

RENATA HELENA BRANCO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA FIBRA SOBRE A CINÉTICA
RUMINAL, CONSUMO E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE
NUTRIENTES EM CABRAS LEITEIRAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

RENATA HELENA BRANCO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA FIBRA SOBRE A CINÉTICA
RUMINAL, CONSUMO E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE
NUTRIENTES EM CABRAS LEITEIRAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 25 de fevereiro de 2005.

Prof. Augusto César de Queiróz
(Conselheiro)

Prof^a. Maria Ignez Leão
(Conselheira)

Prof. Ricardo Augusto Mendonça
Vieira

Prof^a Luciana Navajas Rennó

Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues
(Orientador)

A DEUS por iluminar sempre meu caminho, pela presença constante em minha vida,
pela direção, por me ouvir e estar comigo nas horas de alegrias e de aflições.

Ao meu querido avô, Mario Branco (*in memoriam*) início de tudo, de quem jamais
esquecerei.

Aos meus amados pais, Joel e Marli, pelo amor, carinho, força, exemplos de conduta,
exemplos de vida.

Aos meus irmãos Mario e Larissa, pelo amor, apoio, incentivo e amizade.

Ao meu sobrinho Gabriel, pela alegria contagiante.

Ao Edison, pelo seu grande amor, pela espera; pela confiança; pela sua paciência e por
toda sua dedicação.

*Porque o SENHOR dá a sabedoria, da sua boca vem a inteligência e o conhecimento.
ELE reserva a verdadeira sabedoria para os retos. Escudo é para os que caminham na
sinceridade. Provérbios: 2;6-7.*

AGRADECIMENTOS

A DEUS por tudo.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial, ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao orientador e professor Marcelo Teixeira Rodrigues, pelos ensinamentos, por ter confiado em mim, pela orientação, pela amizade.

À professora Maria Ignez Leão, pelo aconselhamento, pela amizade, pelas horas agradáveis de convivência, pelo grande apoio neste trabalho e pela paciência.

Ao professor Augusto César de Queiroz, pelo apoio, pela amizade, por me ouvir e sempre ter uma palavra coerente.

Aos professores Ricardo Augusto Mendonça Vieira, Sebastião de C. Valadares Filho, Rogério de Paula Lana, Domício do Nascimento Filho, José Carlos Pereira, Mário Fonseca Paulino, pelos ensinamentos valiosos.

Aos funcionários do Setor de Caprinocultura, pelas grandes contribuições.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Monteiro, Vera, Fernando, Valdir, pela amizade e colaboração nas análises.

À secretária da pós-graduação, Celeste, pela paciência e pela imensa colaboração.

Às minhas amigas “irmãs”, Carla, Márcia e Valéria Viana pelas horas agradáveis de convívio, pelas noites passadas em claro, pelas discussões, pelos choros.... O meu Muito Obrigada!!!! Pois muitas vezes foram meu braço direito e algumas o esquerdo também.

Aos estudantes de Zootecnia, Fabiana, Felipe, Márcio, Vanildo, Rogério, Ronan, que muito contribuíram para a realização do trabalho de campo.

Aos amigos, e “irmãos” Marco Aurélio, Érika, Daniela, Amélia, Vinicius pelo incentivo e pelo grande torcida.

Aos amigos Acyr e Fernanda, Analivia, Anderson, André Magalhães, Antônio Faciola, Dorismar, Eduardo Kling, Lincoln e Elenice, Fernanda, Guga, Joanis, Josué,

Patrícia, Pollianna e Robson, Lindemberg, Maria Andréa, Marinaldo, Mônica, Nadja, Priscila, Talita, Renius, Rodolpho, pelo agradável convívio, pelas sugestões e pela amizade.

Aos demais professores, funcionários e colegas, integrantes do Departamento de Zootecnia, pela atenção, colaboração e amizade.

Aos professores da Unesp-Botucatu, pelos valiosos ensinamentos da graduação e pelo grande incentivo, em especial aos professores Alcides de Amorim Ramos e Heraldo César Gonçalves.

De coração, ao Sr. e Sra. José e Sylvia Arnandes, pelo carinho e pelo incentivo e pela torcida.

Aos meus queridos tios, Ismael e Irene, Mizaél e Therezinha, Mathilde, Marina, Mariza, Marta e Alcides, Marlene e Antônio pelo carinho, amor e incentivo, durante toda vida.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Mesmo que passe o tempo e as distâncias sejam inseparáveis, jamais deixarei de lembrar aqueles que me ensinaram, auxiliaram e incentivaram na realização deste trabalho, por isso: **MUITO OBRIGADA!!!!**

BIOGRAFIA

Renata Helena Branco, filha de Joel Branco e Marli Lopes Branco, nasceu em Botucatu, São Paulo, em 06 de outubro de 1972.

Em dezembro de 1996, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista- Unesp de Botucatu- SP.

Em agosto de 1999, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, MG, na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, defendendo tese em 23 de março de 2001.

Em Abril de 2001 foi admitida no Curso de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, na área de Nutrição de Ruminantes, da Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em 25 de fevereiro de 2005.

CONTEÚDO

	Página
Resumo.....	x
Abstract.....	xiii
Introdução.....	1
Literatura Citada.....	6
Efeito dos Níveis de Fibra Oriundo da Forragem sobre o Consumo e Eficiência de Utilização de Nutrientes em Cabras Lactantes.....	7
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	16
Conclusões.....	27
Literatura Citada.....	29
Desempenho de Cabras em Lactação Alimentadas com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Fibra Oriundos de Forragem com Maturidade Avançada....	32
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
Introdução.....	34
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	41
Conclusões.....	52
Literatura Citada.....	54
Níveis de Fibra em Detergente Neutro Oriundo da Forragem e Parâmetros Digestivos em Cabras Leiteiras.....	58
RESUMO.....	58

ABSTRACT.....	59
Introdução.....	60
Material e Métodos.....	62
Resultados e Discussão.....	69
Conclusões.....	83
Literatura Citada.....	84
Efeito dos Níveis de Fibra Oriundo de Forragem com Maturidade Avançada sobre o Consumo, a Digestibilidade e Parâmetros Ruminais em Cabras Leiteiras	90
RESUMO.....	90
ABSTRACT.....	91
Introdução.....	92
Material e Métodos.....	94
Resultados e Discussão.....	101
Conclusões.....	116
Literatura Citada.....	118
Apêndice.....	125
Apêndice A.....	126
Apêndice B.....	132
Apêndice C.....	138
Apêndice D.....	145

RESUMO

BRANCO, Renata Helena, D.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005.
Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras. Orientador: Marcelo Teixeira Rodrigues. Conselheiros: Augusto César de Queiroz e Maria Ignez Leão.

O presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito do nível de fibra em detergente neutro oriundo de forragens (FDNf) e a maturidade da fibra sobre o consumo, o desempenho, o comportamento ingestivo, a eficiência de utilização de energia metabolizável, os parâmetros ruminais, a cinética de trânsito e os efeitos sobre a repleção ruminal. Para isso, foram conduzidos quatro experimentos, sendo dois com cabras em lactação e dois com cabras não lactantes fistuladas no rúmen, utilizando duas forragens com maturidades distintas e cinco níveis de FDNf, em cada experimento. No primeiro experimento, foram distribuídas cinco cabras em um delineamento em quadrado latino 5 x 5, utilizando-se diferentes níveis de FDNf, como variável independente tendo como fonte de fibra o capim Tifton 85 (*Cynodon spp*) considerado de qualidade mediana, com 75,78% de FDN e 11,44% de PB. Os níveis estudados foram 19, 27, 35, 42 e 48 % de FDNf. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida (EL_{3x}), foram afetados pelo aumento dos níveis de FDNF. O consumo de FDN não foi influenciado pelo aumento no nível de FDN, quando expresso em kg.dia⁻¹ ou como porcentual do peso animal, mantendo este próximo a 1,2 % do PV. As variações nas concentrações de fibra das dietas não influenciaram os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, FDN, PB e CNF. De maneira semelhante, as concentrações dos constituintes do leite, não foram alteradas ao se variar os níveis de fibra das dietas. Verificou-se efeito linear decrescente do nível de FDNf da dieta sobre a produção de leite, corrigida e não corrigida, expressa

em kg.dia⁻¹. Não houve influência do teor de FDNf sobre o comportamento ingestivo dos animais em estudo. A melhor eficiência líquida de utilização da energia metabolizável consumida para produção de leite foi atingida com a dieta contendo 35% de FDNf. O segundo trabalho foi planejado da mesma forma que o primeiro, com exceção da fonte de fibra forrageira das dietas, que, neste caso, foi feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp*) com maturidade avançada, com 86,24% de FDN e 6,47% de PB. As concentrações de FDNf utilizadas foram 20, 28, 35, 43 e 49 % de FDNf. Os consumos de matéria seca, de nutrientes e de energia líquida, foram reduzidos com a adição de fibra à ração; no entanto o consumo de FDN foi crescente indicando uma capacidade de acomodação daquele nutriente pelos animais. O nível de FDNf influenciou os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e CNF. Contudo a digestibilidade da FDN, não foi influenciada pelos tratamentos. Com a variação dos níveis de FDNf o nitrogênio consumido (g.dia⁻¹) foi influenciado de maneira quadrática, porém o teor de nitrogênio retido não foi afetado pelos níveis experimentais. Foram observados efeitos quadráticos no nitrogênio excretado nas fezes e na urina, e efeito linear no nitrogênio excretado no leite. O nível de FDNf não influenciou os teores dos constituintes do leite. Verificou-se efeito quadrático do nível de FDNf da dieta sobre a produção de leite, corrigida para 4% e não corrigida, em kg.dia⁻¹, com maiores produções obtidas com o teor de 28% de FDNf nas rações. A eficiência de utilização da energia metabolizável não foi influenciada pelas variações dos níveis de FDNf. Houve influência do teor de FDNf sobre o comportamento ingestivo dos animais em estudo, afetando o tempo de ruminação, o tempo de mastigação e diminuindo o tempo em ócio dos animais. No terceiro experimento, cinco cabras não lactantes, fistuladas no rúmen, foram distribuídas em um delineamento experimental em quadrado latino 5x5. Neste experimento foram utilizadas as mesmas dietas formuladas para o experimento 1. Houve efeito quadrático dos tratamentos sobre o consumo de MS, MO, EE, PB, FDN, CNF, NDT e energia. O aumento dos níveis de FDNf das rações, reduziu linearmente os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, EE e CNF e afetou de maneira quadrática o coeficiente de digestibilidade da FDN. Os coeficientes de digestibilidades ruminais da MS, MO e da FDN aumentou linearmente com a variação dos níveis de FDNf. De forma contrária foi observado redução no coeficiente de digestibilidade intestinal da MS, MO, PB e da FDN. O aumento no teor de FDNf e os tempos de coleta influenciaram o pH ruminal, contudo a amônia ruminal afetada apenas pelos tempos de coleta. O conteúdo ruminal foi afetado de maneira quadrática (P<0,05) pelos níveis de

FDNf. A adição de fibra resultou em alteração nos conteúdos de MS, MO, FDN, CNF e PB da massa ruminal. A semelhança do experimento três, e com dietas similares às utilizadas no experimento dois, foi conduzido um quarto experimento. Os consumos de MS, MO, PB e EL foram influenciados de maneira quadrática pelos níveis de FDNf da rações. O consumo de FDN, nas diversas formas em que este foi expresso, não foi influenciado pelos níveis de FDNf. Da mesma forma o consumo de NDT não foi influenciado pelos níveis de FDNf. As digestibilidades aparentes totais da MS, MO, CNF e EE foram afetadas de maneira linear decrescente pelos tratamentos. A digestibilidade da FDN foi influenciada de maneira quadrática pelo aumento dos níveis de FDNf. As digestibilidades ruminais da MS, MO, PB, EE e da FDN apresentou comportamento linear crescente com o aumento dos níveis de FDNf, e as digestibilidades intestinais das mesmas variáveis apresentou comportamento linear decrescente. O conteúdo de FDN ruminal foi afetado de forma linear com o aumento dos níveis de FDNf das dietas experimentais. O pH e a amônia ruminal foram avaliados pelo método de medidas repetidas no tempo, e foram influenciados pelos níveis de FDNf e pelo tempo de coleta. A taxa de passagem foi influenciada de maneira cúbica pelos níveis de FDNf.

ABSTRACT

BRANCO, Renata Helena, D.S. Universidade Federal de Viçosa, February 2005.

Evaluation of the quality of the fiber on the ruminal kinetics, intake and efficiency of use of nutrients in dairy goats. Adviser: Marcelo Teixeira Rodrigues. Committee members: Augusto César de Queiroz and Maria Ignez Leão.

This work had as objective verify the effect of neutral detergent fiber levels from the forage (NDFf) and the fiber maturity on the intake, the performance, the ingestive behavior, the efficiency of use of metabolizable energy, the ruminal parameters, the transit kinetics and the effects on the rumen fill. For this, were conducted four experiments, being two with lactating dairy goats and two with non-lactating dairy goats with fistulae in the rumen, using two forages with distinct maturities and five NDFf levels in each experiment. In the first, five dairy goats were distributed in a Latin square 5 x 5, being used different of NDFf levels as independent variable. The studied levels were 19, 27, 35, 42 and 48% of NDFf. The intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CO), ethereal extract (EE), nonfibrous carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (TDN) and net energy (NEI), were affected in a decreasing linear way, for the increase of the NDFf levels. The intake of NDF was not influenced by the increased in the of NDF level, when expressed in $\text{kg}\cdot\text{day}^{-1}$ or as percent of the body weight (BW), maintaining this close one to 1,2% of BW. The variations in the concentrations of fiber of the diets didn't influence the digestibility coefficients of DM, OM, NDF, CP and NFC. In a similar way, the concentrations of constituents of the milk (fat, protein and lactose) were not altered if it varies the fiber levels of the diets. Decreasing linear effect of the NDFf level of the diet was verified about the production of milk, corrected and no corrected, in $\text{kg}\cdot\text{day}^{-1}$. There was not influence of the content of NDFf on the ingestive behavior of the animals in study. The better liquid efficiency of use of the metabolizable energy consumed for production of milk was reached with the diet containing 35% of NDFf. The second work was plotted of the same manner

with the exception of fiber source, which the case was the Tifton hay (*Cynodon spp*) with advanced maturity, with 86.24% NDF and 6.47% CP. The concentrations of used NDFf were 20, 28, 35, 43 and 49%. The intakes of dry matter (DM), of nutrients and of net energy (NEI 3x), were reduced with the addition fiber to the ration; however the intake of NDF was increased indicating the capacity of accommodation of that nutrient for the animals. The NDFf level influenced the digestibility coefficients of DM, organic matter, crude protein and nonfibrous carbohydrates. However the NDF digestibility was not influenced by the treatments. With the variation of the NDFf levels, the intake of nitrogen (g.day⁻¹) was influenced in a quadratic manner, however the levels did not affect the nitrogen content. Quadratic effects were observed in the nitrogen excreted in the feces and in the urine, and linear effect in the nitrogen produced in the milk. The NDFf level didn't influence the milk constituents (fat, protein and lactose). Quadratic effect of the NDFf level of the diet was observed about the production of milk (corrected for 4% and no corrected), in kg.day⁻¹, with greater productions obtained with the content of 28% of NDFf in the rations. The efficiency of use of the ME was not influenced by the variations of the NDFf levels. There was influence of the content of NDFf on the ingestive behavior of the animals in study, increasing the time of rumination, the time of mastication and reducing the time in leisure of the animals. In the third experiment, Five non-lactating goats were used, with fistulae in the rumen. The animals were arranged in a Latin square 5x5, being used the NDFf levels, as independent variable. There was quadratic effect of the treatments on the consumption of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), nonstructural carbohydrates (NSC), total digestible nutrients (TDN) and net energy (NE3x). The increase of the levels of NDFf of the rations reduced linearly the apparent digestibility of DM, OM, EE and NSC and it affected in a quadratic manner the digestibility of NDF. The ruminal digestibility of DM, OM and NDF it increased linearly with the variation of the NDFf levels. In opposite, reduction was observed in the coefficient of digestibility intestinal of DM, OM, CP and NDF. The increase of contents of NDFf and the times of collection influenced the ruminal pH, however the ruminal ammonia just affected by the times of collection. The content ruminal was affected in a quadratic way by the NDFf levels. The fiber addition resulted in alteration in the contents of DM, OM, CP, NDF and NSC of the ruminal mass. Likeness the experiment three and towards similar diets used in the experiment two, was conducted each other experiment. The intakes of DM, OM, CP and NE were influenced

in a quadratic way by the NDFf levels of the rations. The NDFf levels did not influence the intake of NDF, in the several forms. In the same way the NDFf levels did not influence the intake of TDN. The total apparent digestibility of DM, OM, EE and NSC were affected in a decreasing linearly. The NDF digestibility was influenced in a quadratic way by the increase of the NDFf levels. The ruminal digestibility of DM, OM, CP, EE and of NDF increased with the increase of the NDFf levels, and the intestinal digestibility of the same variables presented decreasing linearly. The content of ruminal NDF was affected linearly with the increase of the levels of NDFf of the experimental diets. The ruminal pH and the ammonia were available for the method of repeated measures in the time, and they were influenced by the NDFf levels and for the time of collection. The passage rate was influenced in a cubic way by the NDFf levels.

Introdução

A demanda de energia para a manutenção e produção dos animais é considerada como o principal fator determinante do consumo de alimentos (NRC, 2001). Maximizar o consumo dos animais é, portanto, uma das principais preocupações daqueles envolvidos com a produção animal. Na formulação de dietas para ruminantes o uso de plantas forrageiras tem papel de destaque por serem, na maioria das vezes, os produtos que apresentam o menor custo de energia disponível. No entanto, as forrageiras tropicais são reconhecidas por apresentarem uma concentração elevada de fibra além de sofrerem um processo de lignificação da parede celular bastante precoce. A consequência disto é uma redução no consumo causada por alterações sobre a dinâmica de degradação e de trânsito no rúmen, determinando a energia disponível para a produção microbiana, a eficiência de utilização da energia metabolizável e a partição de nutrientes, afetando o desempenho animal.

A recomendação de níveis de fibra que possam maximizar o consumo de energia e além disto proporcionar um ambiente adequado para a produção de proteína microbiana, tem sido reconhecida como uma informação de extrema importância para a formulação de dietas mais econômicas e eficientes.

A Academia de Ciência dos EUA, em seus documentos sobre requisitos nutricionais para gado de leite (NRC 1989 e 2001), traz como uma das principais inovações as recomendações de fibra nas dietas. Informações semelhantes não estão disponibilizadas para a espécie caprina na literatura.

A fibra é considerada, por nutricionistas de animais ruminantes, como sendo uma entidade nutricional não ideal por não apresentar um coeficiente de digestibilidade verdadeira constante entre as diversas espécies de plantas. A razão para isto se deve em parte a natureza variável dos componentes da parede celular lignificada entre as espécies de plantas. Um outro aspecto que contribui para este comportamento é a alteração, dentro da própria espécie de uma planta, na razão entre os polissacarídeos da parede celular e os grupamentos fenólicos e nitrogenados constituintes, em função da maturidade fisiológica.

O isolamento destes efeitos específicos da fibra sobre a performance dos animais é complexo devido ao confundimento de fatores, porém extremamente necessário quando se pretende otimizar a partição de nutrientes e o desempenho animal.

Trabalhos que avaliem os efeitos causados exclusivamente pela variação na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) são escassos, além de haver a possibilidade da existência de outros fatores que possam contribuir para alterar o desempenho animal, tais como a relação entre volumoso e concentrado, a natureza dos carboidratos não fibrosos, a degradabilidade da proteína utilizada, entre outros. O próprio NRC (2001) reporta a carência de estudos que tentam isolar efeitos da digestibilidade da FDN sobre o consumo e a produção de leite em animais ruminantes. Desta maneira existe a necessidade de se desenvolver uma série de ensaios para que se possa mensurar a influência destes fatores de confundimento e suas interações.

Entre os componentes da dieta, proteína, energia, minerais, etc., a energia é a que mais se relaciona com o consumo animal. Entretanto, se por alguma razão, a natureza da forragem disponível restringir o consumo alimentar, limitará também o desempenho animal, cuja consequência direta será a redução da eficiência do processo produtivo.

O uso de fibra na dieta de ruminantes é muito importante, visto que na fração fibrosa dos alimentos, encontra-se parte significativa de carboidratos que podem ser utilizados por àqueles animais em função da simbiose com os microrganismos ruminais, consistindo a mais vasta e econômica fonte de energia para os ruminantes. Porém, os requerimentos de Fibra insolúvel em Detergente Neutro para cabras leiteiras lactantes não são bem definidos no NRC (1981).

Do ponto de vista nutricional, fibra é definida como sendo a fração lenta e incompletamente digerível dos alimentos, e que apresenta efeito de repleção no trato gastrointestinal dos animais (Mertens, 1997). Em função de sua lenta taxa fracional de degradação e baixa taxa de passagem através do ambiente ruminal (o que leva a limitação da ingestão de alimentos), o conteúdo de fibra da ração vem sendo inversamente relacionado com o conteúdo de energia líquida. Portanto, em rações para animais de elevada exigência energética, como cabras leiteiras de alta produção, há uma tendência de diminuição no teor de fibra e aumento na utilização de alimentos concentrado na dieta, visando atender os requerimentos desses animais, mantendo-se níveis adequados de energia, permitindo crescimento de microrganismos, contribuindo com o fornecimento de proteína aos animais.

No entanto, um mínimo de fibra é requerido na dieta para uma ótima produção e saúde de animais produtores de leite (NRC, 2001), devido à manutenção da função ruminal, maximização da produção de leite e do uso eficiente da energia metabolizável.

Insuficiente quantidade de fibra pode resultar em um abaixamento do pH, decréscimo na eficiência microbiana, diminuição do teor de gordura, e comprometer a saúde animal.

Para manter uma função ruminal saudável e evitar uma depressão no teor de gordura do leite, o NRC (2001) recomenda um mínimo de 25% de fibra na dieta, medida como FDN, com 75% do FDN total da dieta sendo suprido por forrageiras. Estas recomendações estão baseadas em estudos que usam principalmente concentrados baseados em milho. Mertens (1983) sugeriu que a formulação de dietas para vacas em lactação que suprissem mais do que esta mínima quantidade de fibra poderia maximizar o consumo de matéria seca e produção de leite corrigida para o teor de gordura. A concentração ótima de FDN, entretanto, depende do potencial de produção de leite dos animais. Um nível máximo de produção de leite a 4% de gordura foi encontrado com 36% de FDN para vacas em final de lactação que produziam cerca de 20kg/dia. Os valores máximos e mínimos de FDN na dieta de cabras leiteiras para maximizar o consumo e a eficiência de produção ainda não estão bem definidos, Carvalho et al., (2001) observaram que 27% de FDN oriunda da forragem para cabras em lactação otimizou o consumo de matéria seca (CMS) e a produção de leite corrigido para 3,5% de gordura.

Para atender a demanda de energia de animais leiteiros altamente produtivos, as dietas consistem principalmente de grandes quantidades de concentrados e forragens de alta qualidade, contendo relativamente baixas quantidades de fibra. Entretanto para manter a função normal do rúmen e a porcentagem de gordura no leite, uma grande porção de fibra necessita ser oriunda de forragens (Varga et al., 1998)

Ruminantes requerem adequada ingestão de FDN para garantir o funcionamento normal do rúmen, e animais leiteiros em particular, necessitam de fibra para manter o conteúdo de gordura no leite. A função do rúmen está associada com a manutenção da mastigação e ruminação para manter adequada salivação e pH ótimo para os microrganismos que caracteristicamente produzem altas relações de acetato, propionato no líquido ruminal (Santini et al., 1992). Em adição, a quantidade de fibra consumida (Beauchemin et al., 1989; Mertens, 1983), o tamanho da partícula, o tipo de fibra, a taxa de fermentação influenciam a ruminação, a produção de leite e o conteúdo de gordura no leite.

O conteúdo de FDN da forragem está altamente relacionado com o CMS em ovinos quando comparado com outras mensurações químicas. Waldo (1986) sugeriu que o conteúdo de FDN é o melhor preditor químico do CMS pelos ruminantes. Mertens (1994) utiliza FDN como a principal característica para predizer o efeito da

repleção ruminal e o conteúdo de energia da dieta, com CMS correlacionado positivamente com a concentração de FDN quando a energia limita o CMS, mas correlacionada negativamente com a concentração de FDN quando a ingestão é limitada pela repleção ruminal. Mudanças no conteúdo de FDN na dieta pela substituição de grãos por forragem podem resultar em uma resposta quadrática do CMS; o CMS aumenta até que ela seja limitada pela repleção e diminui quando é limitada pelo excesso de energia metabólica (Allen, 2000). A avaliação das médias dos tratamentos reportados na literatura mostra que, geralmente o CMS declina com aumento da FDN na dieta e existem poucas evidências mostrando uma resposta quadrática. Com poucas exceções, o CMS aumenta com a diminuição da FDN quando o conteúdo de FDN da dieta excede 25%. Embora o CMS possa eventualmente diminuir quando a forragem é substituída pelo grão na dieta, devido ao excesso de energia metabólica, a extensão na qual isto ocorre em dietas com variações de FDN recomendadas para vacas em lactação parece ser pequena. Entretanto, quando o grão é substituído pela forragem nas dietas, a ingestão de energia pode diminuir em dietas com altas concentrações de FDN, mais do que quando o CMS é diminuído pela diminuição da digestibilidade da fibra pela redução do pH (Allen, 2000).

Vários experimentos comparando forragens com diferentes digestibilidade de FDN, mas com similares conteúdos de FDN e proteína para vacas em lactação encontraram aumentos no CMS e produção de leite com aumento da FDN digestível (Oba e Allen, 1999). Forragens com FDN altamente digestível permitem maiores CMS, o que provavelmente reduz o tempo de retenção no rúmen-retículo. O grande problema encontrado é que as exigências são diferentes entre as espécies e, além disso, as atividades de mastigação, o tempo de retenção de partículas no rúmen e a produção de substâncias tamponantes pela saliva também são diferentes, o que torna o uso de dados existentes com bovinos, teoricamente errados e sem consequência prática. Portanto, para que se possam calcular rações balanceadas para caprinos, visando máxima eficiência animal, é necessário que os níveis de fibra sejam estabelecidos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência causada pela utilização de fibras de forrageiras com diferentes maturidades, em diversas concentrações de FDN na dieta, sobre a cinética de degradação e de transito no rúmen, consumo, desempenho e comportamento ingestivo de cabras leiteiras. Para isso, foram conduzidos quatro ensaios experimentais, delineados em quadrado latino 5x5, sendo dois realizados com cabras em lactação e dois com cabras secas e fistuladas no rúmen, variando nesses ensaios a

forragem utilizada, sendo uma considerada como de mediana qualidade e a outra como de maturidade avançada. Os experimentos foram feitos para avaliar os:

1. Consumos, as produções e composição de leite, a digestibilidade in vivo, o comportamento ingestivo, a medição da partição da Energia e da proteína metabolizável utilizando as diferentes forrageiras, em varias concentrações de FDN e maturidades e as;
2. Estimações de parâmetros ruminais, a cinética de trânsito e os efeitos de repleção ruminal, utilizando experimentos em quadrado latino com animais fistulados para coleta de material no rúmen e omaso.

Os artigos a seguir foram editorados com base nos critérios da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia.

Literatura Citada

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n.8, p.1598-1624. 2000.
- BEAUCHEMIN, K. A., and J. G. BUCHANAN-SMITH. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk productions of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n. 10, p.2288-2299. 1989
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F.; BRANCO, R.H.; et al. Diferentes níveis de fibra na ração de cabras alpina em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2001, **Anais...Piracicaba**. 2001
- MERTENS, D. R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. Page 60 in Proc. Cornell Nutr, Conf. Feed Manuf., Syracuse, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY. 1983.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**, Fahey, G. C.; Jr Collins, M.; Mertens, D.R.; et al. American Society of Agronomy, Crop Science Society American, and Soil Science Society of America, Madison, WI p. 450-493. 1994
- 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
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Goats. Ed. Natl. Acad. Science, Washington, DC. 1981
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6 ed. Ed. National Academic Press. Washington, DC. 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 ed. Ed. National Academic Press. Washington, DC. 387p. 2001.
- OBA, M. e ALLEN, M.S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows **Journal of Dairy Science**, v.82, n. 3, p.589-596. 1999.
- SANTINI, F.J.; LU,C.D.; POTCHOIBA,M.J. et al.. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n.1, p.209-219. 1992
- VARGA, G.A., DANN, H.M., ISHLER, V.A. The use of fiber concentrations for ration formulation. **Journal of Dairy Science**, v. 81. n.12, p. 3063-3074. 1998.
- WALDO, D.R. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n.3, p.617-631.

Efeito dos Níveis de Fibra Oriundo da Forragem sobre o Consumo e Eficiência de Utilização de Nutrientes em Cabras Lactantes

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf) em dietas para cabras em lactação. Foram distribuídas cinco cabras em um delineamento em quadrado latino 5 x 5, utilizando-se diferentes níveis de FDNf, como variável independente. Os níveis estudados foram 19, 27, 35, 42 e 48 % de FDNf. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida (EL_{3x}), foram afetados de forma linear decrescente, pelo aumento dos níveis de FDNf. O consumo de FDN não foi influenciado pelo aumento no nível de FDN, quando expresso em $kg \cdot dia^{-1}$ ou como porcentual do peso animal, mantendo este próximo a 1,2 % do PV. As variações nas concentrações de fibra das dietas não influenciaram os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, FDN, PB e CNF. De maneira semelhante, as concentrações dos constituintes do leite (gordura, proteína e lactose), não foram alteradas ao se variar os níveis de fibra das dietas. Verificou-se efeito linear decrescente do nível de FDNf da dieta sobre a produção de leite, corrigida e não corrigida, em $kg \cdot dia^{-1}$. Não houve influência do teor de FDNf sobre o comportamento ingestivo dos animais em estudo. A melhor eficiência líquida de utilização da energia metabolizável consumida para produção de leite foi atingida com a dieta contendo 35% de FDNf.

Palavras chaves: alimentação, caprinos, FDNf, ingestão.

