

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

FONTES ENERGÉTICAS ALTERNATIVAS NA
ALIMENTAÇÃO DE CABRAS SAANEN EM LACTAÇÃO

Autora: Bruna Hygino
Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Claudete Regina Alcalde

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

FONTES ENERGÉTICAS ALTERNATIVAS NA ALIMENTAÇÃO
DE CABRAS SAANEN EM LACTAÇÃO

Autora: Bruna Hygino
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudete Regina Alcalde

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração: Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

H995f Hygino, Bruna
Fontes energéticas alternativas na alimentação de cabras Saanen em lactação / Bruna Hygino.- - Maringá, 2015.
61 f. : il., tabs.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Claudete Regina Alcalde.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2015.

1. Cabras - Alimentação. 2. Cabras em lactação - Produção. 3. Cabras - Coprodutos. I. Alcalde, Claudete Regina, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 21.ed.636.3

Zss-002031



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**FONTES ENERGÉTICAS ALTERNATIVAS NA
ALIMENTAÇÃO DE CABRAS SAANEN EM LACTAÇÃO**

Autora: Bruna Hygino
Orientadora: Profª Drª Claudete Regina Alcalde

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

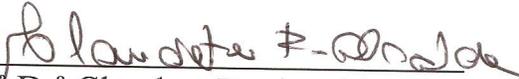
APROVADA em 20 de fevereiro de 2015.



Profª Drª Lúcia Maria Zeoula



Profª Drª Alda Lúcia Gomes
Monteiro



Profª Drª Claudete Regina Alcalde
(Orientadora)

A mente que se abre a uma nova ideia jamais volta ao seu tamanho original.

Albert Einstein

Ao Único que é digno de receber toda a honra, toda a glória e todo o louvor;
À minha mãe, Sonia; ao meu pai, Nilson, e à minha irmã, Caroline, pelo amor
incondicional e por estarem sempre comigo;
Ao Carlos Chiconato, pelo apoio, companheirismo, paciência e amor.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia por possibilitarem a realização deste trabalho.

À Professora Dr^a Claudete Regina Alcalde, por todo apoio, dedicação, pelo conhecimento transmitido, pela confiança e amizade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos e apoio, em especial ao Professor Dr. Geraldo Tadeu dos Santos, pelo auxílio na realização das análises.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsas de estudos.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial os senhores Aristóteles da Silva, Nelson Nogueira da Silva, Nelson Palmeira e Wilmar Rikli, pelo auxílio na execução do experimento.

Ao grupo de pesquisa: Ana Paula Silva Possamai, Paula Martins Olivo, Caroline Isabela da Silva, Isabella Ribeiro Ferrari, Jessyka Guedes Mazziero e Sérgio Mangano de Almeida Santos, por todo apoio e auxílio durante a realização do experimento e das análises, e especialmente à Bruna Susan de Labio Molina, que me ajudou muito além do seu dever, pelos ensinamentos, pela paciência e lealdade.

À Tatiana García Díaz, pelo auxílio durante a realização das análises.

Aos meus amigos, pela compreensão, ajuda, companheirismo, por todo o bem que me fizeram ao longo dessa caminhada.

À minha família, que me apoiou em todos os momentos.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

Os meus mais sinceros agradecimentos, sem vocês nada disso seria possível.

BIOGRAFIA

Bruna Hygino, filha de Sonia Maria Verginaci Hygino e Nilson Donizete Hygino, nasceu em Colorado, Paraná, no dia 23 de maio de 1989.

Em dezembro de 2011, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Em março de 2012, ingressou no Mestrado na área de concentração Produção Animal – Nutrição de Ruminantes, pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Claudete Regina Alcalde.

No dia 20 de fevereiro de 2015, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUÇÃO	1
Referências.....	8
II. OBJETIVOS GERAIS	12
III. VALOR NUTRICIONAL DE ALIMENTOS UTILIZADOS NAS RAÇÕES DE CABRAS SAANEN	12
Resumo	12
Abstract	14
Introdução	15
Material e Métodos	16
Resultados e Discussão	18
Conclusões	24
Referências.....	25
IV. VALOR NUTRITIVO DE RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS SAANEN EM LACTAÇÃO.....	28
Resumo	28
Abstract.....	29
Introdução	30
Material e Métodos	31
Resultados e Discussão	35
Conclusões	42
Referências.....	43

LISTA DE TABELAS

	Página
III. VALOR NUTRICIONAL DE ALIMENTOS UTILIZADOS NAS RAÇÕES DE CABRAS SAANEN	
Tabela 1. Composição físico-química de alimentos utilizados em rações para ruminantes.....	19
Tabela 2. Frações dos carboidratos dos alimentos utilizados em relação aos carboidratos totais	21
Tabela 3. Frações da proteína dos alimentos utilizados em relação à proteína bruta	22
Tabela 4. Parâmetros da cinética de degradação ruminal de alimentos usados nas rações de cabras Saanen.....	23
IV. VALOR NUTRITIVO DE RAÇÕES CONTENDO DIFERENTES FONTES ENERGÉTICAS NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS SAANEN EM LACTAÇÃO	
Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas rações de cabras Saanen em lactação	32
Tabela 2 . Proporção dos ingredientes e composição química das dietas para cabras Saanen em lactação	33
Tabela 3. Preço unitário dos alimentos e das dietas, cotados na região de Maringá-PR e Marechal Cândido Rondon – PR no segundo semestre de 2014	35
Tabela 4. Ingestão da matéria seca e dos nutrientes por cabras Saanen recebendo rações com fontes energéticas alternativas em substituição ao milho	36
Tabela 5. Digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes em cabras Saanen recebendo rações com fontes energéticas alternativas em substituição ao milho.....	38
Tabela 6. Produção de leite, produção de leite corrigida para 35 g de gordura por quilo de leite e eficiência de produção em relação ao tratamento de cabras Saanen recebendo rações com diferentes fontes energéticas	39

Tabela 7. Médias e coeficientes de variação dos parâmetros sanguíneos de cabras Saanen recebendo rações com diferentes fontes energéticas	40
Tabela 8. Avaliação econômica do desempenho produtivo de cabras Saanen recebendo rações com fontes energéticas alternativas	41

RESUMO

Objetivou-se com este estudo caracterizar e avaliar os valores nutricionais e nutritivos de alimentos utilizados nas rações para cabras Saanen, e seus efeitos na produção de leite e parâmetros sanguíneos. Foram utilizadas cinco cabras Saanen após 60 dias em lactação ($56,7 \pm 5,22$ kg e produção média diária de 3,0 L de leite), distribuídas em quadrado latino 5x5 recebendo dietas compostas por feno de Tifton 85 e rações concentradas contendo farelo de soja, suplemento mineral-vitamínico, sal comum e diferentes fontes energéticas: milho moído, casca do grão de soja, milho desintegrado com palha e sabugo, resíduo seco de fecularia de mandioca e milho + gordura protegida. Foram determinados os teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, fibra fisicamente efetiva e lignina. Foram estimados a matéria orgânica, os carboidratos totais e os carboidratos não fibrosos. Os carboidratos foram divididos nas frações A+B1 (carboidratos rapidamente degradáveis), fração B2 (carboidratos potencialmente degradáveis) e fração C (carboidratos não degradáveis); e a proteína, nas frações A (solúvel), fração B1 (rápida degradação ruminal), fração B2 (degradação intermediária), fração B3 (lenta degradação) e fração C (indigestível). Para a determinação da produção total de gás e os parâmetros da cinética da fermentação ruminal, foi utilizada a técnica automática *in vitro*, modificada pela Ankom[®]. A ingestão de matéria seca foi estimada pela diferença entre o alimento fornecido e as sobras nos dias do período de coleta. Foi utilizada a fibra em detergente ácido indigestível como indicador interno para estimar a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes. O controle da produção de leite foi feito por meio da pesagem deste a cada ordenha. Foram coletadas amostras de sangue das cabras para analisar as

concentrações de glicose, triglicerídeos, colesterol e ureia. Foi realizada análise econômica simplificada para determinar a relação benefício:custo das rações utilizadas. Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) entre os parâmetros A, B, C, E e A+D da cinética de degradação ruminal. Foram observadas diferenças significativas nas ingestões de extrato etéreo e dos nutrientes digestíveis totais. Os tratamentos contendo casca do grão de soja e resíduo seco de fecularia de mandioca apresentaram melhores resultados para digestibilidade. A produção de leite, produção corrigida para 35 g de gordura/kg de leite e eficiência de produção não foram alteradas com as diferentes fontes energéticas. Os maiores níveis séricos de ureia foram observados para os tratamentos contendo resíduo seco de fecularia de mandioca e milho + gordura protegida. O tratamento contendo milho desintegrado com palha e sabugo foi o que apresentou melhor relação benefício:custo. A produção total de gás foi maior nos alimentos com alto teor de carboidratos não fibrosos, sendo eles: milho moído, milho desintegrado com palha e sabugo e resíduo seco de fecularia de mandioca, resultado da maior fração A, de rápida degradação, observada para estes alimentos. A inclusão de fontes energéticas alternativas em rações para cabras Saanen em lactação não altera a ingestão de matéria seca, a produção de leite e a eficiência de produção. Quanto à digestibilidade, os melhores resultados podem ser atribuídos aos tratamentos contendo casca do grão de soja e resíduo seco de fecularia de mandioca, porém, o tratamento com milho desintegrado com palha e sabugo apresentou melhor relação benefício:custo.

Palavras-chave: consumo, coprodutos, fracionamento, produção de gás, produção de leite.

ABSTRACT

The objective in this study was to characterize and evaluate the nutritional values and nutritive of feeds used in diets for Saanen goats, and its effects on milk production and blood parameters. Five Saanen goats after 60 days in milk (56.7 ± 5.22 kg and average daily production of 3.0 L of milk) were distributed in 5x5 latin square design and fed diets composed of Tifton 85 hay and concentrate rations containing soybean meal, mineral-vitamin supplement, common salt and different energy sources: ground corn, soybean hulls, ground ear corn, cassava byproduct and corn + protected fat. Contents were determined for dry matter, ash, crude protein, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, physically effective fiber and lignin. Organic matter, total carbohydrates and non-fiber carbohydrates were estimated. Carbohydrates were divided into fractions A + B1 (rapidly degradable carbohydrates), fraction B2 (potentially degradable carbohydrates) and fraction C (non-degradable carbohydrates); and the protein in the fractions A (soluble), fraction B1 (rapid ruminal degradation), B2 fraction (intermediate degradation), B3 fraction (slow degradation) and fraction C (indigestible). To determine the total gas production and kinetics of ruminal fermentation parameters, the automatic technique *in vitro* was used, modified by Ankom[®]. The dry matter intake was estimated by the difference between the supplied food and the orts in the days of sampling. Indigestible acid detergent fiber was used as internal marker to estimate the digestibility of dry matter and nutrients. The control of milk production was done by weighing it every milking. Goats' blood samples were collected to analyze the

concentrations of glucose, triglycerides, cholesterol and urea. Simplified economic analysis was performed to determine the benefit:cost of feed used. Differences were observed ($P < 0.05$) among the parameters A, B, C, E and A + D of ruminal degradation kinetics. Significant differences were observed in the ether extract intakes and total digestible nutrients. Treatments that showed better results for digestibility were soybean hulls and cassava byproduct. Milk production, production corrected for 35 g fat/kg of milk and production efficiency did not differ among different energy sources. The highest blood urea levels were observed for treatments containing cassava byproduct and corn + protected fat. The treatment containing ground ear corn presented the best cost: benefit ratio. The total gas production was higher in feeds with a high content of non-fiber carbohydrates, namely: ground corn, ground ear corn and cassava byproduct, result of a higher fraction A, with rapid degradation, observed for these feed. The inclusion of alternative energy sources in diets for lactating goats Saanen does not alter the dry matter intake, milk production and production efficiency. As for digestibility, the best results can be attributed to treatments containing soybean hulls and cassava byproduct, however, the treatment containing ground ear corn showed the best cost: benefit ratio.

Keywords: intake, byproducts, fractioning, gas production, milk production.

I. INTRODUÇÃO

O manejo nutricional dos animais é um dos fatores responsáveis pelo sucesso da produção animal, uma vez que os custos com a alimentação podem chegar a 70% dos custos de produção (Cândido et al., 2008), e a qualidade do alimento está diretamente ligada à qualidade do produto final (Sanz Sampelayo et al., 2007). Uma prática que ganhou espaço é a inclusão de coprodutos da agroindústria na alimentação animal, pois estes muitas vezes apresentam boa qualidade e preços competitivos, sendo assim uma alternativa para reduzir os custos de produção (Silva et al., 2002).

Dentre os diversos coprodutos disponíveis para utilização na alimentação animal, está a casca do grão de soja, obtida através do processamento para extração do óleo do grão da oleaginosa, sendo que a cada tonelada de grão de soja que é processado, cerca de 2% é casca de soja. Classificada pelo NRC (1996) como volumoso seco, apresenta valores de fibra em detergente neutro que podem chegar a 70%, porém a concentração de fibra efetiva é muito menor do que em forragens (Armentano & Pereira, 1997). Dessa forma, a casca de soja pode ser classificada como fibra rapidamente fermentável, devido também ao padrão de fermentação ruminal, o que permite que esta seja utilizada tanto como fonte de energia, como para manter o teor de fibra da dieta, podendo assim substituir tanto parte da forragem como do concentrado, sem causar redução na produção de acetato ruminal e da gordura do leite (Zambom et al., 2001). Ainda, a casca de soja tem como característica a presença de pectina na parede celular, carboidrato rapidamente degradável cujo processo de fermentação ruminal gera alta relação acetato: propionato (Hatfield & Weimer, 1995).

