada por meio das relações entre os AG ômega 6 e ômega 3 (ω -6: ω -3) e entre os AG hipo e hipercolesterolêmicos (h/H), bem como por meio dos índices de Aterogenicidade (IA) e de Trombogenicidade (IT), calculados conforme descrito por Ulbricht e Southgate (1991). As equações utilizadas foram: ω -6: ω -3 = $\frac{\sum \text{AG } \omega\text{-6 } \textit{cis} \textit{cis} / \sum \text{AG } \omega\text{-3 } \textit{cis} \textit{cis}}{(\text{C12:0} + \text{C14:0} + \text{C16:0})}$; $\text{h/H} = \frac{(\text{C18:1 } \textit{cis}\text{-9} + \sum \text{AG } \omega\text{-6 } \textit{cis} \textit{cis} / (\text{C12:0} + \text{C14:0} + \text{C16:0}))}{(\text{C18:1 } \textit{cis}\text{-9} + \sum \text{AG } \omega\text{-6 } \textit{cis} \textit{cis} + \sum \text{AG } \omega\text{-3 } \textit{cis} \textit{cis})}$; e $\text{IT} = \frac{(\text{C14:0} + \text{C16:0} + \text{C18:0}) / [(\text{0,5} * \text{C18:1 } \textit{cis}\text{-9}) + (\text{0,5} * \sum \text{AG } \omega\text{-6 } \textit{cis} \textit{cis}) + (3 * \sum \text{AG } \omega\text{-3 } \textit{cis} \textit{cis}) + (\sum \text{AG } \omega\text{-3 } \textit{cis} \textit{cis} / \sum \text{AG } \omega\text{-6 } \textit{cis} \textit{cis})]}{}$, onde $\sum \text{AG } \omega\text{-6 } \textit{cis} \textit{cis} = \gamma\text{-C18:3 } \textit{cis}\text{-6 } \textit{cis}\text{-9 } \textit{cis}\text{-12} + \text{C18:2 } \textit{cis}\text{-9 } \textit{cis}\text{-12} + \text{C20:2 } \textit{cis}\text{-11 } \textit{cis}\text{-14} + \text{C20:3 } \textit{cis}\text{-8 } \textit{cis}\text{-11 } \textit{cis}\text{-14} + \text{C20:4 } \textit{cis}\text{-5 } \textit{cis}\text{-8 } \textit{cis}\text{-11 } \textit{cis}\text{-14}$; e $\sum \text{AG } \omega\text{-3 } \textit{cis} \textit{cis} = \alpha\text{-C18:3 } \textit{cis}\text{-6 } \textit{cis}\text{-9 } \textit{cis}\text{-12} + \text{C20:5 } \omega\text{-3 } \text{EPA}$. Os resultados foram analisados por modelos mistos, utilizando o procedimento MIXED do SAS versão 9.0. Foi considerado efeito fixo o nível de inclusão de feno de *Flemingia* na dieta, e efeitos aleatórios, fase do QL e cabra. Os efeitos linear e quadrático foram analisados por contrastes ortogonais (comando CONTRAST do SAS). Efeitos foram considerados significativos quando $\alpha = 0,05$.

Resultados e Discussão

Houve redução linear no IA ($P < 0,04$) e no IT ($P = 0,0517$) e tendência de incremento linear no índice h/H ($P = 0,08$) da gordura do leite em resposta à substituição parcial do feno de Tifton-85 pelo de *Flemingia* (Tabela 1). Esses resultados são positivos do ponto de vista de qualidade nutricional da



XII CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE
 XII Workshop de Políticas Públicas
 XIII Simpósio de Sustentabilidade da Atividade Leiteira

gordura do leite e foram consequência, principalmente, das reduções ($P < 0,05$) observadas (Tabela 1) no somatório das concentrações dos AG de cadeia média com número par de C, notadamente dos ácidos láurico (C12:0) e mirístico (C14:0), já que a inclusão de *Flemingia* não afetou ($P > 0,05$) as concentrações dos AG oleico, ω -6 e ω -3 totais, e relação ω -6: ω -3 na gordura do leite (Tabela 1).