Effect of dietary forage fiber levels on intake and use efficiency of nutrients of dairy goats

Abstract: This work aimed to evaluate the effect of different of neutral detergent fiber levels from of the forage (NDFf) in diets for lactating goats. Five dairy goats were distributed in a Latin square 5 x 5, being used different of NDFf levels as independent variable. The studied levels were 19, 27, 35, 42 and 48% of NDFf. The intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CO), ethereal extract (EE), nonfibrous carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (TDN) and net energy (NEI), were affected in a decreasing linear way, for the increase of the NDFf levels. The intake of NDF was not influenced by the increased in the of NDF level, when expressed in $\text{kg}\cdot\text{day}^{-1}$ or as percent of the body weight (BW), maintaining this close one to 1,2% of BW. The variations in the concentrations of fiber of the diets didn't influence the digestibility coefficients of DM, OM, NDF, CP and NFC. In a similar way, the concentrations of constituents of the milk (fat, protein and lactose) were not altered if it varies the fiber levels of the diets. Decreasing linear effect of the NDFf level of the diet was verified about the production of milk, corrected and no corrected, in $\text{kg}\cdot\text{day}^{-1}$. There was not influence of the content of NDFf on the ingestive behavior of the animals in study. The better liquid efficiency of use of the metabolizable energy consumed for production of milk was reached with the diet containing 35% of NDFf.

Key Words: dairy goats, feeding, intake, NDFf.

Introdução

A fibra é considerada por nutricionistas de animais ruminantes, como sendo uma entidade nutricional não ideal, por não apresentar um coeficiente de digestibilidade verdadeiro constante entre as diversas espécies de plantas. A razão para isto deve-se em parte à natureza variável dos componentes da parede celular lignificada entre as espécies de plantas. Um outro aspecto que contribui para este comportamento é a alteração, dentro da própria espécie da planta, na razão entre os polissacarídeos da parede celular e os grupamentos fenólicos e nitrogenados constituintes, em função da maturidade fisiológica.

O isolamento destes efeitos específicos da fibra sobre o desempenho dos animais é difícil, devido à complexidade de fatores, porém extremamente necessário quando se pretende otimizar a partição de nutrientes e a produtividade animal. A recomendação de níveis de fibra que possam maximizar o consumo de energia, e além disto proporcionar um ambiente adequado para a produção de proteína microbiana, tem sido reconhecida como uma informação de extrema importância para a formulação de dietas mais econômicas e eficientes.

A Academia de Ciência dos EUA, em seus documentos sobre requisitos nutricionais para gado de leite (National Research Council, 1989 e 2001), traz como uma das principais inovações as recomendações de fibra nas dietas. Informações semelhantes não estão disponibilizadas para a espécie caprina na literatura.

Trabalhos que avaliem os efeitos causados exclusivamente pela variação na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) são escassos, além de haver a possibilidade da existência de outros fatores que possam contribuir para alterar o desempenho animal, tais como a relação entre volumoso e concentrado, a natureza dos carboidratos não fibrosos, a degradabilidade da proteína utilizada, entre outros. O próprio NRC (2001) reporta a carência de estudos que tentam isolar efeitos da digestibilidade da FDN sobre o consumo e a produção de leite em animais ruminantes. Desta maneira, existe a necessidade de se desenvolver uma série de ensaios para que se possa mensurar a influência destes fatores e suas interações.

Entre os componentes da dieta, proteína, energia, minerais, etc., a energia é a que mais se relaciona com o consumo animal. Entretanto, se por alguma razão, a natureza da forragem disponível restringir o consumo alimentar, limitará também o desempenho animal, cuja consequência direta será a redução da eficiência do processo produtivo.

O uso de fibra na dieta de ruminantes é muito importante, visto que na fração fibrosa dos alimentos, encontra-se parte significativa de carboidratos que podem ser utilizados por àqueles animais em função da simbiose com os microrganismos ruminais, consistindo a mais vasta e econômica fonte de energia para os ruminantes. Porém, os requerimentos de fibra em detergente neutro para cabras leiteiras lactantes não são bem definidos no NRC (1981).

Do ponto de vista nutricional, fibra é definida como sendo a fração lenta e incompletamente digerível dos alimentos, e que apresenta efeito de repleção no trato gastrointestinal dos animais (Mertens, 1997). Em função de sua lenta taxa fracional de degradação e baixa taxa de passagem através do ambiente ruminal, o que leva a limitação da ingestão de alimentos, o conteúdo de fibra da ração é inversamente relacionado com o conteúdo de energia líquida. Portanto, em rações para animais de elevada exigência energética, como cabras leiteiras de alta produção, há uma tendência de diminuição no teor de fibra e aumento na utilização de alimentos concentrados na dieta, visando atender os requerimentos desses animais, mantendo-se níveis adequados de energia, permitindo crescimento de microrganismos, contribuindo com o fornecimento de proteína aos animais.

No entanto, um mínimo de fibra é requerido na dieta para uma ótima produção e saúde de animais produtores de leite (NRC, 2001), devido à manutenção da função ruminal, maximização da produção de leite e do uso eficiente da energia metabolizável. Insuficiente quantidade de fibra pode resultar em uma redução do pH, decréscimo na eficiência microbiana, diminuição do teor de gordura e comprometimento da saúde animal.

Para manter uma função ruminal estável e evitar depressão no teor de gordura do leite, o NRC (2001) recomenda o mínimo de 25% de fibra na dieta, medida como FDN, com 75% da FDN total da dieta sendo suprida por forrageiras. Estas recomendações estão baseadas em estudos que usam principalmente concentrados baseados em milho. Mertens (1983) sugeriu que a formulação de dietas para vacas em lactação que suprisse mais do que esta mínima quantidade de fibra poderia maximizar o consumo de matéria seca e produção de leite corrigida para o teor de gordura. A concentração ótima de FDN, entretanto, depende do potencial de produção de leite dos animais. O nível máximo de produção de leite a 4% de gordura foi encontrado com 36% de FDN para vacas em final de lactação que produziam cerca de 20 kg.dia⁻¹. Outros têm reportado que a produção de leite corrigida está negativamente correlacionada com a concentração de FDN na dieta, quando esta é

constituída de grão de milho e várias fontes de forrageiras; onde observaram que a mais alta produção ocorreu com níveis de FDN variando de 24 a 26% (Beauchemin & Buchanan-Smith, 1989; Kawas et al., 1991). Os valores máximos e mínimos de FDN na dieta de cabras leiteiras para maximizar o consumo e a eficiência de produção ainda não estão bem definidos, Carvalho et al. (2001) observaram que 27% de FDN oriunda da forragem, para cabras em lactação, otimizou o consumo de matéria seca e a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura.

Para atender a demanda de energia de animais leiteiros altamente produtivos, as dietas consistem principalmente de grandes quantidades de concentrados e forragens de alta qualidade, contendo relativamente baixas quantidades de fibra. Entretanto para manter a função normal do rúmen e a porcentagem de gordura no leite, é necessário que grande quantidade de fibra seja oriunda de forragens (Varga et al., 1998).

Ruminantes requerem adequada ingestão de FDN para garantir o funcionamento normal do rúmen, e animais leiteiros em particular, necessitam de fibra para manter o conteúdo de gordura no leite. A função do rúmen está associada com a manutenção da mastigação e ruminação para manter adequada salivacão e pH ótimo para os microrganismos que caracteristicamente produzem altas relações de acetato: propionato no líquido ruminal (Santini et al., 1992). Em adição, a quantidade de fibra consumida (Beauchemin & Buchanan-Smith., 1989; Mertens, 1983), o tamanho da partícula, o tipo de fibra, a taxa de fermentação influenciam a ruminação, a produção de leite e o conteúdo de gordura no leite.

Assim, objetivou-se avaliar a influência causada pela utilização de diferentes níveis de FDN oriundo da forragem sobre o consumo, a produção, a digestibilidade, a partição de nutrientes e o comportamento ingestivo em cabras leiteiras em lactação.

Material e Métodos

Este ensaio experimental foi realizado nas dependências do setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizadas cinco cabras, primíparas e multíparas, com aproximadamente 60 dias de lactação e peso corporal médio de $54,32 \pm 4,26$ kg, confinadas em baias individuais com dimensões de 1,5 x 2,0 m de piso ripado, adaptadas para coleta total de fezes e urina.

Os animais foram arranjados em delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, para avaliar os efeitos de cinco níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf). A base forrageira foi o feno de capim Tifton-85 (*Cynodon spp*). Os níveis de FDNf, 19, 27, 35, 42 e 48%, foram as variáveis utilizadas para caracterizar os tratamentos. Nas formulações das dietas o milho (*Zea mays L.*) constituiu a principal fonte energética e o farelo de soja (*Glicine max L.*) a fonte protéica, complementados com uma mistura mineral balanceada para atender as exigências nutricionais de cabras leiteiras em lactação, de acordo com as recomendações do AFRC (1993). As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, com 17% de proteína bruta (PB) na matéria seca. A proporção entre o volumoso e o concentrado variou de acordo com o tratamento, de maneira a se atingir a concentração de FDNf pretendido para as dietas experimentais, as dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas.

A proporção dos ingredientes, a composição dos alimentos e das dietas encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa com base na matéria seca (%)

Alimento	Níveis de FDNf				
	19	27	35	42	48
Feno de Tifton – 85	24,03	33,64	43,25	52,86	60,07
Fubá de Milho	52,30	43,64	34,97	26,30	19,80
Farelo de Soja	21,15	20,21	19,27	18,33	17,62
Fosfato Bicálcico	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Calcáreo Calcítico	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Mistura mineral	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Mistura mineral: 0,32% de Sulfato Ferroso; 0,48% de Sulfato de Cobre; 0,71% de sulfato de Manganês; 2,67% de Sulfato de Zinco; 0,02% de Sulfato de Cobalto; 0,0125% de Iodato de Potássio; 0,006; 95,78% de Cloreto de Sódio.

Tabela 2: Composição bromatológica dos alimentos experimentais expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Alimentos				
	Feno de Tifton	Milho	Farelo de soja	Calcário calcítico	Fosfato bicálcico
MS	87,28	88,26	88,81	100,00	97,00
MO	93,59	98,28	93,59		
PB	11,44	8,85	49,28		
EE	0,99	4,13	1,30		
CHOt ¹	81,16	85,30	43,01		
FDN	78,54	12,82	11,27		
FDN _c	75,78	12,46	10,27		
FDN _{cp}	69,80	11,61	6,82		
FDA	48,89	1,82	8,81		
CNF ²	2,61	72,48	31,74		
NIDN (%NT) ³	56,44	9,96	7,00		
NIDA (%NT) ⁴	23,04	4,23	2,60		
LigDA ⁵	9,81	1,18	2,09		
NDT _{3x} (%)	44,09	86,98	79,44		
EL _{3x} (Mcal.kg ⁻¹) ⁶	0,96	2,01	1,83		
Ca	0,43	0,03	0,3	34,00	22,00
P	0,17	0,30	0,07	0,02	19,30

¹ Carboidratos totais, ² Carboidratos não fibrosos, ³ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ⁵ Lignina em detergente ácido; ⁶ Energia líquida 3 x manutenção.

Tabela 3 - Composição químico- bromatológica das dietas experimentais, expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Nível de FDNf				
	19	27	35	42	48
MS	88,39	88,29	88,19	88,09	88,02
MO	96,20	95,80	95,38	94,98	94,68
PB	17,80	17,67	17,54	17,41	17,31
EE	2,67	2,40	2,12	1,85	1,64
Cinzas	3,80	4,20	4,61	5,02	5,32
CHOt ³	73,21	73,21	73,21	73,21	73,21
FDN	27,96	34,29	40,62	46,95	51,70
FDA	14,85	19,40	23,95	28,49	31,90
CNF ⁴	45,25	38,92	32,59	26,26	21,51
NIDN (%NT) ¹	20,25	24,75	29,24	33,74	37,11
NIDA (%NT) ²	8,30	10,12	11,94	13,77	15,13
LigDA ⁵	3,42	4,24	5,06	5,88	6,49
NDT _{3x} (%)	72,89	68,84	64,79	60,74	57,70
EL _{3x} (Mcal/kg) ⁶	1,67	1,57	1,47	1,37	1,30
Ca	0,64	0,67	0,71	0,74	0,77
P	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27
FDNf	18,87	26,42	33,97	41,51	47,18

¹ Carboidratos totais, ² Carboidratos não fibrosos, ³ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ⁵ Lignina em detergente ácido; ⁶ Energia líquida 3 x manutenção.

Cada período experimental teve a duração de 21 dias, sendo 14 de adaptação e ajuste do consumo voluntário e sete dias de coleta de dados. Para avaliação do efeito dos tratamentos foram observadas as seguintes variáveis: o consumo voluntário; a digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes; o balanço de nitrogênio; produção e constituintes lácteos; e o comportamento ingestivo.

Com acesso *ad libitum* às rações, o consumo voluntário foi calculado pela diferença entre o oferecido e as sobras; para tanto, as sobras foram coletadas diariamente, pesadas e amostradas em 10% do seu peso, durante os sete dias do período de coleta, sendo ajustadas para corresponderem a 10% do total oferecido. Para cada animal, constituíram-se amostras compostas de sobras, referentes a cada período experimental, as quais foram congeladas para análises posteriores.

A produção e a composição do leite foram estimadas com base em duas ordenhas diárias e em quatro coletas durante o período experimental: ordenha da tarde do primeiro dia; ordenha da manhã do segundo dia; ordenha da tarde do sexto dia; e ordenha da manhã do sétimo dia. Nas amostras foram determinados os teores de proteína bruta, lactose e gordura. As análises quantitativas do leite foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Leite da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa - Gado de Leite).

No decorrer dos dias um a cinco do período de coleta, foram efetuadas coletas totais de fezes e urina para determinação da digestibilidade aparente e do balanço de nitrogênio, respectivamente. A urina foi coletada em recipientes plásticos contendo 20 mL de solução de H₂SO₄ 40% (v/v). Fezes e urina, depois de coletadas e pesadas, foram amostradas em alíquotas de 10% e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

No quinto dia do período experimental, os animais foram observados durante um período ininterrupto de 24 horas, com registros instantâneos a cada 10 minutos do comportamento observado: alimentando, ruminando ou em ócio.

Nos alimentos e dietas, determinou-se a composição em matéria seca (MS) e nitrogênio total (NT) para estimativa da PB; extrato etéreo (EE), cinzas (CZ) utilizando as técnicas descritas em Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) segundo Van Soest et al. (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) segundo técnicas descritas por Licitra et al. (1996). As sobras e as fezes foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, CZ, FDN, FDA e LDA.

As concentrações em carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos a partir da equação: $CNF = 100 - (\% PB + \% EE + \% CZ + \% FDN)$, segundo Van Soest et al. (1991).

O valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) em nível de manutenção foi estimado segundo o NRC (2001) utilizando a equação:

$$NDT = PBD + CNFD + FDND + AGD \times 2,25 - 7$$

em que $PBD = PB * \text{Exp}[-1,2 * PIDA/PB]$ para volumosos;

$PBD = [1 - (0,4 * PIDA/PB)] * PB$ para concentrados;

$CNFD = 0,98 * CNF$;

$FDND = 0,75 * (FDNp - LDA) * [1 - (LDA/FDNp)^{0,667}]$;

$AGD = EE - 1$; e 7, refere-se ao NDT metabólico fecal,

onde, PBD, representa a PB verdadeiramente digestível; CNFD representa os CNF verdadeiramente digestíveis; FDND, representa o FDN digestível; AGD, representa os ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; LDA, representa a lignina. A conversão de NDT para EL foi feita utilizando-se a equação: $EL3x \text{ (Mcal/kg)} = 0,0245 * NDT (\%) - 0,12$ (NRC, 2001).

Para a quantificação do valor de energia das dietas, aplicou-se os dados da digestibilidade aparente, utilizando a equação:

$NDT (\%) = dCNF + dPB + (dEE * 2,25) + dFDN$, em que “d” representa a digestibilidade aparente dos diferentes componentes. Para conversão dos valores de NDT para energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED) foram utilizadas as equações descritas a seguir, sugeridas pelo NRC (2001):

$EM \text{ (Mcal/kg)} = 1,01 * ED \text{ (Mcal/kg)} - 0,45$;

$ED \text{ (Mcal/kg)} = 0,04409 * NDT (\%)$

Para conversão da produção de leite para 3,5 % de gordura, utilizou-se a fórmula de Gaines (1928) sugerida pelo NRC (2001):

$LCG 3,5\% = (0,4255 * \text{kg de leite}) + [16,425 * (\% \text{gordura} / 100) * \text{kg de leite}]$. Calculou-se a correção para 4% de gordura de acordo com a seguinte fórmula: $LCG 4\% \text{ (Kg/dia)} = 0,4 * \text{leite (kg/dia)} + 15 * \text{gordura (kg/dia)}$ (NRC, 2001). A correção do leite para sólidos totais foi segundo Tyrrell & Reid (1965): $LCST = (12,3 * \text{g G}) + (6,56 * \text{g SNG}) - (0,0752 * \text{kg Leite})$.

A eficiência líquida de utilização da energia metabolizável consumida para produção de leite foi calculada através do consumo de energia metabolizável e da produção de leite, pela equação: Eficiência (ELp/CEMp-m), em que ELp é a energia líquida utilizada para produção de leite e CEMp-m é o consumo de EM menos o consumo de energia metabolizável necessária para manutenção. A eficiência bruta da utilização da EM para lactação foi calculada do consumo de energia líquida para manutenção (CELm) segundo Luo et al. (2004) pela equação: Eficiência bruta [(CELm + Elp) / CEM]. O valor de energia líquida do leite foi calculado a partir dos dados de vacas leiteiras (NRC, 2001), pela equação:

$EL \text{ (Mcal/kg)} = 0,0929 * G \text{ (\%)} + 0,0547 * PB \text{ (\%)} + 0,0395 * Lac \text{ (\%)}$, em que G, PB e Lac são, respectivamente, conteúdo de gordura, proteína bruta e lactose do leite.

Os dados submetidos à análise de variância foram desdobrados quanto ao efeito de tratamento nos componentes de regressões polinomiais, sendo que o nível de FDNf constitui-se na variável independente.

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, Institute Inc., 1999). A análise dos dados foi feita utilizando o procedimento GLM e os efeitos dos tratamentos, avaliados a 5% de probabilidade, utilizando-se o teste F.

Resultados e Discussão

O efeito dos diferentes níveis de FDNf sobre os consumos de MS, PB, EE, MO, FDN, CNF, NDT e EL é apresentando na Tabela 4.

Tabela 4 - Efeito do nível de FDNf sobre o consumo de matéria seca e nutrientes

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
CMS (kg.d ⁻¹) ¹	Y = 2,80 - 0,025 x **	0,89	14,38
CMS (%PV)	Y = 4,37 - 0,039 x **	0,92	10,86
CMS (g.(kg ^{0,75}) ⁻¹)	Y = 123,71 - 1,10 x **	0,91	11,63
CMO (kg.d ⁻¹) ²	Y = 2,63 - 0,024 x **	0,90	14,38
CPB (kg.d ⁻¹) ³	Y = 0,51 - 0,0045 x **	0,87	14,14
CEE (g.d ⁻¹) ⁴	Y = 86,87 - 1,24 x ***	0,98	14,31
CFDN (kg.d ⁻¹) ⁵	Y = 0,71	--	16,67
CFDN (kg.kgPV ⁻¹)	Y = 1,24	--	13,08
CCNF (kg.d ⁻¹) ⁶	Y = 1,48 - 0,023 x ***	0,98	14,12
CNDT _{3x} (kg.d ⁻¹) ⁷	Y = 2,01 - 0,021 x *	0,79	21,13
CEL _{3x} (Mcal.d ⁻¹) ⁸	Y = 4,51 - 0,045 x *	0,69	22,31

¹ Consumo de matéria seca; ² Consumo de matéria orgânica; ³ Consumo de proteína bruta; ⁴ Consumo de extrato etéreo; ⁵ Consumo de Fibra em detergente neutro; ⁶ Consumo de carboidratos não fibrosos; ⁷ Consumo de nutrientes digestíveis totais 3x a manutenção; ⁸ Consumo de energia líquida 3x a manutenção; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,0001

A variação nos níveis de FDNf afetaram, os consumo de MS, expresso em kg.dia^{-1} , kg.kg PV^{-1} e $\text{g} \cdot (\text{kg}^{0,75})^{-1}$, bem como os consumos de MO, de PB, de EE, , de CNF, de NDT expressos em kg.dia^{-1} , e EL expresso em Mcal.dia^{-1} . Houve diminuição linear ($P < 0,01$) dos consumos com o aumento dos níveis de FDNf da dieta. Contudo, alterações não foram observadas ao se analisar o consumo de fibra pelas cabras, expressos em kg.d^{-1} e kg.kg PV^{-1} . Os resultados deste trabalho assemelham-se aos de Carvalho (2002), ao fornecer com rações com níveis crescentes de FDNf, para cabras, encontrou efeito linear decrescente com o aumento da concentração de fibra nas dietas, sobre os consumos de MS, PB, EE, CNF e EL.

Com o aumento dos níveis de FDNf das rações, foi observado uma redução linear no consumo de PB, o que pode ser atribuído ao menor consumo de MS, já que as dietas foram formuladas para serem isoprotéicas. O menor consumo de EE e de NDT observado com o aumento dos níveis de FDNf pode ser atribuído ao fato do menor consumo de MS e ainda ao fato das dietas terem menor participação desses nutrientes com aumento dos níveis de FDNf nas rações.

Foi observado menor consumo de EL (Tabela 4 e Figura 1), conforme aumentou o teor de FDNf nas rações, o que pode ser atribuído à redução do consumo de MS e à menor participação desse nutriente na ração, havendo uma redução de 44% no consumo de EL_{3x} , com a variação dos níveis de 27 para o de 48% de FDNf, com reduções da ordem de 2,09% de consumo para cada acréscimo de 1% de FDNf na dieta.

Na Figura 1 estão apresentados os consumos de MS e FDN, expressos em kg.dia^{-1} e kg.kg PV^{-1} , e de EL, expresso em Mcal.dia^{-1} . Verificou-se no presente estudo que o consumo de MS variou linearmente de 3,75 a 2,71% do peso vivo. Esses valores são inferiores aos relatados por Carvalho (2002), que forneceu às cabras níveis de fibra semelhantes ao deste experimento, observando consumos de maior magnitude, provavelmente devido à qualidade superior da gramínea utilizada naquele experimento, pois, não foi encontrado restrição ao consumo quando se manipulou os níveis de FDNf.

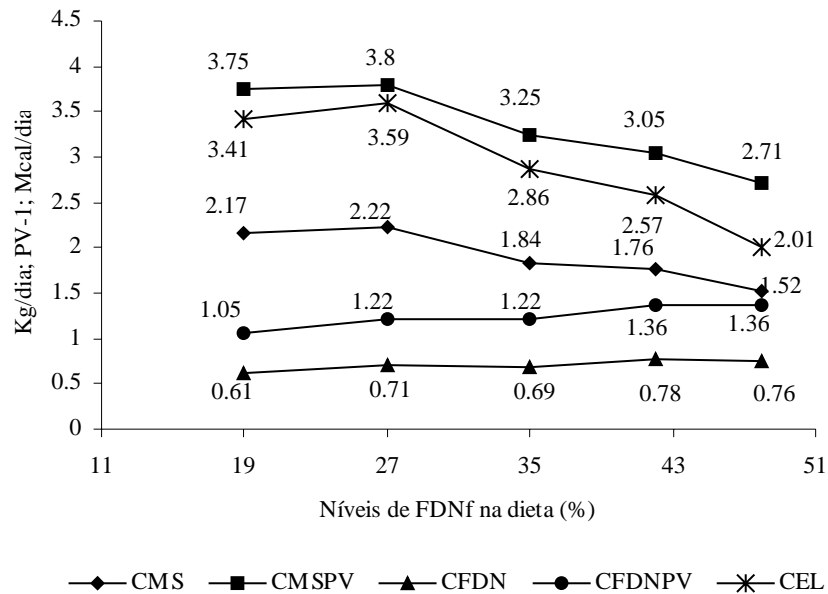


Figura 1. Consumo de matéria seca, fibra em detergente neutro, em $\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}$ e $\text{kg}\cdot\text{kg PV}^{-1}$, e energia líquida em $\text{Mcal}\cdot\text{dia}^{-1}$ em função dos níveis de FDNf das rações.

Observa-se, pela Figura 1, a relação linear entre o consumo de MS e o nível de FDNf das rações, reduzindo o consumo em 30%, entre os níveis de 20 e 48% de FDNf. Comportamentos similares foram observados por Carvalho (2002), Resende (1994, 1999), trabalhando com forragens, quando observaram uma relação linear entre o consumo de MS e o conteúdo de fibra da dieta. A não obtenção de uma resposta quadrática entre o consumo de MS e o nível de FDN foi atribuída à qualidade da forragem utilizada, fato que contribui para limitar o consumo. Como foi observada uma resposta linear entre o consumo de MS e o nível de FDNf da dieta, não foi possível determinar o consumo ótimo de FDN e o nível adequado de FDNf na ração, provavelmente em função da qualidade da forragem, o que leva a conclusão que, possivelmente houve uma distensão ruminal, e que esta foi o agente mais importante para a limitação da ingestão, especialmente nas rações com níveis mais altos de FDNf.

À semelhança deste trabalho, Branco (2005) com o intuito de avaliar a utilização de forrageira com maturidade avançada para cabras em lactação utilizou cinco níveis de fibra na dieta; 20, 28, 35, 43 e 49 %, similares à deste experimento. Verificou-se que com a variação dos níveis de FDNf das rações, foram observados efeitos quadráticos nos consumos de MS, MO, PB, EE e EL. Já o consumo de FDN apresentou efeito linear

crescente, com a variação dos níveis de FDN, atingindo nesta variável patamar de consumo próximo ao obtido nesse ensaio. Foi sugerido que, com a variação da qualidade da forragem houve acomodação da fibra no rúmen, isso é, os animais consomem até atingir o limite. Os valores observados para o consumo de MS, no referido trabalho foram de menor magnitude quando comparado com os valores obtidos no presente ensaio, variando de 1,73 a 1,48 kg.dia⁻¹ para o CMS, para os níveis de 20 e 49% de FDNf, respectivamente, com redução de 37% no consumo.

O consumo médio de FDNf, obtido neste estudo foi de 1,24 % do peso vivo, valores estes inferiores aos relatados por Carvalho (2002), porém, de acordo com os propostos por Mertens (1994) e pelo NRC (1989 e 2001), cuja recomendação para ingestão ótima de FDN é de $1,2 \pm 0,1\%$ do peso vivo. Para a espécie caprina existe uma escassez de informações na literatura com respeito a esta recomendação. A última publicação do NRC (1981) para caprinos não faz menção à fibra como fator limitante para caprinos, não informando, portanto valores para tal. Os dados apresentados em trabalhos mais recentes não são em número suficientes para que se possam fazer recomendações seguras sobre o comportamento dos caprinos ao se variar a concentração de fibra nas dietas.

Provavelmente, a ótima ingestão de caprinos seja diferente daquela dos bovinos, uma vez que essa espécie apresenta diferenças em relação ao comportamento ingestivo, a taxa de passagem e a capacidade de digestão dos nutrientes, e principalmente em relação à capacidade de processar a fibra através do trato digestório. De acordo com Van Soest et al. (1998), caprinos apresentam menor tempo de retenção de partículas no rúmen em relação aos bovinos, o que irá determinar maior capacidade de ingestão.

Na Tabela 5, são apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, EE, FDN e CNF, em função dos níveis de FDN oriundo da forragem das rações.

Tabela 5 – Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes, em função dos níveis de FDNf da dieta

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
DMS (%)	Y = 72,18	--	13,27
DMO (%)	Y = 73,07	--	12,88
DPB (%)	Y = 75,72	--	9,96
DEE (%)	Y = 97,75 - 0,74 x **	0,88	15,58
DFDN (%)	Y = 59,26	--	21,98
DCNF (%)	Y = 82,96	--	11,84

** P<0,01

Na medida em que aumentou os níveis de FDNf das rações, não foram observadas diferenças nos coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN e CNF, embora aumentos nas concentrações dietéticas de FDNf frequentemente sejam associados com depressões na digestibilidade da MS e da MO (Mertens, 1992). Porém, a digestibilidade aparente do EE foi reduzida linearmente com o aumento dos níveis de FDNf das rações.

Teoricamente, diminuição nos coeficientes de digestibilidade devem ser esperados, devido a elevação teor de FDNf das rações aumentarem a concentração de componentes lentamente digestíveis e indigestíveis da dieta. Uma falta de efeito do aumento do FDNf das rações na digestibilidade da MS e da MO pode ter sido mascarado por um aumento aparente na digestão da FDN de 53,78 para 57,23% quando a concentração dietética foi de 19 para 48% de FDNf nas rações (Figura 2). Também a ausência de um declínio linear na digestibilidade da MS e da MO, com a concentração dietética da FDN, sugere a possibilidade de um efeito associativo da forragem com o concentrado ou simplesmente o efeito de aumento da digestibilidade pela diminuição do consumo de MS e diminuição da taxa de passagem. Resultados semelhantes foram observados por Ruiz et al. (1995), que trabalharam com diferentes níveis de FDNf para vacas em lactação e não observaram efeito significativo da inclusão de FDN na digestibilidade da MS, MO, FDN e PB.

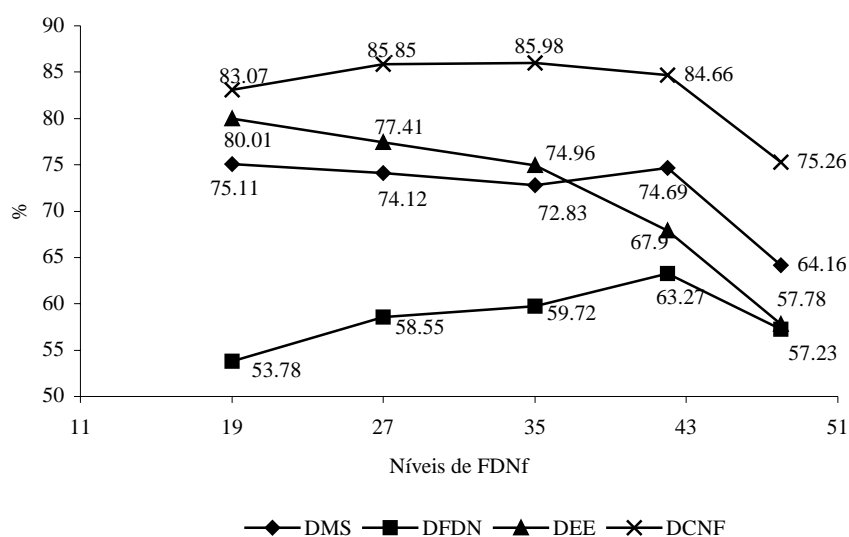


Figura 2 – Efeito dos níveis de FDNf das rações sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da fibra em detergente neutro, do extrato etéreo e dos carboidratos não fibrosos, expressos em %.