A casca do grão de soja pode substituir até 100% do milho moído em rações para cabras após o pico de lactação, sem interferir negativamente no desempenho

produtivo e na qualidade do leite (Zambom et al., 2011). Segundo Gentil et al. (2011), a casca de soja pode substituir totalmente o feno de *Coastcross* para cabras em lactação, sem que a produção de leite seja prejudicada.

Outra cultura que se destaca no cenário da agroindústria nacional é a da mandioca, que além de seus produtos, gera coprodutos e resíduos de boa qualidade. As características climáticas permitem que o cultivo da mandioca seja possível em praticamente todo o país. Outro fator que torna interessante o uso da mandioca na alimentação animal são as diversas formas de uso da planta, que possibilitam um aproveitamento quase total da mandioca, visto que tanto a parte aérea como as raízes podem ser utilizadas, seja na forma fresca ou processada, como feno ou silagem (Gonçalves et al., 2009). Porém, a qualidade nutricional dos produtos e coprodutos pode variar consideravelmente, sendo que entre os principais fatores que podem influenciar estão variedade e idade da planta, época do ano e processamento (Rangel et al., 2008).

Devido ao alto teor de amido presente na mandioca e na maioria de seus coprodutos, estes podem ser classificados como fontes energéticas (Caldas Neto et al., 2000). Ainda, o amido da mandioca apresenta características bem particulares que o diferem do amido encontrado em grãos. Devido a características físicas e químicas em sua composição, como menor quantidade de amilose, ausência de pericarpo e ainda, endosperma córneo e periférico, o amido da mandioca apresenta maior degradabilidade efetiva em relação ao amido do milho e do sorgo (Rangel et al., 2008).

Dessa forma, a mandioca e seus coprodutos (casca, farelo e fécula) são alternativas importantes para a alimentação de ruminantes, podendo substituir totalmente o milho nas rações sem comprometimento do desempenho produtivo dos animais (Rangel et al., 2008; Silva et al., 2012).

O milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) não é um coproduto, mas seu uso nas rações se torna interessante uma vez que pode ser adquirido por preços mais competitivos que o do grão de milho moído. É considerado um alimento concentrado energético, apesar de seu alto teor de fibra em detergente neutro, que pode chegar a 38% ou mais (Valadares Filho et al., 2010). Possui 63,71% de nutrientes digestíveis totais e proteína altamente digestível - acima de 90% (Marcondes et al., 2009; Valadares Filho, et al., 2010).

Paziani et al. (2001) realizaram um estudo para avaliar o MDPS em diferentes graus de moagem e não observaram influência do tamanho da partícula obtida sobre a digestibilidade e degradabilidade dos nutrientes, de forma que é possível adotar um grau

de moagem mais grosseiro, reduzindo gastos com processamento, o que contribui para que seu preço seja mais acessível quando comparado ao milho moído.

A adição de milho desintegrado com palha e sabugo na ensilagem da cana-de-açúcar, apesar de não contribuir para a melhoria dos parâmetros fermentativos, melhora a composição bromatológica da silagem, pois eleva os teores de proteína, em média, em 1,13% e reduz os de fibra em detergente neutro em até 17% (Evangelista et al., 2009).

Porém, por se tratarem de coprodutos da agroindústria, não apresentam padrão para comercialização, pois a composição química pode variar grandemente, afetando o seu valor nutricional. Dessa forma, não é aconselhável o uso de valores pré-estabelecidos em tabelas, sendo necessária a realização de análises que determinem a verdadeira composição química dos alimentos utilizados ao compor a ração para os animais.

Uma das fontes de variação de alimentos como os coprodutos da agroindústria é o teor de fibra, fator que está relacionado principalmente com a idade e a variedade da planta, o que, juntamente com o fornecimento de forragens, pode diminuir a densidade energética da dieta, limitando o consumo de matéria seca devido ao preenchimento físico do rúmen, sem que o animal consuma todos os nutrientes necessários para suprir as exigências e manter normal o metabolismo animal e, conseqüentemente, a produção (Mertens, 1997; Macedo Júnior et al., 2007).

Fibra é um termo nutricional e sua definição está vinculada ao método analítico utilizado para sua determinação (Macedo Júnior et al., 2007). Quimicamente, a fibra é um agregado de compostos e sua composição química é dependente da fonte e da metodologia usada na sua determinação laboratorial, sendo que dos métodos comumente utilizados para quantificar a fibra, apenas fibra em detergente neutro (FDN) mensura os três maiores componentes lentamente digestíveis ou indigestíveis das plantas: hemicelulose, celulose e lignina (Mertens, 1997).

Ainda segundo Mertens (1997), apenas a FDN não é suficiente para estabelecer um adequado suprimento de fibra (proporção volumoso: concentrado) em rações de animais produtores de leite quando são usadas fontes de fibra não forrageira além da forragem como volumoso, como é o caso de grande parte dos coprodutos utilizados na alimentação animal. Analisar a FDN do alimento permite conhecer apenas as características químicas, que apesar de serem extremamente importantes para conhecer a qualidade do alimento, não exclui a necessidade de analisar as características físicas do mesmo, como tamanho de partícula e densidade, visto que estas características por si

só podem influenciar na saúde e no metabolismo do animal, fermentação ruminal, teor de gordura do leite, independente do FDN do alimento (Mertens, 1997). Dessa forma, além das análises químicas comumente realizadas no estudo de alimentos, é importante conhecer a fibra fisicamente efetiva (FDNfe) dos alimentos, visto que os coprodutos utilizados geralmente apresentam alto teor de FDN, mas características físicas claramente distintas.

A FDNfe está relacionada às características físicas da fibra (principalmente tamanho da partícula) que influenciam a atividade de mastigação e a natureza bifásica do conteúdo ruminal (Mertens, 1997), além de ser independente de fatores animais (Mertens, 2001).

Segundo Sniffen et al. (1992), os nutrientes dos alimentos fornecidos para ruminantes devem ser fracionados para sua adequada avaliação. O CNCPS (*Cornell Net Carbohydrate and Protein System*) utiliza equações que estimam a fermentação e a taxa de passagem de frações de carboidratos e proteínas dos alimentos.

De acordo com o CNCPS, os carboidratos são classificados de acordo com sua taxa de degradação, sendo divididos nas frações A (rápida degradação – açúcares); B1 (degradação intermediária - amido); B2 (lenta degradação – conteúdo disponível da parede celular); e fração C (indisponível – carboidratos ligados à parede celular, basicamente lignina) (Sniffen et al., 1992).

Ainda segundo esse sistema, a proteína é dividida nas frações: A (nitrogênio não proteico); fração B (proteína verdadeira), a qual é subdividida com base nas taxas de degradação ruminal em B1 (rapidamente degradável), B2 (degradação intermediária) e B3 (lenta degradação); e fração C, não disponível no rúmen.

A necessidade de avaliação das características nutritivas dos alimentos para ruminantes tende a aumentar devido, entre outros, a restrições ambientais e econômicas sobre o uso ou descarte de coprodutos e resíduos da agroindústria (Theodorou et al., 1994). Sendo assim, técnicas de produção cumulativa de gases *in vitro* foram desenvolvidas para prever a fermentação dos alimentos para ruminantes (Rymer et al., 2005).

Menke et al. (1979) descreveram um sistema *in vitro* em que o gás produzido a partir da fermentação de um substrato foi utilizado para estimar a sua digestibilidade e energia metabolizável (Mauricio et al., 1999). Determinar o acúmulo de gás *in vitro* pode fornecer informações valiosas sobre a cinética da digestão de alimentos em ruminantes (Schofield et al., 1994). Quando um alimento é incubado com fluido

ruminal, os carboidratos são fermentados a ácidos graxos de cadeia curta, gases (principalmente CO₂ e CH₄) e células microbianas. Portanto, a produção de gás é basicamente o resultado da fermentação de carboidratos a acetato, propionato e butirato, visto que a produção de gás proveniente da fermentação de proteínas é relativamente pequena comparada à fermentação de carboidratos (Getachew et al., 1998).

Tanto em estudos *in vivo* como *in vitro*, os ácidos graxos voláteis reagem com o tampão bicarbonato para liberar CO₂, de modo que a produção de gás ocorre simultaneamente com a digestão da fibra. Dessa forma, a medição *in vitro* da produção de gás também pode fornecer informações quantitativas sobre a taxa e a extensão da digestão da celulose (Schofield et al., 1994).

Pesquisas têm sido desenvolvidas para determinar o valor nutritivo de coprodutos da agroindústria, em grandes ou pequenos ruminantes (Moraes, 2007). A ingestão e a digestibilidade são parâmetros chaves em vários sistemas de formulação de dietas para ruminantes, pois possuem alta correlação com a ingestão de matéria seca e eficiência na absorção e aproveitamento dos nutrientes (Macedo Júnior et al., 2007).

A criação de pequenos ruminantes é vista como fonte sustentável com excelente possibilidade de rentabilidade econômica e estabilidade demográfica, especialmente em regiões áridas e semi-áridas. Destaca-se ainda a variabilidade genética e custos de produção mais baixos devido ao uso apropriado dos recursos naturais (Costa et al, 2009).

O caprino, como um animal ruminante pastejador altamente seletivo, é capaz de digerir fibras e substâncias lenhosas, é mais eficiente em converter diferentes tipos de alimentos em relação a bovinos e ovinos, e aceitam uma grande variedade de alimentos na dieta, proporcionando a esse animal a benéfica oportunidade de selecionar, e ainda a possibilidade de consumirem vários alimentos que não são palatáveis a ovinos ou bovinos (Moraes, 2007). Assim, a utilização de coprodutos da agroindústria ou outros alimentos com elevada quantidade de fibra em sua composição na alimentação de cabras leiteiras é possível, pois caprinos apresentam maior capacidade de adaptação a dietas com alto teor de fibra de baixa qualidade (Bava et al., 2001).

Os resultados das pesquisas com coprodutos da agroindústria na alimentação de cabras Saanen em lactação têm sido satisfatórios. Oliveira et al. (2010) utilizaram farelo de mandioca na ensilagem de capim-elefante e observaram aumento na ingestão de matéria seca e na produção de leite. Mouro et al. (2002), ao utilizarem farinha de mandioca de varredura em substituição ao milho na alimentação de cabras Saanen em

lactação, não observaram diferenças na ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, exceto na digestibilidade do amido, cujo valor aumentou conforme a inclusão do subproduto.

Além do uso de coprodutos, existem outras estratégias que permitem, através da alimentação, promover alterações que favoreçam o alcance dos objetivos com a produção, seja o aumento na produção de leite, maior aporte de nutrientes ingeridos pelo animal, etc.

Dentre estas estratégias, destaca-se o uso de suplementos lipídicos visando aumentar a densidade energética da dieta, uma forma de contornar o problema do preenchimento físico do rúmen previamente mencionado. Uma alternativa são os sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa, os quais aumentam a densidade energética da dieta, sem redução do teor de fibra e da digestão, melhorando assim a eficiência de utilização de energia (Teh et al., 1994). Também conhecidos como gordura protegida, estes passam inertes pelo rúmen, sem interferir nas reações que ocorrem no ambiente ruminal (Palmquist & Matos, 2011).

Um dos objetivos do uso de gordura inerte como suplemento lipídico, além de aumentar a densidade energética, é a melhoria no perfil dos ácidos graxos presentes no leite, visto que é desejável maior teor de ácidos graxos poli-insaturados, devido às suas propriedades benéficas ao ser humano.

Devido à toxicidade dos ácidos graxos - principalmente os poli-insaturados – aos microrganismos ruminais, estes desenvolveram um mecanismo de defesa que consiste na biohidrogenação dos ácidos graxos, ou seja, quebra das duplas ligações de forma que os ácidos graxos se tornem saturados, e assim, não tóxicos aos microrganismos (Palmquist & Matos, 2011). Portanto, o uso de lipídios que passem pelo rúmen sem sofrer modificações na sua estrutura e que contribua para aumentar a qualidade do produto final mostra-se necessária e tem sido objeto de diversos estudos (Teh et al., 1994; Sanz Sampelayo et al., 2002; Souza et al., 2014).

Os níveis séricos de algumas variáveis como colesterol, glicose, triglicerídeos e ureia podem ser usados como indicadores do metabolismo animal, uma vez que a ureia está relacionada ao metabolismo proteico, e os demais, ao metabolismo energético. A quantidade de proteína que o animal ingere está diretamente ligada à concentração de ureia no sangue, uma vez que quanto maior a quantidade de proteína ingerida, maior a concentração sanguínea de ureia (Wittwer, 2000).

Da mesma forma, a energia também está relacionada ao metabolismo proteico, pois os microrganismos ruminais necessitam de energia proveniente da dieta para sintetizarem proteína microbiana. Caso não haja energia suficiente, não ocorrerá a conversão do nitrogênio da amônia em proteína microbiana, o que irá aumentar a concentração ruminal de amônia e, conseqüentemente, a concentração de ureia no sangue (Wittwer, 2000).

