

Parâmetros digestivos, produção e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho

Maximiliane Alavarse Zambom^{1*}, Claudete Regina Alcalde², Juliano Hideo Hashimoto³, Francisco de Assis Fonseca de Macedo², Gabriella de Oliveira Passianoto⁴ e Luciano Soares de Lima⁴

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cx. Postal 91, 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. ³Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. ⁴Curso de Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: mazambom@hotmail.com

RESUMO. O experimento objetivou avaliar os parâmetros digestivos, produção e qualidade do leite de cabras Saanen, recebendo rações com casca do grão de soja (CGS), em três níveis de substituição ao milho moído (0% CGS, 50% CGS e 100% CGS). Foram utilizadas três cabras Saanen (52,35 kg $\pm$ 7,46), primíparas, confinadas, distribuídas em quadrado latino 3 x 3. As rações apresentaram em média 14,70% de PB e 2,23 Mcal de EM kg⁻¹ de MS ingerida. Foi realizado o controle diário da ingestão e produção de leite. As fezes foram coletadas para determinação da digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, e o líquido ruminal para determinação dos parâmetros ruminais. O leite foi coletado para análises físico-químicas e perfil de ácidos graxos. A maior ($p < 0,05$) ingestão de amido foi observada no tratamento 0% CGS. Os tratamentos não influenciaram ($p > 0,05$) na digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, nem na produção e qualidade físico-química do leite. O tratamento 100% CGS proporcionou maior concentração de acetato ruminal, maior razão acetato:propionato e menores concentrações de propionato e butirato ruminal. Os tratamentos não alteraram ($p > 0,05$) o N-amoniaco e pH ruminal. O perfil de ácidos graxos do leite oscilou em função dos tratamentos. A casca do grão de soja pode substituir o milho moído em rações para cabras Saanen em lactação, sem alterações no processo digestivo, na produção e na qualidade do leite.

Palavras-chave: AGV, caprino, digestibilidade, gordura do leite, resíduo da soja.

ABSTRACT. Digestive parameters, production and quality of milk from Saanen goats fed rations with soybean hulls as a replacement for ground corn. The objective of this study was to evaluate digestive parameters, production and quality of milk from Saanen goats fed rations with soybean hulls (SBH) as a replacement for ground corn. Three Saanen does (52.35 kg $\pm$ 7.46), confined and first-kidding, were allocated in a 3 x 3 Latin square. Treatments consisted of replacement levels of ground corn for SBH (0% SBH, 50% SBH and 100% SBH), with 14.70% of CP and 2.23 Mcal of ME kg⁻¹ DMI as mean values. Intake and milk production were recorded daily. Feces were sampled for the determination of dry matter and nutrient digestibility, and ruminal liquid was collected to determine ruminal parameters. Milk samples were collected for physical-chemical analyses and fatty acid profiling. The higher ($p < 0.05$) starch intake was verified in the 0% SBH treatment. The treatments did not influence ($p > 0.05$) the dry matter and nutrient digestibility, production and physical-chemical quality of milk. The 100% SBH treatment provided higher concentration of ruminal acetate, higher acetate/propionate ratio and lower ruminal propionate and butyrate contents. Treatments did not change ($p > 0.05$) ruminal N-NH₃ and pH. The profile of fatty acids in the milk oscillated as a result of the treatments. Soybean hulls can replace ground corn rations for lactating Saanen goats without changes in the digestive process, production and quality of milk.

Key words: VFA, goat, digestibility, milk fat, soybean by-product.

Introdução

A maioria das rações para ruminantes leiteiros é baseada em cereais, contendo amido rapidamente degradado, principal fonte de carboidrato.

A fermentação do amido e dos açúcares solúveis pode gerar lactato como produto final da degradação ruminal, contribuindo para a redução no pH e digestão da fibra no rúmen.

A agroindústria gera grandes quantidades de resíduos oriundos do processo de industrialização, como a polpa de citrus ou casca do grão de soja (CGS), os quais contêm carboidratos estruturais de fácil degradação, como hemicelulose e pectina. Assim, o amido pode ser substituído por fibras altamente digestíveis, as quais podem ser as principais fontes de energia, o que modificaria o padrão de fermentação ruminal (Teixeira, 1998).

O padrão de fermentação ruminal pode ser modificado em função da dieta fornecida aos animais, o que leva a uma variação na proporção média de ácidos graxos voláteis (AGV). A faixa normal é de 54 a 74% para acetato, 16 a 27% para propionato, 6 a 15% para butirato e 90 a 150 mM para AGV total (Lana, 2005).

Segundo Sarwar *et al.* (1992) e Mansfield e Stern (1994), a CGS tende a produzir maiores concentrações de acetato ruminal, no entanto Zervas *et al.* (1998), utilizando ovinos para avaliar o uso da CGS, em substituição ao milho moído na ração, não observaram diferenças na concentração de acetato ruminal entre os tratamentos.