Um aumento dos níveis de FDN nas rações tem mostrado afetar a digestibilidade dos alimentos (Carvalho, 2002). Isto é geralmente reconhecido, já que o aumento na quantidade de fibra na dieta, diminui a digestibilidade dos componentes dietéticos, exceto fibra, o qual usualmente sofre um aumento na digestibilidade. A baixa ingestão de fibra ocasiona uma mudança na população microbiana juntamente com um aumento na produção de lactato ruminal, diminuindo o pH, e reduzindo a atividade das bactérias celulolíticas (Santini et al., 1992).

Os valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente, que foram 72,18% para MS e de 73,07% para MO, encontram-se muito próximos aos observados por Carvalho (2002), de 72,36% para MS e de 73,76% para MO e acima dos observados por Silva et al. (1991), de 63,14% para MS; Mishra & Rai (1996) de 66,35% para MS e 67,9% para MO; e Junior et al. (2000), de 64,83% para MS e 66,58% para MO, sendo que estes autores também trabalharam com cabras em lactação.

A digestibilidade da PB não foi afetada pelo aumento no nível de FDNf da dieta, embora tenha havido maior contribuição das perdas endógenas, que ocorrem quando do maior conteúdo de fibra na dieta. O valor médio da digestibilidade da PB foi de 75,72%, superior ao verificado por Santini et al. (1992), que foi de 66,17%, ao testar o efeito de diferentes níveis de FDA nas dietas (14, 18, 22 e 26%) de cabras em lactação. Os resultados de digestibilidade obtidos neste experimento estão próximos aos encontrados por Carvalho (2002), que foi de 77,29% para PB.

O coeficiente de digestibilidade aparente do EE apresentou efeito linear decrescente com o aumento dos níveis de FDNf nas dietas, variando de 80,01% para a dieta com 19% de FDNf a 57,78% para a dieta com 48% de FDNf. A redução na digestibilidade tem sido relacionada à depressão no consumo, influenciada pelo maior tempo de retenção de sólidos no rúmen (Feng et al., 1993). Os valores médios observados foram 71,61%, o qual é inferior aquele obtido por Carvalho (2002) que foi de 76,84% e aos obtidos por Junior et al. (2000), que trabalharam com cabras Saanen e Alpinas em lactação, testando níveis crescentes de inclusão de grão de soja na dieta, e observaram coeficientes de digestibilidade do EE médio de 74,24%, e próximo ao valor observado por Mishra & Rai (1996), os quais trabalhando com cabras em lactação, testaram o efeito de diferentes relações de proteína degradada no rúmen e proteína não degradada, e encontraram valores médios de 72,79% de digestibilidade para o EE.

Ao avaliar os coeficientes de digestibilidade da FDN e dos CNF, que foram 59,26% e 82,96%, respectivamente, observa-se que estes valores estão abaixo dos

encontrados por Carvalho (2002) que foram de 61,52% para FDN e 88,61% para CNF. Isto, provavelmente, foi devido à qualidade inferior da forragem utilizada neste experimento. Embora não tenha havido efeito dos níveis de FDNf sobre a digestibilidade dos CNF, o consumo de EL_{3x} foi afetado pelos tratamentos demonstrando que a magnitude destes efeitos, embora não significativo, foi severa.

Os consumos e as quantidades de compostos nitrogenados (N) ingeridos, produzidos no leite, excretados nas fezes e urina, e retidos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Consumos de compostos nitrogenados ingeridos, produzidos e excretados, em função dos níveis de FDNf da dieta

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
N consumido (g.d ⁻¹)	$Y = 80,91 - 0,072x$ **	0,87	14,72
N leite (g.d ⁻¹)	$Y = 11,61$	--	25,10
N fezes (g.d ⁻¹)	$Y = 12,22$	--	28,93
N urina (g.d ⁻¹)	$Y = 16,27$	--	52,47
N retido (g.d ⁻¹) ¹	$Y = 33,80 - 0,60x$ **	0,89	43,25

¹ N consumido -(Nfezes+ Nurina +Nleite); ** P<0,01

Verifica-se que o consumo de nitrogênio tendeu a diminuir linearmente com a elevação do nível de FDNf da dieta. Como as dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, a redução verificada no consumo de MS e de PB pode ser considerada como as responsáveis pela redução na ingestão de N.

Com relação à excreção, verifica-se que não houve influência do nível de FDNf da dieta nas quantidades produzidos no leite, excretadas na urina e nas fezes. A quantidade de N retido apresentou um comportamento linear decrescente com o aumento dos níveis de FDNf da dieta. Observa-se neste experimento que houve balanço de nitrogênio positivo, o que demonstra que as dietas não estavam deficientes em relação à nutrição protéica dos animais. O valor médio obtido para retenção de N, foi de 14,38 g/dia, variando de 22,62 a 7,45 g de N retido/dia para as dietas com 19 a 48% de FDNf, respectivamente. Isto nos leva a acreditar que com aumento dos níveis de FDNf da dieta houve diminuição da síntese de proteína e da fermentação ruminal, o que pode levar a diminuição na retenção de nitrogênio.

Fimbres et al. (2002) encontrou aumento linear do N retido com a energia da dieta que está relacionada inversamente com o teor de FDN na ração. Estes resultados também foram similares aos encontrados por Hejazi et al (1999). Eles mostraram diferenças na ingestão e retenção de nitrogênio em ovelhas alimentadas com milho inteiro e moído e diferentes fontes de fibras.

Os valores referentes à produção, os teores e as quantidades de gordura, PB e lactose, leite corrigido para 3,5% e para 4% de gordura, em função dos níveis de FDNf da dieta, podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7 – Efeito dos níveis de FDNf sobre a produção e composição de leite

Variável	Equação estimada	R2	CV (%)
PL (kg.d ⁻¹) ¹	Y = 3,52 – 0,027 x ***	0,83	9,40
LCG 3,5 % (kg.d ⁻¹) ²	Y = 3,31 – 0,022 x *	0,55	17,44
LCG 4 % (kg.d ⁻¹) ³	Y = 3,07 – 0,020 x *	0,55	17,32
G (%) ⁴	Y = 3,28	--	13,21
PBI (%) ⁵	Y = 3,13	--	16,32
Lac (%) ⁶	Y = 4,26	--	3,08
PB produzida (kg.d ⁻¹)	Y = 0,073	--	22,41
G produzida (kg.d ⁻¹)	Y = 0,076	--	23,07
Lac produzida (kg.d ⁻¹)	Y = 0,15 – 0,0011 x **	0,79	10,08
LCST (kg.d ⁻¹) ⁷	Y = 1,93 – 0,014 x *	0,66	15,58

¹ Produção de leite; ² Leite corrigido para 3,5% de gordura; ³ Leite corrigido para 4 % de gordura; ⁴ Gordura láctea; ⁵ Proteína láctea; ⁶ Lactose; ⁷ Leite corrigido par sólidos totais; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,0001

Como pode ser observado, houve um efeito linear decrescente dos níveis de FDNf da dieta sobre a produção de leite e sobre as produções corrigidas para 3,5%, 4,0% de gordura e para sólidos totais. Contudo, não foram observados efeitos nos teores de PB, gordura e lactose, quando expressos em %. O conteúdo de lactose produzido foi influenciado pela produção de leite, onde com o aumento do nível de FDNf houve redução na produção de leite e na produção em kg.dia⁻¹ de lactose.

Os resultados indicaram que com o aumento dos níveis de FDNf da dieta, houve comprometimento do desempenho produtivo das cabras, onde a maior produção de leite foi obtida com o nível de 19% de FDNf e a menor produção com o nível mais alto de FDNf (Figura 3), reduzindo a produção em 31%. O efeito do nível de fibra da dieta sobre a produção de leite ocorre de forma direta, podendo determinar restrição na ingestão de MS e, principalmente, de energia, comprometendo a produção (Carvalho, 2002). Como pode ser verificado na Tabela 4, com o aumento do nível de FDNf da dieta, houve redução no consumo de EL, o que foi determinante para que ocorresse a diminuição na produção de leite. Respostas similares foram observadas por Branco (2005) ao variar os níveis de FDNf na dieta de cabras em lactação, onde observou-se reduções da ordem de 37% na produção de leite, ao variar o nível de FDNf de 20 (1,74 kg.dia⁻¹) para 49% (1,09 kg.dia⁻¹), sendo que a forragem utilizada naquele experimento foi avaliada como de maturidade avançada, comprometendo a produtividade dos

animais, já que os animais possuíam o mesmo potencial produtivo e eram do mesmo rebanho.

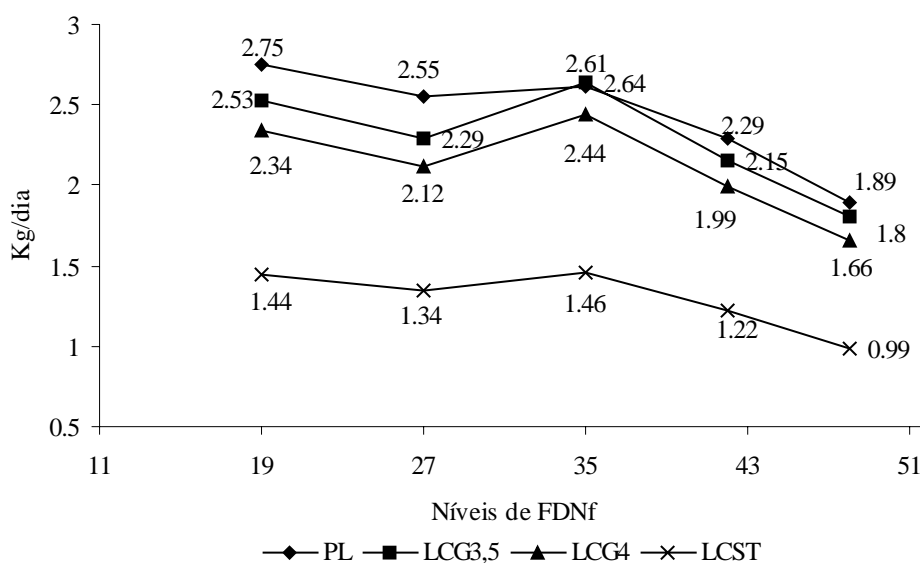


Figura 3 – Efeito dos níveis de FDNf da dieta sobre a produção de leite (PL) em $\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}$, corrigida para 3,5% de gordura (LCG 3,5), para 4% de gordura (LCG 4) e para sólidos totais (LCST).

A produção de leite é altamente dependente da quantidade total de energia consumida (Hussain et al., 1996). Segundo Morand-Fehr & Sauvant (1980), a qualidade da forragem afeta a quantidade de leite produzido, havendo uma correlação negativa entre a produção de leite e o conteúdo de fibra da forragem na dieta e uma correlação positiva entre a produção de leite e o conteúdo de energia líquida da forragem.

A natureza da forragem tem grandes efeitos na produção e composição do leite, devido a diferenças na ingestão e digestibilidade da fibra. Em ruminantes, o padrão de fermentação ruminal desenvolvido depende essencialmente da quantidade e da qualidade da fração fibrosa da dieta. O uso de concentrados, que são ricos em carboidratos facilmente fermentáveis, decréscimos na relação forragem: concentrado da dieta, no tamanho de partícula da fibra reduzem a quantidade de ácido acético produzido, o qual é o principal precursor dos ácidos graxos sintetizados na glândula mamária, resultando em menor conteúdo de gordura.

Embora neste trabalho não tenha sido observado diferença para o teor de gordura do leite, pode-se inferir que, houve um aumento no teor de gordura com a inclusão de FDNf na dieta, pois foi observado uma produção de leite corrigida para 3,5% superior

quando se forneceu 35% de FDNf. De acordo com Lammers et al. (1996), reduções nos teores de fibra nas dietas levam à diminuição no tempo gasto de mastigação (comendo e ruminando). Conseqüentemente ocorrerá redução no pH ruminal, em função do menor fluxo de saliva para o rúmen, com redução do fluxo de substâncias tamponantes. Proporcionando assim, um ambiente ruminal desfavorável para o crescimento das bactérias celulolíticas, levando a redução da relação acetato: propionato e conseqüentemente ao menor teor de gordura no leite.

Na Figura 4 são apresentados os valores obtidos para as eficiências de utilização de energia metabolizável (EM) ingerida para a produção de leite, de acordo com a variação nos níveis de FDNf das dietas.

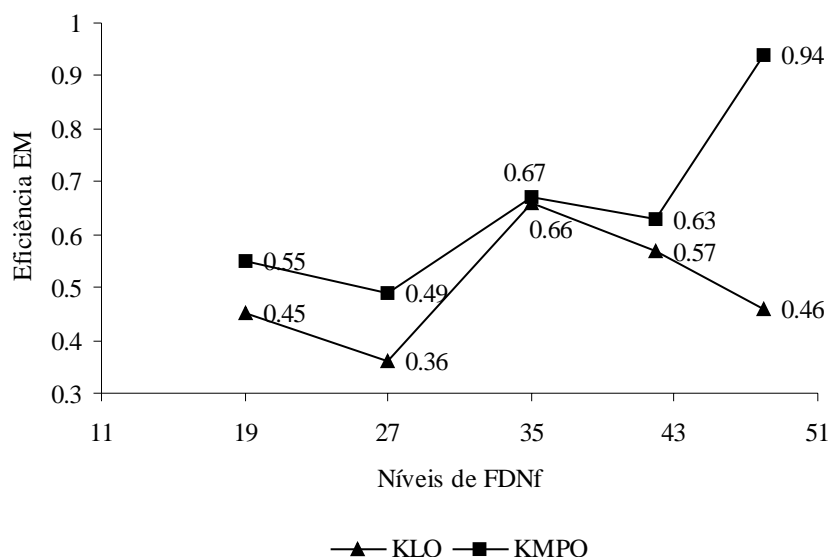


Figura 4 – Efeito dos níveis de FDNf da dieta sobre a eficiência de utilização líquida (Klo) e bruta (Kmpo) da energia metabolizável consumida.

Com o aumento dos níveis de FDNf, verifica-se em valores absolutos, para a eficiência líquida de utilização de EM (Klo), que houve menor eficiência (0,36) para as dietas contendo 27% de FDNf e maior eficiência (0,66) para a dieta com 35% de FDNf. Maiores inclusões níveis de FDNf na dieta acarretou diminuição da eficiência líquida de utilização da EM, porém as análises indicam que não houve diferença quando da inclusão de maiores níveis de FDNf na dieta.

A eficiência bruta (Kmpo) de utilização de energia foi afetada pela inclusão de níveis mais altos de FDNf na dieta. Numericamente essa eficiência tendeu a aumentar, a equação de regressão que melhor explica esse comportamento é: $Y = 0,201 + 0,013 x$ (r^2

= 0,66), onde x é o nível de FDNf da dieta. Porém, o valor mais alto observado (0,94), quando da utilização de 48% de FDNf na ração, indica que, em parte, houve uma mobilização das reservas corporais para produção de leite. Com base no exposto, podemos inferir que a melhor eficiência de utilização da EM para produção de leite foi obtida com o nível de 35% de FDNf na dieta. Este proporcionou melhor utilização de EM para a produção de leite e o qual deveria ser recomendado como ideal para cabras em lactação com condições semelhantes a este trabalho. Isto, no entanto não impede que níveis maiores ou menores não possam ser utilizados, a escolha irá depender da fonte de fibra a ser utilizada e da eficiência econômica.

Na Tabela 8, são apresentados os efeitos dos níveis de FDNf sobre o comportamento ingestivo das cabras em lactação.

Tabela 8 – Efeito dos níveis de FDNf na dieta sobre o comportamento ingestivo de cabras em lactação e sobre o tempo de permanência dos animais em pé ou deitados

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
Alimentação (min.d ⁻¹)	Y = 265,20	--	11,47
Ruminação (min.d ⁻¹)	Y = 362,00	--	28,66
Mastigação (min.d ⁻¹)	Y = 627,20	--	19,82
Ócio (min.d ⁻¹)	Y = 812,80	--	15,30
Em pé (min.d ⁻¹)	Y = 596,80	--	18,14
Deitada (min.d ⁻¹)	Y = 844,00	--	12,85
Alimentação			
Min (kg MS) ⁻¹	Y = 56,01 + 2,19 x **	0,91	19,86
Min (kg FDN) ⁻¹	Y = 349,78	--	19,23
Min. (g. MS. (kg 0,75) ⁻¹)	Y = 1,53 + 0,043 x **	0,93	17,03
Min. (g FDN (kg 0,75) ⁻¹)	Y = 8,42 - 0,048 x *	0,85	16,09
Ruminação			
Min (kg MS) ⁻¹	Y = -14,33 + 4,41 x **	0,89	25,07
Min (kg FDN) ⁻¹	Y = 467,64		23,53
Min. (g. MS. (kg 0,75) ⁻¹)	Y = 0,17 + 0,09 x **	0,99	24,05
Min. (g FDN (kg 0,75) ⁻¹)	Y = 9,66	--	22,97

* P<0,05; **P<0,01

A análise dos dados demonstra que, à medida que se aumentou os níveis de FDNf das dietas, não houve aumento no tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio. O tempo despendido com ingestão geralmente aumenta, quando se fornecem dietas com maiores níveis de FDN, porém não foi o que se observou neste trabalho, em contraste com os resultados obtidos previamente (Carvalho et al., 2001). Esses autores trabalharam com níveis crescentes de FDNf em dietas para cabras em lactação, e verificaram que houve aumento linear dos tempos gastos com alimentação e ruminação

à medida que se aumentou os níveis de FDN oriundo da forragem concordando com os dados relatados na literatura (Van Soest, 1994).

Os valores médios observados para os tempos de alimentação (265,00 min/dia) e de ruminação (362,00 min/dia) encontram-se próximos àqueles citados por Church (1988) para cabras, de 254 e 446 min/dia para alimentação e ruminação, respectivamente, e aos observados por Santini et al. (1992), que trabalhando com cabras Alpinas em lactação, verificaram tempo máximo de alimentação de 263,00 min/dia e ruminação de 364 min/dia, quando utilizaram dieta com 47,4% de FDN.

Quando foi avaliado o tempo gasto de alimentação e em ruminação, expresso em minutos /kg de MS consumida e minutos/g de MS consumida, expresso em função do peso metabólico, foi observado efeito linear crescente do nível de FDNf da dieta. Os animais tentaram compensar a ingestão de um material mais fibroso, gastando maior tempo em alimentação e em ruminação, e menor tempo em ócio, o que está de acordo com Van Soest (1994), o qual afirma que o tempo gasto em alimentação é proporcional ao teor da parede celular dos alimentos.

O período de alimentação e de ruminação quando foram avaliados em função de kg de FDN ingerido não foi influenciado pelo nível de FDNf da dieta, pois conforme já relatado, não houve diferença no consumo de FDN entre os animais deste experimento. Já quando foi avaliado o tempo de alimentação, em função da FDN e do peso metabólico, foi verificada redução linear do tempo gasto pelos animais.

Quando a ingestão da fibra ou a ingestão de matéria seca é alta, as cabras ruminam por maior tempo possível, por unidade de FDN ingerida, refletindo a necessidade de processar a digesta ruminal, tentando balancear as ingestões de energia às demandas energéticas, ou seja, maximizando a eficiência digestiva.

Conclusões

Com o aumento dos níveis de FDNf de 19 para 48% nas rações para cabras em lactação, houve reduções nos consumos de MS, MO, PB, EE, CNF, NDT e EL, o que pode comprometer o desempenho produtivo dos animais. Não houve mudanças no consumo de FDN, quando da alteração do nível deste na dieta, constatando uma regulação física de consumo.

O desempenho produtivo foi influenciado quando foi utilizado maiores níveis de FDNf nas dietas.

O aumento da quantidade de FDN na dieta de cabras em lactação acarretou aumento no tempo gasto diariamente em alimentação e mastigação, apenas quando este foi expresso em minutos relativos a gramas de matéria seca consumida.

A melhor eficiência líquida de utilização da energia metabolizável consumida para produção de leite foi atingida com a dieta contendo 35% de FDNf.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL FOOD RESEARCH COUNCIL. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Compiled by G. Alderman. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, Oxon. UK. 1993.
- BEAUCHEMIN, K. A., & J. G. BUCHANAN-SMITH. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk productions of dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.72, n.8, p.2288-2299. 1989.
- BRANCO, R.H. **Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p.Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2005.
- CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002, 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F.; et al. Diferentes níveis de fibra na ração de cabras alpina em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 1223-1224.
- CHURCH, D.C.; **El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1988. 641p.
- FENG, P.; HOOVER, W.H.; MILLER, T.K. et al. **Interactions of fiber and nonstructural carbohydrates on lactation and ruminal function**. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.5, p. 1462-1470, 1993.
- FIMBRES, H.; KAWAS, J.R.; HERNÁNDEZ-VIDAL, G. et al. **Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels**. *Small Ruminant Research*. v, 43, p. 275-281. 2002
- HEJAZI, S.; FLUHARTY, F.L.; PERLEY, J.E; et al. **Effect of corn processing and dietary fiber source on feedlot performance, visceral organs weight, diet digestibility, and nitrogen metabolism in lambs**. *Journal Animal Science*, v. 77, p. 507-515. 1999.
- 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.
- JUNIOR, R.C.O.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. **efeitos dos níveis de grão de soja na dieta de cabras. 1. consumo e digestibilidade dos nutrientes**. IN: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. (CD rom)
- KAWAS, J. R., N. A JORGENSEN, AND J. L. DANELON. **Fiber requirement of dairy cows: optimum fiber level in Lucerne-based diets for high producing cows**. *Livestock Production. Science*. v. 2, p.107-116. 1991

- LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D.R.; HEIRICHS, A. J. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 5. p. 922-928, 1996.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.
- LUO, J.; GOETSCH, A.L.; NS AHLAI, I.V.; et al. Maintenance energy requirements of goats: predictions based on observations of heat and recovered energy. **Small Ruminant research**, v, 53. p, 221-230, 2004.
- MERTENS, D. R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. Page 60 in Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., Syracuse, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY. 1983.
- MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. IN: **Large dairy herd management**. H.H. Van Horn e C.J. Wilcox. American Dairy Science Association. Champaign, 1992
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**, Fahey, G. C.; Jr Collins, M.; Mertens, D.R.; et al. American Society of Agronomy, Crop Science Society American, and Soil Science Society of America, Madison, WI. P. 450-493. 1994.
- 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.
- MISHRA, S.; RAI, S.N. Influence of varying RDP:UDP ratios in diets on digestion, nitrogen utilization and milk production efficiency in goats. **Small Ruminant Research**, v. 20, p. 39-45, 1996.
- MORAND-FERH, P.; SAUVANT, D. Composition and yield of goat milk as affects by nutritional manipulation. **Journal of Dairy Science**, v. 63., p. 1671-1680, 1980.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1981. Nutrient Requirements of Goats. Ed. Natl. Acad. Science, Washington, DC.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6 ed. Ed. National Academic Press. Washington, DC.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 ed. Ed. National Academic Press. Washington, DC. 387p.
- RESENDE, F.D. **Avaliação de diferentes proporções de volumoso: concentrado sobre a Ingestão, digestibilidade, ganho de peso e conversão alimentar de bovinos mestiços confinados**. Viçosa. Universidade federal de Viçosa, 1999. 78 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 1999
- RESENDE, F.D. **Efeito do nível de fibra em detergente neutro da ração sobre a ingestão alimentar de bovídeos de diferentes grupos raciais, em regime de confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 1994.
- RUIZ, T. M.; BERNAL, E.; STAPLES, C.R.; et al. Effect of dietary neutral detergent fiber concentration and forage source on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n.2, p. 305-319, 1995.

- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. et al. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**. v.75. n.1, p.209-219. 1992.
- SILVA, A. G.; RODRIGUES, M. T.; GARCIA, J.A. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína para cabras em lactação. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.20, n. 6, p. 615-631, 1991
- SILVA, D.J & QUEIRÓZ, A.C.; Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, 235 p. 2002.
- TYRRELL, H. F. & REID, J.T. Prediction of the energy value of cow's milk. **Journal of Dairy Science**. v. 48, n. 12, p. 1215-1223, 1965.
- VAN SOEST ,P.J.; McCAMMON-FELDMAN, B.; CANNAS, A. The feeding and nutrition of small ruminants: application of the Cornell discount system to feeding of dairy goats and sheep. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1998, p. 95-104.
- VAN SOEST , P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. v,74, p.583-3597, 1991.
- VARGA, G.A., DANN, H.M., ISHLER,V.A. The use of fiber concentrations for ration formulation. **Journal of Dairy Science**. v,81. p,: 3063-3074. 1998.

Desempenho de cabras em lactação alimentadas com dietas com diferentes níveis de fibra oriundos de forragem com maturidade avançada

RESUMO: Avaliou-se o efeito da inclusão de níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf) com maturidade avançada, sobre o consumo, a digestibilidade da matéria seca e de nutrientes, o balanço de nitrogênio, a produção de leite, a eficiência de utilização da energia metabolizável e o comportamento ingestivo de cabras em lactação. Foram distribuídas cinco cabras em delineamento em quadrado latino 5 x 5, utilizando diferentes níveis de FDNf, como variável independente. As concentrações de FDNf utilizadas foram 20, 28, 35, 43 e 49 %. Os consumos de matéria seca (MS), de nutrientes e de energia líquida (El_{3x}), foram reduzidos com a adição de fibra à ração; no entanto o consumo de FDN foi crescente a capacidade de acomodação daquele nutriente pelos animais. O nível de FDNf influenciou os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e CNF. Contudo a digestibilidade da FDN, não foi influenciada pelos tratamentos. Com a variação dos níveis de FDNf o nitrogênio consumido ($g \cdot dia^{-1}$) foi influenciado de maneira quadrática, porém o teor de nitrogênio retido não foi afetado pelos níveis experimentais. Foram observados efeitos quadráticos no nitrogênio excretado nas fezes e na urina, e efeito linear no nitrogênio excretado no leite. O nível de FDNf não influenciou os constituintes do leite (gordura, proteína e lactose). Verificou-se efeito quadrático do nível de FDNf da dieta sobre a produção de leite (corrigida para 4% e não corrigida), em $kg \cdot dia^{-1}$, com maiores produções obtidas com o teor de 28% de FDNf nas rações. A eficiência de utilização da energia metabolizável não foi influenciada pelas variações dos níveis de FDNf. Houve influência do teor de FDNf sobre o comportamento ingestivo dos animais em estudo, aumentando o tempo de ruminação, o tempo de mastigação e diminuindo o tempo em ócio dos animais.

Palavras chaves: caprinos leiteiros, FDN, FDNf, ingestão.

Performance of Lactating Goats Fed Diets Containing Different Fiber Levels from Forage with Advanced Maturity

Abstract: The effect of the inclusion of neutral detergent fiber levels from forage (NDFf) with advanced maturity was evaluated, on the intake, the digestibility of the dry matter and of nutrients, the nitrogen balance, the milk production, the efficiency of use of the metabolizable energy (ME) and the ingestive behavior of lactating goats. Five dairy goats were distributed in Latin square 5 x 5, using different levels of NDFf as independent variable. The concentrations of used NDFf were 20, 28, 35, 43 and 49%. The intakes of dry matter (DM), of nutrients and of net energy (NEI 3x), were reduced with the addition fiber to the ration; however the intake of NDF was increased indicating the capacity of accommodation of that nutrient for the animals. The NDFf level influenced the digestibility coefficients of DM, organic matter, crude protein and nonfibrous carbohydrates. However the NDF digestibility was not influenced by the treatments. With the variation of the NDFf levels, the intake of nitrogen ($\text{g}\cdot\text{day}^{-1}$) was influenced in a quadratic manner, however the levels did not affect the nitrogen content. Quadratic effects were observed in the nitrogen excreted in the feces and in the urine, and linear effect in the nitrogen produced in the milk. The NDFf level didn't influence the milk constituents (fat, protein and lactose). Quadratic effect of the NDFf level of the diet was observed about the production of milk (corrected for 4% and no corrected), in $\text{kg}\cdot\text{day}^{-1}$, with greater productions obtained with the content of 28% of NDFf in the rations. The efficiency of use of the ME was not influenced by the variations of the NDFf levels. There was influence of the content of NDFf on the ingestive behavior of the animals in study, increasing the time of rumination, the time of mastication and reducing the time in leisure of the animals.

Key words: dairy goats, intake, NDF, NDFf

Introdução

Em virtude do grande crescimento da caprinocultura leiteira, ocorrido no Brasil e no mundo, nos últimos anos, e do potencial leiteiro desses animais, torna-se necessário pesquisar as diversas áreas da caprinocultura, objetivando maior produtividade. Entre as diversas linhas de pesquisa relacionadas à nutrição de animais ruminantes, o estudo da fibra na formulação de rações é de grande importância, pois segundo Mertens (1992), o conteúdo de fibra está relacionado com a digestibilidade e o valor energético do alimento e com a fermentação ruminal, podendo estar envolvido no controle da ingestão de alimento, fatores estes diretamente relacionados com a produtividade animal.

A fibra contém a fração de carboidratos dos alimentos de digestão lenta ou indigerível e impõe limitações sobre o consumo de matéria seca (CMS) e energia. Por outro lado, a saúde dos ruminantes depende diretamente de concentrações mínimas de fibra na ração que permitam manter a atividade de mastigação e a motilidade do rúmen (Nussio et al., 2000).

De acordo com Eastridge (1997) a extensa fermentação do rúmen resulta em um abundante suprimento de nutrientes para o ruminante e facilita a utilização de uma variedade de alimentos, sendo a função mais crítica desta fermentação a digestão dos componentes fibrosos das plantas.