A análise econômica da atividade leiteira por meio da análise dos resultados técnicos e econômicos é um grande auxílio para decisões quanto aos rumos do sistema de produção (Gonçalves et al, 2008). Como a alimentação representa grande parte dos custos da produção animal, através da viabilidade econômica das rações utilizadas é possível conhecer a que apresenta melhor relação benefício: custo, indispensável para o sucesso da produção.

Referências

- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. Symposium: Meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1426-1425, 1997.
- BAVA, L.; RAPETTI, L.; CROVETTO G.M.; TAMBURINI, A.; SANDRUCCI, A.; GALASSI, G.; SUCCI, G. Effects of a nonforage diet on milk production, energy, and nitrogen metabolism in dairy goats throughout lactation. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2450-2459, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 37, de 31 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do leite de cabra. **Diário Oficial da União**. 08 nov. 2000. Seção 1, p.23.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; PRADO, I.N.; SANTOS, G.T.; FREGADOLLI, F.L.; KASSIES, M.P.; DALPONTE, A.O. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2099-2108, 2000.
- COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.R.E.; PEREIRA, R.A.G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.307-321, 2009.
- EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A.; LOPES, J.; REZENDE, A.V. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.20-26, 2009.
- GENTIL, R. S.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; FERREIRA, E.M.; URANO, F.S.; MENEGHINI, R.C.M. Substituição do feno de *Coastcross* por casca de soja na alimentação de cabras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2844-2851, 2011.
- GETACHEW, G., BLÜMMEL, M., MAKKAR, H.P.S., BECKER, K. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 72, 261–281, 1998.
- GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.
- GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; VIEIRA, R.A.M.; HENRIQUE, D.S.; MANCIO, A.B.; PEREIRA, J.C. Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.366-376, 2008.
- HATFIELD, R.D.; WEIMER, P.J. Degradation characteristics of isolated and *in situ* cell wall lucerne pectic polysaccharides by mixed ruminal microbes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.69, n.2, p.185-196, 1995.
- MACEDO JUNIOR, G.L.; ZANINE, A. M.; BORGES, I.; PÉREZ, J.R.O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v. 17, n.1, p. 7-17, 2007.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; SILVA, L.F.C.; FONSECA, M.A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2247-2257, 2009.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S.; OWEN, E.; CHANNA, K.S.; THEODOROU, M.K. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, p. 321–330, 1999.

MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STEINGASS, H.; FRITZ, D.; SCHNEIDER, W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. **Journal of Agricultural Science**, v. 93, p. 217–222, 1979.

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

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.

MORAES, S.A. **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. 2007. 46f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte.

MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F.; RIGOLON, L.P.; MAIA, F.J.; GUIMARÃES, K.C.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: produção e composição do leite e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p. 475-483, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C., 1996.

OLIVEIRA, J.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. RIBEIRO, L.S.O.; CRUZ, J.F.; SILVA, F.F. Subprodutos industriais na ensilagem de capim-elefante para cabras leiteiras: consumo, digestibilidade de nutrientes e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.411-418, 2010.

PALMQUIST, D. L. AND MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: . Berchielli, T. T.; Pires, A.V.; Oliveira, S. G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011.

PAZIANI, S.F.; BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P. Digestibilidade e degradabilidade de rações à base de milho desintegrado com palha e sabugo em diferentes graus de moagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1630-1638, 2001.

RANGEL, A. H.N.; LEONEL, F.P.; BRAGA, A. P.; PINHEIRO, M. J. P.; LIMA JÚNIOR, D.M. Utilização da mandioca na alimentação de ruminantes. **Revista Verde**, v.3, n.2, p. 1-12, 2008.

RYMER, C.; HUNTINGTON, J.A.; WILLIAMS, B.A.; GIVENS, D.I. *In vitro* cumulative gas production techniques: history, methodological considerations and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123–124, p. 9–30, 2005.

SANZ SAMPELAYO, M.R.; PÉREZ, L.; ALONSO, J.J.M.; AMIGO, L.; BOZA, J. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. 2. Milk production and composition. **Small Ruminant Research**, v.43, p.141-148, 2002.

SANZ SAMPELAYO, M.R.; CHILLIARD, Y.; SCHMIDELY, PH.; BOZA, J. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v.68, p.42–63, 2007.

SCHOFIELD, P.; PITT, R. E.; PELL, A. N. Kinetic of fiber digestion from *in vitro* gas production. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 11, p. 2980-2991, 1994.

SILVA, M.J.M.S.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; FONSECA, N.N.N.; COSTA, V.M.S. Utilização da raiz de mandioca sobre a digestibilidade e comportamento ingestivo de cabras Saanen em lactação. **Acta Scientiarum**, v.34, n.4, p. 401-408, 2012.

SILVA, L.D.F.; EZEQUIEL, J.M.B.; AZEVEDO, P.S.; CATTELAN, J.W.; BARBOSA, J.C.; RESENDE, F.D.; CARMO, F.R.G. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fonte de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1258-1268, 2002.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, R.; ALCALDE, C.R.; OLIVEIRA, C.A.L.; MOLINA, B.S.L.; MACEDO, F.A.F.; GOMES, L.C.; HYGINO, B.; POSSAMAI, A.P.S. Lactation curves and economic results of Saanen goats fed increasing dietary energy levels obtained by the addition of calcium salts of fatty acids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.2, p.73-79, 2014.

TEH, T.H.; TRUNG, L.T.; JIA, Z.H.; GIPSON, T.A.; OGDEN, K.B.; SWEENEY, T.F. Varying amounts of rumen-inert fat for high producing goats in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.253-258, 1994.

THEODOROU, M.K., LOWMAN, R.S., DAVIES, Z.S., CUDDEFORD, D. OWEN, E. Principles of techniques that rely on gas measurement in ruminant nutrition. Occasional Publication n. 22, **British Society of Animal Science**, p.55, 1998.

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010.

WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.

(Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes**: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T.; MACEDO, F.A.F.; RAMOS, C.E.C.O.; GARCIA, J.; HASHIMOTO, J.H.; LIMA, L.S. Produção e qualidade do leite de cabras alimentadas com casca do grão de soja em substituição ao milho moído. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.126-139, 2011.

ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C.; ALCALDE, C.R.; GONÇALVES, G.D.; SILVA, D.C.; SILVA, K.T.; FAUSTINO, J.O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.937-943, 2001.

II. OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se no presente trabalho caracterizar fontes energéticas alternativas na alimentação de cabras Saanen em lactação, determinando o valor nutricional e nutritivo destas, bem como a produção de leite, os parâmetros sanguíneos, a eficiência de produção e a avaliação econômica simplificada das rações.

III. Valor nutricional de alimentos utilizados nas rações de cabras Saanen

Resumo – Objetivou-se no presente trabalho caracterizar alimentos utilizados nas rações de cabras Saanen. Os alimentos avaliados foram: feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*), farelo de soja, milho moído, casca do grão de soja, milho desintegrado com palha e sabugo e resíduo seco de fecularia de mandioca. Foram determinados os teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, fibra fisicamente efetiva e lignina, e estimados a matéria orgânica, os carboidratos totais e os carboidratos não fibrosos. Os carboidratos foram divididos nas frações A+B1 (rapidamente degradáveis), B2 (potencialmente degradáveis) e C (não degradáveis); e a proteína, nas frações: A (solúvel), B1 (rápida degradação ruminal), B2 (degradação intermediária), B3 (lenta degradação) e C (indigestível). Para determinar a produção de gás foi utilizada a técnica automática *in vitro*, modificada pela Ankom[®]. Foram observadas diferenças significativas entre os alimentos para os parâmetros A, B, C, E e A+D da cinética de degradação ruminal, sendo que os alimentos com alto teor de carboidratos não fibrosos apresentaram maior fração A (rápida degradação), e o feno apresentou maior tempo de colonização (fração C). A produção total de gás foi maior para o milho moído, milho desintegrado com palha e sabugo e resíduo seco de fecularia de mandioca.

Palavras-chave: caprinos, coprodutos, degradação ruminal, fracionamento, produção de gás

I. Nutritional value of feed used in diets for Saanen goats

Abstract - The objective in the present work was to characterize feed used in diets for Saanen goats. The feedstuffs were: Tifton 85 hay (*Cynodon spp.*), soybean meal, ground corn, soybean hulls, ground ear corn and cassava byproduct. Contents were determined for dry matter, ash, crude protein, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, physically effective fiber and lignin, and organic matter, total carbohydrates and non-fiber carbohydrates were estimated. Carbohydrates were divided into fractions A + B1 (rapidly degradable), B2 (potentially degradable) and C (non-degradable); and the protein in fractions A (soluble), B1 (rapid ruminal degradation), B2 (intermediate degradation), B3 (slow degradation) and C (indigestible). To determine the gas production an automatic technique *in vitro* was used, modified by Ankom®. Significant differences were observed among feed for the parameters A, B, C, E and A + D of ruminal degradation kinetics, and feed with high non-fibrous carbohydrates concentration presented higher fraction A (rapid degradation), and the hay showed higher lag time (fraction C). The total gas production was higher for ground corn, ground ear corn and cassava byproduct.

Keywords: goats, byproduct, ruminal degradation, fractioning, gas production

Introdução

A qualidade dos alimentos fornecidos é fundamental para o sucesso da atividade de produção animal, pois influencia diretamente na qualidade do produto final e na saúde dos animais. Porém, os gastos com a alimentação representam a maior parte dos custos de produção, o que tem levado produtores e pesquisadores a buscar alimentos alternativos que apresentem qualidade similar aos ingredientes comumente usados nas rações, como milho e farelo de soja, mas que por não se tratarem de *commodities*, são comercializados a preços mais competitivos, tornando-os uma alternativa interessante para o uso na alimentação de ruminantes.

Entre esses alimentos, destacam-se os coprodutos da agroindústria, os quais têm representado um dos principais campos de pesquisa em nutrição de ruminantes, principalmente em países tropicais (Morand-Fehr, 2005). Estudar estas alternativas de alimentos pode trazer benefícios para a composição de dietas de ruminantes, garantindo, em muitos casos, maior disponibilidade de alimentos e possível aumento da eficiência de produção (Gonçalves et al., 2009).

Os coprodutos agroindustriais e os restos de culturas agrícolas possuem composição muito variável, sendo que parte destes, apesar da alta disponibilidade, apresentam características bromatológicas muito diferentes a cada produção (Gonçalves et al., 2009). Além disso, a ausência de dados na literatura sobre a composição de alimentos alternativos, como o fracionamento dos nutrientes, indica falta de caracterização e informações nutricionais que permitam sua recomendação de forma mais ampla (Pereira et al., 2010).

Dentre as análises químico-bromatológicas, as mais comumente realizadas são: matéria seca, cinzas, extrato etéreo, proteína bruta e fibra, sendo que fibra é um termo nutricional e sua definição está vinculada ao método analítico utilizado para sua determinação (Macedo Júnior et al., 2007). Os dois últimos grupos de nutrientes são muito abrangentes e nem todo o seu conteúdo pode ser aproveitado pelo organismo do animal, de forma que os alimentos fornecidos para ruminantes devem ser fracionados para sua adequada avaliação (Sniffen et al., 1992).

Quanto às análises físicas do alimento, a que tem sido considerada mais interessante é a fibra fisicamente efetiva (FDNfe), a qual está relacionada às características físicas da fibra (principalmente tamanho da partícula) que influenciam a

atividade de mastigação e a natureza bifásica do conteúdo ruminal (Mertens, 1997), além de ser independente de fatores animais (Mertens, 2001).

Como a realização de análises *in vivo* pode demandar maior tempo e gastos para sua realização, as análises *in vitro* têm sido cada vez mais frequentes para avaliação de alimentos. Menke et al. (1979) descreveram um sistema *in vitro* em que o gás produzido a partir da fermentação de um substrato foi utilizado para estimar a sua digestibilidade e energia metabolizável (Mauricio et al., 1999). Determinar o acúmulo de gás *in vitro* pode fornecer informações valiosas sobre a cinética da digestão de alimentos em ruminantes (Schofield et al., 1994).

A utilização de coprodutos da agroindústria ou outros alimentos com elevada quantidade de fibra na alimentação de cabras leiteiras é possível, pois ovinos e, principalmente, caprinos são as espécies de ruminantes com maior capacidade de adaptação a dietas com alto teor de fibra de baixa qualidade (Bava et al., 2001).

Objetivou-se com este estudo caracterizar alimentos utilizados nas rações de cabras Saanen.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido no setor de Caprinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal (LANA), ambos pertencentes à Universidade Estadual de Maringá. Os alimentos avaliados foram: feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*), farelo de soja, milho moído, casca do grão de soja (CGS), milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) e resíduo seco de fecularia de mandioca (RSFM).

As amostras dos alimentos foram moídas através de moinhos tipo *Willey* acoplado à peneira com crivos de 1 mm para determinação da composição química. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo técnicas descritas pela AOAC (1998). A matéria orgânica (MO) foi estimada a partir da diferença entre as cinzas e a matéria seca. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados segundo metodologia de Van Soest et al. (1991) e Goering & Van Soest (1970), respectivamente. Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo as equações descritas por Sniffen et al. (1992): $CT (g/kg) = 1000 - (PB + EE + Cinzas)$.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação proposta por Van Soest et al. (1991): $CNF (g/kg \text{ de MS}) = 1000 - (FDN + PB + EE + cinzas)$.