A digestibilidade da matéria seca para vacas em lactação (Sarwar *et al.*, 1992) e para ovinos (Zervas *et al.*, 1998), utilizando a casca do grão de soja, em substituição ao milho moído, não é alterada, no entanto há maior digestibilidade da fibra em detergente neutro quando se utiliza CGS na ração.

Coomer *et al.* (1993) e Ipharraguerre *et al.* (2002a) avaliaram a utilização de CGS na dieta de vacas em lactação e não verificaram diferenças ($p > 0,05$) para produção de leite, porcentagem de proteína e de lactose, e para concentração de nitrogênio uréico no leite. Entretanto, verificaram aumento linear na porcentagem de gordura no leite, em função da inclusão da CGS na ração.

Os objetivos do trabalho foram avaliar a ingestão e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, os parâmetros de fermentação ruminal e a produção e qualidade do leite de cabras Saanen, recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Caprinocultura, da Fazenda Experimental de Iguatemi, e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal, da Universidade Estadual de Maringá, no período de outubro a dezembro de 2004.

Foram utilizadas três cabras Saanen (52,35 kg $\pm$ 7,46), primíparas, canuladas no rúmen, com aproximadamente 90 dias de lactação e produção média diária de 2,5 kg de leite, distribuídas em quadrado latino 3 x 3, em três períodos

experimentais, com duração de 21 dias cada (14 dias para adaptação e sete dias para coleta de dados). As cabras foram mantidas em baias individuais. A ração foi fornecida duas vezes ao dia (8h00min. e 16h00min.). Logo após a alimentação da manhã, os animais foram conduzidos a um solário, ali permanecendo por duas horas. Diariamente, foram realizadas duas ordenhas (7h30min. e 15h00min.).

Os tratamentos experimentais foram definidos pela substituição do milho moído por casca do grão de soja (CGS) em três níveis: 0% CGS, 50% CGS e 100% CGS. As rações foram balanceadas de acordo com as exigências em energia e proteína metabolizável do AFRC (1993) e exigências em minerais do NRC (1981), considerando-se cabra Saanen de 60 kg de peso vivo e produção de 3,0 kg de leite por dia. As composições percentual e químico-bromatológica das rações encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Composições percentual e químico-bromatológica das rações (%MS).

Table 1. Percent and chemical-bromatological compositions of the rations (%DM).

Alimentos Feeds	Tratamentos Treatments ¹		
	0% CGS 0% SBH	50% CGS 50% SBH	100% CGS 100% SBH
Silagem de milho Corn silage	40,00	40,00	40,00
Farelo de soja Soybean meal	17,29	18,27	16,78
Milho moído Grounded Corn	40,19	20,18	-
Casca do grão de soja Soybean hulls	-	19,46	41,32
Sal comum Salt	1,21	1,21	1,22
Calcário calcítico Limestone	0,63	0,25	-
Fosfato bicálcico Dicalcium phosphate	0,19	0,14	0,16
Suplemento mineral Mineral supplement ²	0,50	0,50	0,50
Matéria Seca (%) Dry Matter (%)	64,15	64,76	65,46
Matéria orgânica (%MS) Organic Matter (%DM)	94,52	93,97	93,21
Proteína Bruta (%MS) Crude Protein (%DM)	13,53	14,96	15,62
Extrato Etéreo (%MS) Ether Extract (%DM)	3,05	2,66	2,26
Amido (%MS) Starch (%DM)	35,62	22,85	9,95
FDN (%MS) NDF (%DM)	31,24	39,39	48,58
FDA (%MS) ADF (%DM)	15,31	22,93	31,39
Carboidratos Totais (%MS) Total Carbohydrates (%DM) ³	71,23	70,24	69,93
NDT (%) TDN ⁴	65,35	62,01	58,08
EM (Mcal kg ⁻¹ de MS) ME (Mcal ¹ kg of DM)	2,36	2,24	2,10

¹0% CGS – 0% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 50% CGS – 50% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 100%CGS – 100% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído (0% SBH – 0% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 50% SBH – 50% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 100% SH – 100% of soybean hulls in substitution to the grounded corn). ²Composição Química, por kg do produto® (Chemical composition, by kg of product): 80 g Ca, 65 g P, 126 mg Co, 21 mg Mg, 4400 mg Mn, 185 mg Na, 4680 mg Zn, 45 mg Se, 60 mg I, 23 g S, 615,79 mg F (max.), 7000 mg niacina. ³Estimado através da fórmula de Sniffen *et al.* (1992): CT = 100 – (%PB + %EE + %Cinzas) (Formula estimated by Sniffen *et al.* (1992): TC = 100 – (%CP + %EE + %Ash). ⁴Estimado através de fórmulas do NRC (2001) (Formula estimated by NRC (2001)).

Durante os sete dias de coleta de dados, em cada período experimental, foram realizadas a pesagem e a amostragem das rações fornecidas e das sobras; sendo que estas foram homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta por animal/período e analisadas quanto aos seus teores de nutrientes.