Existe uma relação intrínseca entre o conteúdo de fibra detergente neutro (FDN), o CMS e energia pelos ruminantes (Beauchemin, 1996). Rações contendo alto teor de FDN promovem redução no CMS, devido à sua lenta degradação e reduzida taxa de passagem através do ambiente ruminal, com conseqüente repleção do compartimento do rúmen-retículo, contribuindo para a limitação física do consumo. Por outro lado, quando da utilização de rações com baixa proporção de FDN e alto teor de energia, a demanda energética, passa a ser o principal fator limitante do consumo. Nesse caso, o animal ingere alimento para manter consumo constante de energia e o CMS poderá diminuir com o aumento da digestibilidade do alimento, visto que maior quantidade de energia estará disponível para ser utilizada.

Dessa forma, quando são fornecidas dietas de alta qualidade, o animal consome para atingir sua demanda energética, sendo este consumo limitado pelo seu potencial genético para utilizar a energia absorvida. Entretanto, quando são fornecidas dietas de baixa qualidade (alto conteúdo de FDN e maturidade da forragem), o consumo de

alimento ocorre até atingir o nível de capacidade de repleção do trato digestório, havendo uma limitação física (Mertens, 1994).

A relação entre CMS e o conteúdo de FDN da ração pode ser interpretada como sendo quadrática, mostrando que existe um ponto de transição entre o controle físico e o fisiológico, no qual o efeito da massa de FDN sobre a ingestão cessa, e esta passa a ser controlada pelo valor energético da dieta. Já a ingestão de energia aumenta, linearmente, com a redução do nível de FDN da ração, até atingir um platô, o qual é dependente da exigência energética do animal (Mertens, 1983).

Entretanto a observação de Mertens (1996), de que ruminantes alimentados com dietas com a mesma concentração de FDN podem não ter o mesmo consumo, serve para ilustrar que o relacionamento entre a FDN e o consumo é complexo e depende não somente da FDN, mas também da curva de exigência do animal e da qualidade da forragem.

De acordo com Jung & Allen (1995), fêmeas leiteiras de alta produção tem elevada exigência em nutrientes, particularmente energia, para suportar altos níveis de produção. Portanto, a alimentação baseada unicamente no fornecimento de volumosos torna-se praticamente impossível, uma vez que esses alimentos apresentam baixa concentração em nutrientes por unidade de volume, além de apresentarem lenta taxa de degradação e escape, limitando assim, a ingestão de alimentos e comprometendo a produtividade. Assim é necessária a inclusão de alimentos concentrados visando atender as exigências nutricionais, o que implica na redução da proporção de volumosos nas dietas.

A formulação de dietas baseadas na FDN tem sido recomendada em razão da relação positiva entre a FDN e a repleção ruminal e da relação negativa entre a FDN e densidade energética do alimento (Mertens, 1994). Para manter uma função ruminal estável e evitar depressão no teor de gordura do leite, o NRC (2001) recomenda o mínimo de 25% de fibra na dieta, medida como FDN, com 75% da FDN total da dieta sendo suprida por forrageiras.

Os valores máximos e mínimos de FDN na dieta de cabras leiteiras para maximizar o consumo e a eficiência de produção ainda não estão bem definidos, Carvalho et al. (2001) observaram que 27% de FDN oriunda da forragem de boa qualidade, para cabras em lactação, otimizou o CMS e a produção de leite corrigido para 3,5% de gordura. Porém, quando se trabalha com forrageiras com alta concentração de fibras, não se tem

dados na literatura, quanto à utilização de forragens com maturidade avançada e ao desempenho de cabras em lactação.

Van Soest (1994), afirma que o tempo de ruminação é diretamente proporcional ao conteúdo de FDN e à forma física da dieta. Já Dado e Allen (1995) enfatizam que o número de períodos em que se observa a ruminação eleva-se com o aumento do conteúdo da fibra, refletindo a necessidade de processar a digesta ruminal, maximizando a eficiência digestiva.

A eficiência de ruminação é também importante no controle da utilização de alimentos de baixa digestibilidade, pois o animal pode ruminar maiores quantidades de alimentos de baixa qualidade por tempo de ruminação, proporcionando maior consumo de alimentos e melhor desempenho produtivo (Welch, 1982). Em dietas com alto conteúdo de FDN, a eficiência de ruminação e mastigação é diminuída, devido à maior dificuldade em diminuir o tamanho das partículas oriundas de materiais ricos em fibra, reduzindo com isso, a ingestão de alimentos (Dulphy et al. 1980).

Portanto, objetivou-se avaliar o efeito da utilização de níveis de FDN oriundo de forragem com maturidade avançada sobre a produção, a digestibilidade, o balanço de nitrogênio, a partição de nutrientes e o comportamento ingestivo em cabras leiteiras em lactação.

Material e Métodos

Este ensaio experimental foi realizado nas dependências do setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizadas cinco cabras, primíparas e múltíparas, com aproximadamente 60 dias de lactação e peso corporal médio de $59,13 \pm 12,93$ kg, confinadas em baias individuais com dimensões de 1,5 x 2,0 m de piso ripado, adaptadas para coleta total de fezes e urina.

Os animais foram arrançados em delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, para avaliar os efeitos de cinco níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf), tendo como base forrageira o Tifton-85 (*Cynodon spp*) com maturidade avançada. Os níveis de FDNf, 20, 28, 35, 43 e 49%, foram as variáveis utilizadas para caracterizar os tratamentos. Nas formulações das dietas o milho (*Zea mays* L.) constituiu a principal fonte energética e o farelo de soja (*Glicine max* L.) a fonte protéica, complementados com uma mistura mineral balanceada para atender as

exigências nutricionais de cabras leiteiras em lactação, de acordo com as recomendações do AFRC (1993). As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, com 17% de proteína bruta (PB) na matéria seca. A proporção entre o volumoso e o concentrado variou de acordo com o tratamento, de maneira a se atingir a concentração de FDNf pretendido para as dietas experimentais, as dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas.

A proporção dos ingredientes, a composição dos alimentos e das dietas encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa com base na matéria seca (%)

Alimento	Nível de FDNf				
	20	28	35	43	49
Feno de Tifton – 85	22,53	31,55	40,56	49,57	56,33
Fubá de Milho	50,82	41,56	32,30	23,03	16,09
Farelo de Soja	24,13	24,38	24,63	24,88	25,07
Fosfato Bicálcico	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Calcáreo Calcítico	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Mistura mineral	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Mistura mineral: 0,32% de Sulfato Ferroso; 0,48% de Sulfato de Cobre; 0,71% de sulfato de Manganês; 2,67% de Sulfato de Zinco; 0,02% de Sulfato de Cobalto; 0,0125% de Iodato de Potássio; 0,006; 95,78% de Cloreto de Sódio.

Tabela 2: Composição bromatológica dos alimentos experimentais expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Alimentos				
	Feno de Tifton	Milho	Farelo de soja	Calcáreo calcítico	Fosfato bicalcico
MS	87,38	88,26	88,81	100,00	97,00
MO	94,25	98,28	93,59		
PB	6,47	8,85	49,28		
EE	0,80	4,13	1,30		
Cinzas	5,75	7,72	6,41		
CHOt ¹	86,98	85,30	43,01		
FDN	86,24	12,82	11,27		
FDNc	81,47	12,46	10,27		
FDNcp	75,17	11,61	6,82		
FDA	50,71	1,82	8,81		
CNF ²	0,74	72,48	31,74		
NIDN (%NT) ³	63,59	9,96	7,00		
NIDA (%NT) ⁴	30,94	4,23	2,60		
LigDA ⁵	10,36	1,18	2,09		
NDT (%)	41,89	86,98	79,44		
EL 3x (Mcal/kg) ⁶	0,91	2,01	1,83		
Ca	0,43	0,03	0,3	34,00	22,00
P	0,17	0,30	0,07	0,02	19,30

¹ Carboidratos totais; ² Carboidratos não fibrosos; ³ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ⁵ Lignina em detergente ácido; ⁶ Energia líquida 3 x manutenção.

Tabela 3 - Composição químico- bromatológica das dietas experimentais, expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Nível de FDNf				
	20	28	35	43	49
MS	88,44	88,37	88,29	88,21	88,15
MO	96,28	95,91	95,53	95,16	94,88
PB	17,85	17,73	17,62	17,51	17,42
EE	2,59	2,29	1,98	1,67	1,44
Cinzas	3,72	4,09	4,47	4,84	5,12
CHOt ¹	73,33	73,37	73,42	73,47	73,50
FDN	28,67	35,28	41,89	48,51	53,47
FDA	14,53	18,94	23,36	27,77	31,08
CNF ²	44,66	38,09	31,53	24,96	20,03
NIDN (%NT) ³	21,08	25,91	30,73	35,56	39,18
NIDA (%NT) ⁴	9,75	12,15	14,56	16,96	18,76
LigDA ⁵	3,44	4,27	5,10	5,93	6,55
NDT (%)	72,81	68,73	64,65	60,56	57,50
EL 3x (Mcal/kg) ⁶	1,67	1,57	1,47	1,37	1,29
Ca	0,64	0,68	0,71	0,75	0,78
P	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26
FDNf	19,43	27,21	34,98	42,75	48,58

¹ Carboidratos totais, ² Carboidratos não fibrosos, ³ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ⁵ Lignina em detergente ácido; ⁶ Energia líquida 3 x manutenção.

Cada período experimental teve a duração de 21 dias, sendo 14 de adaptação e ajuste do consumo voluntário e sete dias de coleta de dados. Para avaliação do efeito dos tratamentos foram observadas as seguintes variáveis: o consumo voluntário; a digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes; o balanço de nitrogênio; produção e constituintes lácteos; e o comportamento ingestivo.

Com acesso *ad libitum* às rações, o consumo voluntário foi calculado pela diferença entre o oferecido e as sobras; para tanto, as sobras foram coletadas diariamente, pesadas e amostradas em 10% do seu peso, durante os sete dias do período de coleta, sendo ajustadas para corresponderem a 10% do total oferecido. Para cada animal, constituíram-se amostras compostas de sobras, referentes a cada período experimental, as quais foram congeladas para análises posteriores.

A produção e a composição do leite foram estimadas com base em duas ordenhas diárias e em quatro coletas durante o período experimental: ordenha da tarde do primeiro dia; ordenha da manhã do segundo dia; ordenha da tarde do sexto dia; e ordenha da manhã do sétimo dia. Nas amostras foram determinados os teores de proteína bruta, lactose e gordura. As análises quantitativas do leite foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Leite da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa - Gado de Leite).

No decorrer dos dias um a cinco do período de coleta, foram efetuadas coletas totais de fezes e urina para determinação da digestibilidade aparente e do balanço de nitrogênio, respectivamente. A urina foi coletada em recipientes plásticos contendo 20 mL de solução de H₂SO₄ 40% (v/v). Fezes e urina, depois de coletadas e pesadas, foram amostradas em alíquotas de 10% e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

No quinto dia do período experimental, os animais foram observados durante um período ininterrupto de 24 horas, com registros instantâneos a cada 10 minutos do comportamento observado: alimentando, ruminando ou em ócio.

Nos alimentos e dietas, determinou-se a composição em matéria seca (MS) e nitrogênio total (NT) para estimativa da PB; extrato etéreo (EE), cinzas (CZ) utilizando as técnicas descritas em Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) segundo Van Soest et al. (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) segundo técnicas descritas por Licitra et al. (1996). As sobras e as fezes foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, CZ, FDN, FDA e LDA.

As concentrações em carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos a partir da equação: $CNF = 100 - (\% PB + \% EE + \% CZ + \% FDN)$, segundo Van Soest et al. (1991).

O valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) em nível de manutenção foi estimado segundo o NRC (2001) utilizando a equação:

$$NDT = PBD + CNFD + FDND + AGD \times 2,25 - 7$$

em que $PBD = PB * \text{Exp}[-1,2 * PIDA/PB]$ para volumosos;

$PBD = [1 - (0,4 * PIDA/PB)] * PB$ para concentrados;

$CNFD = 0,98 * CNF$;

$FDND = 0,75 * (FDNp - LDA) * [1 - (LDA/FDNp)^{0,667}]$;

$AGD = EE - 1$; e 7, refere-se ao NDT metabólico fecal,

onde, PBD, representa a PB verdadeiramente digestível; CNFD representa os CNF verdadeiramente digestíveis; FDND, representa o FDN digestível; AGD, representa os ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; LDA, representa a lignina. A conversão de NDT para EL foi feita utilizando-se a equação: $EL3x \text{ (Mcal/kg)} = 0,0245 * NDT (\%) - 0,12$ (NRC, 2001).

Para a quantificação do valor de energia das dietas, aplicou-se os dados da digestibilidade aparente, utilizando a equação:

$NDT (\%) = dCNF + dPB + (dEE * 2,25) + dFDN$, em que “d” representa a digestibilidade aparente dos diferentes componentes. Para conversão dos valores de NDT para energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED) foram utilizadas as equações descritas a seguir, sugeridas pelo NRC (2001):

$$EM (\text{Mcal/kg}) = 1,01 * ED (\text{Mcal/kg}) - 0,45 ;$$

$$ED (\text{Mcal/kg}) = 0,04409 * NDT (\%)$$

Para conversão da produção de leite para 3,5 % de gordura, utilizou-se a fórmula de Gaines (1928) sugerida pelo NRC (2001):

$LCG 3,5\% = (0,4255 * \text{kg de leite}) + [16,425 * (\% \text{gordura} / 100) * \text{kg de leite}]$. Calculou-se a correção para 4% de gordura de acordo com a seguinte fórmula: $LCG 4\% (\text{Kg/dia}) = 0,4 * \text{leite} (\text{kg/dia}) + 15 * \text{gordura} (\text{kg/dia})$ (NRC, 2001). A correção do leite para sólidos totais foi segundo Tyrrell & Reid (1965): $LCST = (12,3 * \text{g G}) + (6,56 * \text{g SNG}) - (0,0752 * \text{kg Leite})$.

A eficiência líquida de utilização da energia metabolizável consumida para produção de leite foi calculada através do consumo de energia metabolizável e da produção de leite, pela equação: Eficiência ($ELp/CEMp-m$), em que ELp é a energia líquida utilizada para produção de leite e $CEMp-m$ é o consumo de EM menos o consumo de energia metabolizável necessária para manutenção. A eficiência bruta da utilização da EM para lactação foi calculada do consumo de energia líquida para manutenção ($CELm$) segundo Luo et al. (2004) pela equação: Eficiência bruta $[(CELm + Elp) / CEM]$. O valor de energia líquida do leite foi calculado a partir dos dados de vacas leiteiras (NRC, 2001), pela equação:

$EL (\text{Mcal/kg}) = 0,0929 * G (\%) + 0,0547 * PB (\%) + 0,0395 * Lac (\%)$, em que G, PB e Lac são, respectivamente, conteúdo de gordura, proteína bruta e lactose do leite.

Os dados submetidos à análise de variância foram desdobrados quanto ao efeito de tratamento nos componentes de regressões polinomiais, sendo que o nível de FDNf constitui-se na variável independente.

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, Institute Inc., 1999). A análise dos dados foi feita utilizando o procedimento GLM e os efeitos dos tratamentos, avaliados a 5% de probabilidade, utilizando-se o teste F.

Resultados e Discussão

Na Tabela 4 pode ser observado o efeito dos diferentes níveis de FDNf sobre o consumo de matéria seca (MS) e de nutrientes.

Tabela 4 - Efeito do nível de FDNf sobre o consumo de matéria seca e nutrientes

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
CMS (Kg.d ⁻¹) ¹	$Y = 0,30 + 0,06 x - 0,0011 x^2$ *	0,82	8,57
CMS (%PV)	$Y = 1,56 + 0,10 x - 0,0018 x^2$ **	0,86	6,01
CMS (g.(kgPV ^{0,75}) ⁻¹)	$Y = 34,86 + 2,89 x - 0,0516 x^2$ **	0,85	6,19
CMO (kg.d ⁻¹) ²	$Y = 0,35 + 0,057 x - 0,0010 x^2$ *	0,83	8,90
CPB (kg.d ⁻¹) ³	$Y = 0,065 + 0,0154 x - 0,00026 x^2$ **	0,83	9,48
CEE (g.d ⁻¹) ⁴	$Y = 22,70 + 1,11 x - 0,030 x^2$ *	0,96	13,40
CFDN (kg.d ⁻¹) ⁵	$Y = 0,16 + 0,0078 x$ ***	0,87	6,89
CFDN (%PV)	$Y = 0,63 + 0,0125 x$ ***	0,91	6,49
CCNF(kg.d ⁻¹) ⁶	$Y = 0,75 - 0,013 x$ **	0,80	26,60
CNDT _{3x} (kg.d ⁻¹) ⁷	$Y = 1,19 - 0,0078 x$ *	0,71	9,34
CEL _{3x} (Mcal.d ⁻¹) ⁸	$Y = 0,73 + 0,21x - 0,037 x^2$ **	0,93	10,57

¹ Consumo de matéria seca; ² Consumo de matéria orgânica; ³ Consumo de proteína bruta; ⁴ Consumo de extrato etéreo; ⁵ Consumo de Fibra em detergente neutro; ⁶ Consumo de carboidratos não fibrosos; ⁷ Consumo de NDT 3x a manutenção; ⁸ Consumo de energia líquida 3x a manutenção; * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,0001

Com a variação dos níveis de FDNf nas dietas de cabras em lactação foram observados efeitos quadráticos nos consumos de MS, expresso em kg.d⁻¹, %PV e g.(kg^{0,75})⁻¹; de matéria orgânica (MO), de proteína bruta (PB), de extrato etéreo (EE), expressos em kg.d⁻¹, e de energia líquida (EL) em Mcal.dia⁻¹. Os consumos de FDN, expressos em kg.d⁻¹ e % PV, apresentaram comportamento linear crescente com o aumento dos níveis de FDNf das rações. De modo contrário o consumo de NDT decresceu de maneira linear com o aumento dos níveis de FDNf.

Os valores de consumo de MS, FDN, expressos em kg.d⁻¹ e %PV, de EL em Mcal.dia⁻¹, são observados na Figura 1. Com base no exposto, pode-se enfatizar que o maior consumo de MS e de EL, ocorreu com animais que receberam dietas com 28 % de FDNf, sendo este o ponto de inflexão, onde as ações dos controles físicos e fisiológicos são semelhantes, e onde há maximização dos consumos de MS e dos nutrientes.

O consumo crescente de FDN observado, nas diversas formas em que foi expresso, pode ser explicado pelo teor de FDN na dieta quando da variação do nível de FDNf nas rações, que aumentaram linearmente com a inclusão de volumoso na dieta. Carvalho (2002) trabalhando com cabras em lactação, Resende (1999) trabalhando com

bovinos, encontraram resultados similares quando utilizaram dietas com diferentes níveis de FDN na dieta, sugerindo que houve uma acomodação da fibra no rúmen, e não uma repleção ruminal. Porém Branco (2005) trabalhando com cabras, com o mesmo potencial genético dos animais deste experimento, observou uma repleção física do consumo, sendo que os consumos médios observados foram de 0,71 kg.d⁻¹ de FDN e 1,24 % do PV, sugerindo uma repleção do trato digestório e corroborando com Mertens (1994), o qual enfatiza que os animais consomem até atingir sua capacidade física.

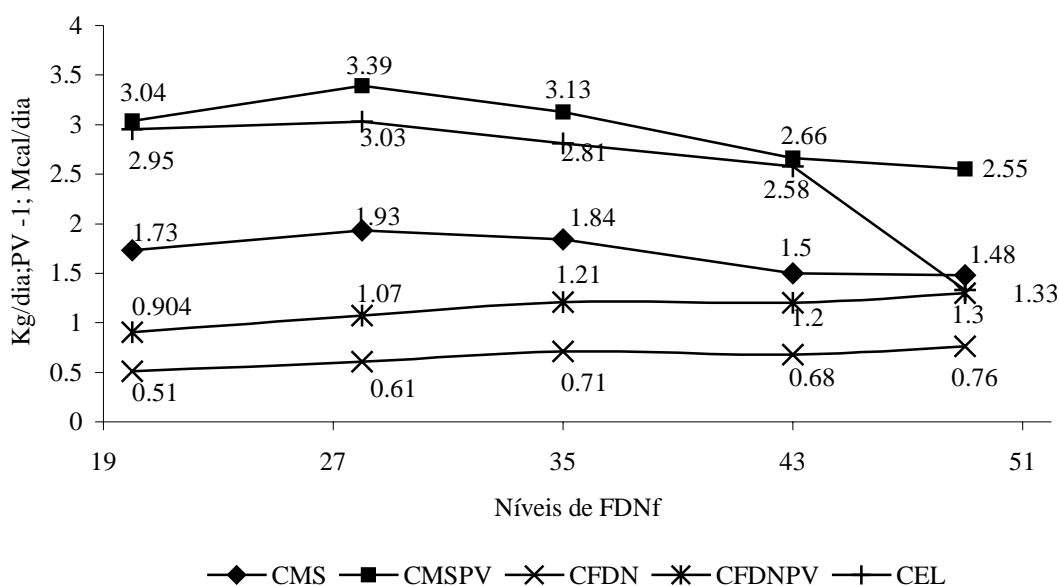


Figura 1 – Efeito dos níveis de FDNf nas dietas de cabras em lactação sobre os consumos de matéria seca (CMS) e consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), expressos em kg.d⁻¹ e %PV, e consumo de energia líquida (CEL) em Mcal.dia⁻¹.

Segundo Van Soest (1982) a natureza quadrática entre a ingestão de MS e a concentração de energia da dieta pode ser vista como indicativo que há um ponto de transição entre os mecanismos físicos e fisiológicos que controlam a ingestão. Neste ponto, observa-se máxima ingestão de MS pelo animal. Esperar-se-ia, portanto, que a ingestão de FDN fosse constante até, aproximadamente, o ponto de máxima ingestão de MS, que neste estudo ocorreu com o valor estimado de 28% de FDNf na ração. Porém, a ingestão de FDN aumentou linearmente com o aumento dos níveis de FDNf na dieta, podendo-se então presumir que a FDN não foi um bom indicativo de controle da ingestão voluntária no presente estudo.

Os valores de consumo observados neste experimento apresentaram uma menor magnitude, quando comparado com valores observados anteriormente com animais do mesmo rebanho (Branco, 2005; Bomfim, 2003 e Carvalho, 2002). Este fato provavelmente deve-se à qualidade da forragem utilizada. Van Soest (1965) sugere que o conteúdo de fibra do alimento limita a ingestão quando as proporções desses constituintes aumentam na dieta, tornando assim aumentos na ingestão impossibilitados pelo volume ocupado pela massa fibrosa.

A fibra é caracterizada por apresentar lenta taxa de degradação no rúmen, ou mesmo, indigestibilidade. Como os componentes químicos da fibra fazem parte da parede celular das plantas, o tempo necessário para reduzir o tamanho destas estruturas é dependente da ação física da mastigação. Assim, na maioria das vezes a fibra apresenta uma reduzida taxa de trânsito, aumentando a quantidade de resíduos não digeridos que permanecem no rúmen, levando ao efeito de repleção (Rodrigues, 2004). A consequência disto é que alimentos que apresentam alta concentração de FDN, como o volumoso utilizado neste experimento, afetam o consumo com reflexos negativos na resposta animal.

Tem sido demonstrado que a fibra apresenta uma razão inversa com a disponibilidade de energia (Mertens, 1994). A relação entre o consumo de MS e o conteúdo de FDN da ração apresenta uma natureza quadrática, o que foi observado neste experimento, sendo o ponto de inflexão o momento onde as ações do controle físico e fisiológico são semelhantes. A concentração de fibra na dieta, no ponto de inflexão, informa a quantidade máxima possível de forrageira para que o consumo de energia pelo animal seja maximizado.

Mertens (1983) sugeriu que uma dieta apresentando 35% de FDN seria capaz de estimular o máximo consumo de MS e fibra para vacas em lactação produzindo entre 25 a 30 litros de leite. Maiores concentrações de FDN limitariam o consumo devido aos efeitos da repleção no rúmen-retículo, enquanto que o consumo de dietas com menor concentração de FDN seria limitada ao atingir o requerimento de energia do animal. As recomendações atuais do NRC (2001), sugerem o mínimo de 25 a 33% de FDN na dieta, dependendo da proporção de FDN que é oriunda da forragem.

Um valor médio de 1,25 % do peso do animal foi sugerido por Mertens (1992), para expressar a ótima ingestão de FDN na ração de animais em lactação. Esta recomendação é sugerida com base no princípio de que animais ruminantes teriam um consumo de fibra constante, após atingir o limite físico do rúmen. Atualmente, não

existem dados suficientes sobre recomendações de níveis ótimos de fibra para a espécie caprina.

Carvalho (2002) avaliou o efeito de dietas com diferentes níveis de fibra sobre o consumo e a produção de leite de cabras, a fim de estabelecer limites máximos e mínimos recomendáveis nas rações. Nesse estudo foram testadas cinco dietas constituídas por diferentes níveis de FDN proveniente da forragem, sendo os níveis de FDNf utilizados de 20, 27, 34, 41 e 48% da MS. O feno de *Tifton* foi a base forrageira, considerado como de excelente qualidade, com valores de FDN de 69% e 16% em PB. Esse autor verificou efeito linear decrescente no consumo de MS, e efeito linear crescente no consumo de FDN, variando de 1,06 a 1,94% do PV, demonstrando que as cabras apresentaram capacidade de acomodar quantidades crescentes de fibra no rúmen, não sendo observado valor limite para animais até o nível estudado. Este fato provavelmente deveu-se a melhor qualidade da forragem e ao menor conteúdo de parede celular. Ao analisar a eficiência com a qual a energia metabolizável da ração foi utilizada para produção de leite, verificou-se resposta crescente até o nível de 35,4 % de FDNf, onde foi atingido um platô. Com base na produção de leite, no consumo de MS, de fibra e da energia, foi sugerido o nível de 35% de FDNf, como sendo a concentração onde se obteria a melhor eficiência no uso de forrageiras em rações de cabras leiteiras, com níveis de produção semelhante ao estudado e com forrageira de qualidade semelhante a que foi utilizada naquele trabalho.

Na Tabela 5, são apresentados os dados de digestibilidade aparente da MS, da MO, da PB, do EE, dos CNF e da FDN, em função dos diferentes níveis de FDNf nas rações.

Tabela 5 – Digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes, em função dos níveis de FDNf da dieta

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
DMS (%)	$Y = 85,78 - 0,40 x$ ***	0,90	4,54
DMO (%)	$Y = 86,55 - 0,40 x$ ***	0,90	4,46
DPB (%)	$Y = 70,87 + 0,38 x$ **	0,89	4,81
DEE (%)	$Y = 56,01 + 2,46 x - 0,045 x^2$ **	0,96	4,66
DFDN (%)	$Y = 55,68$	--	10,74
DCNF (%)	$Y = 94,26 - 0,40 x$ **	0,93	8,44

* P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,0001

As análises de regressão dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS, da MO e dos CNF, em função do teor de FDNf na dieta revelaram efeito linear

decrecente. Houve, porém, efeito linear crescente no coeficiente de digestibilidade aparente da PB e efeito quadrático do coeficiente de digestibilidade aparente do EE. Porém a digestibilidade da FDN não foi afetada com o aumento dos níveis de FDNf nas rações (Figura 2).

O coeficiente de digestibilidade da PB apresentou efeito linear crescente, quando da inclusão de maiores níveis de FDNf nas rações. Comportamento este diferente dos relatados na literatura (Branco, 2005, Carvalho, 2003, Resende, 1999, Santini et al., 1992), que com a elevação do nível de FDN ocorre um aumento relativo na contribuição das perdas endógenas.

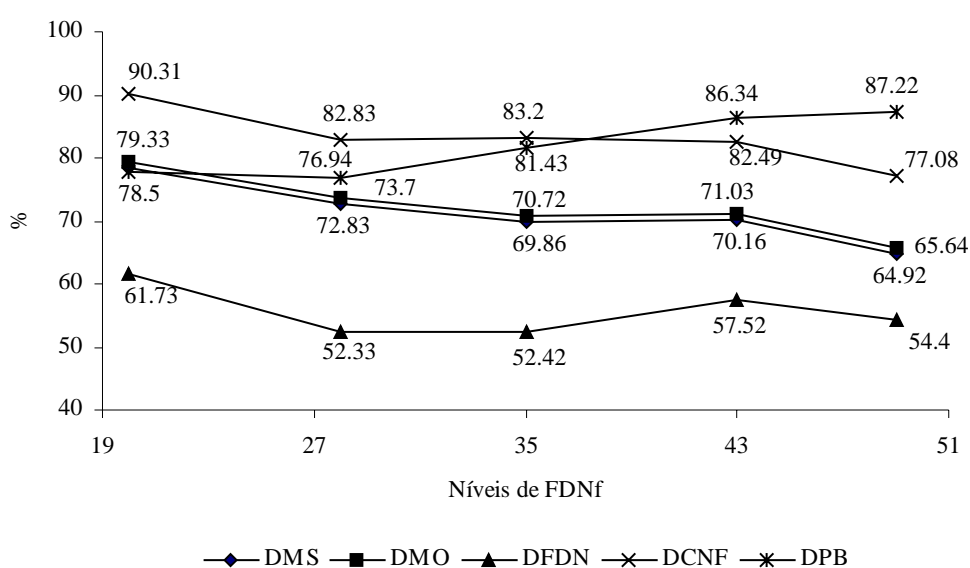


Figura 2 – Efeito da inclusão de FDNf nas rações de cabras em lactação, sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), da fibra em detergente neutro (DFDN), dos carboidratos não fibrosos (DCNF) e da proteína bruta (DPB).

O efeito linear decrescente dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS e da MO, com o aumento dos níveis de FDNf, foi relatado de forma similar para MS e MO por Carvalho (2002) e por Santini et al. (1992), os quais testaram níveis crescentes de FDN na dieta de cabras Alpinas em lactação, por Bürguer (1998), Carvalho (1996), Araújo (1997), Berchielli (1994), que avaliaram diferentes níveis de FDN nas rações de bovinos. Segundo Rode et al. (1985), à medida que aumenta o nível de volumoso, diminui a digestibilidade da MS e da MO, provavelmente em virtude do aumento de carboidratos estruturais e diminuição no teor de carboidratos não-estruturais.

Araújo et al. (1998), trabalhando com níveis de fibra na dieta, verificaram a influência destes na digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN. Esses autores constataram que a digestibilidade da MS e da MO, diminuem linearmente, na medida em que se aumenta o teor de FDN nas dietas, comportamento semelhante foi observado neste experimento.