O teor de lignina dos alimentos foi determinado por metodologia descrita por Van Soest et al. (1968). Também foi determinada a fibra fisicamente efetiva (FDNfe) segundo metodologia proposta por Mertens (1997), que leva em consideração a %MS retida em peneira de 1,18 mm e o teor de FDN do alimento.

O fracionamento dos carboidratos e das proteínas dos alimentos foram estimados de acordo com as metodologias propostas por Sniffen et al. (1992) e Licitra et al. (1996), respectivamente, sendo os carboidratos divididos nas frações: A e B1 (carboidratos não fibrosos - rapidamente degradáveis), fração B2 (carboidratos fibrosos - potencialmente degradáveis) e fração C (carboidratos fibrosos - não degradáveis); enquanto as proteínas, divididas nas frações: A (solúvel), fração B1 (rápida degradação ruminal), fração B2 (degradação intermediária), fração B3 (proteína associada à parede celular potencialmente disponível no rúmen) e fração C (indigestível).

Para a determinação da produção total de gás e os parâmetros da cinética da fermentação ruminal, foi utilizada a técnica automática *in vitro*, descrita por Theodorou et al. (1998) e Pell e Chofield (1998), modificada pela Ankom (ANKOM Technology Corporation, New York, USA) para o aparelho Ankom[®] RF *Gás Production System*. Foram utilizados frascos de vidro, com capacidade de 250 mL, nos quais foram adicionados 0,5 g de amostra dos alimentos em triplicata, 100 mL da solução tampão (Saliva artificial de McDougall (1948), composta por: KH_2PO_4 - 10,0 g/L; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ - 0,5 g/L; NaCl - 0,5 g/L; $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ - 0,1 g/L; ureia 0,5 g/L e Solução B: Na_2CO_3 - 15,0 g/L; $Na_2S \cdot 9H_2O$ - 1,0 g/L; na proporção de 5:1), 25 mL de inóculo ruminal e CO_2 .

Para obtenção do líquido ruminal, foram utilizadas duas cabras não gestantes e não lactantes canuladas no rúmen. A coleta foi realizada pela manhã, antes da alimentação dos animais. Os animais receberam dieta contendo feno de Tifton 85 e ração concentrada. Para cada incubação realizada, foram utilizados dois frascos como brancos, contendo apenas inóculo ruminal e solução tampão, com o objetivo de ajustar os valores de pressão.

O aumento da pressão produzida dentro dos frascos durante a incubação foi mensurado em libras por polegada quadrada (psi), utilizando sistema automático RF: *Gás Production System*[®] (ANKOM). Os dados de pressão foram coletados a cada 5

minutos, sendo transformados para mL de gás/100mg de matéria seca. A pressão de gás dentro dos frascos foi registrada por sensores localizados nas tampas dos módulos, os quais transferiram as informações por meio de uma base coordenadora conectada a um computador durante as 48 horas de incubação.

Os parâmetros da cinética da fermentação obtidos da produção de gás *in vitro* foram analisados sobre 100 mg de substrato de acordo com o modelo $y = A / \{1 + \exp [2 + 4 * B * (C - t)]\} + D / \{1 + \exp [2 + 4 * E * (C - t)]\}$, onde, y = Volume total de gás no tempo T (extensão da degradação); A e D = volume de gás (mL) das frações de degradação rápida (açúcares solúveis e amido) e lenta digestão (celulose, hemicelulose), respectivamente; B e E = taxas de degradações das frações de digestão rápida e lenta (/h), respectivamente; e C = tempo de colonização das bactérias.

Para analisar o modelo não linear, foi utilizado o coeficiente de determinação (r^2). Este valor representa quanto o modelo é capaz de ajustar os dados de produção de gás (Y= mL de gás/ g substrato incubado), sendo obtido a partir da soma de quadrados do erro (SCE) e a soma total dos quadrados (SCT) a partir da equação: $r = 1,0 - (SCE/SCT)$.

Resultados e Discussão

Os valores para a composição química dos alimentos encontram-se na Tabela 1. Os teores de matéria seca dos alimentos, todos próximos ou superiores a 900 g/kg de MS, demonstram facilidade de manejo, seja em relação à homogeneidade da ração, pela adequada mistura dos ingredientes, ou quanto ao armazenamento, que pode ser dificultado quando o alimento apresenta teor de umidade elevado.

A composição bromatológica observada para o feno de Tifton 85 corresponde à observada por Gonçalves et al. (2001) para a mesma gramínea aos 42 dias de idade ao corte (931,10 g de MO/kg de MS; 113,80 g de PB/kg de MS; 780,70 g de FDN/kg de MS e 804,80 g de CT/kg de MS).

Quanto às fontes energéticas, observa-se valor de 170,43 g de PB/kg de MS de PB para CGS, o que se deve à provável presença de resíduos de grãos de soja em sua composição, principalmente quando é comparada a valores observados na literatura: 121,0 g de PB/kg de MS a 147,20 g de PB/kg de MS (Valadares Filho et al., 2010; Zambom et al., 2011).

Tabela 1. Composição físico-química de alimentos utilizados em rações para ruminantes

Item (g/kg de MS)	Ingredientes ¹					
	Feno	F. Soja	Milho	CGS	MDPS	RSFM
Matéria seca ²	913,54	904,29	887,09	907,80	902,00	887,11
Matéria orgânica	930,11	938,26	988,87	958,69	983,50	989,04
Matéria mineral	69,89	61,74	11,13	41,31	16,50	10,96
Proteína bruta	114,09	519,22	85,02	170,43	82,45	12,57
Extrato etéreo	8,89	20,49	35,02	54,95	19,83	0,34
Fibra em detergente neutro	819,27	158,41	108,49	578,83	374,19	258,80
Fibra em detergente ácido	378,77	77,87	24,19	415,97	163,06	188,32
Fibra em detergente ácido indigestível	155,19	4,10	4,47	58,60	49,36	42,95
Fibra fisicamente efetiva ³	564,40	49,60	56,70	101,70	147,40	8,80
Carboidratos não fibrosos	60,38	376,26	789,25	202,85	534,54	733,47
Carboidratos totais	807,60	398,56	868,84	733,32	881,23	976,17
Lignina	64,54	16,60	6,96	38,60	29,89	50,54
NIDN ⁴	526,01	113,35	85,68	201,44	160,95	580,51
NIDA ⁵	91,90	12,40	19,43	43,45	87,66	276,71

¹Feno de Tifton 85, farelo de soja, milho moído, casca do grão de soja, milho desintegrado com palha e sabugo, resíduo seco de fecularia de mandioca; ²g/ kg de matéria natural; ³ g/ kg de matéria natural, metodologia segundo Mertens (1997): % alimento retido na peneira de 1,18 mm x % FDN do alimento; ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (g/kg de N); ⁵ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (g/kg de N).

A presença da palha e do sabugo no MDPS contribuiu para aumentar o teor de FDN deste em relação ao milho, em contrapartida, o teor de CNF foi menor, devido à menor proporção de grãos no MDPS. De maneira geral, o teor de FDN dos coprodutos utilizados (CGS e RSFM) foi elevado, característica comum aos coprodutos utilizados na alimentação de ruminantes. O teor de CNF no RSFM foi semelhante ao do milho moído, podendo estar relacionado ao amido presente no resíduo de mandioca.

Segundo Lousada Júnior et al. (2006), as variações nas características químicas, físicas e no valor nutricional dos coprodutos gerados pelas agroindústrias dependem, dentre muitos fatores, da variedade dos produtos utilizados, dos métodos de processamento e do tempo de armazenamento.

O teor de FDNfe variou entre os alimentos, porém este será sempre menor do que o FDN do alimento (Mertens, 2001). O valor de FDNfe dos alimentos está relacionado à concentração de FDN e variação no tamanho de partícula, fatores que são críticos para estimulação da ruminação e motilidade ruminal (Mertens, 1998).

Segundo Nussio et al. (2011), os conceitos de fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva não foram incorporados ao NRC (2001) devido à falta de um método padrão

para sua determinação e também à necessidade de mais pesquisas que identifiquem fatores químicos e físicos dos alimentos capazes de influenciar na manutenção da estabilidade ruminal e na saúde do animal. No entanto, apenas FDN não é suficiente para estabelecer um adequado suprimento de fibra em rações de animais produtores de leite quando são usadas fontes de fibra não forrageira além da forragem como volumoso, como é o caso de grande parte dos coprodutos utilizados na alimentação animal (Mertens, 1997). Isto é evidenciado pelo resultado obtido com o RSFM, cujo valor de FDN observado foi de 258,80 g/kg de MS, porém a FDNfe observada foi a menor entre todos os alimentos utilizados, 8,8 g/kg de MS.

Os valores obtidos para as frações dos carboidratos dos alimentos foram semelhantes aos observados na literatura para o feno, o milho, o farelo de soja e a casca do grão de soja (Malafaia et al., 1998; Gonçalves et al., 2003; Hashimoto et al., 2007) (Tabela 2). As porcentagens das frações de carboidratos são diferentes entre os coprodutos utilizados, o que também ocorre com os coprodutos avaliados por Pereira et al. (2010), os quais apresentam as frações de carboidratos bastante variáveis entre si.

A soma das frações A e B1 para caracterizar os carboidratos não-estruturais, além da praticidade para ajuste de rações para ruminantes, se baseia no aspecto analítico, visto que as metodologias para determinação do amido não resultam em valores correspondentes aos valores reais e não apresentam boa repetibilidade, devido à natureza heterogênea dos tecidos vegetais (Malafaia et al., 1998). As frações A+B1 variaram consideravelmente entre os alimentos, sendo maiores para o milho e o RSFM nos alimentos concentrados, os quais também apresentaram os maiores valores de CNF, o que confere maior quantidade de amido em suas composições. Mas, embora sejam quantitativamente semelhantes em termos de CNF, diferem quanto à degradação ruminal, sendo o resíduo seco de fecularia de mandioca de degradação mais lento que o milho (Tabela 4). Porém, no caso do farelo de soja, este apresenta alto valor das frações A+B1 e baixa quantidade de amido, (1,22% da MS, segundo Hashimoto et al., 2007). Esta diferença pode ser explicada pela provável presença de oligossacarídeos em sua composição.

Como alimento volumoso, o feno apresenta alto valor de fração B2, ou seja, carboidratos fibrosos. Isso ocorre devido aos elevados teores de FDN em sua composição, o que leva ao fornecimento mais lento de energia no rúmen, podendo afetar a eficiência de síntese microbiana e o desempenho animal, além das frações fibrosas apresentarem correlações negativas com a disponibilidade energética dos

alimentos (Pereira et al., 2010). Assim como o feno, a casca do grão de soja apresenta altos valores da fração B2 sendo, portanto, considerada um alimento volumoso de acordo com a classificação do NRC (1996), porém com degradação ruminal total diferente, sendo que a degradação ruminal da CGS se aproxima mais dos concentrados energéticos, como o MDPS, seguido pelo milho (Tabela 4).

Tabela 2. Frações dos carboidratos dos alimentos utilizados em relação aos carboidratos totais

	CT ¹	Fração A+B1 ²	Fração B2	Fração C
Feno de Tifton 85	807,60	8,48	72,28	19,37
Farelo de soja	398,56	76,15	13,86	9,99
Milho moído	868,84	91,23	6,92	1,85
Casca do grão de soja	733,32	28,62	58,79	12,59
Milho desintegrado com palha e sabugo	881,23	60,96	30,94	8,10
Resíduo seco de fecularia de mandioca	976,17	75,28	12,36	12,36

¹(g/kg); ²(% carboidratos totais); CT = carboidratos totais; frações A+B1 = carboidratos rapidamente degradáveis; fração B2 = carboidratos potencialmente degradáveis; e fração C = carboidratos não-degradáveis.

O teor de carboidratos totais do milho e do milho desintegrado com palha e sabugo são próximos, porém as porcentagens das frações A+B1 e B2 são diferentes devido à presença da palha e sabugo no MDPS, o que contribui com o aumento da fração B2, a qual representa os carboidratos fibrosos do alimento, podendo influenciar na digestibilidade e no valor energético do alimento.

O elevado valor da fração C de carboidratos para o feno está relacionado à maior proporção de carboidratos estruturais da parede celular em forragens, cujo teor aumenta conforme a idade da planta. Os cultivares do gênero *Cynodon* são caracterizados pela elevada produção de matéria seca e alto valor nutritivo, embora sua qualidade esteja diretamente ligada à idade de corte da forrageira (Gonçalves et al., 2001).

Os valores da fração C observados para os coprodutos são maiores quando comparados ao do milho, o que pode ser atribuído à maior proporção de lignina nesses alimentos, como observado na Tabela 1. A fração C dos carboidratos é indisponível e está relacionada ao consumo voluntário de alimentos, à disponibilidade de energia da dieta e à maior ou menor digestibilidade dos carboidratos (Malafaia et al., 1998; Fernandes et al., 2003).

Os valores para as frações de proteína (Tabela 3) obtidos para o milho, farelo de soja e CGS foram semelhantes aos observados por Hashimoto et al. (2007).

Com exceção do RSFM, os alimentos apresentaram valores entre 16 e 38% para a fração A, que corresponde à proteína solúvel e ao nitrogênio não proteico (NNP), principalmente em forragens, o que indica haver suprimento de compostos nitrogenados não proteicos para microrganismos que fermentam carboidratos estruturais (Pereira et al., 2010).