Para determinação da digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, do 15º ao 20º dia, foram realizadas as coletas de fezes, diretamente no reto, nos seguintes horários: 08h00min., 10h00min., 12h00min., 14h00min., 16h00min. e 18h00min., respectivamente a cada dia. Para obtenção das estimativas de excreção fecal, foi utilizado como indicador, a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme proposto por Cochran *et al.* (1986). A FDNi foi estimada pela incubação no rúmen de filtros F57 da Ankom®, por 144 horas, de amostras de alimento, sobras e fezes, seguidas da análise de fibra em detergente neutro.

No vigésimo dia do período experimental, foram realizadas coletas de líquido ruminal, manualmente, antes da alimentação e uma, três, seis, nove, 12 e 24 horas após o fornecimento da ração da manhã. As análises de pH foram realizadas imediatamente após as coletas, por meio de um peagâmetro digital. Para determinação do N-amoniaco (N-NH₃) e dos ácidos graxos voláteis (AGV), foram adicionados 2 mL de ácido sulfúrico 1:1 aos 100 mL de cada amostra coletada, sendo subdividida em dois frascos e congelada, para posteriores análises. As concentrações de N-NH₃, nas amostras do líquido ruminal filtrado, foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica descrita por Preston (1995). Para determinação dos AGV, no líquido ruminal, as amostras foram descongeladas e centrifugadas a 3500 rpm, por 10 minutos.

As análises de AGV foram realizadas de acordo com a técnica descrita por Palmquist e Conrad (1971), utilizando cromatógrafo a gás CG270®, com coluna de vidro empacotada (4% CW 20M CARBOPACK B-DA) de 2,0 m x 1/8", acoplado a um integrador e um microcomputador. Os cálculos das concentrações de AGV foram realizados utilizando a concentração de AGV, existente na solução-padrão previamente preparada e injetada.

Foi realizada a pesagem dos animais, no início de cada período experimental, logo após a ordenha e antes da alimentação da manhã. As coletas de sangue foram realizadas quatro horas após a alimentação da manhã, utilizando tubos de ensaio de 10 mL, por meio de punção da veia jugular. A obtenção do plasma foi por meio de centrifugação a 3500 rpm por

15 minutos. A concentração de nitrogênio uréico, no plasma, foi analisada pelo método colorimétrico (Marsh *et al.*, 1965).

Foram coletadas amostras (07h30min. e 15h00min.) para a análise da composição físico-química do leite no 15º dia do período experimental. A acidez do leite foi verificada por meio do método de Dornic, e a densidade do leite foi determinada por meio do termolactodensímetro de Quevene. Os valores obtidos foram corrigidos para 15°C, por meio da tabela apresentada por Tronco (1997).

As amostras foram acondicionadas em frasco plástico, contendo conservante Bronopol (2-bromo-2-nitro-1,3-propanodiol), e foram enviadas ao Laboratório da APCBRH-Curitiba-PR, para as análises químicas do leite, onde foram analisadas quanto aos teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais, por meio do analisador infravermelho Bentley 2000®. A contagem de células somáticas foi realizada por um contador eletrônico Somacount 500®, sendo os equipamentos calibrados para leite bovino. A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foi estabelecida segundo a fórmula de Gravert (1987):

$$LCG (3,5\%) = 0,4337 PL + 16,218 PG$$

em que,

LCG: leite corrigido para gordura;

PL: produção de leite (kg dia⁻¹);

PG: produção de gordura (kg dia⁻¹).

Foram utilizadas amostras de leite congeladas para a determinação das concentrações de uréia e dos ácidos graxos. A gordura do leite foi extraída através de procedimento em centrífuga refrigerada a 8°C, por 30 minutos a 3.000 rpm, sendo que o soro obtido após centrifugação foi utilizado para determinação da concentração de nitrogênio uréico no leite, através da mesma metodologia aplicada para o plasma.

Para a transesterificação da gordura do leite, foi utilizada a metodologia descrita em ISO 5509 (1978), em solução de n-heptano e KOH metanol⁻¹. As análises dos ácidos graxos da gordura do leite foram realizadas em cromatógrafo a gás 14-A (Shimadzu®), equipado com detector de ionização de chama (FID) e coluna capilar de sílica fundida com 100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,20 µm de cianoalquil polisiloxano, CP-Sil 88 (Chrompack®). Para registro das concentrações dos ácidos graxos, o aparelho foi acoplado a um Integrador Processador CG-300 (Instrumentos Científicos CG®). Os picos dos ácidos graxos foram

identificados por comparação com o tempo de retenção dos mesmos, utilizando uma mistura de padrões Sigma®. A quantificação dos ácidos graxos foi feita utilizando fatores de correção para as áreas de pico, calculado a partir de misturas padrões de ácidos graxos.

Os dados foram analisados utilizando Anovag, e as médias foram contrastadas pelo Teste de Tukey, utilizando o programa Saeg (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, 1997).

Resultados e discussão

As médias de peso vivo e ingestões de nutrientes estão apresentadas na Tabela 2. Não houve efeito ($p > 0,05$) dos tratamentos para o peso vivo e ingestão da matéria seca e dos nutrientes, exceto para ingestão de amido que diminuiu com a inclusão de casca do grão de soja nas rações.