De maneira semelhante ao que foi obtido neste experimento, Branco (2005) não encontrou efeito do nível de FDNf sobre o coeficiente de digestibilidade da FDN, sendo que os valores médios observados neste experimento, 55,68%, foram menores aos relatados pela referida autora, que observou valores próximos de 59,26% e inferiores também aos relatado por Carvalho (2002) que obteve valores médios de digestibilidade da FDN de 61,52%.

Os valores obtidos para digestibilidade dos CNF, concordam com os obtidos por Bomfim (2003) e por Valadares Filho (1985). Segundo Valadares Filho (1985), carboidratos solúveis em detergente neutro possuem digestibilidade aparente próximos a 90% e carboidratos estruturais próximos de 50%, o que reflete na maior digestão da MS nas rações com menores teores de carboidratos estruturais (menor teor de FDN).

Os consumos e as quantidade de compostos nitrogenados (N) ingeridos, produzidos no leite, excretados nas fezes, na urina e retidos, de acordo com a variação do nível de FDNf, são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Consumos de compostos nitrogenados ingeridos, produzidos e excretados, em função dos níveis de FDNf da dieta

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
N consumido (g.d ⁻¹)	$Y = 1,73 + 2,39 x - 0,040 x^2$ **	0,80	9,04
N leite (g.d ⁻¹)	$Y = 8,09 - 0,11 x$ ***	0,90	15,42
N fezes (g.d ⁻¹)	$Y = - 6,02 + 0,84 x - 0,013 x^2$ *	0,67	16,36
N urina (g.d ⁻¹)	$Y = -7,29 + 1,55 x - 0,023 x^2$ **	0,85	12,39
N retido (g.d ⁻¹) ¹	$Y = 15,39$	--	25,12

¹ N consumido –(Nfezes+ Nurina +Nleite); * P<0,05; ** P<0,01, *** P<0,0001

Com elevação dos níveis de FDNf, foi observado efeito quadrático no N consumido, excretado nas fezes e na urina, efeito linear decrescente no nitrogênio excretado no leite. Esse comportamento observado seguiu o comportamento de consumo de MS, MO e PB das cabras em estudo.

Quando o balanço de N é positivo, significa que o consumo de N foi suficiente para atender as necessidades de manutenção e síntese dos tecidos. Entretanto, o balanço negativo pode indicar que o consumo de N não foi suficiente para atender a exigência

ou que há diferenças na qualidade da proteína metabolizável, uma vez que sua utilização ou retenção pode ser limitada em função do seu perfil aminoacídico.

Badamana & Sutton (1992), trabalhando com cabras em lactação, observaram que com o aumento da ingestão de N, o N fecal aumentou linearmente, porém em menor extensão do que a ingestão, a excreção de N urinário também aumentou linearmente, porém a retenção de nitrogênio não seguiu um padrão consistente. O N do leite, como proporção do N aparentemente digerido decresceu linearmente, com o aumento do consumo de N.

Clark et al. (1992) sugerem que a sincronização da disponibilidade de energia e proteína maximiza a quantidade de proteína microbiana, proteína dietética e aminoácidos que chegam ao intestino delgado, e isso geralmente se consegue com a alteração da relação entre volumoso: concentrado na dieta. Entretanto, alguns efeitos observados podem estar mais relacionados com a quantidade e a taxa de MO fermentada no rúmen do que com a específica relação volumoso: concentrado. A energia disponível geralmente limita o crescimento das bactérias no rúmen, entretanto, algum acréscimo na MO fermentada no rúmen, devido à mudança na relação V:C da dieta provavelmente aumentará a síntese de proteína microbiana por prover mais energia.

O efeito da variação dos níveis de FDNf sobre a produção de leite, os constituintes lácteos e as eficiências de utilização líquida de energia metabolizável (kl) e bruta (kmpo) são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Efeito dos níveis de FDNf sobre a produção de leite e seus constituintes

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
PL (kg.d ⁻¹) ¹	$Y = 0,077 + 0,067 x - 0,0013 x^2$ *	0,98	14,79
LCG 3,5 % (kg.d ⁻¹) ²	$Y = 1,38 - 0,021 x$ **	0,82	19,05
LCG 4 % (kg.d ⁻¹) ³	$Y = 0,0098 + 0,00328 x - 0,00067 x^2$ *	0,98	15,30
LCST (kg.d ⁻¹) ⁴	$Y = 364,97 - 6,29 x$ **	0,84	18,04
G (%) ⁵	$Y = 3,32$	--	14,56
PBI (%) ⁶	$Y = 2,97$	--	7,93
Lac (%) ⁷	$Y = 4,07$	--	6,76
PB produzida (kg.d ⁻¹)	$Y = 0,053 - 0,00072x$ **	0,85	18,48
G produzida (kg.d ⁻¹)	$Y = 0,048 - 0,00077x$ **	0,89	25,59
Lac produzida (kg.d ⁻¹)	$Y = 0,0624$	--	35,62
Kl	$Y = 0,41$	--	33,25
Kmpo	$Y = 0,65$	--	28,25

¹ Produção de leite; ² Leite corrigido para 3,5% de gordura; ³ Leite corrigido para 4 % de gordura; ⁴ Leite corrigido para sólidos totais; ⁵ Gordura láctea; ⁶ Proteína láctea; ⁷ Lactose. * P<0,05; **P<0,01; ***P<0,0001

A produção de leite foi afetada pela variação dos níveis de FDNf. Houve efeito quadrático para produção de leite e leite corrigido para 4% de gordura, com o aumento dos níveis de FDNf, até o nível de 28% (Figura 3). Os maiores consumos de MS e de EL (Tabela 4 e Figura 1), provavelmente foram as variáveis envolvidas na resposta em produção das cabras leiteiras. As eficiências de utilização de energia (líquida e bruta) não foram influenciadas pelos tratamentos.

Os constituintes do leite (gordura, proteína e lactose) não foram alterados pela inclusão de níveis mais elevados de FDNf nas rações. O teor de gordura do leite apresentou valor médio de 3,32 %, nesse sentido, é importante salientar que o efeito da efetividade física da fibra dietética é preponderante sobre o percentual de gordura do leite. De acordo com Lammers et al. (1996), reduções nos teores de fibra nas dietas levam à diminuição no tempo gasto de mastigação (comendo e ruminado) e, conseqüentemente, à redução do pH ruminal, em função de menor fluxo de saliva para o rúmen, reduzindo o fluxo de substâncias tamponantes. Isso proporciona um ambiente ruminal desfavorável para o crescimento de microrganismos celulolíticos, o que leva a redução da relação acetato: propionato e, como conseqüência, à redução do teor de gordura do leite. Como o teor de gordura não diferiu entre os tratamentos acredita-se que a redução no teor de fibra dietética não comprometeu a efetividade.

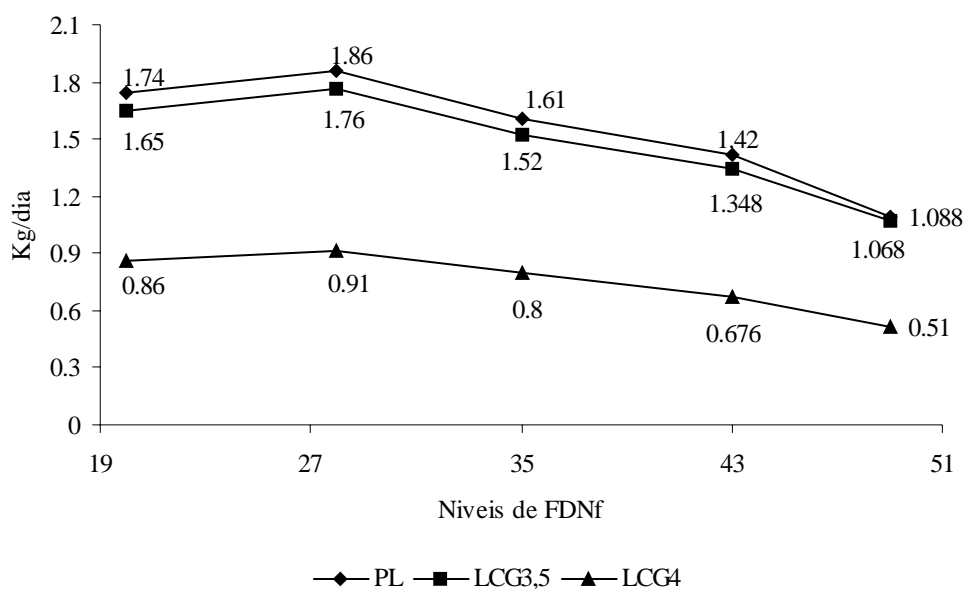


Figura 3 – Efeito dos níveis de FDNf sobre a produção de leite (PL) em kg/dia, corrigida para 3,5% de gordura (LCG 3,5) e para 4 % de gordura (LCG 4).

O efeito do nível e da qualidade da fibra da forragem sobre a produção de leite ocorre de maneira direta; com o aumento da concentração de FDN da forragem haverá uma diminuição no conteúdo de energia, podendo determinar uma restrição na ingestão de MS, seja pela diminuição da taxa de digestão ruminal, pela redução da taxa de passagem da fibra ou pela mudança na regulação de consumo, afetando diretamente a partição de nutrientes para a produção. Stensing & Robinson (1997) trabalhando com níveis diferentes de FDN nas dietas de vacas em lactação observaram que, com o aumento dos níveis de FDN, houve uma diminuição na produção de leite, sendo este resultado consistente com os observados por Dado & Allen (1995), que verificaram um comprometimento na produção de leite com a inclusão de níveis maiores de FDN nas dietas, independente do potencial produtivo dos animais.

Segundo Mertens (1995) o sistema de ingestão FDN-energia indica que as diferenças entre as forragens podem ter pouco impacto na ingestão e produção de leite, quando as rações são formuladas para conterem a mesma concentração de FDN. Esse sistema implica que diferenças na qualidade da forragem podem ser compensadas pelas mudanças na relação volumoso: concentrado. Embora a FDN possa diferir na taxa e extensão de digestão, o sistema FDN-energia prediz que esses efeitos são insignificantes em relação à disponibilidade de carboidratos fibrosos e não fibrosos que está presente na ração. Em efeito, o sistema substitui a fibra da forragem com CNF do concentrado para manter uma ingestão constante de FDN quando a qualidade da forragem varia. Porém, é sabido que fibras de diferentes fontes e com diferenças em maturidade poderão provocar reduções de magnitudes variadas no consumo e digestibilidade. A qualidade da forragem pode representar um importante fator diferenciador na resposta animal, quando estes são alimentados com rações contendo a mesma concentração de fibra de origem da forragem, mas com qualidade variada.

Branco (2005), trabalhando com os níveis semelhantes de FDNf deste experimento e cabras do mesmo plantel, observou produções mais elevadas, do que as observadas no presente ensaio, utilizando animais com potencial de leite similar, variando de 2,75 a 1,89 kg de leite, com a utilização de forragem de qualidade superior a utilizada neste experimento, onde a maior produção de leite observada neste experimento (1,86 kg/dia) foi inferior a produção observada (1,89 kg/dia) obtida com o emprego do maior nível de FDNf.

Na Tabela 8 são apresentados os efeitos dos níveis de FDNf sobre o comportamento ingestivo de cabras em lactação.

Tabela 8 – Efeito dos níveis de FDNf na dieta sobre o comportamento ingestivo de cabras em lactação e sobre o tempo de permanência dos animais em pé ou deitado

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
Alimentação (min.d ⁻¹)	Y = 262,00	--	21,97
Ruminação (min.d ⁻¹)	Y = - 241,03 + 39,63 x - 0,50 x ² ***	0,93	9,85
Mastigação (min. d ⁻¹)	Y = -380,46 + 58,17x - 0,76 x ² ***	0,95	8,80
Ócio (min. d ⁻¹)	Y = 1820,46 - 58,17 x - 0,76 x ² ***	0,95	8,78
Em pé (min. d ⁻¹)	Y = 555,60	--	13,45
Deitada (min. d ⁻¹)	Y = 884,40	--	8,45
Alimentação			
Min (kg .MS) ⁻¹	Y = 101,92 + 1,44 x *	0,67	23,29
Min (kg .FDN) ⁻¹	Y = 479,80 - 3,43 x *	0,67	20,54
Min (g MS).(Kg ^{0,75}) ⁻¹	Y = 1,21 + 0,038 x *	0,80	22,56
Min (g FDN).(Kg ^{0,75}) ⁻¹	Y = 7,72	--	18,84
Ruminação			
Min (kg .MS) ⁻¹	Y = 223,69 + 5,14 x ***	0,97	11,66
Min (kg .FDN) ⁻¹	Y = 304,77 + 38,27 x - 0,55 x ² **	0,81	10,52
Min (g MS).(Kg ^{0,75}) ⁻¹	Y = 2,83 + 0,12 x ***	0,97	12,23
Min (g FDN).(Kg ^{0,75}) ⁻¹	Y = 1,16 + 0,88 x - 0,0122 x ² **	0,78	9,13

* P<0,05; ** P<0,01, *** P<0,0001

Com o aumento dos níveis de FDNf das rações experimentais, foi observado efeito quadrático no tempo despendido com ruminação, com mastigação total (alimentação e ruminação) e em ócio. O tempo gasto com alimentação, em pé ou deitado não foram influenciados pelo aumento dos níveis de FDNf nas dietas experimentais, apresentando valores médios de 262,00; 555,60 e 884,40 minutos/dia, respectivamente (Figura 4). O tempo gasto com mastigação foi maior, devido ao aumento do tempo despendido com ruminação em função dos níveis de FDN na dieta, mais do que com o tempo em alimentação.

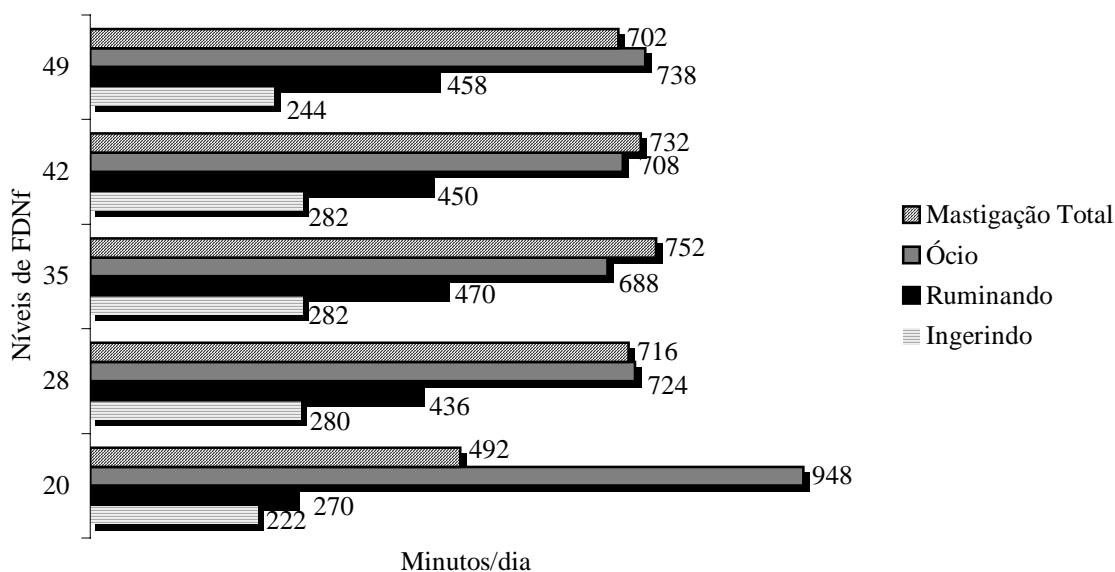


Figura 4 – Efeito dos níveis de FDNf sobre o comportamento ingestivo de cabras em lactação.

O efeito quadrático verificado no tempo despendido com ruminaco, ao se elevar o nível de FDNf das dietas, está de acordo com Van Soest (1994), o qual afirma que o tempo ruminando  proporcional ao teor de fibra dos alimentos consumidos. Concorda também com os relatos de Church (1988), de que forragens com alto teor de FDN necessitam de maior período de ruminaco, refletindo em maior necessidade do processamento da fibra da dieta para passar através do trato digestório dos ruminantes. O animal gasta mais tempo para consumir a mesma quantidade de MS ao se aumentar  concentração de fibra da dieta. De forma inversa, observa-se redução no tempo necessário para o consumo quando este  expresso em kg de FDN consumido.

Com a elevação dos níveis de FDNf das rações, foi observado efeito linear crescente no tempo em alimentação, quando expresso em $\text{kg} \cdot \text{MS}^{-1}$, e em $\text{g} \cdot \text{MS} (\text{kg}^{0,75})^{-1}$ e um efeito linear decrescente no tempo com alimentação, quando expresso em kg FDN^{-1} . Quando foram avaliados os tempos em ruminaco, foi observado efeito linear crescente, quando este foi expresso em kg de MS e em g de MS por unidade de tamanho metabólico e efeito quadrático quando o tempo de ruminaco foi expresso em kg de FDN e em g de FDN por unidade de tamanho metabólico.

Segundo Miranda et al. (1999), o tempo gasto em alimentação, ruminaco e mastigação por unidade de consumo de MS e FDN  maior com a adição de fibra na

dieta e que o aumento da atividade mastigatória pode proporcionar incremento da digestão ruminal e passagem.

O aumento do tempo gasto com a ruminação e mastigação total, ao se elevar a concentração de FDNf, pode ser considerado uma consequência da proporção de forragem da dieta. Uma vez que o conteúdo de FDN encontra-se inversamente relacionado com o conteúdo de energia líquida das dietas (Mertens, 1997). Segundo Nelson & Satter (1992) o aumento da maturidade das forragens resultam em vários efeitos em animais em lactação como: maior tempo gasto em ruminação, maior tempo em atividades de mastigação total, maiores pesos e volumes de conteúdo ruminal e maior efeito de repleção ruminal.

Os valores observados neste experimento foram similares aos observados por Carvalho et al., (2001) e por Santini et al., (1992), os quais trabalharam com níveis diferentes de FDN nas dietas para cabras em lactação e obtiveram médias de 296,73; 396,12; 714 minutos /dia para alimentação, ruminação e ócio, respectivamente.

O uso de forragem com maturidade avançada é limitante caso seja necessário alimentar cabras com grande capacidade de produção leiteira, isto porque a participação da forrageira em dietas com níveis reduzidos de fibra, para garantir alto consumo de energia disponível, deverá ser pequena. Existe, no entanto, uma dificuldade do animal lidar com níveis elevados de concentrados na dieta, uma vez que a estabilidade do ambiente ruminal ficará prejudicada, o tempo gasto em ruminação será reduzido, contribuindo com menor tamponamento do rúmen levando a maior variação do pH, podendo provocar uma queda no consumo, o que não é desejável. A observação de quadros de acidose é bastante comum nos casos onde níveis elevados de concentrados são utilizados. A própria redução de consumo pelos animais pode ser um reflexo de uma acidose subclínica, ou de outras complicações metabólicas relacionadas ao uso de concentrados em demasia. Por outro lado, o uso de níveis mais elevados de fibra na dieta, proveniente de forrageiras com maturidade avançada, ocasionará redução no consumo pela limitação física e talvez não se consiga atender as exigências de animais com alto potencial genético, comprometendo assim a produtividade animal.

Conclusões

O aumento nos níveis de FDNf, oriundos de forragem considerada de maturidade avançada, implica em redução no consumo de MS, MO, PB, EE e EL, a partir do nível de 28% de FDNf, comprometendo a produção de leite.

A digestibilidade da MS, da MO e dos CNF são afetados com a inclusão de maiores níveis de FDNf nas rações de cabras em lactação.

O consumo de fibra aumenta linearmente com o acréscimo de fibra oriunda da forragem às rações. O aumento da quantidade de fibra na ração de cabras em lactação promoveu maiores tempos gasto com ruminação e com mastigação total, não influenciando o tempo gasto com alimentação e diminuindo o tempo em ócio das cabras em lactação.

O uso de forragem com maturidade avançada é limitante caso seja necessário alimentar cabras com grande capacidade de produção leiteira, isto porque a participação da forrageira em dietas com níveis reduzidos de fibra, para garantir alto consumo de energia disponível deverá ser pequena.

Literatura citada

- AGRICULTURAL FOOD RESEARCH COUNCIL. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Compiled by G. Alderman. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, Oxon. UK. 1993.
- ARAÚJO, G.G.L. **Consumo, digestibilidade, desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997, 104p. Tese (doutorado em Zootecnia) – Universidade federal de Viçosa, 1997.
- ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n.2, p. 345-354, 1998.
- BADAMANA, M.S. e SUTTON, J.D. Hay intake, milk production and rumen fermentation in British Saanen goats given concentrates varying widely in protein concentration. **Animal Production**, v.54, p. 395-403. 1992.
- BEAUCHEMIN, K.A. Using ADF and NDF in dairy cattle diet formulation- a western Canadian perspective. **Animal Feed Science Technology**. v.58, n.1, p. 101-111, 1996.
- BERCHIELLI, T.T. **Efeito da relação volumoso: concentrado sobre a partição da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e o desempenho de novilhos em confinamento.** Belo Horizonte: UFMG, 1994. 104p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.(1994)
- BOMFIM, M.A.D.; **Carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas de cabras leiteiras.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 119p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2003
- BRANCO, R.H. **Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p.Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2005.
- BURGUER, P.J. **Consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, cinética da digestão e comportamento ingestivo em bezerros Holandeses.** Viçosa – MG, 1998. 152p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 1998.
- CARVALHO, A.U. **Níveis de concentrado na dieta de zebuínos: consumo, digestibilidade e eficiência microbiana.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002, 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F.; et al. Diferentes níveis de fibra na ração de cabras Alpina em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 1223-1224.
- CHURCH, D.C.; **El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición.** Zaragoza: Acribia, 1988. 641p.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H., CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science.** V.75, n. 8, p. 2304-2323. 1992.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitation, feeding behavior and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk.** Journal of dairy Science, v. 78, n. 1, p. 118-133, 1995
- DULPHY, J.P., REMOND, B., THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants.** In: RUCKEBUSH, Y., THIVEND, P. (Eds.), Digestive physiology and metabolism in ruminants. Lancaster: MTP, 1980. p.103-122.
- EASTRIDGE, L.M. Fibra para vacas leiteiras.** In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., Piracicaba, 1997. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 33-50.
- JUNG, H.G. & ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants.** Journal of Animal Science, v.73, p. 2774-2790, 1995.
- LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D.R.; HEIRICHS, A. J. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 5. p. 922-928, 1996.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.
- LUO, J.; GOETSCH, A.L.; NS AHLAI, I.V.; et al. Maintenance energy requirements of goats: predictions based on observations of heat and recovered energy. **Small Ruminant Research**, v, 53. p, 221-230, 2004.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science.** v, 80:1463-1481. 1997.
- MERTENS, D.R. Formulating dairy rations: using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATION CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, Madison, 1996. **Proceedings.** Madison: U.S. Dairy Forage and Research Center, 1996. p. 81-92.
- MERTENS, D.R. Comparing forage sources in dairy rations containing similar neutral detergent fiber concentrations. In: U.S. Dairy Forage Research Center, 1995 Research Summaries. p.87-90. 1995.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**, Fahey, G. C.; Jr Collins, M.; Mertens, D.R.; et al. American Society of Agronomy, Crop Science Society American, and Soil Science Society of America, Madison, WI. P. 450-493. 1994.

- MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. IN: **Large dairy herd management**. H.H. Van Horn e C.J. Wilcox. American Dairy Science Association. Champaign, 1992
- MERTENS, D. R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. Page 60 in Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., Syracuse, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY. 1983.
- MIRANDA, L.F.; QUEIRÓZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p. 614-620, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 ed. Ed. National Academic Press. Washington, DC. 387p. 2001.
- NELSON, W.F.; SATTER, L.D. Impact of alfalfa maturity and preservation method on milk production by cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n.6, p. 1562-1570. 1992.
- NUSSIO, L.G.; LIMA, M.L.M.; MATTO, W.R.S. Caracterização e importância da fibra na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS, Carambeí, 2000. **Simpósios: trabalhos**. CD-ROM. Carambeí: Fundação ABC, 2000.
- RESENDE, F.D. **Avaliação de diferentes proporções de volumoso: concentrado sobre a Ingestão, digestibilidade, ganho de peso e conversão alimentar de bovinos mestiços confinados**. Viçosa. Universidade federal de Viçosa, 1999. 78 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 1999
- RODE, L.M.; WEAKLEY, D.C.; SATTER, L.D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**. V.65, n.1, p.101-11, 1985.
- RODRIGUES, M.T. Alimentação de cabras leiteiras. IN: VIII ENDEC – ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 2004. p.121-154.
- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. et al. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**. v.75. p.209-219. 1992.
- SILVA, D.J e QUEIRÓZ, A.C.; Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, 235 p. 2002.
- STENSING, T., ROBINSON, P.H. Digestion and passage kinetics of forage fiber in dairy cows as affected by fiber-free concentrate in the diet. **Journal of Dairy Science**. V. 80, n. 7, p. 1339-1352, 1997.
- TYRELL & REID
- VALADARES FILHO, S.C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. Viçosa, MG: UFV, 1985. 148p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1985
- VAN SOEST , P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.
- VAN SOEST , P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvalis: O&B Books, 1982. 374p.

- VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v. 24, n. 2, p. 834-843. 1965.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A.. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journ.al of Dairy Science**. v,74,p,3583-3597. 1991
- WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p. 885-895, 1982

Níveis de Fibra em Detergente Neutro Oriundo da Forragem e Parâmetros Digestivos em Cabras Leiteiras

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho observar o efeito de dietas com diferentes concentrações de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf), sobre os parâmetros digestivos em cabras leiteiras. Foram utilizados cinco animais não lactantes, fistulados no rúmen. Os animais foram arrançados em um delineamento em quadrado latino 5x5, utilizando-se os níveis de FDNf, como variável independente. Houve efeito quadrático dos tratamentos sobre o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia (EL_{3x}). O aumento dos níveis de FDNf das rações, reduziu linearmente os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, EE e CNF e afetou de maneira quadrática o coeficiente de digestibilidade da FDN. Os coeficientes de digestibilidades ruminais da MS, MO e da FDN aumentara, linearmente com a variação dos níveis de FDNf. De forma contrária foi observado redução no coeficiente de digestibilidade intestinal da MS, MO, PB e da FDN. O aumento no teor de FDNf e os tempos de coleta influenciaram o pH ruminal, contudo a amônia ruminal afetada apenas pelos tempos de coleta. O conteúdo ruminal foi afetado de maneira quadrática pelos níveis de FDNf. A adição de fibra resultou em alteração nos conteúdos de MS, MO, PB, FDN e CNF da massa ruminal. A eficiência de síntese de proteína microbiana, quando expressa em g/kg NDT foi influenciada com a elevação dos níveis de FDFN, obtendo melhores eficiências com o nível de 29,57% de FDFf.

Palavras-chave: níveis de FDN, parâmetros ruminais, repleção ruminal

Levels of Neutral Detergent Fiber from Forages and Digestive Parameters In Dairy Goats

Abstract – This work aimed to observe the effect of diets with different neutral detergent fiber levels from of the forage (NDFf), on digestive parameters in dairy goats. Five non-lactating goats were used, with fistulae in the rumen. The animals were arranged in a Latin square 5x5, being used the NDFf levels, as independent variable. There was quadratic effect of the treatments on the consumption of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), nonstructural carbohydrates (NSC), total digestible nutrients (TDN) and net energy (NE_{3x}). The increase of the levels of NDFf of the rations reduced linearly the apparent digestibility of DM, OM, EE and NSC and it affected in a quadratic manner the digestibility of NDF. The ruminal digestibility of DM, OM and NDF it increased linearly with the variation of the NDFf levels. In opposite, reduction was observed in the coefficient of digestibility intestinal of DM, OM, CP and NDF. The increase of contents of NDFf and the times of collection influenced the ruminal pH, however the ruminal ammonia just affected by the times of collection. The content ruminal was affected in a quadratic way by the NDFf levels. The fiber addition resulted in alteration in the contents of DM, OM, CP, NDF and NSC of the ruminal mass. The efficiency of microbial protein synthesis, who expressed in g/kg TDN was influenced by the levels of NDFf, obtained better efficiencies with the 29.57% of NDFf level.

Key words: NDF levels, ruminal parameters, rumen fill.

Introdução

Em alimentação de ruminantes, a ingestão de matéria seca é um dos aspectos mais importantes a serem considerados na formulação de dietas, por causa de sua estreita relação com o desempenho produtivo e reprodutivo. São inúmeros os fatores que podem exercer influência sobre a capacidade do animal em consumir alimento, alguns de ordem ambiental e outros inerentes ao animal ou ao alimento.

O efeito individual de cada um desses fatores e suas inter-relações assumem maior ou menor importância em função da estratégia alimentar empregada, de acordo com o animal e o tipo de exploração. No caso de ruminantes, no que se refere à necessidade de trabalhar com sistemas de produção mais intensivos, em razão da demanda crescente por proteína animal de qualidade pelos seres humanos e da redução de áreas agrárias, a dieta ainda é baseada em quantidades relativamente altas de forragens, ricas em fibra em detergente neutro (FDN). Isto deriva não só do fato desses animais ainda dependerem bastante dos efeitos físicos e fisiológicos da fibra presente, mas também da significativa redução nos custos com a dieta que esses alimentos podem representar dentro de um programa de alimentação (Bezerra, 2000).

As dietas para animais de alta produção são balanceadas para maximizar a ingestão de energia e a síntese microbiana, o que exige, em tese, alimentos altamente fermentáveis como fonte de energia para os microrganismos ruminais. Considerando que a fibra é menos fermentável que amido e açúcares, é de se esperar que o conteúdo de energia fermentável de uma dieta aumente à medida que se reduz a quantidade de fibra dessa dieta (Allen, 1997). Ocorre que para maximizar a produção de ruminantes, além de uma densidade adequada de energia, os animais exigem também uma quantidade mínima de fibra para garantir a ruminação e a produção de saliva adequada (Sudweeks et al., 1981), a digestão satisfatória da fibra (Mertens e Lofton, 1980) e a manutenção do pH ruminal (Nocek, 1997).