O RSFM apresentou maior proporção da fração B1 em relação aos demais alimentos, sendo que o milho e o MDPS apresentaram valores semelhantes para esta fração nitrogenada. Os valores observados para a fração B1, a qual representa proteína de rápida degradação, comprovam a afirmação de Sniffen et al. (1992), de que concentrados apresentam fração B1 duas vezes maior que forragens. Segundo Ribeiro et al. (2001), quanto maiores os valores das frações proteicas A e B1, e da mesma forma suas taxas de digestão, maior a necessidade do suprimento de carboidratos de rápida digestão, para que haja adequada sincronia na fermentação ruminal de carboidratos e proteínas.

Os alimentos concentrados apresentam maior proporção da fração B2, proteína verdadeira, em relação ao feno. O maior valor observado é do farelo de soja, visto que este é um alimento proteico; entre os alimentos energéticos esta fração é bastante variável, sendo 47,82 g/kg de MS no milho, 63,01 g/kg de MS na CGS, 44,29 g/kg de MS no MDPS e 3,10 g/kg de MS no RSFM.

Tabela 3. Frações da proteína dos alimentos utilizados em relação à proteína bruta

	PB ¹	A ²	B1	B2	B3	C
Feno de Tifton 85	114,09	30,37	5,33	17,32	39,01	7,97
Farelo de soja	519,22	16,64	11,82	61,78	8,69	1,07
Milho moído	85,02	18,85	17,66	56,25	5,60	1,64
Casca do grão de soja	170,43	38,70	6,91	36,97	13,85	3,56
Milho desintegrado com palha e sabugo	82,45	16,35	16,10	53,72	6,29	7,53
Resíduo seco de fecularia de mandioca	12,57	2,15	28,29	24,70	23,48	21,38

¹ (g/kg); ² %PB; PB = proteína bruta; A = fração solúvel; B1 = fração de rápida degradação; B2 = fração de degradação intermediária; B3 = fração de lenta degradação; e C = fração indigestível.

O maior valor observado para a fração B3 é o do feno, seguido pelos coprodutos RSFM e CGS. Segundo Sniffen et al. (1992), coprodutos e forragens apresentam maior fração B3 do que alimentos proteicos, como pode ser observado na Tabela 3. O milho e o MDPS apresentaram resultados semelhantes, assim como para a proteína bruta e para as frações A, B1 e B2.

Como grande parte da fração B3 escapa da degradação no rúmen, isso implica em maior fluxo de aminoácidos para o intestino, disponível para digestão enzimática. Assim, conhecer valores da proteína degradável e não degradável no rúmen para os diferentes coprodutos é importante para sua utilização na formulação de dietas para ruminantes (Pereira et al., 2010).

A fração C contém proteína associada à lignina, complexos proteína-taninos, e produtos da reação de Maillard, que são altamente resistentes a enzimas do organismo animal e microbianas sendo, portanto, utilizada para indicar a proteína indigestível (Sniffen et al., 1992).

A maior proporção de fração C é observada no RSFM, o qual possui teor de proteína muito baixo, e grande parte deste apresenta-se indisponível. Entre os alimentos energéticos, o milho apresenta o menor valor de fração C (1,64% da PB), indicando alta digestibilidade da proteína, ao contrário do RSFM, que apresentou 21,38% de fração C.

Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) para os parâmetros da cinética de degradação ruminal avaliados: frações A, B, C, E e A+D, resultado das características físicas e composições químicas dos alimentos utilizados (Tabela 4). Segundo Mizubuti et al. (2011), os quais utilizaram a técnica semiautomática de produção de gases *in vitro*, as diferenças entre os coprodutos são importantes, pois resultam em maior ou menor digestibilidade dos mesmos.

Tabela 4. Parâmetros da cinética de degradação ruminal de alimentos usados nas rações de cabras Saanen

Alimentos	Parâmetros ¹					
	A (mL/gás)	B (/h)	C (horas)	D (mL/gás)	E (/h)	A+D (mL/gás)
Feno de Tifton 85	5,98c	0,25c	4,16a	11,63	0,027d	17,61b
Farelo de soja	6,27c	0,24c	2,04bc	12,45	0,045ab	18,72b
Milho moído	16,56a	0,56a	1,16c	10,35	0,042bc	26,91a
Casca do grão de soja	11,03b	0,48b	2,60b	7,75	0,051a	18,78b
Milho desintegrado com palha e sabugo	13,22ab	0,51b	1,17c	9,47	0,023d	22,69ab
Resíduo seco de feccularia de mandioca	14,45ab	0,17d	1,13c	7,18	0,036c	21,63ab
CV (%)	8,96	3,63	16,37	16,99	5,66	7,05

$r^2 = 0,97$ - ajuste do modelo logístico bicompartimental para descrever a fermentação para todas as dietas experimentais.

¹A e D= volume de gás (mL) proveniente da digestão rápida (carboidratos solúveis e amido) e digestão lenta (celulose e hemicelulose), respectivamente; B e E correspondem à taxa de degradação das frações de rápida e lenta degradação (/h), respectivamente; C é o *lag time* (h), tempo de colonização bacteriana.

A fração A, de rápida degradação, foi maior nos alimentos com alto teor de carboidratos não fibrosos, os quais conferem maior quantidade de carboidratos rapidamente fermentáveis ao alimento e, como consequência, maior produção de gás na fração de rápida degradação.

A taxa de degradação da fração A, fração B, apresentou comportamento semelhante ao observado para a fração A, sendo que os maiores valores observados para a taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos correspondem aos alimentos que apresentaram maiores valores de produção de gás na fração A, exceto para o RSFM. Considerando que o tempo médio de retenção do alimento no rúmen é de 48 horas, quanto maior for a degradação neste período de tempo, melhor será a qualidade fermentativa do alimento (Mizubuti et al., 2011).

O tempo de colonização das bactérias ao alimento no rúmen (*lag time*) está relacionado à degradação da fração fibrosa (Mertens & Loften, 1980). A fração C, que representa o tempo de colonização (*lag time*), foi maior para o feno. Isso ocorre devido à composição da forrageira, que apresenta alto teor de FDN e maior tamanho de partícula em relação aos demais alimentos utilizados. Maior tempo de colonização resulta em menor produção total de gás (frações A+D), como pode ser observado na Tabela 4.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para a fração D, correspondente à degradação dos carboidratos fibrosos. Porém, a taxa de degradação para esta fração (E) variou entre os alimentos, sendo maior para a CGS. Os resultados observados corroboram os Zambom et al. (2001) ao afirmarem que, devido ao padrão de fermentação ruminal, a CGS pode ser classificada como fibra rapidamente fermentável, e dessa forma pode ser utilizada tanto como fonte de energia como fonte de fibra não forrageira, sem diminuir a concentração do acetato ruminal e da gordura do leite.

Porém, a maior produção total de gás (fração A+D) foi para o milho, o MDPS e o RSFM.

Conclusões

A produção total de gás foi maior nos alimentos com alto teor de carboidratos não fibrosos, sendo eles: milho moído, milho desintegrado com palha e sabugo e resíduo seco de feccularia de mandioca, resultado da maior fração A, de rápida degradação, observada para estes alimentos.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16.ed. Gaithersburg, M.P.: Association of Official Analytical Chemists, 1998.

BAVA, L.; RAPETTI, L.; CROVETTO G.M.; TAMBURINI, A.; SANDRUCCI, A.; GALASSI, G.; SUCCI, G. Effects of a nonforage diet on milk production, energy, and nitrogen metabolism in dairy goats throughout lactation. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2450-2459, 2001.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C.; LANA, R.P.; BARBOSA, M.H.P.; FONSECA, D.M.; DETMANN, E.; CABRAL, L.S.; PEREIRA, E.S.; VITTORI, A. Fracionamento e cinética da degradação *in vitro* dos carboidratos constituintes da cana-de-açúcar com diferentes ciclos de produção em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1778-1785, 2003.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis** (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington, DC: USDA, 1970.

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.

GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U.; BRANCO, A.F. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.804-813, 2003.

GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. CECATO, U.; DAMASCENO, J.C.; BRANCO, A.F.; SILVA, K.T. Determinação das frações de proteína e de carboidratos de gramíneas do gênero *Cynodon* em idades ao corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.23, n.4, p.789-794, 2001.

HASHIMOTO, J.H.; ALCALDE, C.R.; ZAMBOM, M.A.; SILVA, K.T.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E.N.; RAMOS, C.E.C.O.; PASSIANOTO, G.O. Desempenho e digestibilidade aparente em cabritos Boer x Saanen em confinamento recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.174-182, 2007.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

LOUSADA JÚNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista de Ciências Agrônomicas**, v. 27, n. 1, p.70-76, 2006.

MACEDO JUNIOR, G.L.; ZANINE, A. M.; BORGES, I.; PÉREZ, J.R.O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v. 17, n.1, p. 7-17, 2007.

MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M.; COELHO DA SILVA, J.F.; PEREIRA, J.C. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.790-796, 1998.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S.; OWEN, E.; CHANNA, K.S.; THEODOROU, M.K. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, p. 321–330, 1999.

McDOUGALL, E.I. Studies on ruminant saliva, I. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemistry Journal**, v.42, p.99-102, 1948.

MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STEINGASS, H.; FRITZ, D.; SCHNEIDER, W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. **Journal of Agricultural Science**, v. 93, p. 217–222, 1979.

MERTENS, D.R. NDF: fiber composition and value of forages with different NDF concentrations. In: SOUTHWEST NUTRITIONAL ECOLOGY MANAGEMENT CONFERENCE, 1988, Poenix. **Proceedings...** Phoenix: Arizona State University, p.85-99, 1998.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.

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

MERTENS, D.R., LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1437-1446, 1980.

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; FRANCO, A. L. C.; SYPPERCK, M. A.; REBOUÇAS, J. R.; CUNHA, G. E.; CAPELARI, G. M.; MUNIZ, E.B. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gases. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 2021-2028, 2011.

MORAND-FEHR, P. Recent developments in goat nutrition and application: A review. **Small Ruminant Research**, v.60, p.25-43, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**, Washington, D.C., 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, D.C.: 2001.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, S.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.

PELL, A.N.; PITT, R.E.; DOANE, P.H.; SCHOFIELD, P. The development, use and application of gas production technique at Cornell University, USA. *In vitro* techniques for measuring nutrient supply to ruminants. **British Society of Animal Science**, n.22, p.45, 1998.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; DUARTE, L. S.; MIZUBUTI, L. S.; ARAÚJO, G. G. L.; CARNEIRO, M. S. S.; REGADAS FILHO, J. G. L.; MAIA, I. S. G. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, 2010.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G., VALADARES FILHO, S.C.; GARCIA, R.; CABRAL, L.S. Caracterização das frações que constituem as proteínas e os carboidratos, e respectivas taxas de digestão, do feno de capim Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.589-595, 2001.

SCHOFIELD, P.; PITT, R. E.; PELL, A. N. Kinetic of fiber digestion from *in vitro* gas production. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 11, p. 2980-2991, 1994.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.

THEODOROU, M.K., LOWMAN, R.S., DAVIES, Z.S., CUDDEFORD, D. OWEN, E. Principles of techniques that rely on gas measurement in ruminant nutrition. **British Society of Animal Science**, n.22, p.55, 1998.

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010.

VAN SOEST, P.J., WINE, R.H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.52, p. 780-785, 1968.

VAN SOEST, P.J. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to nutrition. In: SYMPOSIUM CARBOHYDRATE METHODOLOGY, METABOLISM, AND NUTRITIONAL IMPLICATIONS IN DAIRY CATTLE. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1994.

ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C.; ALCALDE, C.R.; GONÇALVES, G.D.; SILVA, D.C.; SILVA, K.T.; FAUSTINO, J.O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.23, n.4, p.937-943, 2001.

ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T.; MACEDO, F.A.F.; RAMOS, C.E.C.O.; GARCIA, J.; HASHIMOTO, J.H.; LIMA, L.S. Produção e qualidade do leite

de cabras alimentadas com casca do grão de soja em substituição ao milho moído.
Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.12, n.1, p.126-139, 2011.

II. Valor nutritivo de rações contendo diferentes fontes energéticas na alimentação de cabras Saanen em lactação

Resumo - O objetivo neste estudo foi determinar o valor nutritivo e avaliar a produção de leite de cabras Saanen recebendo diferentes fontes energéticas em substituição ao milho. Foram utilizadas cinco cabras em lactação, distribuídas em quadrado latino 5x5, recebendo dietas compostas por feno de Tifton 85 e rações concentradas, contendo farelo de soja, suplemento mineral-vitamínico, sal comum e diferentes fontes energéticas: milho moído, casca do grão de soja, milho desintegrado com palha e sabugo, resíduo seco de feccularia de mandioca e milho + gordura protegida. Não foram observadas diferenças significativas na ingestão de matéria seca. Os tratamentos contendo casca do grão de soja e resíduo de mandioca apresentaram melhores resultados para digestibilidade. A produção de leite, produção corrigida para 35 g de gordura/kg de leite e eficiência de produção não apresentaram diferença significativa. Dentre os parâmetros sanguíneos avaliados, a ureia foi mais elevada para o tratamento contendo resíduo de mandioca. O uso de fontes energéticas alternativas na alimentação de cabras Saanen em lactação não altera a ingestão de matéria seca, a produção de leite e a eficiência de produção, sendo que o tratamento que apresentou melhor relação benefício:custo foi o que utilizou milho desintegrado com palha e sabugo.