Tabela 2. Médias, erro padrão (EP) e coeficiente de variação para peso vivo (PV), ingestões de matéria seca (IMS), de matéria orgânica (IMO), de proteína bruta (IPB), de extrato etéreo (IEE), de amido (IAM), de fibra em detergente neutro (IFDN), de carboidratos totais (ICT) e dos nutrientes digestíveis totais (INDT) de cabras Saanen em lactação recebendo rações com casca do grão de soja (CGS) em substituição ao milho moído.

Table 2. Means, standard error (SE) and coefficient of variation (CV) for live weight (LW), intake of dry matter (DMI), organic matter (OMI), crude protein (CPI), ether extract (EEI), starch (StarchI), neutral detergent fiber (NDFI), total carbohydrates (TCI) and total digestible nutrients (TDNI) for Saanen goats in lactation receiving soybean hulls (SBH) in substitution of grounded corn.

	Tratamentos			EP	CV
	0% CGS 0% SBH	50% CGS 50% SBH	100% CGS 100% SBH		
PV (kg)	51,98	52,20	52,87	0,45	1,49
LW (kg)					
IMS (%PV)	4,49	4,29	4,46	0,19	7,57
DMI (%LW)					
IMS (g PV ^{-0,75})	118,84	114,95	121,00	5,38	7,88
DMI (g LW ^{-0,75})					
IMS (kg dia ⁻¹)	2,21	2,23	2,43	0,12	9,11
IMO (kg dia ⁻¹)	2,09	2,10	2,26	0,11	9,02
OMI (kg dia ⁻¹)					
IPB (kg dia ⁻¹)	0,31	0,35	0,40	0,02	9,69
CPI (kg dia ⁻¹)					
IEE (kg dia ⁻¹)	0,07	0,06	0,06	0,00	7,20
EEI (kg dia ⁻¹)					
IAM (kg dia ⁻¹)	0,81 a	0,52 b	0,22 c	0,01	3,81
StarchI (kg dia ⁻¹)					
IFDN (kg dia ⁻¹)	0,63	0,82	1,14	0,07	14,30
NDFI (kg dia ⁻¹)					
IFDN (%PV)	1,29	1,57	2,09	0,10	10,78
NDFI (%LW)					
ICT (kg dia ⁻¹)	1,55	1,52	1,66	0,09	9,68
TCI (kg dia ⁻¹)					
INDT (kg dia ⁻¹)	1,41	1,55	1,58	0,05	5,78
TDNI (kg dia ⁻¹)					

^aTratamentos: 0%CGS – 0% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 50%CGS – 50% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 100% CGS – 100% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído (Treatments: 0% SBH – 0% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 50% SBH – 50% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 100% SH – 100% of soybean hulls in substitution to the grounded corn). ^bMédias seguidas por letras diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Means follow of different letters in the same row differ ($p < 0,05$) by the Tukey test the 5% of probability).

A ingestão de matéria seca por cabras, em lactação, segundo a fórmula proposta pelo AFRC (1993): $IMS (kg \text{ dia}^{-1}) = 0,062 \cdot PV^{0,75} + 0,305 \cdot PL$, seria de 1,97 kg dia⁻¹. No entanto, a IMS verificada, neste estudo, foi de 2,29 kg dia⁻¹ ou 118,26 g PV^{-0,75}, sendo esta 16% maior que o proposto pelo sistema AFRC (1993), o que provavelmente deve ser em função das cabras serem primíparas e ainda estar em fase de crescimento. Utilizando ração com aproximadamente 32% de FDN para cabras Saanen em lactação, Maia et al. (2006) e Silva et al. (2005) observaram IMS de 99,90 g PV^{-0,75} e 135,38 g PV^{-0,75}, respectivamente.

Mesmo a casca do grão de soja apresentando elevado teor de FDN, a presença deste ingrediente na ração não limitou a ingestão de matéria seca, porque a CGS apresentou alta digestibilidade *in vitro* da parede celular (92,73; 95,69 e 85,65%, valores observados por Masoero et al., 1994; Zambom et al., 2001; Silva et al., 2004, respectivamente).

Para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), do amido (DAM), dos carboidratos totais (DCT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos. Entretanto, verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) para a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) (Tabela 3).

Os valores obtidos para NDT (62,22%) foram semelhantes aos valores estimados (61,81%) para as rações, a partir das fórmulas do NRC (2001), demonstrando diferenças, principalmente com relação ao tratamento sem casca do grão de soja (0% CGS), o qual apresenta menor NDT calculado, o que provavelmente se deve às diferenças existentes entre espécies animais e fase fisiológica, quanto ao processo digestivo e aproveitamento dos nutrientes.

Ensaio de digestibilidade demonstram que a utilização da CGS para vacas em lactação (Sarwar et al., 1992; Ipharraguerre et al., 2002b), ovinos (Zervas et al., 1998) e caprinos em crescimento (Hashimoto et al., 2007), não alterou a DMS e aumentou a DFDN. Também, verificaram-se diferenças quanto à utilização da CGS, em substituição ao milho moído entre espécies animais e estágios fisiológicos dos animais. Tais diferenças podem ocorrer em razão do padrão de fermentação, taxa de passagem, atividade corporal metabólica e efeitos associativos entre os alimentos utilizados.