A determinação do consumo de alimento é fundamental para o balanceamento adequado de suas dietas, mas em ruminantes existem inúmeros fatores que interferem nesse consumo, com intensidades diferentes. A quantidade de alimento ingerido pode sofrer variações por efeitos de fatores inerentes ao animal, ao alimento, ao ambiente e às condições de manejo (Roseler et al., 1993).

A influência do alimento sobre o consumo de matéria seca está bastante associada à sua composição em FDN, especialmente para animais em condições de alta produção,

que demandam quantidades elevadas de energia em suas dietas. A formulação de dietas com adequados níveis de energia para atender às altas produções, normalmente, resultam em rações com altos níveis de grãos em detrimento da fibra (Stokes, 1997), o que pode ocasionar problemas como acidose, laminite, cetose, deslocamento de abomaso, além da redução no teor de gordura do leite (Shearer, 1996).

Por outro lado, as dietas com altos níveis de fibra impõem ao ruminante à necessidade de maior tempo de permanência do alimento e ampla capacidade ruminal em acomodar material de baixa densidade, para que se processe uma fermentação adequada (NRC, 2001). Há possibilidades, nestes casos, de que o *fill* ou enchimento ruminal exerça efeito significativo sobre a capacidade de ingestão do animal. A distensão física do retículo-rúmen é o principal fator limitante na ingestão de muitas forragens e dietas ricas em fibra.

A formulação para animais de alta exigência, como as cabras leiteiras de alto potencial produtivo, criadas em sistemas intensivos é direcionada a formulações com maior proporção de concentrados, que aumentam a digestibilidade da matéria seca, a quantidade de carboidrato degradado no rúmen, o consumo de energia, a síntese e o fluxo de proteína microbiana para o abomaso, resultando em maior produção de leite. Entretanto, em cabras leiteiras, dietas com alto teor de carboidratos não estruturais podem reduzir a concentração ruminal de acetato e a relação acetato: propionato, resultando em redução no teor de gordura do leite. Ademais, um dos principais efeitos negativos de dietas com altos níveis de concentrados é a redução no pH ruminal (Santini et al., 1992).

O pH mais baixo, em resposta ao aumento do nível de concentrado na dieta, pode deprimir a digestão da fibra e, por consequência, reduzir a taxa de renovação de sólidos. Estas observações têm sido associadas a menor consumo de matéria seca, à eficiência de síntese microbiana e a o fluxo de nitrogênio microbiano para o duodeno em animais alimentados com dietas contendo altas proporções de carboidratos não estruturais (Feng et al., 1993).

A amônia, oriunda principalmente da fermentação da proteína e do nitrogênio não protéico da dieta, da autólise das células e da uréia reciclada, penetra na célula microbiana por difusão passiva, principalmente na forma de NH_3 . A absorção de amônia através da parede ruminal é principal rota para a amônia, que não foi assimilada pelos microrganismos, ser removida da circulação portal e chegar ao fígado, onde entra no

ciclo da uréia (Lobley et al., 1995). A absorção de amônia através da parede do rúmen é a principal forma pela qual o nitrogênio é eliminado do organismo dos mamíferos.

A concentração mínima de amônia necessária para manter máxima taxa de crescimento microbiano varia em função da fermentabilidade da dieta. Preston (1986) revelou que concentrações de amônia inferiores a 5mg/dL de fluido ruminal limitam a atividade de bactéria celulolíticas do rúmen, diminuindo a síntese microbiana. No entanto, concentrações mínimas de 23,0 mg/dL, para máxima fermentação ruminal em ovinos recebendo ração concentrada, foram estimadas por Mehrez e Ørskov (1977).

A concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen é indispensável para o crescimento bacteriano, desde que associada a fontes de energia, e está diretamente relacionada com a solubilidade da proteína dietética e com a retenção de nitrogênio pelo animal. Stern e Hoover (1979), afirmaram que para variadas situações, cerca de 40 a 100% do nitrogênio microbiano pode ser derivado do nitrogênio amoniacal.

Dessa forma, objetivou-se observar o efeito de dietas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem sobre parâmetros digestivos de cabras leiteiras alimentadas com feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*).

Material e Métodos

Este ensaio experimental foi realizado nas dependências do setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizadas cinco cabras, primíparas e múltiparas, não-gestantes e não-lactantes com peso corporal médio de $48,33 \pm 7,73$ kg, fistuladas no rúmen. Estas foram confinadas em baias individuais com dimensões de 1,5 x 2,0 m de piso ripado, adaptadas para coleta total de fezes e urina.

Os animais foram arranados em delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, para avaliar os efeitos de cinco níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf). A base forrageira foi o feno de capim Tifton-85 (*Cynodon spp.*). Os níveis de 19, 27, 35, 42 e 48% de FDNf, foram as variáveis utilizadas para caracterizar os tratamentos. Nas formulações das dietas o milho (*Zea mays* L.) constituiu a principal fonte energética e o farelo de soja (*Glicine max* L.) a fonte protéica, complementados com uma mistura mineral balanceada para atender as exigências nutricionais de cabras leiteiras, de acordo com as recomendações do AFRC (1993). As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, com 17% de proteína bruta (PB) na matéria seca. A

proporção entre o volumoso e o concentrado variou de acordo com o tratamento, de maneira a se atingir a concentração de FDNf pretendido para as dietas experimentais, as dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas.

A proporção dos ingredientes, a composição dos alimentos e das dietas encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa com base na matéria seca (%)

Alimento	Níveis de FDNf				
	19	27	35	42	48
Feno de Tifton – 85	24,03	33,64	43,25	52,86	60,07
Fubá de Milho	52,30	43,64	34,97	26,30	19,80
Farelo de Soja	21,15	20,21	19,27	18,33	17,62
Fosfato Bicálcico	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Calcáreo Calcítico	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Mistura mineral	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Mistura mineral: 0,32% de Sulfato Ferroso; 0,48% de Sulfato de Cobre; 0,71% de sulfato de Manganês; 2,67% de Sulfato de Zinco; 0,02% de Sulfato de Cobalto; 0,0125% de Iodato de Potássio; 0,006; 95,78% de Cloreto de Sódio.

Tabela 2: Composição bromatológica dos alimentos experimentais expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Alimentos				
	Feno de Tifton	Milho	Farelo de soja	Calcário calcítico	Fosfato bicálcico
MS	87,28	88,26	88,81	100,00	97,00
MO	93,59	98,28	93,59		
PB	11,44	8,85	49,28		
EE	0,99	4,13	1,30		
CHOt ¹	81,16	85,30	43,01		
FDN	78,54	12,82	11,27		
FDN _c	75,78	12,46	10,27		
FDN _{cp}	69,80	11,61	6,82		
FDA	48,89	1,82	8,81		
CNF ²	2,61	72,48	31,74		
NIDN (%NT) ³	56,44	9,96	7,00		
NIDA (%NT) ⁴	23,04	4,23	2,60		
LigDA ⁵	9,81	1,18	2,09		
NDT _{3x} (%)	44,09	86,98	79,44		
EL _{3x} (Mcal.kg ⁻¹) ⁶	0,96	2,01	1,83		
Ca	0,43	0,03	0,3	34,00	22,00
P	0,17	0,30	0,07	0,02	19,30

¹ Carboidratos totais, ² Carboidratos não fibrosos, ³ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ⁵ Lignina em detergente ácido; ⁶ Energia líquida 3 x manutenção.

Tabela 3 - Composição bromatológica das dietas experimentais, expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Nível de FDNf				
	19	27	35	42	48
MS	88,39	88,29	88,19	88,09	88,02
MO	96,20	95,80	95,38	94,98	94,68
PB	17,80	17,67	17,54	17,41	17,31
EE	2,67	2,40	2,12	1,85	1,64
Cinzas	3,80	4,20	4,61	5,02	5,32
CHOt ³	73,21	73,21	73,21	73,21	73,21
FDN	27,96	34,29	40,62	46,95	51,70
FDA	14,85	19,40	23,95	28,49	31,90
CNF ⁴	45,25	38,92	32,59	26,26	21,51
NIDN (%NT) ¹	20,25	24,75	29,24	33,74	37,11
NIDA (%NT) ²	8,30	10,12	11,94	13,77	15,13
LigDA ⁵	3,42	4,24	5,06	5,88	6,49
NDT _{3x} (%)	72,89	68,84	64,79	60,74	57,70
EL _{3x} (Mcal/kg) ⁶	1,67	1,57	1,47	1,37	1,30
Ca	0,64	0,67	0,71	0,74	0,77
P	0,31	0,30	0,29	0,28	0,27
FDNf	18,87	26,42	33,97	41,51	47,18

¹ Carboidratos totais, ² Carboidratos não fibrosos, ³ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ⁵ Lignina em detergente ácido; ⁶ Energia líquida 3 x manutenção.

Cada período experimental teve a duração de 21 dias, sendo 12 de adaptação e ajuste do consumo voluntário e nove dias de coleta de dados. Para avaliação do efeito dos tratamentos foram observadas as seguintes variáveis: consumo voluntário; digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes; a digestibilidade parcial da matéria seca e dos nutrientes; parâmetros ruminais; taxa de passagem de sólidos e fluxo de nutrientes para o omaso.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, as 8 e as 16 horas. Com acesso *ad libitum* às dietas e à água, o consumo voluntário foi calculado pela diferença entre o oferecido e as sobras; para tanto, as sobras foram coletadas diariamente, pesadas e amostradas em 10% do seu peso, durante os nove dias do período de coleta, sendo ajustadas para corresponderem a 10% do total oferecido. Para cada animal constituíram-se amostras compostas de sobras, referentes a cada período experimental, as quais foram congeladas para análises posteriores.

No decorrer dos dias um a cinco do período de coleta, foram efetuadas coletas totais de fezes e urina para determinação da digestibilidade *in vivo* e do balanço de nitrogênio, respectivamente. A urina foi coletada em recipientes plásticos contendo 20 mL de solução de H₂SO₄ 40% (v/v). Fezes e urina, depois de coletadas e pesadas, foram amostradas em alíquotas de 10% e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Para a determinação da concentração de amônia (N-NH₃) e pH no líquido ruminal, foram coletadas amostras do fluido ruminal a cada duas horas durante 24 horas. As amostras de conteúdo ruminal foram coletadas de quatro pontos distintos do rúmen, após prévia homogeneização do conteúdo do interior do rúmen e filtradas em camadas de tecido de algodão. Aproximadamente 150 mL de fluido ruminal filtrado foram utilizados para determinação imediata do pH de cada amostra. Esses valores foram determinados através de leitura direta em potenciômetro digital. Após a determinação do pH foi retirada uma alíquota de 10 mL do fluido ruminal, acrescentando-se 0,1 mL de ácido sulfúrico a 50%, conservando-as congeladas a -10° C, para determinações posteriores de N-NH₃.

As concentrações de amônia nas amostras de líquido ruminal foram determinadas, após descongelamento e centrifugação, mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH), conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

Para determinação da taxa de passagem e do fluxo dos diferentes nutrientes para o omaso, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigerível (FDNi) como indicador interno, conforme adaptação da técnica descrita por Cochran et al. (1986).

Para determinação do indicador interno, a fibra em detergente neutro indigerível (FDNi), foram utilizados sacos de Ankon[®], que foram incubados no rúmen os alimentos, as sobras, as fezes e as digestas do omaso, por 144 horas, tendo o resíduo assumido como indigerível.

O efeito da repleção ruminal e a taxa de passagem foram estimados utilizando-se a técnica da evacuação ruminal, segundo metodologia descrita por Robinson et al. (1987). Para minimizar os efeitos da alimentação, o conteúdo ruminal foi removido às 22 horas (dia sete de coleta), 13 horas (dia oito de coleta) e 4 h (dia nove de coleta), ou seja, uma coleta entre as duas refeições diárias (menor intervalo) e duas coletas no maior intervalo, entre as alimentações da tarde e da manhã seguinte.

Depois de removido, o conteúdo do rúmen foi separado em frações sólida e líquida, com auxílio de tecido de nylon. Estas frações foram pesadas separadamente e, a partir de sua proporção, constituídas amostras representativas do material ruminal. O líquido então foi retornado ao rúmen, seguido da fração sólida. Este material foi levado à estufa de ventilação forçada (65° C) e compostas em igual base seca por cabra em cada período para que se procedessem às análises laboratoriais. A partir desses dados, calculou-se a massa ruminal de diferentes componentes da ração. A taxa de passagem

(kp) foi estimada a partir do quociente entre a massa ruminal e o fluxo omasal diário do indicador (FDNi) (Faichney, 1993).

Para quantificação do fluxo omasal, nos dias 1 a 4 do período de coleta, foram obtidas, através das fistulas ruminais, alíquotas de aproximadamente 150 mL nos seguintes tempos: 24 horas (dia um de coleta); 16 horas (dia dois); 12 horas (dia três) e 08 horas (dia quatro), a partir das quais foram constituídas amostras compostas por animal em cada período experimental na base da matéria seca ao ar (65° C). Nas coletas de digesta omasal utilizou-se um conjunto de dispositivos que consistiram de um kitassato, um tubo coletor e uma bomba a vácuo, conforme procedimentos descritos por Leão (2002).

O fluxo de matéria seca foi calculado como: Fluxo = (CDM /CMO)*100, em que CDM é o consumo diário do marcador e CMO a concentração do marcador na digesta omasal.

A digestibilidade no rúmen e nos intestinos foi calculada através da concentração dos nutrientes e do marcador interno de indigestibilidade no alimento consumido e na digesta omasal pelas expressões. Digestibilidade Ruminal $(n) = 100 - 100 * (\% \text{ indicador na dieta} / \% \text{ indicador na digesta omasal}) * (\% \text{ nutriente na digesta omasal} / \% \text{ nutriente no alimento})$; Digestibilidade Intestinal $(n) = 100 - \text{Digestibilidade Ruminal } (n)$.

No quinto e sexto dia do período de coleta foi coletado 2000 mL de digesta ruminal para isolamento de bactérias ruminais segundo técnica descrita por Cecava et al. (1990), após essas amostras foram secas a 55° C e foram determinados o N-total e N-RNA, conforme as técnicas citadas anteriormente. Foi coletado 2.000 mL de líquido da digesta ruminal sendo: 1.000 mL antes da alimentação e 1.000 mL seis horas após a alimentação, para isolamento de bactérias ruminais (Cecava et al., 1990).

Nos alimentos e rações, determinou-se a composição em MS e nitrogênio total (NT) para estimativa da PB; extrato etéreo (EE), cinzas (CZ) utilizando as técnicas descritas em Silva e Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LigDA) segundo Van Soest et al. (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) segundo técnicas descritas por Licitra et al. (1996). As sobras, a digesta ruminal, omasal e as fezes foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, CZ, FDN, FDA e LDA.

A concentração em carboidratos não fibrosos (CNF) foi estimada a partir da equação: $CNF = 100 - (\% PB + \% EE + \% CZ + \% FDN)$, segundo Van Soest et al. (1991).

O valor dos nutrientes digestíveis totais (NDT) em nível de manutenção foi estimado segundo o NRC (2001) utilizando a equação:

$$NDT = PBD + CNFD + FDND + AGD \times 2,25 - 7$$

em que $PBD = PB * \text{Exp}[-1,2 * PIDA/PB]$ para volumosos;

$PBD = [1 - (0,4 * PIDA/PB)] * PB$ para concentrados;

$CNFD = 0,98 * CNF$;

$FDND = 0,75 * (FDNp - LDA) * [1 - (LDA/FDNp)^{0,667}]$;

$AGD = EE - 1$; e 7, refere-se ao NDT metabólico fecal,

onde, PBD, representa a PB verdadeiramente digestível; CNFD representa os carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; FDND, representa o FDN digestível; AGD, representa os ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; LDA, representa a lignina. A conversão de NDT para EL foi feita utilizando-se a equação: $EL3x \text{ (Mcal/kg)} = 0,0245 * NDT (\%) - 0,12$ (NRC, 2001).

Para a quantificação do valor de energia das dietas, utilizou-se os dados da digestibilidade aparente obtidos no experimento, aplicando-se a equação: $NDT (\%) = dCNF + dPB + (dEE * 2,25) + dFDN$, em que “d” representa a digestibilidade aparente dos diferentes componentes. Para conversão dos valores de NDT para energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED) foram utilizadas as equações descritas a seguir, sugeridas pelo NRC (2001):

$EM \text{ (Mcal/kg)} = 1,01 * ED \text{ (Mcal/kg)} - 0,45$;

$ED \text{ (Mcal/kg)} = 0,04409 * NDT (\%)$

Os dados submetidos à análise de variância foram desdobrados quanto ao efeito de tratamento nos componentes de regressões polinomiais, sendo que o nível de FDNf constitui-se na variável independente.

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 1999). A análise dos dados foi feita utilizando o procedimento GLM e os efeitos dos tratamentos, avaliados em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o teste F.

Os dados referentes aos valores de pH e as concentrações de amônia no líquido ruminal foram analisados conforme descrito, foram, porém adicionados do fator medidas repetidas no tempo, referentes aos diversos momentos de coleta. Tal análise foi realizada utilizando-se o comando “repeated” gerado pelo procedimento do módulo GLM (PROC GLM do SAS).

Resultados e Discussão

Os consumos de matéria seca (CMS), expresso em kg/dia, % do PV e g.kg (0,75)¹; matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), expressos em kg/dia; fibra em detergente neutro (CFDN), expresso em kg/dia e %PV, carboidratos não fibrosos (CCNF), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e energia líquida (CEL), expresso em Mcal/dia, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Efeito do nível de FDNf sobre o consumo de matéria seca e nutrientes

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
CMS (Kg.d ⁻¹) ¹	Y = -0,015 + 0,078 x - 0,00126 x ² **	0,99	21,60
CMS (%PV)	Y = 0,45 + 0,13 x - 0,021 x ² *	0,95	19,32
CMS (g.(kgPV ^{0,75}) ⁻¹)	Y = 8,41 + 3,64 x - 0,059 x ² *	0,97	19,63
CMO (kg.d ⁻¹) ²	Y = 0,0015 + 0,075 x - 0,0012 x ² **	0,98	21,88
CPB (kg.d ⁻¹) ³	Y = -0,023 + 0,015 x - 0,00024 x ² **	0,99	21,36
CEE (g.d ⁻¹) ⁴	Y = 7,30 + 1,61 x - 0,031 x ² *	0,99	24,51
CFDN (kg.d ⁻¹) ⁵	Y = -0,0075 + 0,026 x - 0,00036 x ² *	0,86	21,11
CFDN (%PV)	Y = 0,68	--	19,53
CCNF (kg.d ⁻¹) ⁶	Y = 0,024 + 0,029 x - 0,000534 x ² *	0,30	29,91
CNDT (kg.d ⁻¹) ⁷	Y = 0,026 + 0,048 x - 0,000812 x ² *	0,93	23,55
CEL (Mcal.d ⁻¹) ⁸	Y = 0,62 + 0,11 x - 0,00186x ² *	0,97	23,48

¹ Consumo de matéria seca; ² Consumo de matéria orgânica, ³ Consumo de proteína bruta; ⁴ Consumo de extrato etéreo; ⁵ Consumo de Fibra em detergente neutro; ⁶ Consumo de carboidratos não fibrosos; ⁷ Consumo de nutrientes digestíveis totais 3x a manutenção; ⁸ Consumo de energia líquida 3x a manutenção; * P<0,05; **P<0,01.

Com o aumento dos níveis de FDNf nas rações, os consumos de MS, MO, PB, foram afetados de forma quadrática, pelos níveis de FDNf na ração. Os consumos EE, FDN, CNF, nutrientes digestíveis totais e energia líquida foram influenciados pelos aumentos dos níveis de FDNf nas dietas.

Com a elevação dos níveis de FDNf das rações, houve relações quadráticas dos consumos de MS, nas diversas formas em que este foi expresso; MO, PB, EE, FDN, CNF e NDT, expressos em kg/dia e EL (Mcal/dia). Segundo Van Soest (1982), a natureza quadrática entre a ingestão de MS e a concentração de energia da dieta pode ser vista como um indicativo que existe um ponto de transição entre os mecanismos

físicos e fisiológicos que controlam a ingestão. Neste ponto, observa-se máxima ingestão de MS pelo animal.

O consumo de FDN, quando expresso em kg/dia, apresentou efeito quadrático em função dos níveis de FDNf, apresentando valores superiores de consumo no nível de 42% de FDNf. Esse resultado pode ser interpretado como indicativo que com o aumento dos níveis de FDNf das rações, houve uma limitação física, a ingestão de FDN quando expressa em % do PV, também denota essa colocação. O comportamento do consumo de FDN, quando expresso em porcentagem do peso vivo não foi alterado em função dos níveis de FDNf, tendo como média 0,68 %, próximo aos valores observado por Bomfim (2003), que trabalhou com cabras fistuladas não gestantes e não lactantes.

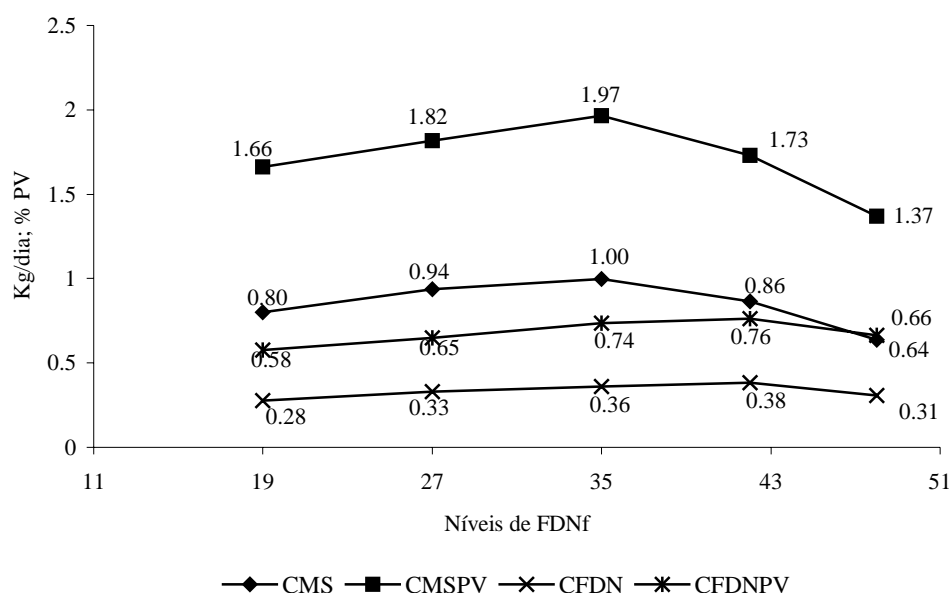


Figura 1 – Efeito dos níveis de FDNf nas rações sobre o consumo de matéria seca (CMS), de fibra em detergente neutro (CFDN), expressos em kg/dia e %PV.

Os baixos valores de consumo, expresso em números absolutos, indicam que as ingestões em alguns casos foram influenciadas pela densidade calórica das dietas, quando foram fornecidos níveis mais baixos de FDNf e alta proporção de concentrado e em outros casos, níveis acima de 35% de FDNf houve uma transição entre a regulação fisiológica e a regulação física. Os valores observados neste experimento estão abaixo dos valores de consumos observados por Cerrilo et al. (1999), os quais trabalharam com cabras fistuladas, fornecendo feno de diferentes maturidades e variando os níveis de FDN nas dietas.

Bull et al. (1976) variaram a densidade energética da ração e observaram que a limitação física foi o fator responsável pela redução da ingestão das dietas com menor densidade calórica. A ingestão de energia líquida foi altamente correlacionada com a densidade energética da dieta, para as dietas com alta concentração energética. Esses autores verificaram que a FDN é o fator primário responsável pela limitação física sobre a ingestão por ruminantes; segundo aqueles pesquisadores, os animais apresentam limitações para ingestão da fibra, atingindo-se um platô, característico para cada espécie e condição fisiológica do animal.

A natureza quadrática entre a ingestão de MS e a concentração de energia na dieta pode ser vista como indicativo de transição entre os mecanismos físicos e fisiológicos que controlam a ingestão; o mesmo foi observado por Van Soest (1965), onde a relação entre o consumo e a densidade energética da ração, que por sua vez é dependente do nível de FDN da ração, mostra que existe um ponto de transição entre o controle físico e fisiológico da ingestão, no qual o efeito da massa de FDN sobre a ingestão cessa, e esta passa a depender do requerimento animal. Esse ponto de transição não é fixo, ocorrendo na interseção entre o nível de FDN da ração e a curva de requerimento do animal. Assim, o ponto em que o nível de FDN da ração deixa de limitar fisicamente a ingestão é determinado, primariamente, pelo nível de produção do animal, que é função do seu potencial genético (Nutt et al., 1980).

Mertens (1988) recomenda para vacas em alta produção valores de FDN nas dietas variem de 45 a 27%, para animais que produzem menos de 14 kg de leite /dia e mais de 30 kg de leite/dia, respectivamente; esses níveis devem ser mantidos para que a restrição da ingestão de MS não venha a ser o fator limitante da produção. Para aquele autor, valores de consumo em torno de 1,0% têm sido observados para animais em fase de crescimento, e tem sido considerado como um indicativo do limite do consumo de MS pelos animais, auxiliando na determinação da quantidade ótima de volumosos a serem fornecidos nas dietas. Portanto, em função da capacidade de ingestão ótima de FDN, dever-se-ia balancear a dieta, estabelecendo, em função da qualidade da forragem utilizada, a quantidade de concentrado a ser fornecido para atender o requerimento do animal.

Valores de ingestão de FDN para cabras não gestantes e não lactantes, são escassos na literatura, seguindo-se, portanto as recomendações existentes para bovinos. É provável que a ótima ingestão de FDN para caprinos possa diferir daquela de bovinos, uma vez que essas espécies apresentam diferenças em relação ao comportamento

ingestivo. De acordo com Van Soest et al. (1998), caprinos apresentam menor tempo de retenção de partículas no rúmen em relação aos bovinos, o que irá determinar maior capacidade de ingestão. Isto explicaria a capacidade desses animais em selecionar alimentos com menor concentração de fibra.

Os valores de CFDN, apresentados na Figura 1, são um bom indicativo da limitação dos caprinos em lidar com grandes quantidades de fibra, uma vez que, os valores observados estão aquém daqueles 1% observados para a espécie bovina, caracterizando a importância de se considerar a qualidade da forrageira sobre a resposta animal.

Na Tabela 5, estão apresentados os efeitos dos diferentes níveis de FDNf das rações sobre os coeficientes de digestibilidade aparente totais e parciais da matéria seca e dos nutrientes.

Tabela 5 – Digestibilidades aparente totais e parciais da matéria seca e nutrientes em função dos níveis de FDNf da dieta

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
Digestibilidade Total			
DMS (%)	$Y = 90,16 - 0,21 x$ *	0,84	4,96
DMO (%)	$Y = 91,02 - 0,20 x$ *	0,83	4,68
DPB (%)	$Y = 85,90$	--	4,97
DEE (%)	$Y = 97,57 - 0,52 x$ **	0,91	7,19
DFDN (%)	$Y = 112,29 - 2,18 x + 0,0317 x^2$ *	0,78	7,84
DCNF (%)	$Y = 100,09 - 0,26 x$ **	0,77	4,08
Digestibilidade Ruminal			
DRMS (%)	$Y = 68,52 + 0,23 x$ *	0,62	7,77
DRMO (%)	$Y = 72,36 + 0,21 x$ *	0,66	6,69
DRPB (%)	$Y = 71,68$	--	16,09
DREE (%)	$Y = 39,77$	--	50,57
DRFDN (%)	$Y = 74,51 + 0,30 x$ **	0,92	4,31
DRCNF (%)	$Y = 88,60$	--	4,79
Digestibilidade Intestinal			
DIMS (%)	$Y = 31,48 - 0,23 x$ *	0,62	33,39
DIMO (%)	$Y = 27,64 - 0,21 x$ *	0,66	34,37
DIPB (%)	$Y = 50,02 - 0,47 x$ *	0,67	40,74
DIEE (%)	$Y = 60,23$	--	33,39
DIFDN (%)	$Y = 25,49 - 0,30 x$ **	0,92	27,77
DICNF (%)	$Y = 11,40$	--	37,25

* P<0,05; ** P<0,01

A digestibilidade aparente da MS, MO e dos CNF foram afetadas de forma linear negativa pelos níveis de FDNf nas rações. A digestibilidade da FDN apresentou efeito quadrático com a elevação dos níveis de FDNf. Não foi observado efeito dos níveis de FDNf nas rações sobre a digestibilidade da PB, apresentando média de 85,90%. Da mesma forma, Ítavo et al. (2002) e Carvalho (1996) não encontraram efeito do nível de FDN sobre o coeficiente de digestibilidade da PB. Porém observaram efeito quadrático para os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e MO.

O efeito linear decrescente dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS e MO, com o aumento dos níveis de FDNf, foi relatado de forma similar por Carvalho (2002) e Santini et al. (1992), os quais testaram níveis crescentes de FDNf e FDA, respectivamente, para cabras em lactação, e para MS e MO por Bürguer (2002), Dias et al. (2000), Tibo et al. (2000) e Araújo et al. (1998), que testaram diferentes relações volumoso: concentrado, e conseqüentemente, diferentes níveis de FDNf na ração. Segundo Rode et al. (1985), a diminuição do nível de volumoso na dieta aumenta a digestibilidade da MS e da MO, provavelmente em virtude da redução de carboidratos fibrosos e do aumento na disponibilidade de carboidratos não-fibrosos na dieta. De acordo com Valadares Filho (1985), os carboidratos não-estruturais possuem elevado coeficiente de digestibilidade da MS em relação aos carboidratos estruturais, o que reflete na maior digestibilidade da MS e da MO nas rações com menor proporção de volumoso e fibra.

Houve efeito quadrático nos coeficientes de digestibilidade aparente da FDN com o aumento dos níveis de FDNf das dietas. Este fato pode ser explicado por um mecanismo de competição entre as bactérias amilolíticas e fibrolíticas, como citado por Olson et al. (1999). Esses autores propuseram que os microrganismos amilolíticos se desenvolvem mais rapidamente do que os fibrolíticos, pois os amilolíticos apresentam uma vantagem competitiva quanto ao uso de nitrogênio para seu rápido crescimento, limitando a disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos celulolíticos. O aumento de quantidade de carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen, com a diminuição dos níveis de FDNf nas rações, iria fortalecer esta competição. Estes relatos confirmam as citações de Russel (1998), o qual notou que o excesso de carboidratos, na presença de quantidades inadequadas de compostos nitrogenados, poderia ter efeitos negativos no crescimento microbiano, principalmente dos microrganismos celulolíticos. Segundo Santini et al. (1992) e Madrid et al. (1997), os carboidratos não-estruturais apesar de suprirem energia para os microrganismos ruminais podem ter efeito negativo

sobre sua atividade celulolítica, inibindo a digestão da fibra, principalmente pela redução do pH ruminal.