Palavras-chave: casca de soja, consumo, coprodutos, gordura protegida, produção de leite

II. Nutritive value of diets with different energy sources in the feeding of Saanen lactating goats

Abstract - The objective in this study was to determine the nutritive value and evaluate milk production of Saanen goats receiving different energy sources in the diet. Five lactating goats were distributed in 5x5 latin square design and fed diets composed by Tifton 85 hay and concentrate rations containing soybean meal, mineral-vitamin supplement, common salt and different energy sources: ground corn, soybean hulls, ground ear corn, cassava byproduct and corn + protected fat. No significant differences were observed in dry matter intake. Treatments containing soybean hulls and cassava byproduct showed better results for digestibility. Milk production, production corrected to 35 g fat / kg of milk and production efficiency did not differ significantly. Among the blood parameters evaluated urea was higher for treatment containing cassava byproduct. The use of alternative energy sources in diets for Saanen lactating goats does not change the dry matter intake, milk yield and production efficiency, and the treatment that presented the best cost: benefit ratio was that using ground ear corn.

Keywords: soybean hulls, intake, byproduct, protected fat, milk production

Introdução

A alimentação é responsável pela maior parte dos custos da produção animal. Sendo assim, alternativas que visem à redução do custo sem prejuízos para o animal nem o comprometimento do produto final merecem atenção. Uma prática comum é o uso de coprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes, uma vez que estes custam menos do que os ingredientes tradicionais da ração, como milho moído e farelo de soja, e com qualidade muitas vezes equivalente.

Dentre os coprodutos mais comumente usados está a casca do grão de soja, a qual é obtida através do processamento para extração do óleo do grão desta oleaginosa, sendo que a cada tonelada de grão de soja que é processado, cerca de 2% corresponde à casca de soja, que apresenta cerca de 670 g de FDN/kg de MS e 700 g NDT/kg de MS (Valadares Filho et al., 2010). Para cabras em lactação, a casca de soja pode substituir totalmente o feno de *Coastcross*, sem que a produção de leite seja prejudicada (Gentil et al., 2011). Zambom et al. (2007) também não observaram alterações na produção e qualidade do leite e na digestibilidade dos nutrientes para cabras em lactação recebendo rações com casca de soja em substituição ao milho moído.

Outra cultura que gera produtos e coprodutos de boa qualidade disponíveis para uso na alimentação humana e animal é a mandioca. Entre os muitos coprodutos que esta fornece, está o resíduo seco de fecularia de mandioca, proveniente do processamento da extração da fécula, composto pelo material fibroso da raiz, cujo teor de FDN pode variar de 120 a 350 g/kg de MS, o teor de NDT em torno de 630 g/kg de MS (Valadares Filho et al., 2010) e pode também possuir amido residual (Dias et al., 2008; Rangel et al., 2008).

O milho desintegrado com palha e sabugo não é um coproduto, mas seu uso nas rações se torna interessante, pois pode ser adquirido por preços geralmente mais competitivos que o do grão de milho moído. É considerado um alimento concentrado energético para ruminantes, cuja composição pode apresentar mais de 380 g de FDN/kg de MS, bom valor de NDT – 640 g/kg de MS (Valadares Filho et al., 2010), e mais de 900 g/kg de MS de proteína altamente digestível (Marcondes et al., 2009).

A otimização do processo de produção conta ainda com outras estratégias que visam o aumento da produtividade, tais como o fornecimento de forragens conservadas, e a suplementação energética na dieta. Uma alternativa para esta suplementação são os

sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa, mais conhecidos como “gordura inerte”, pois não interferem na atividade microbiana no rúmen (Palmquist & Matos, 2011).

Muitos estudos têm sido realizados com ruminantes para determinar o valor nutritivo dos coprodutos, seja por meio de ensaios de digestibilidade, avaliação do consumo e impactos na produção de leite e carne.

Objetivou-se, com este estudo, determinar o valor nutritivo e avaliar a produção de leite de cabras Saanen recebendo diferentes fontes energéticas em substituição ao milho nas rações.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de caprinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), a qual pertence à Universidade Estadual de Maringá. Foram utilizadas cinco cabras Saanen multíparas após 60 dias de lactação, com peso vivo médio de $56,7 \pm 5,22$ kg e produção média diária de 3,0 L de leite. Os animais foram distribuídos em delineamento quadrado latino 5x5, durante cinco períodos de 21 dias, dos quais 15 dias foram para adaptação dos animais, e seis dias para coleta de dados.

As dietas foram compostas por feno de Tifton 85 e cinco rações concentradas, cujos ingredientes comuns foram farelo de soja, suplemento mineral-vitamínico e sal comum, e diferentes fontes energéticas: no tratamento (MM) foi utilizado o milho moído, e nas demais, casca do grão de soja (CGS), milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), resíduo seco de fecularia de mandioca (RSFM) e milho moído+gordura protegida (MGP), no qual parte do milho foi substituído pela inclusão de Lactoplus® (sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa, contendo 194% de nutrientes digestíveis totais, 82% de extrato etéreo, 10% de cálcio, 26% de ácido oleico e 42% de ácido linoleico) (Tabela 1).

As dietas foram formuladas para obter 680 g de NDT/kg de MS; 160 g de PB/kg de MS; 5,5 g de cálcio/kg de MS e 3,5 g de fósforo/kg de MS, de acordo com o NRC (2007) para cabras com 60 kg de peso corporal e produção de leite de 3,0 kg/dia. Para a formulação das rações, o teor de FDN foi mantido entre 460 e 500 g/kg de MS, devido à variação nas composições dos coprodutos utilizados.

O manejo alimentar foi realizado duas vezes ao dia, após as ordenhas da manhã e da tarde, e a água foi fornecida *ad libitum*. Os animais permaneceram confinados em

baías individuais, com acesso a um solário diariamente por duas horas pela manhã, após a ordenha.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas rações de cabras Saanen em lactação

Item (g/kg de MS)	Ingredientes ¹					
	Feno	F. Soja	Milho	CGS	MDPS	RSFM
Matéria seca ²	913,54	904,29	887,09	907,80	902,00	887,11
Matéria orgânica	930,11	938,26	988,87	958,69	983,50	989,04
Matéria mineral	69,89	61,74	11,13	41,31	16,50	10,96
Proteína bruta	114,09	519,22	85,02	170,43	82,45	12,57
Extrato etéreo	8,89	20,49	35,02	54,95	19,83	0,34
Fibra em detergente neutro	819,27	158,41	108,49	578,83	374,19	258,80
Fibra em detergente ácido	378,77	77,87	24,19	415,97	163,06	188,32
Fibra em detergente ácido indigestível	155,19	4,10	4,47	58,60	49,36	42,95
Carboidratos não fibrosos	60,38	376,26	789,25	202,85	534,54	733,47
Carboidratos totais	807,60	398,56	868,84	733,32	881,23	976,17
Lignina	64,54	16,60	6,96	38,60	29,89	50,54
NIDN ³	526,01	113,35	85,68	201,44	160,95	580,51
NIDA ⁴	91,90	12,40	19,43	43,45	87,66	276,71

¹Feno, farelo de soja, milho moído, casca do grão de soja, milho desintegrado com palha e sabugo, resíduo seco de fecularia de mandioca; ²g/ kg de matéria natural; ³ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (g/kg do N total); ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (g/kg do N total).

Durante os dias de coleta, em cada período experimental, foram realizadas a pesagem e a amostragem das rações oferecidas, bem como a amostragem do feno.

As amostras das rações, do feno e dos ingredientes foram moídas através de moinhos tipo *Willey*, contendo peneira com crivos de 1 mm, para determinação da composição química. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo técnicas descritas pela AOAC (1998); sendo a matéria orgânica (MO) estimada a partir da diferença das cinzas e da matéria seca. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados segundo metodologia de Van Soest et al. (1991) e Goering & Van Soest (1970), respectivamente. Os carboidratos totais (CT) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo as equações descritas por Sniffen et al. (1992): $CT = 1000 - (PB + EE + Cinzas)$; $NDT = PBD + 2,25 \times EED + CTD$, sendo: PBD = proteína bruta digestível, EED= extrato etéreo digestível e CTD = carboidratos totais digestíveis.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação proposta por Van Soest et al. (1991): $CNF (g/kg \text{ de MS}) = 1000 - (FDN + PB + EE + cinzas)$.

Os valores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram obtidos por meio de análises segundo metodologia descrita por Licitra et al. (1996). O teor de lignina dos alimentos foi determinado por metodologia descrita por Van Soest et al. (1968).

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas para cabras Saanen em lactação

Alimento (kg/kg)	Tratamentos ¹				
	CTL	CGS	MDPS	RSFM	MGP
Feno Tifton 85	0,542	0,300	0,357	0,412	0,553
Farelo de soja	0,129	0,103	0,144	0,208	0,140
Milho moído	0,312	0,275	-	-	0,270
Gordura protegida ²	-	-	-	0,015	0,015
Casca do grão de soja	-	0,300	-	-	-
MDPS ³	-	-	0,483	-	-
RSFM ⁴	-	-	-	0,348	-
Suplemento mineral-vitamínico ⁵	0,012	0,015	0,011	0,012	0,015
Sal comum	0,006	0,008	0,005	0,006	0,008
Matéria seca	0,888	0,883	0,892	0,873	0,871
Matéria orgânica	0,933	0,935	0,942	0,922	0,912
Proteína bruta	0,155	0,162	0,155	0,159	0,158
Extrato etéreo	0,018	0,031	0,016	0,008	0,017
Gordura suplementar	-	-	-	0,015	0,015
Fibra em detergente neutro	0,498	0,466	0,496	0,460	0,504
Fibra em detergente ácido	0,223	0,253	0,225	0,238	0,227
Carboidratos não fibrosos	0,316	0,326	0,321	0,339	0,287
Carboidratos totais	0,760	0,742	0,771	0,755	0,737

¹CTL= controle; CGS= casca do grão de soja; MDPS= milho desintegrado com palha e sabugo; RSFM= resíduo seco de fecularia de mandioca; MGP= milho e gordura protegida; ²Lactoplus®; ³Milho desintegrado com palha e sabugo; ⁴Resíduo seco de fecularia de mandioca; ⁵Produto comercial. Composição (por kg do produto): cálcio 240 g; fósforo 71 g; flúor-710 mg (Max); magnésio 20 g; potássio 28,20 g; enxofre 20 g; ferro 2.500 mg; cobre 400 mg; manganês 1.350 mg; zinco 1.700 mg; cobalto 30 mg; iodo 40 mg; iodo 40 mg; selênio 15 mg; cromo 10 mg; vit. A 135.000 UI; vit. D3 68.000UI; vit. E 450UI. ⁴Estimado a partir de informações do manual da empresa fabricante do Lactoplus®

As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia (às 07h:00 e às 15h:30). O controle da produção de leite foi feito por meio da pesagem deste a cada ordenha. A produção de leite foi corrigida para 35 g de gordura por quilo de leite de acordo com a equação proposta por Gravert (1987): $PLc (3,5\%) = 0,4337 \times PL + 16,218 \times PG$, em

que: PLc = produção de leite corrigida para gordura; PL = produção de leite (kg/dia); PG = produção de gordura (kg/dia).

No início de cada período experimental, os animais foram pesados por dois dias consecutivos após a ordenha da manhã. A ingestão de matéria seca (IMS) foi estimada pela diferença entre o tratamento fornecido e as sobras nos dias do período de coleta.

A eficiência de produção foi calculada por meio da média de produção de leite em relação à média de ingestão de matéria seca, em kg/kg.

Para determinar a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes dos tratamentos, foram coletadas amostras de fezes diretamente na saída do reto dos animais, durante os seis dias de coleta de dados em diferentes horários (08h:00, 10h:00, 12h:00, 14h:00, 16h:00 e 18h:00) gerando uma amostra composta por animal.

A excreção fecal foi estimada utilizando como indicador a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), conforme metodologia adaptada de Cochran et al. (1986). A FDAi foi obtida após 240 horas de incubação *in situ* (em cabras fistuladas, não gestantes e não lactantes) dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes em filtros F57 da Ankom[®] Technology Corporation, seguida da análise de fibra em detergente ácido.

As amostras de sobras e fezes foram armazenadas em freezer e, posteriormente, pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar, à temperatura de 55°C, durante 72 horas; e passaram pelo mesmo processo de moagem dos alimentos e das rações para determinação da composição química, por meio das análises previamente descritas (MS, MM, PB, EE, FDN).

As coletas de sangue foram realizadas após a ordenha e antes da alimentação da manhã, por meio de punção da veia jugular. O sangue coletado foi acondicionado em tubos de ensaio e centrifugado a 3000 rpm por 15 minutos para obtenção do soro, o qual foi armazenado em tubo *eppendorf* e congelado para posterior análise da concentração de ureia, triglicérides e colesterol. Para análise de glicose, o sangue coletado foi acondicionado em tubo contendo fluoreto de sódio e heparina, para obtenção do plasma após a centrifugação. As amostras foram congeladas até serem analisadas pelo método enzimático-colorimétrico utilizando kits comerciais Gold Analisa[®].