Tabela 3. Médias, erro padrão (EP) e coeficiente de variação para digestibilidade da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), do amido (DAM), da fibra em detergente neutro (DFDN), dos carboidratos totais (DCT) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de cabras Saanen em lactação recebendo rações com casca do grão de soja (CGS) em substituição ao milho moído.

Table 3. Means, standard error (SE) and coefficient of variation for digestibility of dry matter (DMD), of organic matter (OMD), of crude protein (CPD), of ether extract (EED), of starch (DStarch), of neutral detergent fiber (NDFD), total carbohydrates (TCD) and total digestible nutrients (TDN) for Saanen goats in lactation receiving soybean hulls (SBH) in substitution of grounded corn.

	Tratamentos Treatments			EP SE	CV (%)
	0% CGS ¹ 0% SBH	50% CGS 50% SBH	100% CGS 100% SBH		
DMS (%)	62,78	69,48	65,18	1,64	4,32
DMD (%)					
DMO (%)	64,38	71,01	66,91	1,80	4,62
OMD (%)					
DPB (%)	56,29	68,21	65,27	1,79	4,91
CPD (%)					
DEE (%)	78,45	80,04	83,61	1,68	3,60
EED (%)					
DAM (%)	89,88	93,05	94,12	1,54	2,89
DStarch (%)					
DFDN (%)	36,69 b	54,65 a	52,82 ab	2,11	7,59
NDFD (%)					
DCT (%)	61,52	68,22	63,69	2,72	7,31
TCD (%)					
NDT (%) ³	59,84	65,30	61,51	1,61	4,48
TDN (%)					

¹Tratamentos: 0% CGS – 0% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 50% CGS – 50% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 100% CGS – 100% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído (Treatments: 0% SBH – 0% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 50% SBH – 50% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 100% SH – 100% of soybean hulls in substitution to the grounded corn). ²Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Means follow of different letters in the same row differ ($p < 0.05$) by the Tukey Test at 5% of probability). ³Estimado através da fórmula de Sniffen *et al.* (1992): $NDT = PBD + 2,25 \times EED + CTD$ (Formula estimated by Sniffen *et al.* (1992): $TDN = CPD + 2,25 \times EED + TCD$).

Os dados referentes às concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV), $N-NH_3$ ($mg\ dL^{-1}$) e pH do líquido ruminal estão apresentados na Tabela 4.

Foram observadas diferenças ($p < 0,05$) entre os tratamentos para as concentrações de AGV total, acetato ruminal e para a razão acetato:propionato, sendo os maiores valores para o tratamento 100%CGS, demonstrando a eficiência da fermentação sobre a CGS em produzir maiores concentrações de ácido acético, conforme observado por Sarwar *et al.* (1992) e Mansfield e Stern (1994). As concentrações de propionato e butirato foram maiores para o tratamento 0%CGS. Os valores observados estão dentro da faixa da proporção média de AGV que é de 90 a 150 mM para AGV total, 54 a 74% para acetato, 16 a 27% para propionato e 6 a 15% para butirato (Lana, 2005).

O $N-NH_3$ (N-amoniaco) e o pH ruminal não foram alterados ($p > 0,05$) em função dos tratamentos, sendo que o resultado obtido para $N-NH_3$ atende ao padrão mínimo que é de 5 $mg\ dL^{-1}$ de $N-NH_3$ (Lana, 2005). Também, o valor médio de pH observado apresentou-se dentro do limite (5,5 a 7,0) recomendado por Church (1979) e Silva e Leão (1979).

Tabela 4. Médias, erro padrão (EP) e coeficiente de variação para ácidos graxo voláteis totais (AGV total, mM), acetato ($mol\ 100\ mol^{-1}$), propionato ($mol\ 100\ mol^{-1}$), butirato ($mol\ 100\ mol^{-1}$), razão acetato:propionato, N-amoniaco ($N-NH_3$, $mg\ dL^{-1}$) e pH do líquido ruminal de cabras Saanen em lactação recebendo rações com casca do grão de soja (CGS) em substituição ao milho moído.

Table 4. Means, standard error (SE) and coefficient of variation for total volatile fat acid (VFA mM), acetate ($mol\ 100\ mol^{-1}$), propionate ($mol\ 100\ mol^{-1}$), butyrate ($mol\ 100\ mol^{-1}$), relation acetate: propionate, N-ammonia ($N-NH_3$, $mg\ dL^{-1}$) and pH of ruminal liquor for Saanen goats in lactation receiving soybean hulls (SBH) in substitution of grounded corn.