Outro fator importante que afeta a digestibilidade do alimento é o nível de consumo, sendo que a maioria dos resultados mostra que o aumento no consumo alimentar resulta em redução no coeficiente de digestibilidade. Os valores de digestibilidade aparente foram superiores aos relatados por Branco (2005), que trabalhou com a mesma forragem deste ensaio e Carvalho (2002), os quais trabalharam com níveis crescentes de FDN nas dietas para cabras em lactação, com consumos de aproximadamente três vezes o requerido para a manutenção. Church (1988) comenta que a digestibilidade de rações com diferentes misturas de forragens e grãos, para vacas em lactação, decresce aproximadamente 4% para cada aumento no consumo em relação ao nível de manutenção. Além disso, outros fatores, como, composição química e/ou tratamento dos alimentos, idade dos animais, frequência de alimentação e temperatura ambiente, podem ter influência sobre a digestibilidade dos nutrientes.

Segundo McDonald et al. (1993), um aumento na quantidade de alimentos consumidos geralmente causa uma maior taxa de passagem da digesta. O alimento é então exposto à ação das enzimas digestivas por um curto período de tempo, e isto pode causar uma redução no coeficiente de digestibilidade. Como esperado, reduções nos coeficientes de digestibilidades devido ao aumento da taxa de passagem são maiores para componentes de lenta digestão, que são os componentes da parede celular.

O nível de FDNf das dietas ocasionou efeito linear crescente nas digestibilidades ruminal da MS, MO e da FDN. Uma maior participação da fibra resultou em aumento na digestibilidade ruminal da fração fibrosa, é provável que o maior tempo gasto em ruminação possa ter contribuído para isso. Contudo aumentos nas concentrações de FDN das rações não afetaram a digestão ruminal da PB, EE e dos CNF, com médias de 71,68; 39,77 e 88,61%, respectivamente.

A média do coeficiente de digestibilidade ruminal da PB neste experimento foi de 71,68%. Estes valores positivos de digestibilidade podem estar indicando uma absorção de amônia no rúmen, podendo assim ter ocorrido perda de proteína dietética (Carvalho 1996). Todavia, tal fato pode significar que a quantidade de proteína das dietas foi suficiente para suprir as exigências dos microrganismos ruminais.

A digestibilidade ruminal da FDN apresentou comportamento linear crescente com o aumento dos níveis de FDN, o que indica que em níveis menores de FDNf, a grande quantidade de concentrado influenciou a digestão da fibra. Tal resultado também

foi observado por Ítavo et al. (2002), que variando os níveis de FDN na dieta de bovinos, observou comportamento semelhante. As menores digestibilidades com a diminuição da FDN podem ser devido à acidificação do pH ruminal.

Os coeficientes de digestibilidades intestinais da MS, da MO, da PB e da FDN foram influenciados pelos níveis de FDNf (Tabela 5). Houve efeito linear decrescente com o aumento dos níveis de FDNf das rações sobre os coeficientes da MS, MO, PB e FDN, resultados similares foram observados por Ladeira et al. (1990) e Tibo et al. (2000), que avaliaram níveis crescentes de FDN na dieta de bovinos.

Bürguer (1998) estudando consumo e digestibilidades parciais em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo níveis diferentes de concentrado, encontrou influência do nível de concentrado sobre a digestibilidade parcial da FDN, com valores de 2,75 a 22,64%, respectivamente para os níveis de 30 e 90% de concentrado na dieta. Cardoso et al. (2000) não verificaram efeito do nível de concentrado e apresentaram 16,27 e 8,60% de digestibilidade da FDN no intestino para os níveis de 37,5 e 62,5% de concentrado. Valores negativos ou positivos de grande magnitude podem indicar um erro na estimativa de fluxo de MS.

O efeito dos níveis de FDNf sobre o conteúdo ruminal, a massa ruminal da MS e dos nutrientes pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 –Efeito dos níveis de FDNf sobre o conteúdo e a massa ruminal média dos animais

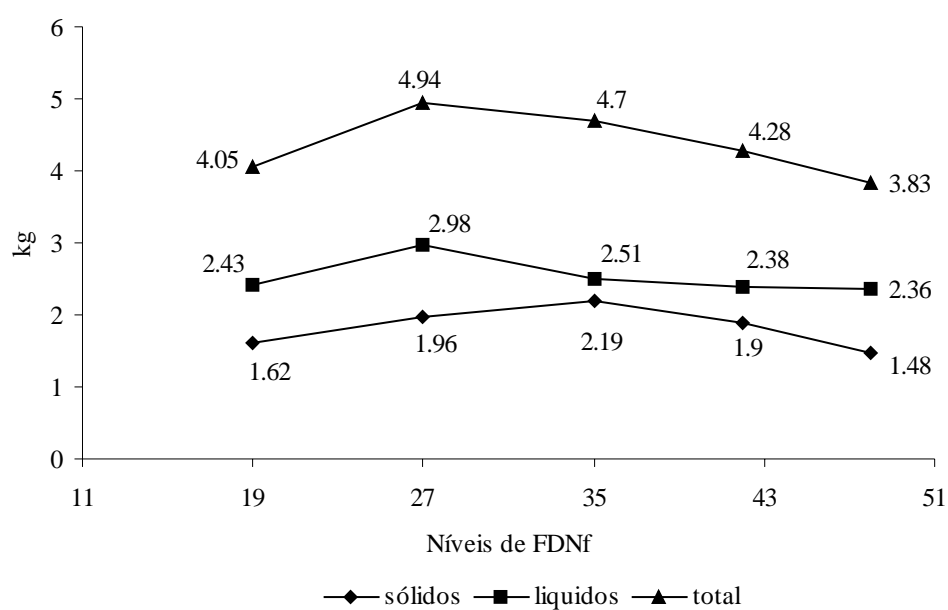
Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
Conteúdo Sólido (kg)	$Y = - 1,03 + 0,19 x - 0,0030 x^2$ ^{**}	0,97	19,07
Conteúdo Líquido (kg)	$Y = 2,53$	--	18,16
Total conteúdo (kg)	$Y = 0,55 + 0,28 x - 0,0044 x^2$ [*]	0,90	15,28
Massa ruminal			
MS ruminal (g)	$Y = 44,86 + 31,06 x - 0,51 x^2$ [*]	0,89	19,58
MO ruminal (g)	$Y = 30,77 + 27,93 x - 0,49 x^2$ [*]	0,91	20,42
PB ruminal (g)	$Y = 18,02 + 6,79 x - 0,11 x^2$ ^{**}	0,90	17,42
EE ruminal (g)	$Y = 12,90$	--	41,15
FDN ruminal (g)	$Y = - 6,37 + 16,86 x - 0,27 x^2$ [*]	0,88	26,31
CNF ruminal (g)	$Y = - 2,52 + 4,76 x - 0,08 x^2$ [*]	0,99	23,90

* P<0,05; ** P<0,01.

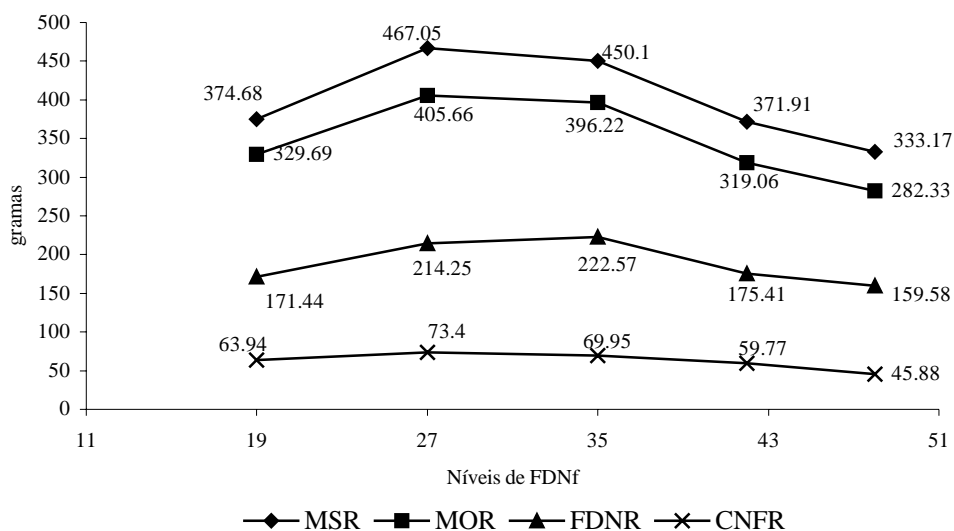
Os níveis de FDNf influenciaram de maneira quadrática a quantidade de sólidos no conteúdo ruminal, o conteúdo ruminal total, os conteúdos de MS, MO, PB, FDN e

CNF. A quantidade de líquidos e o conteúdo de EE ruminal não foram afetados pelos níveis de FDN nas rações.

Como observado na Figura 2 (a) o conteúdo ruminal de sólidos foi limitado com a dieta de 35% de FDNf, enquanto que o conteúdo total alcançou seu limite com 28% de FDNf. Quando se observa a Figura 2 (b) o conteúdo de MS, MO ruminal alcançou seu limite com a dieta que continha 28% de FDNf, não coincidindo com os maiores consumos (Tabela 4), indicando que o conteúdo de MS e MO ruminal não são bons indicativos do efeito de enchimento ruminal. Porém os valores de FDN ruminal confirmam que o FDN é um excelente indicativo do enchimento ruminal.



(a)



(b)

Figura 2 –Efeito dos níveis de FDNf sobre (a) os valores observados das quantidades do conteúdo ruminal, das frações sólidas e líquidas, separadas ao se proceder a evacuação ruminal e (b) da massa ruminal da matéria seca (MS), da matéria orgânica (MO), da fibra em detergente neutro (FDN) e dos carboidratos não fibrosos (CNF).

Segundo Pond et al. (1988) e Guimarães et al. (2000), o limite físico do rúmen pode ser medido a partir de evacuações totais do rúmen, tendo como o principal determinante do enchimento ruminal o conteúdo de FDN do rúmen. De acordo com Llamas–Lamas e Combs (1990), ao avaliar o efeito da maturidade da alfafa, observaram que a concentração de FDN do conteúdo ruminal equipara-se aos valores de FDN da dieta, sendo um excelente indicativo do enchimento ruminal. Porém, neste experimento isso não foi observado, já que a concentração de FDN ruminal, em relação à MS ruminal, manteve-se praticamente constante, variando de 45,8% a 47,8% para as dietas com 19 e 48% de FDNf respectivamente, indicando que os animais consomem até atingir a sua capacidade física, independente do nível de FDN da dieta.

A relação entre o conteúdo ruminal e a ingestão dos alimentos foi demonstrado por Blaxter et al. (1961), onde observaram que ovelhas alimentadas com fenos de diferentes qualidades apresentaram quantidades similares de MS na digesta ruminal. Campling e Balch (1961) também evidenciaram que a massa ruminal afeta a ingestão,

em vacas em lactação. Quando foi retirada parte da digesta ruminal, esses autores observaram que houve um acréscimo no consumo, porém quando foi acrescida uma certa quantidade de digesta ao rúmen, foi observada uma depressão do consumo.

Baumgardt (1970), citado por Bull et al (1976), afirma que, na maior parte das dietas utilizadas para vacas em lactação, a limitação física do trato digestório é o fator mais significativo de controle da ingestão de energia. Existem correlações entre a ingestão voluntária e a FDN, graças à relação desta com a ocupação de espaço pelos volumosos (Mertens, 1982). Assim, se a ingestão é limitada pela ocupação de espaço do trato digestório, alimentos com alto teor de FDN terão sua ingestão restringida.

Para Van Soest (1982), a FDN é, de todos os constituintes do alimento rotineiramente medidos, o que mais consistentemente se relaciona com ingestão. Isso se deve, primeiramente, ao fato de a FDN estar relacionada com a ocupação de espaço pelos alimentos; em segundo lugar, a FDN é o componente do alimento que possui a menor taxa de desaparecimento através do trato digestório; e, finalmente, está relacionada com a redução do tamanho de partícula, que permite o escape do material do rúmen.

O efeito dos níveis de FDNf sobre os parâmetros ruminais pode ser observado na Tabela 7.

Tabela 7 – Efeito dos níveis de FDNf (x) e do tempo de coleta (h) sobre o pH, a concentração de N-amoniaco e taxa de passagem

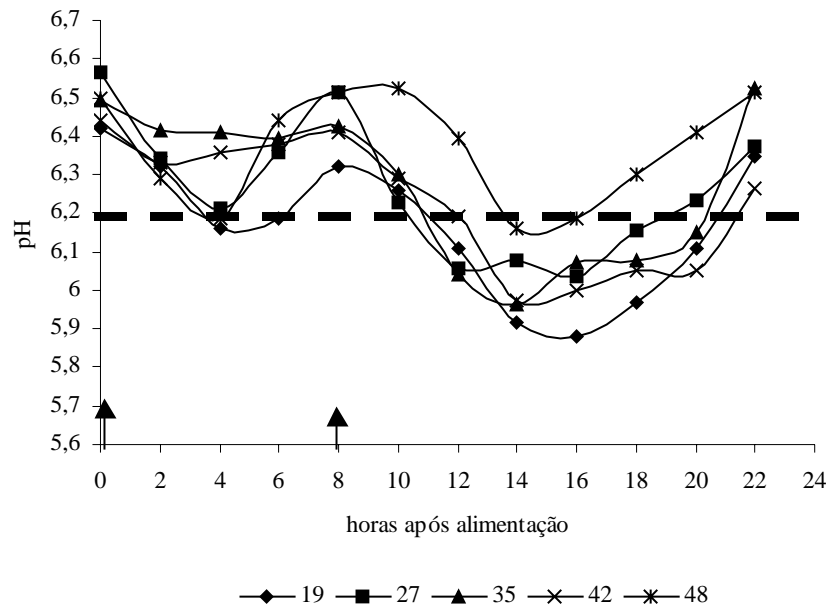
Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
pH	$Y = 4,27 + 0,21x - 0,0064x^2 + 0,000065x^3 + 0,035h - 0,0086h^2 - 0,00029h^3$ ***	0,37	4,07
N-amoniaco (mg/dL)	$Y = 25,70 - 0,32h$ ***	0,20	34,93
Kp (h ⁻¹)	$Y = 0,38 - 0,0284x + 0,00088x^2 - 0,0000086x^3$ *	0,76	21,20

* P<0,05, *** P<0,0001;

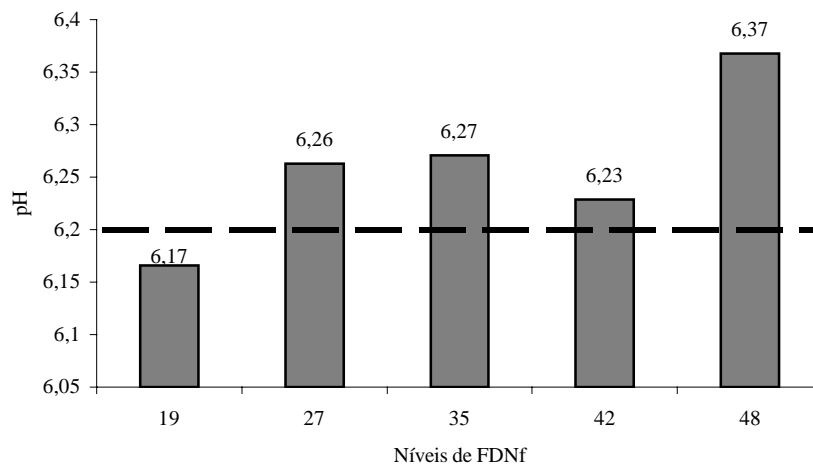
O pH ruminal foi afetado de maneira cúbica pelos níveis de FDNf e pelas horas de coletas após a alimentação. A concentração de amônia ruminal foi afetada pelas horas após a alimentação. A alteração dos níveis de FDNf influenciou a taxa de passagem de maneira cúbica, com pontos críticos de mínimo e máximo, 4,4 e 6,4 % .h⁻¹, obtidos com os níveis de 27 e 42% de FDNf, respectivamente.

Ao observar a Figura 3 (a), verifica-se que os valores mais baixos de pH ruminal foram observados no período da noite, isso pode ter sido pelo comportamento dos

animais, já que as cabras ao anoitecer ficam maior tempo em ócio, como foi observado por Carvalho (2002), que dividiu o dia em quatro períodos de seis horas e observou que no período compreendido entre as zero hora e às seis horas da manhã, o que corresponde no presente ensaio aos tempos 16 e 22, os animais permanecem mais tempo em ócio, quando comparado com os demais períodos, havendo menos incidência de ruminação, o que leva ao menor fluxo de saliva, menor tamponamento ruminal e conseqüente diminuição do pH.



(a)



(b)

Figura 3 – Efeito dos níveis de FDNf nas rações sobre o pH ruminal (a) e a média de pH ruminal dos tratamentos (b).

O pH ruminal é regulado por um sistema complexo que depende do nível de fibra na dieta, do resultado líquido entre a produção e a absorção dos ácidos graxos voláteis (AGV), do fluxo de saliva e da sua capacidade de tamponamento do rúmen. Em vacas leiteiras, o pH ruminal abaixo de 6,2 usualmente resulta em redução da digestão da fibra e diminuição da gordura do leite (Mould et al., 1983).

Bugrwald-Balstad et al. (1995), citados por Caton e Dhuyvetter (1997), compararam dietas à base de concentrado e volumoso, oferecidas *ad libitum* e reportaram consideráveis reduções e variações diurnas no pH ruminal associadas ao fornecimento de concentrado. Mertens (1992) sugeriu que a digestão da fibra declinaria quando o pH ruminal estivesse abaixo de 6,7. Ørskov (1982) e Mould et al. (1983) indicaram que o pH abaixo de 6,2 reduziria a atividade de bactérias celulolíticas e a digestão das palhas. Esses pesquisadores indicaram que a depressão no pH ruminal poderia ser responsável pela redução na digestibilidade da fibra associada com suplementação de grãos.

Church (1988) observou que ruminantes consumindo dietas à base de volumoso mantiveram o pH ruminal entre 6,2 e 6,8, ao passo que aqueles que consumiram concentrado, o valor do pH observado era entre 5,8 e 6,6. Mould et al. (1983) demonstraram que o efeito do pH na digestão da fibra é bifásico. Na primeira fase pode haver, acidificação de 6,8 para 6,0, provocando redução na digestão da porção fibrosa do alimento. Após o pH do ambiente ruminal alcançar valores abaixo de 6,0 e na segunda fase pode ocorrer uma parada na digestão devido à sensibilidade das bactérias fibrolíticas neste nível de acidez. Neste sentido, Russel et al. (1979) indicaram que a população de bactérias celulolíticas diminuiu, quando o pH variou de 5,7 a 6,2, já as bactérias fermentadoras de carboidratos solúveis persistiram até variações de 4,6 a 4,9.

Observou-se que os valores de N-amoniaco para todos os tratamentos foram superiores a 5 mg/dL (Figura 4), nível mínimo necessário para manter as funções normais do rúmen, citado por Satter e Slyter (1974).

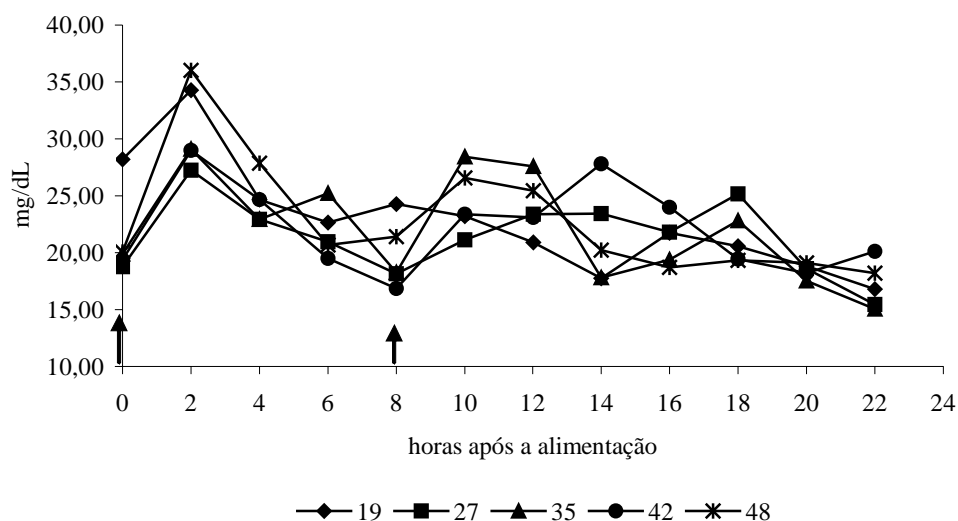


Figura 4 – Efeito dos níveis de FDNf nas rações sobre a concentração de nitrogênio amoniacal.

Observaram-se concentrações máximas de N-amoniacal em 36,01mg/dL de líquido ruminal com 48% de FDNf e 2 horas após o fornecimento da dieta. Os valores encontrados para as máximas concentrações de N-amoniacal das dietas, em função dos tempos de coleta (Figura 4), são superiores aos relatados por Mehrez et al. (1977), os quais sugeriram que a máxima atividade fermentativa ocorreria quando as concentrações de N-amoniacal estiverem entre 19 e 23 mg/dL de líquido ruminal. Esses altos valores observados corroboram com a suspeita de que a dieta foi programada com um valor em excesso de proteína, tentando simular o que aconteceria com as cabras em lactação que foram utilizadas em outro ensaio conduzido por Branco (2005), já que as dietas eram as mesmas. Van Soest (1994) relatou que o suprimento de N no rúmen promove o crescimento microbiano até o limite das exigências dos microrganismos. Todavia, essa exigência estaria relacionada aos carboidratos fermentescíveis disponíveis, à produção de ATP e à eficiência de conversão em células microbianas.

A taxa de passagem observada neste ensaio variou de 4,4 a 6,4 %. h^{-1} . A taxa de passagem sólidos é influenciada pelo aumento da densidade específica das partículas do rúmen, que, por sua vez, depende da taxa de digestão. Tem-se observado redução na taxa de passagem em dietas com alta proporção de concentrados, como resultado da redução do pH e maior tempo de residência da fração sólida da digesta ruminal (Feng et al., 1993). A passagem, ou trânsito, refere-se ao fluxo de resíduos que não foram

digeridos através do trato digestório. A taxa de passagem da digesta, tem significativo efeito sobre a degradação ruminal da fibra (Firkins, 1997). Quanto maior a taxa de passagem, menor será a degradabilidade da FDN, que é a responsável por fornecer energia para suportar o crescimento microbiano no rúmen; mas aumento da taxa de passagem também pode estimular a eficiência de síntese microbiana, em razão da energia gasta para manutenção dos microrganismos (Russel et al., 1992; Firkins, 1996).

A interação entre digestão e passagem, entretanto, é bastante complexa, e muitos estudos vêm tentando desenvolver modelos matemáticos sobre esses processos dinâmicos que ajudem a compreender melhor a atividade gastrointestinal e a eficiência digestiva. É importante observar que o crescimento microbiano é essencialmente limitado pela taxa de digestão, que por sua vez, é limitada pela composição e estrutura do alimento oferecido (Van Soest, 1994) especialmente no que diz respeito à qualidade e quantidade da fibra.

A taxa de passagem mais rápida deveria ter contribuído para que as dietas com maior proporção de fibra apresentassem menor digestibilidade da fibra, como observado por Firkins (1997). Entretanto, embora a maior digestibilidade possa expor mais nutrientes para a síntese protéica microbiana, também a maior velocidade de trânsito pode estimular a eficiência de síntese protéica dos microrganismos, pela redução do gasto de energia para atividade de manutenção desses microrganismos (Hespel e Bryant, 1979; Firkins, 1996).

As respostas para o fluxo de nitrogênio microbiano para o omaso e eficiência de síntese microbiana em relação aos teores de FDNf das dietas, estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Efeito dos níveis de FDNf sobre as quantidades de compostos nitrogenados microbianos e eficiência microbiana

Variável	Equação de Regressão	R ²	CV
NMIC (g/dia) ¹	Y = 4,86	--	51,60
PMIC (g/dia) ²	Y = 30,39	--	51,58
NRNA/NT (%MS) ³	Y = 11,31	--	20,93
Eficiência			
NMIC/MODR(g/kg)	Y = 9,55	--	45,92
NMIC/CHODR(g/kg)	Y = 11,74	--	44,81
PMIC/MODR (g/kg)	Y = 59,66	--	45,92
PMIC/CHODR (g/kg)	Y = 73,37	--	44,81
PMIC/NDT (g/kg NDT) ⁷	Y = 6,54 + 6,21 x - 0,105 x ^{2*}	0,93	23,55

¹Nitrogênio microbiano, ² Proteína microbiana, ³ razão compostos nitrogenados dos ácidos nucléicos: compostos nitrogenados totais. P<0,05

Não foram observados efeitos dos níveis de FDNf das dietas sobre o fluxo de nitrogênio microbiano (Nmic), sobre a proteína microbiana (Pmic), sobre a relação NRNA/NT. A eficiência microbiana, quando expressa em função da MODR e dos CHODR, não diferiu entre tratamentos. Os valores de NMIC/MODR apresentam-se próximos aos níveis inferiores encontrados por Batista (1991), que variaram entre 11,65 e 16,50

O valor médio da razão NRNA:NT, expresso com base na MS, foi de 11,31%, resultado inferior a alguns dados da literatura (Leão, 2002 e Rennó, 2003), que encontraram valores médios de 24%, ao avaliarem diferentes níveis de PB na dieta de novilhos. Clark et al. (1992) e Valadares Filho (1995) em revisão de literatura, citaram valores médios de 13,7 e 17,6%, respectivamente, para esta razão. Valadares et al. (1997,1999), Carvalho et al. (1997), Dias et al. (2000) e Cardoso et al. (2000) encontraram médias de 16,9; 15,3; 13,4; 11,3 e 10,4, respectivamente. Chen e Gomes (1992) com base na literatura, sugeriram uma relação média de 11,6% que é utilizada para estimativa da produção de nitrogênio pela excreção urinária de derivados de purinas.

Ao se estimar a eficiência microbiana expressando-a em relação ao NDT, observou-se efeito quadrático dos níveis de fibra oriunda da forragem, obtendo a melhor eficiência com a concentração de 29,57% de FDNf. A produção de proteína microbiana foi então estimada em 98,34g de Pmic/kg de NDT consumido ao se considerar aquela concentração. Estes valores apresentam-se inferiores ao sugerido pelo NRC (2001) que é de 130g de Pmic/kg de NDT.

O crescimento microbiano no rúmen é influenciado pela interação de fatores químicos, fisiológicos e nutricionais (Hoover e Stokes, 1991). A disponibilidade energética é apontada como fator limitante para o crescimento microbiano, podendo a manipulação da dieta, por meio da alteração nas proporções de volumoso e concentrado, aumentar a quantidade de MODR e, conseqüentemente, a síntese protéica, quando há maior suprimento de energia (Clark et al., 1992). A disponibilidade de energia para o crescimento microbiano depende da composição e extensão da fermentação ruminal da dieta, que é função da quantidade de carboidratos rapidamente hidrolisados – amidos, açúcares e pectina- e da quantidade e da composição dos componentes da parede celular (Hoover e Sokes, 1991).

Pode ocorrer diminuição na passagem de proteína microbiana para o intestino delgado, quando se utilizam dietas ricas em concentrado, em virtude da alta taxa de degradação de carboidratos não-estruturais, resultando em fermentação não-acoplada. O mesmo pode ocorrer quando as dietas contiverem elevados teores de volumosos, o que pode ser atribuído à deficiência de energia disponível e ao aumento da reciclagem de compostos nitrogenados pelos microrganismos do rúmen (Clark et al., 1992).

Conclusões

O consumo alimentar de MS e nutrientes foi afetado pelos níveis de FDNf nas rações, atingindo níveis máximos com 35% de FDNf na ração. Porém, o consumo de FDN, quando em relação ao peso corporal, não foi influenciado pelas variações de fibra na dieta.

O aumento dos níveis de FDNf nas dietas proporcionou diminuições nas digestibilidades aparentes da MS e nutrientes, com exceção da digestibilidade aparente da proteína bruta.

O conteúdo ruminal foi afetado pelos níveis de FDNf. A quantidade de fibra no rúmen apresentou-se como um bom indicativo para se avaliar o efeito da repleção.

Os valores de pH ruminal foram influenciados pelos níveis de FDN e pelos tempos de coleta. As concentrações de amônia ruminal foram somente influenciadas pelos tempos de coleta.

A eficiência de síntese de proteína microbiana, quando expressa em g de pmic/kg NDT foi influenciada com a elevação dos níveis de FDFN, obtendo melhores eficiências com o nível de 29,57% de FDFf.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL FOOD RESEARCH COUNCIL. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Compiled by G. Alderman. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, Oxon. UK. 1993.
- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1447-1462, 1997.
- ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n.2, p. 345-354, 1998.
- BEZERRA, E.S. **Efetividade física da fibra na dieta de vacas leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 84p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2000.
- BLAXTER, K.L., WAINMAN, F.W., WILSON, R.S., The regulation of food intake by sheep. **Animal Production**, n.3, p. 51-61, 1961.
- BOMFIM, M.A.D.; **Carboidratos solúveis em detergente neutro em dietas de cabras leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 119p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2003
- BRANCO, R.H. **Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p.Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2005.
- BULL L.S.; BAUMGARDT, B.R.; CLAMCY, M. Influence of calorie density on energy intake by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.6, p.1078 –1086. 1976.
- BURGUER, P.J. **Consumo, digestibilidade, eficiência microbiana, cinética da digestão e comportamento ingestivo em bezerros holandeses**. Viçosa – MG, 1998. 152p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 1998.
- CAMPLING, R.C., BALCH, C.C., Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 1. Preliminary observations on the effect on the voluntary intake of hay, of change in the amount of reticulo-rumen contents. **British Journal Nutrition**, v.15, p. 523-530, 1961.
- CARDOSO, R.C., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F., et al. Consumo e digestibilidade s aparentes totais e parciais das rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p. 1832-1843, 2000.
- CARVALHO. A.U., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 3. Eficiência microbiana e população de protozoários ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1007-1015, 1997.