Os dados foram submetidos à análise de variância com teste Tukey ($P < 0,05$), utilizando-se o programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – UFV, versão 7.1), segundo o modelo: $Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + R_k + e_{ijk}$; onde: Y_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; A_i = efeito do animal ($i = 1$ a 5); P_j = efeito do período ($j =$

1 a 5); R_k = efeito do tratamento ($k = 1$ a 5) e e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Para conhecer a viabilidade econômica das dietas utilizadas no experimento, foi realizada uma avaliação econômica simplificada, considerando o valor pago ao produtor por litro de leite (R\$ 2,20) e o custo dos alimentos obtidos nas regiões de Maringá (milho, farelo de soja, gordura protegida - Lactoplus®, casca do grão de soja) e de Marechal Cândido Rondon-PR (feno de Tifton 85 e resíduo de mandioca) no segundo semestre do ano de 2014 (Tabela 3).

Tabela 3. Preço unitário dos alimentos e das dietas, cotados na região de Maringá-PR e Marechal Cândido Rondon – PR no segundo semestre de 2014

Alimentos	R\$/kg de alimento	Tratamentos (R\$/100kg de ração) ¹				
		CTL	CGS	MDPS	RSFM	MGP
Feno de Tifton 85	0,35	18,96	10,50	12,50	14,42	19,34
Farelo de soja	0,90	11,58	9,23	12,96	18,68	12,60
Milho moído	0,28	8,72	7,70	-	-	7,56
Casca do grão de soja	0,48	-	14,40	-	-	-
Milho desintegrado com palha e sabugo	0,20	-	-	9,66	-	-
Resíduo seco de feccularia de mandioca	0,70	-	-	-	24,33	-
Gordura protegida ²	3,30	-	-	-	4,95	4,95
Suplemento mineral-vitamínico ²	2,59	3,10	3,89	2,85	3,11	3,89
Total (R\$)		42,36	45,72	37,97	65,49	48,34

¹CTL=controle, CGS=casca do grão de soja, MDPS=milho desintegrado com palha e sabugo, RSFM=resíduo seco de feccularia de mandioca, MGP=milho e gordura protegida; ²Lactoplus®; ³Produto comercial.

Considerou-se como capital investido o custo com a alimentação (preço da ração x valor médio de ingestão do alimento) e como capital gerado, o lucro bruto (preço por litro de leite pago ao produtor x produção média de leite). Foram calculadas a margem bruta (MB) e a relação benefício:custo (B:C), segundo fórmulas descritas por Antunes & Ries (1998): MB = capital gerado - capital investido; B:C = capital gerado/capital investido.

Resultados e Discussão

A ingestão de matéria seca não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos tratamentos (Tabela 4). A ingestão média de matéria seca (1.953,32 g/dia) foi semelhante à observada por Zambom et al. (2011) (2.022 g/dia) em estudo com cabras Saanen em

lactação recebendo casca do grão de soja em substituição ao milho nas rações, embora o volumoso fornecido tenha sido a silagem de milho, o que geralmente contribui para uma melhor ingestão e digestibilidade dos nutrientes.

Porém, os valores obtidos estão abaixo dos observados por Silva et al. (2010) (2.441 g/dia), para cabras Saanen no mesmo estado fisiológico recebendo rações com diferentes fontes de lipídios (semente de faveleira, torta da semente de faveleira, e caroço de algodão) e capim Elefante (*Pennisetum purpureum*) como volumoso. Acredita-se que um dos fatores que contribuem para esta diferença nos valores observados esteja no teor médio de 39% de FDN das rações fornecidas por Silva et al. (2010), contra 48% no presente estudo.

Tabela 4. Ingestão da matéria seca e dos nutrientes por cabras Saanen recebendo rações com fontes energéticas alternativas em substituição ao milho

Ingestão ¹	Tratamentos ²					CV ³
	CTL	CGS	MDPS	RSFM	MGP	
Matéria seca	1.905,52	2.030,51	2.007,86	1.934,04	1.888,68	5,43
Matéria orgânica	1.777,07	1.898,52	1.892,59	1.781,38	1.721,19	5,50
Proteína bruta	304,47	327,24	311,14	311,46	304,52	4,19
Extrato etéreo	36,72d	62,15a	31,42e	40,70c	57,72b	3,84
Fibra em detergente neutro	903,66	959,78	1.011,77	925,18	939,41	8,26
Fibra em detergente ácido indigestível	151,63	136,83	161,76	158,65	159,12	9,84
Carboidratos não fibrosos	658,13	643,55	628,99	664,53	611,99	4,75
Carboidratos totais	1.435,74	1.509,19	1.550,04	1.454,10	1.383,05	5,88
Nutrientes digestíveis totais	1.262,33ab	1.384,07a	1.268,74ab	1.322,43a	1.145,94b	5,44

¹(g/dia); ² CTL= controle; CGS= casca do grão de soja; MDPS= milho desintegrado com palha e sabugo; RSFM= resíduo seco de feccularia de mandioca; MGP= milho e gordura protegida; ³Coeficiente de variação (%)

Embora os alimentos, em especial as fontes energéticas utilizadas, tenham diferentes composições de FDN (11 a 58%) e de CNF (20 a 79%), estes não limitaram a ingestão de matéria seca, principalmente pela baixa variação da dieta total – de 460 a 500 g de FDN/kg de MS. Em estudos com cabras em lactação, confinadas e alimentadas com dietas muito diferentes em termos de FDN, nível e tipo de concentrado, entre outros parâmetros, geralmente a dieta não teve grandes efeitos sobre a ingestão de matéria seca, às vezes sem uma explicação clara para esse fato (Avondo et al., 2008).

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) na ingestão dos nutrientes, com exceção do extrato etéreo e do NDT. A maior ingestão de extrato etéreo pode ser atribuída ao tratamento CGS, uma vez que o alto teor de extrato etéreo da casca de soja se deve à

presença de resíduos de grãos de soja em sua composição. Além do extrato etéreo, como pode-se observar na Tabela 1, a casca de soja apresentou elevado teor de proteína bruta, principalmente quando comparada aos valores observados na literatura: 116,5 a 121,0 g de PB/kg de MS e 16,0 a 21,0 g de EE/kg de MS (NRC, 2001; Valadares Filho et al., 2010). Por outro lado, a adição de suplemento lipídico contribuiu para o aumento da ingestão de extrato etéreo nos tratamentos RSFM e MGP.

A inclusão do suplemento lipídico também pode estar relacionada às diferenças observadas na ingestão de NDT. Como a gordura protegida apresenta elevada densidade energética, foi necessário diminuir a quantidade de outros ingredientes da dieta, como o milho, diminuindo assim a disponibilidade dos demais nutrientes. Isso se justifica pelo fato do tratamento MGP apresentar maior ingestão de extrato etéreo e, ao mesmo tempo, menor ingestão de NDT em relação ao tratamento controle.

Silva et al. (2007a), ao avaliarem diferentes suplementos lipídicos (grão de soja, óleo de soja e sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa) na alimentação de cabras em lactação, observaram que a forma de suplementação pode alterar a ingestão de MS e dos nutrientes, sendo que o melhor resultado para a ingestão de MS foi alcançado com o tratamento contendo sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa (5,05% da dieta), o qual não promoveu alterações na ingestão em relação ao tratamento controle, sem suplementação lipídica. Em outros trabalhos, quando a gordura protegida foi adicionada em até 9% da dieta, foram observados resultados semelhantes (Teh et al., 1994; Kitessa et al., 2001).

A digestibilidade da matéria seca foi influenciada ($P < 0,05$) pelos tratamentos, sendo que os melhores valores observados podem ser atribuídos aos tratamentos CGS e RSFM (Tabela 5).

A fração fibrosa da casca do grão de soja, um dos principais ingredientes utilizados no tratamento CGS, apresenta alta digestibilidade, pois possui baixo teor de lignina, 38,60 g/kg de MS (Tabela 1) e pectina em sua composição, com valores que podem chegar a 148 g/kg (Gonçalves et al., 2009). Segundo Van Soest (1994), a pectina, que é uma fibra solúvel altamente digestível, pode apresentar até 98% de digestibilidade verdadeira.

Os resultados observados para a digestibilidade do RSFM podem estar relacionados ao amido presente no resíduo de mandioca. O amido da mandioca possui maior proporção de amilopectina e menor amilose do que o amido do milho, o que contribui para sua maior digestibilidade. Além disso, devido às diferenças em sua

estrutura e composição química, o amido da mandioca apresenta maior degradabilidade efetiva em relação ao do milho (Rangel et al., 2008).

Tabela 5. Digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes em cabras Saanen recebendo rações com fontes energéticas alternativas em substituição ao milho

Digestibilidade ¹	Tratamentos ²					CV ³
	CTL	CGS	MDPS	RSFM	MGP	
Matéria seca	704,6ab	721,0a	665,9ab	722,3a	652,2b	4,51
Matéria orgânica	711,2 ab	729,1a	672,4ab	726,8a	653,6b	4,46
Proteína bruta	733,6	714,4	695,7	748,3	698,2	3,78
Extrato etéreo	742,8b	839,5a	676,4c	824,2a	823,4a	3,82
Fibra em detergente neutro	612,4ab	645,8a	606,4ab	630,1a	569,0b	4,69
Carboidratos não fibrosos	885,3a	889,3a	813,9b	912,5a	854,1ab	3,48
Carboidratos totais	705,4ab	727,7a	667,6ab	724,2a	642,6b	4,70
Nutrientes digestíveis totais	681,1ab	713,8a	647,1bc	704,1ab	639,9c	4,35

¹ (g/kg MS); ² CTL= controle; CGS= casca do grão de soja; MDPS= milho desintegrado com palha e sabugo; RSFM= resíduo seco de fecularia de mandioca; MGP= milho e gordura protegida; ³ Coeficiente de variação (%)

Dentre os nutrientes avaliados, apenas a digestibilidade da proteína bruta não foi influenciada ($P>0,05$) pelos tratamentos, resultado que pode ser explicado pelo fato das dietas apresentarem teores de proteína muito próximos, mesmo com a variação entre os ingredientes. Embora o teor de farelo de soja, o qual representou a principal fonte proteica dos tratamentos, tenha variado entre os mesmos, a disponibilidade da proteína dos alimentos utilizados resultou na equivalência do nutriente entre os tratamentos.

Assim como na ingestão, a digestibilidade do extrato etéreo foi maior nos tratamentos que continham suplementação lipídica, MGP e RSFM, e no CGS, sendo que este último tratamento contém casca do grão de soja, a qual, como citado anteriormente, apresenta resíduos de grãos de soja em sua composição, fator que contribuiu para melhorar a qualidade do tratamento.

Zambom et al. (2008), ao trabalharem com casca de soja em substituição total ao milho em rações de cabras em lactação, não observaram diferenças na digestibilidade da matéria seca (711,4 g/kg de MS) e dos nutrientes, exceto para FDN, cuja digestibilidade foi maior no tratamento contendo 100% de casca de soja em substituição ao milho (638,1 g/kg de MS). Os autores atribuem a melhora na digestibilidade do FDN à natureza da casca do grão de soja, que apresenta elevado teor de fibra com alto potencial de degradação ruminal.

O MGP apresentou menor digestibilidade de FDN em relação aos demais tratamentos, mesmo sendo o que contém a maior proporção de feno. Este resultado pode estar relacionado à maior digestibilidade da fibra dos ingredientes utilizados nos outros tratamentos, em especial a casca do grão de soja. A redução da digestibilidade da fibra também pode ocorrer dependendo do tipo e da quantidade do suplemento lipídico adicionado à dieta. Porém, no tratamento MGP o suplemento utilizado foi a gordura protegida, a qual passa inerte pelo rúmen, sem interferir nas reações que ocorrem no ambiente ruminal (Palmquist & Matos, 2011). Em trabalhos já realizados com o mesmo nível de inclusão, ou maior, não foram observados resultados em que a gordura protegida tenha prejudicado a digestibilidade da fibra, corroborando sua eficiência em aumentar o aporte energético aos animais sem causar prejuízos ao metabolismo ruminal (Sanz Sampelayo et al., 2002; Silva et al., 2007b).

Os coprodutos da mandioca utilizados na alimentação de animais apresentam diferentes composições e valores nutricionais, o que muitas vezes dificulta a comparação dos resultados obtidos entre os trabalhos realizados. Mouro et al. (2002a) substituíram o milho pela farinha de varredura de mandioca (0, 33, 67 e 100% de substituição) para cabras em lactação (50 kg PV; 2 kg leite/dia) e não observaram diferenças significativas na ingestão e na digestibilidade da matéria seca e no NDT, resultado semelhante ao obtido neste trabalho quando o tratamento RSFM é comparado ao tratamento MM.

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos para produção de leite, produção corrigida para 35 g de gordura por kg de leite e eficiência de produção (Tabela 6).

Tabela 6. Produção de leite, produção de leite corrigida para 35 g de gordura por quilo de leite e eficiência de produção em relação ao tratamento de cabras Saanen recebendo rações com diferentes fontes energéticas

Variável	Tratamentos ¹					CV
	CTL	CGS	MDPS	RSFM	MGP	
Produção de leite ²	2,80	2,99	2,78	2,77	2,71	7,10
Gordura ³	24,80	29,00	26,20	26,30	26,00	9,15
Produção de leite corrigida ²	1,53	1,74	1,59	1,58	1,57	7,11
Eficiência de produção	1,52	1,49	1,42	1,39	1,43	10,80

¹ CTL= controle; CGS= casca do grão de soja; MDPS= milho desintegrado com palha e sabugo; RSFM= resíduo seco de feccularia de mandioca; MGP= milho e gordura protegida; ²kg/dia; ³(g/kg de leite)

Segundo Hussain et al. (1996), a produção de leite depende da quantidade total de nutrientes consumidos. Dessa forma, apesar das diferenças nas fontes energéticas

fornecidas na dieta, o aporte de nutrientes ao animal foi mantido, não havendo diferença na ingestão de matéria seca e, conseqüentemente, na produção de leite.