	Tratamentos ¹ Treatments			EP SE	CV (%)
	0% CGS 0% SBH	50% CGS 50% SBH	100% CGS 100% SBH		
AGV total (mM)	100,70 b	118,38 ab	127,07 a	5,21	20,70
Total VFA (mM)					
Acetato ($mol\ 100\ mol^{-1}$)	65,71 c	68,51 b	71,27 a	0,34	2,24
Acetate ($mol\ 100\ mol^{-1}$)					
Propionato ($mol\ 100\ mol^{-1}$)	21,52 a	19,42 b	18,39 c	0,26	6,03
Propionate ($mol\ 100\ mol^{-1}$)					
Butirato ($mol\ 100\ mol^{-1}$)	12,77 a	12,07 a	10,34 b	0,28	10,88
Butyrate ($mol\ 100\ mol^{-1}$)					
Acetato:Propionato	3,09 c	3,56 b	3,91 a	0,06	7,68
Acetate:Propionate					
$N-NH_3$ ($mg\ dL^{-1}$)	15,60	17,91	15,32	0,84	23,70
$N-NH_3$ ($mg\ dL^{-1}$)					
pH	6,03	6,01	6,03	0,04	2,97
pH					

¹Tratamentos: 0% CGS – 0% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 50% CGS – 50% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 100% CGS – 100% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído (Treatments: 0% SBH – 0% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 50% SBH – 50% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 100% SH – 100% of soybean hulls in substitution to the grounded corn). ² $p > 0,05$ ($p > 0.05$).

O baixo valor de pH ruminal observado pode ser atribuído à alta disponibilidade de substrato à microflora ruminal que, por sua vez, garantiu maior produção de acetato e AGV total, tal como relatado por Schmidely *et al.* (1996) que, ao trabalhar com cabras em final de gestação, utilizando a CGS na ração como fonte de fibra altamente digestível, verificaram o pH abaixo de 5,9, durante as três primeiras horas após a alimentação.

O padrão de fermentação ruminal pode ser modificado em função da dieta fornecida aos animais, o que leva a uma variação na proporção média de AGV. Sendo assim, torna-se importante conhecer valores médios de AGV para animais de uma mesma espécie, e/ou recebendo dietas com os mesmos tipos de alimentos.

A utilização da CGS, em substituição ao milho moído para cordeiros (Zervas *et al.*, 1998) e cabritos (Moore *et al.*, 2002), promoveu a produção de 63,2 mM e 89,94 mM para AGV total, 68,5 e 69,06 $mol\ 100\ mol^{-1}$ para acetato, 17,0 e 21,4 $mol\ 100\ mol^{-1}$ para propionato, 10,95 e 7,11 $mol\ 100\ mol^{-1}$ para butirato, 4,05 e 3,26 para a razão acetato:propionato e 6,5 e 6,41 para o pH ruminal, demonstrando diferenças quanto à resposta animal à utilização da CGS na ração, dada à espécie, fase fisiológica e associação dos alimentos utilizados.

Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 5) para a produção, eficiência de

produção e qualidade físico-química do leite. O valor médio obtido para nitrogênio uréico no plasma foi de 14,69 mg dL⁻¹.

Tabela 5. Médias, erro padrão (EP) e coeficiente de variação (CV) para produção e qualidade do leite de cabras Saanen em lactação recebendo rações com casca do grão de soja (CGS) em substituição ao milho.

Table 5. Means, standard error (SE), and coefficient of variation (CV) for production and quality of milk for Saanen goats in lactation receiving soybean hulls (SBH) in substitution the grounded corn.

	Tratamentos Treatments ¹			EP SE	CV (%)
	0% CGS ¹	50% CGS	100% CGS		
	0% SBH	50% SBH	100% SBH		
PL (kg)	2,47	2,42	2,60	0,15	10,31
MP (kg)					
PLG (kg)	2,12	2,05	2,29	0,12	9,44
MPF (kg)					
EPL	1,12	1,09	1,07	0,04	7,04
MPE					
Gordura (%)	2,61	2,56	2,77	0,09	6,17
Fat (%)					
Proteína (%)	2,92	3,02	2,87	0,04	2,53
Protein (%)					
Lactose (%)	4,28	4,23	4,37	0,08	3,17
Lactose (%)					
Sólidos Totais (%)	10,70	10,71	10,92	0,14	2,26
Total Solid (%)					
NUL (mg dL ⁻¹)	15,48	17,44	18,63	3,43	34,57
MUN (mg dL ⁻¹)					
Acidez °D	12,87	13,27	12,20	0,92	12,43
Acidity °D					
Densidade	1,029	1,029	1,029	0,00	0,03
Density					
CCS (cel mL ⁻¹ x 1000)	927,00	439,33	490,00	121	33,85
SCC (cel mL ⁻¹ x 100)					

¹Tratamentos: 0% CGS – 0% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 50% CGS – 50% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 100% CGS – 100% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído (Treatments: 0% SBH – 0% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 50% SBH – 50% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 100% SBH – 100% of soybean hulls in substitution to the grounded corn). ²PL = produção de leite, PLG = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, EPL = eficiência de produção de leite (kg de leite kg⁻¹ de MS ingerida), NUL = nitrogênio uréico no leite, CCS = contagem de células somáticas (MP = milk production, MPF = milk production corrected for 3.5% of fat, MPE = milk production efficiency (kg of milk production kg DM intake - MPE), MUN = milk urea nitrogen concentration, SCC = somatic cell count). ³p > 0,05 (p > 0.05).