Tabela 1. Concentrações de ácidos graxos (AG) e índices de qualidade nutricional da gordura do leite de cabras alimentadas com níveis crescentes de inclusão de feno de *Flemingia macrophylla* na dieta

Ácidos graxos (mg/100 g de AG totais)	% de <i>F. macrophylla</i> na matéria seca da dieta					Erro padrão da média	Efeito (valor de P)	
	0	8	16	24	32		Linear	Quadrático
C18:1 <i>cis</i> -9 + C18:1 <i>trans</i> -15	16,60	17,98	19,38	17,25	18,84	0,9418	0,1225	0,2692
Σ AG ω -3 <i>cis</i> ¹	0,26	0,29	0,34	0,29	0,33	0,0277	0,1059	0,4519
Σ AG ω -6 <i>cis</i> ²	1,91	2,06	2,32	2,06	2,28	0,1789	0,1099	0,4705
C12:0	4,43	4,00	3,70	3,91	3,62	0,2894	0,0131	0,2797
C14:0	11,94	11,92	11,23	11,54	11,02	0,5933	0,0220	0,9895
C16:0	30,23	30,39	28,86	30,63	28,83	0,9746	0,2473	0,8078
Σ AG C12:0 + C14:0 + C16:0	46,60	46,31	43,80	46,08	43,47	1,0348	0,0493	0,9668
Índices de qualidade nutricional da gordura								
IA ³	4,49	4,08	3,55	4,15	3,59	0,2639	0,0355	0,3713
IT ⁴	4,68	4,22	3,68	4,37	3,74	0,2709	0,0517	0,3768
h/H ⁵	0,36	0,40	0,45	0,38	0,44	0,0258	0,0827	0,4455
ω -6: ω -3 ⁶	7,42	6,99	7,03	7,24	6,92	0,5393	0,4929	0,7666

¹ γ -C18:3 *cis*-6 *cis*-9 *cis*-12 + C18:2 *cis*-9 *cis*-12 + C20:2 *cis*-11 *cis*-14 + C20:3 *cis*-8 *cis*-11 *cis*-14 + C20:4 *cis*-5 *cis*-8 *cis*-11 *cis*-14; ² α -C18:3 *cis*-6 *cis*-9 *cis*-12 + C20:5 ω -3 EPA; ³Índice de Aterogenicidade = [C12:0 + (4*C14:0) + C16:0]/(C18:1 *cis*-9 + Σ AG ω -6 *cis* *cis* + Σ AG ω -3 *cis* *cis*); ⁴Índice de Trombogenicidade = (C14:0 + C16:0 + C18:0)/[(0,5*C18:1 *cis*-9) + (0,5* Σ AG ω -6 *cis* *cis*) + (3* Σ AG ω -3 *cis* *cis*) + (Σ AG ω -3 *cis* *cis* / Σ AG ω -6 *cis* *cis*)]; ⁵Relação entre AG hipo e hipercolesterolêmicos = C18:1 *cis*-9 + Σ AG ω -3 *cis* *cis* / (C12:0 + C14:0 + C16:0); ⁶Relação entre AG ω -6 e AG ω -3 = Σ AG ω -6 *cis* *cis* / Σ AG ω -3 *cis* *cis*

Conclusões

Leite com gordura apresentando qualidade nutricional mais adequada para o consumo e saúde humana foi produzido por cabras *Boer* x *Saanen* alimentadas com dietas em que o feno de capim Tifton-85 foi parcialmente substituído pelo da leguminosa *Flemingia macrophylla*.

Literatura citada

FAGUNDES, G.M. **Desempenho produtivo e composição do leite de cabras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill com e sem polietilenoglicol**. 2012. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
 ULBRICHT, T.L.V.; SOUTHGATE, D.A.T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **The Lancet**, v. 338, p.985-992, 1991.