Dentre os fatores que afetam as características do leite caprino estão os de ordem genética, fisiológica, climática e, principalmente, de origem alimentar. Como fator relacionado ao estado fisiológico do animal, está o estágio da lactação, sendo que quanto mais avançado o período de lactação, maior a tendência de diminuir a quantidade de leite produzido bem como do teor de lactose, com possível aumento da produção de gordura e proteína (Costa et al., 2009).

Oliveira et al. (2010) utilizaram 150 g/kg de farelo de mandioca na ensilagem de capim elefante na alimentação de cabras Saanen (50 ±5 kg de peso vivo) aos 40 dias de lactação e observaram aumento da produção de leite (1,605 kg/dia) em relação aos demais tratamentos (1,228 kg/dia – sem aditivo e 1,145 kg/dia – casca de café). Souza et al. (2014), utilizando sais de cálcio de ácidos graxos de cadeia longa para cabras em lactação, observaram maior produção de leite aos 180 dias para cabras recebendo suplementação (3,0 kg/dia contra 2,0 kg/dia para cabras recebendo dieta controle).

Os níveis séricos de colesterol, glicose, triglicerídeos e ureia podem ser usados como indicadores do metabolismo animal, uma vez que a ureia está relacionada ao metabolismo proteico e, os demais, ao metabolismo energético (Wittwer, 2000).

Não foram observadas diferenças significativas nos níveis de triglicerídeos, colesterol e glicose sanguíneos entre os tratamentos (Tabela 7). Os valores observados para estas variáveis estão entre os limites aceitáveis, segundo Mundim et al. (2007) (triglicerídeos: 6,0 a 32,0 mg/dL; colesterol: 70,0 a 175,0 mg/dL; glicose: 37,0 a 69,0 mg/dL), mostrando que as dietas possibilitaram equilíbrio energético para os animais.

Tabela 7. Médias e coeficientes de variação dos parâmetros sanguíneos de cabras Saanen recebendo rações com diferentes fontes energéticas

Variável	Tratamentos ¹					CV ²
	CTL	CGS	MDPS	RSFM	MGP	
Triglicerídeos (mg/dL)	12,45	12,04	10,53	13,65	13,64	24,04
Colesterol (mg/dL)	78,07	79,23	73,65	69,21	81,57	9,50
Glicose (mg/dL)	47,47	50,63	46,32	47,83	48,12	8,97
Ureia (mg/dL)	52,12 b	43,09 b	48,55 b	64,09 a	54,79 ab	11,20

¹CTL= controle; CGS= casca do grão de soja; MDPS= milho desintegrado com palha e sabugo; RSFM= resíduo seco de feccularia de mandioca; MGP= milho e gordura protegida; ²CV= coeficiente de variação (%)

No entanto, para ureia sanguínea, houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos. As variáveis CTL, CGS e MDPS apresentaram maior eficiência de aproveitamento da proteína, refletida nos menores valores para concentração sanguínea de ureia observada.

Além da ureia, a energia também está relacionada ao metabolismo proteico, pois os microrganismos ruminais necessitam de energia proveniente da dieta para sintetizarem proteína microbiana. Maiores níveis séricos de ureia indicam que os níveis de energia e proteína no rúmen não estão sincronizados, uma vez que devido à falta de energia disponível no rúmen para produzir proteína microbiana, a amônia que seria utilizada é absorvida pela parede ruminal, metabolizada em ureia no fígado, e pode atingir a corrente sanguínea (Maia et al., 2006).

Mesmo com a diferença na concentração sanguínea de ureia entre os tratamentos, os valores observados estão entre os limites aceitáveis para este parâmetro, de acordo com Mundim et al. (2007): de 28,0 a 104,0 mg/dL. Porém, estes valores estão acima dos observados por Mouro et al. (2002b) ao utilizarem farinha de varredura de mandioca em substituição ao milho, em rações para cabras em lactação (37,08 a 39,71 mg/dL), embora o teor de proteína das rações utilizadas seja semelhante ao das rações utilizadas neste estudo, 15 a 16% de PB.

Como é possível observar nos resultados previamente apresentados, o uso de coprodutos na alimentação de ruminantes é uma alternativa interessante, pois estes alimentos apresentam boa digestibilidade, não trazem prejuízos à produção de leite, nem deprimem a ingestão. Porém, foi realizada uma avaliação econômica para conhecer a relação benefício:custo das dietas, visto que o uso desses coprodutos tem como objetivo diminuir os custos com alimentação (Tabela 8).

Tabela 8. Avaliação econômica do desempenho produtivo de cabras Saanen recebendo rações com fontes energéticas alternativas

Itens	Rações ¹				
	CTL	CGS	MDPS	RSFM	MGP
Produção de leite (L/dia)	2,80	2,99	2,78	2,77	2,71
Capital gerado (R\$/dia)	6,16	6,58	6,12	6,09	5,96
Alimentação (g de alimento/dia)	2.146,34	2.298,78	2.250,46	2.216,41	2.167,90
Preço do tratamento (R\$/ kg)	0,42	0,46	0,38	0,65	0,48
Capital investido (R\$/dia)	0,90	1,06	0,86	1,44	1,04
Margem bruta (R\$/dia)	5,26	5,52	5,26	4,65	4,92
Benefício:Custo (R\$/R\$)	6,84	6,21	7,12	4,23	5,73

¹CTL= controle; CGS= casca do grão de soja; MDPS= milho desintegrado com palha e sabugo; RSFM= resíduo seco de feccularia de mandioca; MGP= milho e gordura protegida

A dieta que apresentou a melhor relação benefício:custo é a que contém milho desintegrado com palha e sabugo, sendo a única cujos resultados apontam valores melhores que o tratamento controle. Paziani et al. (2001) realizaram um estudo para avaliar o milho desintegrado com palha e sabugo em diferentes graus de moagem e não observaram influência do tamanho da partícula obtida sobre a digestibilidade e degradabilidade dos nutrientes, de forma que é possível adotar um grau de moagem mais grosseiro, reduzindo gastos com processamento, o que contribui para que seu preço seja mais acessível quando comparado ao milho moído. Assim, mesmo não sendo um coproduto, o milho desintegrado com palha e sabugo contribui para a diminuição dos custos com alimentação, sem que haja queda na qualidade da dieta de ruminantes.

Conclusões

A inclusão de fontes energéticas alternativas, como a casca do grão de soja, o milho desintegrado com palha e sabugo e o resíduo seco de fecularia de mandioca, em rações para cabras Saanen em lactação, não altera a ingestão de matéria seca, a produção de leite e a eficiência de produção.

Quanto à digestibilidade, os melhores resultados podem ser atribuídos aos tratamentos contendo casca do grão de soja e resíduo seco de fecularia de mandioca, porém, o tratamento contendo milho desintegrado com palha e sabugo em sua composição foi o que apresentou melhor relação benefício:custo.

Referências

ANTUNES, L.M.; RIES, L.R. **Gerência Agropecuária: Análise de Resultados**. Guaíba: Agropecuária, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16.ed. Gaithersburg, M.P.: Association of Official Analytical Chemists, 1998.

AVONDO, M.; BIONDI, L.; PAGANO, R.I., BONANNO, A.; LUTRI, L. Feed intake. In: CANNAS, A., PULINA, G. **Dairy Goats, Feeding and Nutrition**. Cambridge, MA: CAB International, 2008.

COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D.; GALYEAN, M.L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1476-1483, 1986.

COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.R.E.; PEREIRA, R.A.G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.307-321, 2009.

DIAS, A.M.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; ÍTAVO, L.C.V.; PIRES, A.J.V.; DAMASCENO, J.C.; SOUZA, D.R.; SÁ, J.F.; NASCIMENTO, P.V.N.; MACHADO, E.F. Digestibilidade dos nutrientes do bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 996-1003, 2008.

GENTIL, R. S.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; FERREIRA, E.M.; URANO, F.S.; MENEGHINI, R.C.M. Substituição do feno de *Coastcross* por casca de soja na alimentação de cabras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2844-2851, 2011.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis** (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington, DC: USDA, 1970. (Agricultural Handbook, 379).

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. **Alimentos para gado de leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.

GRAVERT, H. O. **Dairy Cattle Production**. Nova York: Elsevier Science, 1987.

HUSSAIN, Q.; HAVREVOLL, Ø.; EIK, L.O. Effect of type of roughage on feed intake, milk yield and body condition of pregnant goats. **Small Ruminant Research**, v.22, p.131-139, 1996.

KITTESSA, S.M.; GULATI, S.K.; ASHES, J.R. et al. Utilization of oil in ruminants. II. Transfer of fish oil fatty acids into goats' milk. **Animal Feed Science and Technology**, v.89, p.201-208, 2001.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F.; CONEGLIAN, S.M.; SANTOS, G.T.; MINELLA, T.F.; MACEDO, F.A.F. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1496-1503, 2006.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; SILVA, L.F.C.; FONSECA, M.A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2247-2257, 2009.

MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F.; RIGOLON, L.P.; MAIA, F.J.; GUIMARÃES, K.C.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: produção e composição do leite e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p. 475-483, 2002a (suplemento).

MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F.; GUIMARÃES, K.C.; ALCALDE, C.R.; FERREIRA, R.A.; PROHMANN, E.F. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: fermentação ruminal e concentrações de ureia plasmática e no leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1840-1848, 2002b.

MUNDIM, A.V.; COSTA, A.S.; MUNDIM, S.A.P.; GUIMARÃES, E.C.; ESPINDOLA, F.S. Influência da ordem e estádios da lactação no perfil bioquímico sanguíneo de cabras da raça Saanen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.2, p.306-312, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, D.C.: 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**, Washington, D.C.: The National Academies Press, 2007.

OLIVEIRA, J.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. RIBEIRO, L.S.O.; CRUZ, J.F.; SILVA, F.F. Subprodutos industriais na ensilagem de capim-elefante para cabras leiteiras: consumo, digestibilidade de nutrientes e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.411-418, 2010.

PALMQUIST, D. L. AND MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: . Berchielli, T. T.; Pires, A.V.; Oliveira, S. G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011.

PAZIANI, S.F.; BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P. Digestibilidade e degradabilidade de rações à base de milho desintegrado com palha e sabugo em diferentes graus de moagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1630-1638, 2001.

RANGEL, A. H.N.; LEONEL, F.P.; BRAGA, A. P.; PINHEIRO, M. J. P.; LIMA JÚNIOR, D.M. Utilização da mandioca na alimentação de ruminantes. **Revista Verde**, v.3, n.2, p. 1-12, 2008.

SANZ SAMPELAYO, M.R.; PÉREZ, L.; ALONSO, J.J.M.; EXTREMERA, F.G.; BOZA, J. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats. 1. Feed intake, nutrient digestibility, N and energy utilization for milk production. **Small Ruminant Research**, v.43, p.133-139, 2002.

SILVA, G.L.S.; SILVA, A.M.A.; NÓBREGA, G.H. AZEVEDO, S.A.; PEREIRA FILHO, J.M.; ALCALDE, C.R. Consumo, digestibilidade e produção de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.32, n.1, p.47-53, 2010.

SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, A.F.; SARMENTO, J.L.R.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, S.P. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.257-267, 2007a.

SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F.; BRANCO, R.H.; LEÃO, M.I.; MAGALHÃES, C.M.; MATOS, R.S. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.246-256, 2007b.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, R.; ALCALDE, C.R.; OLIVEIRA, C.A.L.; MOLINA, B.S.L.; MACEDO, F.A.F.; GOMES, L.C.; HYGINO, B.; POSSAMAI, A.P.S. Lactation curves and economic results of Saanen goats fed increasing dietary energy levels obtained by the addition of calcium salts of fatty acids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.2, p.73-79, 2014.

TEH, T.H.; TRUNG, L.T.; JIA, Z.H.; GIPSON, T.A.; OGDEN, K.B.; SWEENEY, T.F. Varying amounts of rumen-inert fat for high producing goats in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.253-258, 1994.

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010.

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

VAN SOEST, P.J. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to nutrition. In: SYMPOSIUM CARBOHYDRATE METHODOLOGY, METABOLISM, AND NUTRITIONAL IMPLICATIONS IN DAIRY CATTLE. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J., WINE, R.H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.52, p. 780-785, 1968.

WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000.

ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T.; MACEDO, F.A.F.; RAMOS, C.E.C.O.; GARCIA, J.; HASHIMOTO, J.H.; LIMA, L.S. Produção e qualidade do leite de cabras alimentadas com casca do grão de soja em substituição ao milho moído. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.126-139, 2011.

ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T.; MACEDO, F.A.F.; RAMOS, C.E.C.O.; PASSIANOTO, G.O. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes de rações com casca do grão de soja em substituição ao milho para cabras Saanen em lactação e no pré-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1311-1318, 2008.

ZAMBOM, M.A.; ALCALDE, C.R.; HASHIMOTO, J.H.; MACEDO, F.A.F.; PASSIANOTO, G.O.; LIMA, L.S. Parâmetros digestivos, produção e qualidade do leite de cabras Saanen recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.3, p.309-316, 2007.