A qualidade do leite de cabra pode variar em função de diversos fatores, tais como: tipo e qualidade da dieta dos animais, raça, período de lactação e clima, além da ação combinada destes fatores nas condições ambientais de cada país ou região (Queiroga e Costa, 2004). Assim, é importante conhecer os valores médios de qualidade do leite de cabra. Neste contexto, Prata et al. (1998) avaliaram 179 amostras de leite de cabras Saanen e obtiveram os seguintes resultados: 3,74% de gordura, 3,27% de proteína, 4,35% de lactose, 11,51% de sólidos totais, 1,0324 g cm⁻³ de densidade e 16,11°D de acidez.

As principais classes de ácidos graxos da gordura (porcentagem) do leite das cabras são apresentadas na Tabela 6.

Mesmo com a modificação do padrão de fermentação ruminal, isto é, com o aumento do acetato ruminal, resultado da substituição do milho por CGS nas rações, não houve alterações nas características físico-químicas do leite. Entretanto, o

perfil de ácidos graxos (AG) do leite diferiu entre os tratamentos (p < 0,05) para alguns AG. Foi observado maior percentual de 18:3n-3 (ácido linolênico), AG saturados e AG de cadeia média para o leite do tratamento 100% CGS. Estas diferenças devem ser atribuídas à variação na composição das rações, já que a CGS tem maior proporção de 16:0, 18:0 e n-3, o que acarretou em maiores percentuais de 18:3n-3, AGS e AGCM no leite. Por outro lado, o milho possui, em sua composição, maior concentração de 18:1n-9, o que proporcionou um aumento de AG insaturados, AG mono-insaturados e AG de cadeia longa no leite do tratamento 0% CGS. Os tratamentos não alteraram (p > 0,05) os ácidos graxos poliinsaturados e de cadeia curta.

Tabela 6. Principais classes de ácidos graxos da gordura (porcentagem) do leite de cabras Saanen em lactação recebendo rações com casca do grão de soja (CGS) em substituição ao milho.

Table 6. Class main of fatty acid in the milk fatty (percent) from Saanen goats in lactation receiving soybean hulls (SBH) in substitution of grounded corn.

Ácido Graxo ² Fatty Acid	Tratamentos ¹ Treatments			EP SE	CV (%)
	0%CGS ¹	50%CGS	100%CGS		
	0%SBH	50%SBH	100%SBH		
AGS	75,31b	76,26 b	77,64 a	0,15	0,34
SFA					
AGI	24,73 a	23,31 ab	22,15 b	0,19	1,43
UFA					
AGMI	21,95 a	20,44 ab	19,39 b	0,24	1,99
MUFA					
AGPI	2,93	3,03	2,92	0,19	12,15
PUFA					
AGCC	18,77	18,07	18,54	0,59	5,58
SCFA					
AGCM	50,89 b	53,31 ab	55,66 a	0,37	1,19
MCFA					
AGCL	30,38 a	28,19 ab	25,59 b	0,37	2,08
LCFA					
n-6	2,32	2,35	2,18	0,15	11,72
n-6					
n-3	0,11 b	0,12 b	0,21 a	0,00	4,43
n-3					
AGPI/AGS	0,04	0,04	0,04	0,00	12,56
PUFA/SFA					
n-6/n-3	20,95	20,33	10,37	1,92	14,33
n-6/n-3					

¹Tratamentos: 0% CGS – 0% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 50% CGS – 50% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído, 100% CGS – 100% de casca do grão de soja em substituição ao milho moído (Treatments: 0% SBH – 0% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 50% SBH – 50% of soybean hulls in substitution to the grounded corn, 100% SBH – 100% of soybean hulls in substitution to the grounded corn). ²AGS: ácidos graxos saturados, AGI: ácidos graxos insaturados, AGMI: ácidos graxos monoinsaturados, AGPI: ácidos graxos poliinsaturados, AGCC: ácidos graxos de cadeia curta, AGCM: ácidos graxos de cadeia média, AGCL: ácidos graxos de cadeia longa (SFA: saturated fatty acid, UFA: unsaturated fatty acid, MUFA: monounsaturated fatty acid, PUFA: polyunsaturated fatty acid, SCFA: small chain fatty acid, LCFA: long chain fatty acid). ³Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Means follow of different letters in the same row differ (p < 0.05) by the Tukey Test at 5% of probability).

Diversos são os ácidos graxos que têm influência na saúde humana, sendo que alguns destes aumentam o nível de colesterol sérico, porém alguns têm efeito contrário, além de determinados ácidos graxos terem efeito anticarcinogênico. Portanto, uma análise em conjunto de todos os ácidos graxos do leite torna-se necessária para avaliar os efeitos destes na nutrição humana, de modo a prevenir doenças cardiovasculares, hipertensão ou outras doenças associadas.

Conclusão

A casca do grão de soja pode substituir o milho moído na ração de cabras Saanen em lactação, pois não altera a ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, a concentração de nitrogênio amoniacal e pH ruminal e a produção e qualidade físico-química do leite.

Referências

- AFRC-Agricultural and Food Research Council. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford: CAB International, 1993.
- CHURCH, D.C. *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. 3. ed. Zaragoza: Acríbia, 1979.
- COCHRAN, R.C. *et al.* Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 63, n. 5, p. 1476-1483, 1986.
- COOMER, J.C. *et al.* Response of early lactation cows to fat supplementation in diets with different nonstructural carbohydrate concentrations. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 76, n. 12, p. 3747-3754, 1993.
- GRAVERT, H. O. *Dairy cattle production*. Nova York: Elsevier Science, 1987.
- HASHIMOTO, J.H. *et al.* Desempenho e digestibilidade aparente em cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. *Rev. Bras. Zootecn.*, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 174-182, 2007.
- IPHARRAGUERRE, I.R. *et al.* Performance of lactating dairy cows fed varying amounts of soyhulls as a replacement for corn grain. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 85, n. 11, p. 2905-2912, 2002a.
- IPHARRAGUERRE, I.R. *et al.* Ruminal fermentation and nutrient digestion by dairy cows fed varying amounts of soyhulls as a replacement for corn grain. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 85, n. 11, p. 2890-2904, 2002b.
- ISO-International Organization for Standardization. *Animal and vegetable fats and oils: preparation of methyl esters of fatty acids*. Method 5509. Geneve: ISSO, 1978.
- LANA, R.P. *Nutrição e alimentação animal: mitos e realidades*. Viçosa: UFV, 2005.
- MAIA, F.J. *et al.* Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e, parâmetros ruminais e sanguíneos. *Rev. Bras. Zootecn.*, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1496-1503, 2006.
- MANSFIELD, H.R.; STERN, M.D. Effects of soybean hulls and lignosulfonate-treated soybean meal on ruminal fermentation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 77, n. 4, p. 1070-1083, 1994.
- MARSH, W.H. *et al.* Automated and manual direct methods for the determination of blood urea. *J. Clinical Chemistry*, Hoboken, v. 11, n. 6, p. 624-631, 1965.
- MASOERO, F. *et al.* Determination of nitrogen intestinal digestibility in ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Orlando, v. 48, p. 253-263, 1994.
- MOORE, J.A. *et al.* By-product feeds for meat goats: Effects on digestibility, ruminal environment, and carcass characteristics. *J. Anim.Sci.*, Savoy, v. 80, p. 1752-1758, 2002.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of goats*. Washington, D.C.: National Academia Science, 1981.
- NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th. rev. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001.
- PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 54, p. 1025, 1971.
- PRATA, L.F. *et al.* Composição, perfil nitrogenado e características do leite caprino (Saanen). *Cienc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 18, n. 4, p. 428-432, 1998.
- PRESTON, T.R. Biological and chemical analytical methods. In: PRESTON, T.R. (Ed.). *Tropical animal feeding: a manual for research workers*. Rome: FAO, 1995. p. 191-264.
- QUEIROGA, R.C.R.E.; COSTA, R.G. Qualidade do leite caprino. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS. RAÇAS NATIVAS PARA O SEMI-ÁRIDO, 1., 2004. Recife. *Anais...* Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2004. p. 161-171.
- SARWAR, M. *et al.* Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 75, n. 6, p. 1533-1542, 1992.
- SCHMIDELY, P. *et al.* Effects of the synchronization of the rate of carbohydrates and nitrogen release of concentrate on rumen fermentation, plasma metabolites and insulin, in the dry pregnant goat. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Orlando, v. 63, p. 163-178, 1996.
- SILVA, D.C. *et al.* Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* da casca do grão de soja, resíduo de soja e casca de algodão. *Acta Sci. Anim. Sci.*, Maringá, v. 26, n. 4, p. 501-506, 2004.
- SILVA, H.G.O. *et al.* Farelo de cacau (*Theobroma cacao* L.) e torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) na alimentação de cabras em lactação: consumo e produção de leite. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1786-1794, 2005.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. *Fundamentos da nutrição dos ruminantes*. Piracicaba: Livrocere, 1979.
- SNIFFEN, C.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 70, n. 10, p. 3562-3577, 1992.
- TEIXEIRA, J.C. *Nutrição de ruminantes*. Lavras: Ufla, 1998.
- TRONCO, V.M. *Manual de inspeção para a qualidade do leite*. Santa Maria: UFSM, 1997. p. 88-110.
- UFV-Universidade Federal de Viçosa. *Saeg – Sistema para análises estatísticas e genéticas*. Versão 7.1. Viçosa, MG: 1997. (Manual do usuário).
- ZAMBOM, M.A. *et al.* Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. *Acta Sci. Anim. Sci.*, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

ZERVAS, G. *et al.* Soy hulls as a replacement for maize in lactating dairy ewe diets with or without dietary fat supplements. *Anim. Feed Sci. Technol.*, Orlando, v. 76, p. 65-75, 1998.

Received on June 02, 2006.

Accepted on March 20, 2007.