- CARVALHO, A.U. **Níveis de concentrado na dieta de zebuínos: consumo, digestibilidade e eficiência microbiana.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002, 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CATTON, J.S. e DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and response. **Journal of Animal Science**, v.75, n. 2, p. 533-542, 1997.
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C.; BERGER, L.L. Composition of Ruminal Bacteria Harvested from Steers as Influenced by Dietary Energy Level, Feeding Frequency, and Isolation Techniques. **Journal Dairy Science**. v.73, p.2480-2488, 1990.
- CERRILO, M.A., RUSSEL, J.R., CRUMP, M.H. The effects of hay maturity and forage to concentrate ratio on digestion kinetics in goats. **Small Ruminant Research**, v.32, p. 51-60. 1999.
- CHEN, X., GOMES, M.J. *Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purines derivatives – on overview of the technical details.* Occasional publication. Bucksburn Aberdeen. Ed. Rowett research Institute, 21p, 1992.
- CHURCH, D.C.; **El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición.** Zaragoza: Acribia, 1988. 641p.
- CLARK, J.H., KLUSMEYER, T.H., CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- COCHRAN, R.C., ADDAMS, D.C.; WALLACE, J.D., et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Dairy Science**, v.63, p. 1476-1783. 1986.
- DIAS, H.L.C., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p. 545-554, 2000.
- FAICHNEY, G.F. Digesta flow. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism.** London: CABI International, 1993. p.53-85.
- FENG, P.; HOOVER, W.H.; MILLER, T.K. et al. Interactions of fiber and nonstructural carbohydrates on lactation and ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.5, p. 1462-1470, 1993.
- FIRKINS, J. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p. 1426-1437, 1997.
- FIRKINS, J. Maximizing microbial protein synthesis in the rumen. **Journal of Nutrition**, v.126, p. 1347-1335, 1996. (supplement).

- GUIMARÃES, J.P.S., BERCHIELLI, T.T., AROEIRA, L.J.M. et al. Evacuação de vacas lactantes para determinação do rúmen *fill* induzido pelo capim elefante (*Pennisetum purpureum*, schum.) em três idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Sao Paulo: Gmosis, 2000, CD-ROM. Nutrição de ruminantes.
- HESPEL, R.B. e BRYANT, M.P. Efficiency of rumen microbial growth: Influence of some theoretical and experimental factor's on Y_{ATP} . **Journal of Animal Science**, v.49, n.6, p. 1640-1659, 1979.
- HOOVER, W.H. e STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3630-3644, 1991.
- ÍTAVO, L.C.V., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, F.F., et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 1543-1552, 2002. (Suplemento).
- LADEIRA, M.M., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F., et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado em novilhos nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p. 395-403, 1999.
- LLAMAS-LAMAS, G.e COMBS, D.K. Effect of Alfalfa maturity on fiber utilization by high dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.73, n.4, p.1069-1080. 1990.
- LEÃO. M. I., **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: Consumo, digestibilidade e produção microbiana**. Belo Horizonte, UFMG, Tese (Doutorado em Ciência Animal), UFMG. 2002.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.
- LOBLEY, G.E., CONNEL, A., LOMAX, M.A., et al. Hepatic detoxification of ammonia in the ovine live: possible consequences for amino acid catabolism. **The British Journal of Nutrition**, v.73, n.5, p.667-685, 1995.
- MADRID, J., HERNÁNDEZ, F., PULGAR, M.A., et al. Urea and citrus by-product supplementation of straw-based diets for goats: effect on barley straw digestibility. **Small Ruminant Research**, v.24, n 1, p. 149-155, 1997.
- McDONALD, P. Evaluation of foods. (A) Digestibility. In: McDONALD, P., EDWARDS, R., GREENHALGH, J.F.D. (Eds.). **Nutrition Animal**. 4 ed. Zagazozza: Acribia, 1993. p.200-216.
- MEHREZ, A.Z., ØRSKOV, E. M., McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal Nutrition**, v.38, p. 437-443, 1977.
- MEHREZ, A.Z. e ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **The Journal of Agricultural Science**, v.88, n.3, p. 645-650, 1977.
- MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. IN: **Large dairy herd management**. H.H. Van Horn e C.J. Wilcox. American Dairy Science Association. Champaign, 1992

- MERTENS, D.R., Balancing carbohydrate in dairy rations. In: LARGE HERD DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 1988, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1988. p.150-161.
- MERTENS, D.R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations. In: **Procedures Ga. Nutrition conference for the feed industry**. Athens, University of Georgia, 1982. p. 116-126.
- MERTENS, D.R., LOFTEN, J.R. the effects of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n.5, p. 1437, 1980.
- MOULD, F.L., ØRSKOV, E.R. MANN, S.O. Associative effects of mixed feeds. 2. The effect of dietary additions of bicarbonate salts on the voluntary intake and digestibility of diets containing various proportions of hay and barley. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, p.15-25, 1983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 ed. Ed. National Academic Press. Washington, DC. 387p.
- NOCEK, J.E. Feeding management of the postpartum cow. In: **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p.69-85.
- NUTT, B.G., HOLLOWAY, J.W., BUTTS JUNIOR, W.T. relationship of rumen capacity of mature angus cow to body measurements animal performance and forage consumption on pasture. **Journal of Animal Science**, v.51, n.5, p.1168-1176, 1980.
- OLSON, K.C., COCHRAN, R.C, KONES, T.J. et al. Effects of ruminal administration of supplemental degradable intake protein and starch on utilization of low-quality warm-season grass hay by beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1016-1025, 1999.
- ØRSKOV, E.R., **Protein nutrition in ruminants**. London: Academic Press. 1982. 160p.
- POND, K.R., ELLIS, W., MATIS, C. Compartment models for estimating attributes of digesta flow in cattle. **British Journal of Nutrition**, v.60, n.2, p. 571-595, 1988.
- PRESTON, T.R. **Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines 2. A practical manual for research workers**. S.1. Food and Agriculture Organization of the United States Nations, 1986, 154p.
- RENNO, L. N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia e dois níveis de proteína**. Viçosa, UFV, 2003. 152p. Tese (Doutorado em Zootecnia), UFV. 2003.
- ROBINSON, P.H., TAMMINGA, S., Van VUUREN, A.M., Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen digesta quantity, composition and kinetics of digesta turnover in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.17, p.37-62, 1987.
- RODE, L.M.; WEAKLEY, D.C.; SATTER, L.D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**. v.65, n.1, p.101-11, 1985.
- ROSELER, D.K., FOX, D.G., CHASE, L.E. et al. Feed intake prediction and diagnosis in dairy cows. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED

- MANUFACTURES, 1993, Rochester. **Proceedings...**Ithaca: Cornell University, 1993. p. 216-226.
- RUSSEL, J.B., Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. **Journal of Animal Science**, v.76, n.7, p. 1955-1963, 1998.
- RUSSEL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- RUSSEL, J.B., SHARP, W.M., BALDWIN, R.L. The effect of pH maximum bacterial growth rate and its possible role as a determinant of bacterial competition in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.48, p.251-258, 1979.
- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. et al. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**. v.75. p.209-219. 1992.
- SATTER, L.D. e SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal Nutrition**, v.32, n.2, p. 199-208, 1974.
- SHEARER, J.K. Lameness in dairy cattle: laminitis, claw disease, digital dermatitis, and foot rot. **Journal of Dairy Science**, v.79, p. 189, (Supplement). 1996.
- SILVA, D.J e QUEIRÓZ, A.C.; Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, 235 p. 2002.
- STERN, M.D. e HOOVER, W.H. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. **Journal of Animal Science**, v.49, n.6, p.1590-1603, 1979.
- STOKES, S.R. Particle size and ration uniformity: It is important to the cow? In: WESTERN CANADIAN DAIRY SEMINAR, 1997, Alberta. **Proceedings...** Stephenville: Texas A & M University, p. 1-10, 1997.
- SUDWEEKS, E.M., ELY, L.O., MERTENS, D.R. et al. Assessing minimum amounts and form roughages in ruminal diets: roughages value index system. **Journal of Animal Science**, v.53, n.6, p.1406, 1981.
- TIBO, G.C., VALADARES FILHO, S.C., COLEHO DA SILVA, J.F., et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 1. Consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p. 910-920, 2000.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES. 1995, Viçosa. *Anais ...* Viçosa: DZO/UFV, 1995, p.355-388.
- VALADARES FILHO, S.C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos.** Viçosa, MG: UFV, 1985. 148p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1985.
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L. C., SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 3. pH, amônia e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1264-1269, 1997.
- VALADARES, R.F.D., BRODERICK, G., VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa of silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis

- estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n. 12, p. 2686-2696, 1999.
- VAN SOEST ,P.J.; McCAMMON-FELDMAN, B.; CANNAS, A. The feeding and nutrition of small ruminants: application of the Cornell discount system to feeding of dairy goats and sheep. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1998, p. 95-104.
- VAN SOEST , P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A.. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. v,74.p,3583-3597. 1991
- VAN SOEST , P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvallis: O&B Books, 1982. 374p.
- VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v. 24, n. 2, p. 834-843. 1965.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações de ruminantes**. Viçosa, MG: Universidade federal de Viçosa, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

Efeito dos Níveis de Fibra Oriundo de Forragem com Maturidade Avançada sobre o Consumo, a Digestibilidade e Parâmetros Ruminais em Cabras Leiteiras

RESUMO: Objetivou-se estudar o consumo, as digestibilidades totais e parciais, os parâmetros ruminais e os efeitos de enchimento das dietas com vários níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf) com maturidade avançada na dieta de cabras leiteiras não gestantes e não lactantes. Foram distribuídas cinco cabras em um delineamento arranjado em quadrado latino 5 x 5, utilizando diferentes níveis de FDNf, como variável independente. Os níveis utilizados foram 20, 28, 35, 43 e 49 % de FDNf. A forragem utilizada foi feno de capim Tifton (*Cynodon dactylon* (L.) pers.). Os consumos de MS, MO, PB e EL foram influenciados de maneira quadrática pelos níveis de FDNf da rações. O consumo de FDN, nas diversas formas em que este foi expresso, não foi influenciado pelos níveis de FDNf. Da mesma forma o consumo de NDT não foi influenciado pelos níveis de FDNf. As digestibilidades aparentes totais da MS, MO, EE e CNF, foram afetadas de maneira linear decrescente pelos tratamentos. A digestibilidade da FDN foi influenciada de maneira quadrática pelo aumento dos níveis de FDNf. As digestibilidades ruminais da MS, MO, PB, EE e da FDN apresentaram comportamento linear crescente com o aumento dos níveis de FDNf, e as digestibilidades intestinais das mesmas variáveis apresentaram comportamento linear decrescente. O conteúdo de FDN ruminal foi afetado de forma linear com o aumento dos níveis de FDNf das dietas experimentais. O pH e a amônia ruminal foram avaliados pelo método de medidas repetidas no tempo, e foram influenciados pelos níveis de FDNf e pelo tempo de coleta. A taxa de passagem foi influenciada de maneira cúbica pelos níveis de FDNf.

Palavras-chave: caprinos, evacuação ruminal, FDNf, parâmetros digestivos

Effect of Fiber Levels from Forage Advanced Maturity on the Intake, Digestibility and Ruminant Parameters in Goats

Abstract: This work aimed to study the intake, the total and partial digestibility, the ruminal parameters and the effects of the fill the diets with several neutral detergent fiber levels from of the forage (NDFf) with advanced maturity in the diet of dairy goats, non-pregnant and non-lactating. Five goats were allocated in a Latin square 5 x 5, using different NDFf levels as independent variable. The used levels were 20, 28, 35, 43 and 49% of NDFf. The forage was Tifton hay (*Cynodon dactylon* (L.) pers.). The intakes of DM, OM, CP and NE were influenced in a quadratic way by the NDFf levels of the rations. The NDFf levels, did not influence the intake of NDF, in the several forms. In the same way the NDFf levels did not influence the intake of TDN. The total apparent digestibility of DM, OM, EE and NSC were affected in a decreasing linearly. The NDF digestibility was influenced in a quadratic way by the increase of the NDFf levels. The ruminal digestibility of DM, OM, CP, EE and of NDF increased with the increase of the NDFf levels, and the intestinal digestibility of the same variables presented decreasing linearly. The content of ruminal NDF was affected linearly with the increase of the levels of NDFf of the experimental diets. The ruminal pH and the ammonia were available for the method of repeated measures in the time, and they were influenced by the NDFf levels and for the time of collection. The passage rate was influenced in a cubic way by the NDFf levels.

Key words: goats, NDFf, rumen evacuation, ruminal parameters.

Introdução

Embora a qualidade seja ambígua como um termo descritivo quando aplicado à forragem, em ruminantes, ela é correlacionada positivamente com a ingestão voluntária de alimentos e com a digestibilidade. As mudanças químicas e físicas nas forragens resultantes do aumento da maturidade e dos métodos de preservação afetam a digestão e a passagem da digesta pelo rúmen, resultando em aumento do enchimento ruminal, redução da ingestão de matéria seca (MS) e diminuição da produção de leite.

Os determinantes primários da conversão de forragens em produtos animais são: o consumo de matéria seca ou de energia; a digestibilidade e as eficiências de conversão da energia digestível à energia metabolizável e desta a energia líquida (Waldo, 1986). Como componente principal, o consumo de MS assume importante papel nos estudos de nutrição, pois determina a quantidade de nutrientes disponíveis para a produção e manutenção do animal (NRC, 2001).

De todos os nutrientes necessários às exigências nutricionais para manutenção, crescimento e/ou produção dos caprinos, a energia oriunda da degradação ruminal de celulose e hemicelulose constitui a principal contribuição dos volumosos. A extensão da digestão microbiana dos carboidratos no rúmen relaciona-se com a digestibilidade do volumoso e, juntamente com a taxa de digestão desses mesmos carboidratos, irá determinar o valor nutritivo para o ruminante, sob aspectos energético e protéico (Gomide, 1974). Mertens (1994) relatou que o valor nutritivo de um volumoso pode ser avaliado pelas suas digestibilidades e seus teores de proteína bruta e de parede celular, características intimamente correlacionadas com o consumo de matéria seca.

No caso de ruminantes, no que se refere à necessidade de trabalhar com sistemas de produção mais intensiva, em razão da demanda crescente de proteína animal de qualidade pelos seres humanos e da redução de áreas agrárias, a dieta ainda é baseada em quantidades relativamente altas de forragens, ricas em fibra em detergente neutro (FDN). Isto deriva não só do fato desses animais ainda dependerem bastante dos efeitos físicos e fisiológicos da fibra presente, mas também da significativa redução nos custos com a dieta que esses alimentos podem representar dentro do programa de alimentação (Bezerra, 2000).

Considerando que a fibra é menos fermentável que amido e açúcares, é de se esperar que o conteúdo de energia fermentável de uma dieta aumente à medida que se reduz a quantidade de fibra dessa dieta (Allen, 1997). Ocorre que para maximizar a

produção de ruminantes, além de uma densidade adequada de energia, os animais exigem também uma quantidade mínima de fibra para garantir a ruminação e a produção de saliva adequada (Sudweeks et al., 1981), a digestão satisfatória da fibra (Mertens e Loften, 1980) e a manutenção do pH ruminal (Nocek, 1997).

A regulação da ingestão envolve sinais de fome e saciedade que operam por intermédio de vários mecanismos hormonais e neurais para controlar a ingestão voluntária. Quando dietas de alta qualidade são fornecidas, o animal se alimenta para satisfazer sua demanda de energia e a ingestão é limitada pelo potencial genético do animal em utilizar a energia absorvida. Entretanto, quando dietas de baixa qualidade são fornecidas, o animal consome alimento ao nível que corresponde à capacidade do trato digestório. O papel dominante da regulação fisiológica e limitação física na ingestão é modificado por estímulos relacionados com a palatabilidade e o manejo alimentar (Mertens, 1994).

Volumosos de baixa qualidade são importantes fontes de nutrientes utilizadas na alimentação de ruminantes, principalmente nos países subdesenvolvidos. Para otimizar a utilização desses e manter o desempenho animal aceitável, geralmente é desejável aumentar a ingestão e digestão pelo fornecimento de nutrientes suplementares (Köster et al., 1996).

Segundo Van Soest (1994), a digestão pode ser definida como um processo de conversão de macromoléculas dos nutrientes, em compostos mais simples, que podem ser absorvidos a partir do trato gastrintestinal, e medidas de digestibilidade servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo, expressa pelo coeficiente de digestibilidade, que indica a quantidade percentual de cada nutriente do alimento que o animal tem condição de utilizar.

De modo geral, o aumento na proporção de energia da ração (diminuição do FDN) leva à melhoria em sua digestibilidade. Contudo, quando grande quantidade de energia é adicionada à dietas de ruminantes, ocorre aumento na taxa de passagem da digesta pelo rúmen, acarretando menor tempo de colonização da população microbiana e, por conseguinte, diminuição da digestibilidade da fibra em decorrência do aumento nas proporções dos carboidratos prontamente disponíveis e fermentáveis (Ørskov, 2000; Valadares Filho et al., 2000; Mertens, 2001).

Além disso, a excessiva redução dos níveis de fibra nas dietas de ruminantes poderá ser prejudicial à digestibilidade total dos alimentos, visto que a fibra é fundamental para a manutenção das condições ótimas do rúmen, pois altera as

proporções de ácidos graxos voláteis, estimula a mastigação e mantém o pH em níveis adequados para a atividade microbiana que está na faixa de 6,8 e 6,5 (Mertens, 1992, Allen, 1997, Grant e Mertens, 1992).

O pH ruminal está diretamente relacionado com os produtos finais da fermentação e também com a taxa de crescimento dos microrganismos ruminais. Tal fato é demonstrado com o uso de dietas ricas em volumosos, as quais geralmente proporcionam pH ruminal mais elevado, permitindo o crescimento de bactérias celulolíticas (Church, 1988). Segundo Ørskov (1986), o abaixamento do pH ruminal ocorre, principalmente, após a ingestão de alimentos, especialmente concentrados, devido à sua rápida taxa de fermentação. O pH do fluido ruminal pode variar de 6,2 a 7,0 para dietas constituídas exclusivamente de volumosos.

O pH ruminal é influenciado pelo tipo de alimento consumido e sua estabilização é atribuída, em grande parte, à saliva, que possui alto poder tamponante (Owens e Goetsch, 1988, Van Soest 1994). A saliva sofre incremento em seu fluxo, devido ao estímulo da mastigação e ruminação, que resulta de reflexos iniciados por estímulos físicos das partículas grosseiras sobre a parede ruminal (Harfoot, 1981, Hoover e Stokes, 1991).

A redução do pH diminui a digestão da proteína, celulose, hemicelulose e pectina, tendo menor efeito sobre a digestão do amido (Hoover e Stokes, 1991). Estudos *in vitro* indicam que a eficiência de síntese de proteína microbiana pode diminuir quando o pH é menor que 6,0 (Strobel e Russel, 1986). Ørskov (1988) relatou que, em situações de pH abaixo de 6,2, ocorreu redução na digestão da fibra, devido à sensibilidade das bactérias fibrolíticas, e o ponto ótimo da digestão da fibra ocorre em valores de pH entre 6,7 e 7,1.

A amônia é exigida por muitos microrganismos ruminais que fermentam carboidrato, alguns dos quais também requerem e/ou são estimulados por aminoácidos, peptídeos e isoácidos derivados de valina, leucina e isoleucina. O catabolismo de proteínas produz amônia no rúmen. Tal fato aponta o interesse especial, pois pode ocasionar economia de proteína, através da reciclagem, assim como problemas pelo excesso. Dessa forma, é necessário que alguma proteína seja degradada no rúmen para suprir as necessidades de peptídeos e/ou aminoácidos. A disponibilidade de carboidratos estimula o uso de amônia na síntese de aminoácidos e crescimento microbiano (Van Soest, 1994).

A concentração mínima de amônia necessária para manter máxima taxa de crescimento microbiano varia em função da fermentabilidade da dieta. Preston (1986) revelou que concentrações de amônia inferiores a 5mg/dL de fluido ruminal limitam a atividade de bactéria celulolíticas do rúmen, diminuindo a síntese microbiana. No entanto, concentrações mínimas de 23,0 mg/dL, para máxima fermentação ruminal em ovinos recebendo ração concentrada, foram estimadas por Mehrez e Ørskov (1977).

Objetivou-se neste experimento observar o efeito de dietas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem sobre parâmetros digestivos de cabras leiteiras alimentadas com feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) com maturidade avançada.

Material e Métodos

Este ensaio experimental foi realizado nas dependências do setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizadas cinco cabras, primíparas e múltíparas, não-gestantes e não-lactantes com peso corporal médio de $52,18 \pm 10,40$ kg, fistuladas no rúmen. Estas foram confinadas em baias individuais com dimensões de 1,5 x 2,0 m de piso ripado, adaptadas para coleta total de fezes e urina.

Os animais foram arranjos em delineamento experimental em quadrado latino 5 x 5, para avaliar os efeitos de cinco níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf), tendo como base forrageira o Tifton-85 (*Cynodon spp.*) com maturidade avançada. Os níveis de FDNf, 20, 28, 35, 43 e 49%, foram as variáveis utilizadas para caracterizar os tratamentos. Nas formulações das dietas o milho (*Zea mays L.*) constituiu a principal fonte energética e o farelo de soja (*Glicine max L.*) a fonte protéica, complementados com uma mistura mineral balanceada para atender as exigências nutricionais de cabras leiteiras, de acordo com as recomendações do AFRC (1993). As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, com 17% de proteína bruta (PB) na matéria seca. A proporção entre o volumoso e o concentrado variou de acordo com o tratamento, de maneira a se atingir a concentração de FDNf pretendido para as dietas experimentais, as dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas.

A proporção dos ingredientes, a composição dos alimentos e das dietas encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa com base na matéria seca (%)

Alimento	Nível de FDNf				
	20	28	35	43	49
Feno de Tifton – 85	22,53	31,55	40,56	49,57	56,33
Fubá de Milho	50,82	41,56	32,30	23,03	16,09
Farelo de Soja	24,13	24,38	24,63	24,88	25,07
Fosfato Bicálcico	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Calcáreo Calcítico	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Mistura mineral	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Mistura mineral: 0,32% de Sulfato Ferroso; 0,48% de Sulfato de Cobre; 0,71% de sulfato de Manganês; 2,67% de Sulfato de Zinco; 0,02% de Sulfato de Cobalto; 0,0125% de Iodato de Potássio; 0,006; 95,78% de Cloreto de Sódio.

Tabela 2: Composição bromatológica dos alimentos experimentais expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Alimentos				
	Feno de Tifton	Milho	Farelo de soja	Calcáreo calcítico	Fosfato bicalcico
MS	87,38	88,26	88,81	100,00	97,00
MO	94,25	98,28	93,59		
PB	6,47	8,85	49,28		
EE	0,80	4,13	1,30		
Cinzas	5,75	7,72	6,41		
CHOt ¹	86,98	85,30	43,01		
FDN	86,24	12,82	11,27		
FDNc	81,47	12,46	10,27		
FDNcp	75,17	11,61	6,82		
FDA	50,71	1,82	8,81		
CNF ²	0,74	72,48	31,74		
NIDN (%NT) ³	63,59	9,96	7,00		
NIDA (%NT) ⁴	30,94	4,23	2,60		
LigDA ⁵	10,36	1,18	2,09		
NDT (%)	41,89	86,98	79,44		
EL 3x (Mcal/kg) ⁶	0,91	2,01	1,83		
Ca	0,43	0,03	0,3	34,00	22,00
P	0,17	0,30	0,07	0,02	19,30

¹ Carboidratos totais; ² Carboidratos não fibrosos; ³ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ⁵ Lignina em detergente ácido; ⁶ Energia líquida 3 x manutenção.

Tabela 3 - Composição químico- bromatológica das dietas experimentais, expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Nível de FDNf				
	20	28	35	43	49
MS	88,44	88,37	88,29	88,21	88,15
MO	96,28	95,91	95,53	95,16	94,88
PB	17,85	17,73	17,62	17,51	17,42
EE	2,59	2,29	1,98	1,67	1,44
Cinzas	3,72	4,09	4,47	4,84	5,12
CHOt ¹	73,33	73,37	73,42	73,47	73,50
FDN	28,67	35,28	41,89	48,51	53,47
FDA	14,53	18,94	23,36	27,77	31,08
CNF ²	44,66	38,09	31,53	24,96	20,03
NIDN (%NT) ³	21,08	25,91	30,73	35,56	39,18
NIDA (%NT) ⁴	9,75	12,15	14,56	16,96	18,76
LigDA ⁵	3,44	4,27	5,10	5,93	6,55
NDT (%)	72,81	68,73	64,65	60,56	57,50
EL 3x (Mcal/kg) ⁶	1,67	1,57	1,47	1,37	1,29
Ca	0,64	0,68	0,71	0,75	0,78
P	0,31	0,29	0,28	0,27	0,26
FDNf	19,43	27,21	34,98	42,75	48,58

¹ Carboidratos totais, ² Carboidratos não fibrosos, ³ Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ⁵ Lignina em detergente ácido; ⁶ Energia líquida 3 x manutenção.

Cada período experimental teve a duração de 21 dias, sendo 12 de adaptação e ajuste do consumo voluntário e nove dias de coleta de dados. Para avaliação do efeito dos tratamentos foram observadas as seguintes variáveis: consumo voluntário; digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes; a digestibilidade parcial da matéria seca e dos nutrientes; parâmetros ruminais; taxa de passagem de sólidos e fluxo de nutrientes para o omaso.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, as 8 e as 16 horas. Com acesso *ad libitum* às dietas e à água, o consumo voluntário foi calculado pela diferença entre o oferecido e as sobras; para tanto, as sobras foram coletadas diariamente, pesadas e amostradas em 10% do seu peso, durante os nove dias do período de coleta, sendo ajustadas para corresponderem a 10% do total oferecido. Para cada animal constituíram-se amostras compostas de sobras, referentes a cada período experimental, as quais foram congeladas para análises posteriores.

No decorrer dos dias um a cinco do período de coleta, foram efetuadas coletas totais de fezes e urina para determinação da digestibilidade *in vivo* e do balanço de nitrogênio, respectivamente. A urina foi coletada em recipientes plásticos contendo 20 mL de solução de H₂SO₄ 40% (v/v). Fezes e urina, depois de coletadas e pesadas, foram amostradas em alíquotas de 10% e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Para a determinação da concentração de amônia (N-NH₃) e pH no líquido ruminal, foram coletadas amostras do fluido ruminal a cada duas horas durante 24 horas. As amostras de conteúdo ruminal foram coletadas de quatro pontos distintos do rúmen, após prévia homogeneização do conteúdo do interior do rúmen e filtradas em camadas de tecido de algodão. Aproximadamente 150 mL de fluido ruminal filtrado foram utilizados para determinação imediata do pH de cada amostra. Esses valores foram determinados através de leitura direta em potenciômetro digital. Após a determinação do pH foi retirada uma alíquota de 10 mL do fluido ruminal, acrescentando-se 0,1 mL de ácido sulfúrico a 50%, conservando-as congeladas a -10° C, para determinações posteriores de N-NH₃.

As concentrações de amônia nas amostras de líquido ruminal foram determinadas, após descongelamento e centrifugação, mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH), conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

Para determinação da taxa de passagem e do fluxo dos diferentes nutrientes para o omaso, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigerível (FDNi) como indicador interno, conforme adaptação da técnica descrita por Cochran et al. (1986).

Para determinação do indicador interno, a fibra em detergente neutro indigerível (FDNi), foram utilizados sacos de Ankon[®], que foram incubados no rúmen os alimentos, as sobras, as fezes e as digestas do omaso, por 144 horas, tendo o resíduo assumido como indigerível.

O efeito da repleção ruminal e a taxa de passagem foram estimados utilizando-se a técnica da evacuação ruminal, segundo metodologia descrita por Robinson et al. (1987). Para minimizar os efeitos da alimentação, o conteúdo ruminal foi removido às 22 horas (dia sete de coleta), 13 horas (dia oito de coleta) e 4 h (dia nove de coleta), ou seja, uma coleta entre as duas refeições diárias (menor intervalo) e duas coletas no maior intervalo, entre as alimentações da tarde e da manhã seguinte.

Depois de removido, o conteúdo do rúmen foi separado em frações sólida e líquida, com auxílio de tecido de nylon. Estas frações foram pesadas separadamente e, a partir de sua proporção, constituídas amostras representativas do material ruminal. O líquido então foi retornado ao rúmen, seguido da fração sólida. Este material foi levado à estufa de ventilação forçada (65° C) e compostas em igual base seca por cabra em cada período para que se procedessem às análises laboratoriais. A partir desses dados, calculou-se a massa ruminal de diferentes componentes da ração. A taxa de passagem

(kp) foi estimada a partir do quociente entre a massa ruminal e o fluxo omasal diário do indicador (FDNi) (Faichney, 1993).

Para quantificação do fluxo omasal, nos dias 1 a 4 do período de coleta, foram obtidas, através das fistulas ruminais, alíquotas de aproximadamente 150 mL nos seguintes tempos: 24 horas (dia um de coleta); 16 horas (dia dois); 12 horas (dia três) e 08 horas (dia quatro), a partir das quais foram constituídas amostras compostas por animal em cada período experimental na base da matéria seca ao ar (65° C). Nas coletas de digesta omasal utilizou-se um conjunto de dispositivos que consistiram de um kitassato, um tubo coletor e uma bomba a vácuo, conforme procedimentos descritos por Leão (2002).

O fluxo de matéria seca foi calculado como: Fluxo = (CDM /CMO)*100, em que CDM é o consumo diário do marcador e CMO a concentração do marcador na digesta omasal.

A digestibilidade no rúmen e nos intestinos foi calculada através da concentração dos nutrientes e do marcador interno de indigestibilidade no alimento consumido e na digesta omasal pelas expressões. Digestibilidade Ruminal $(n) = 100 - 100 * (\% \text{ indicador na dieta} / \% \text{ indicador na digesta omasal}) * (\% \text{ nutriente na digesta omasal} / \% \text{ nutriente no alimento})$; Digestibilidade Intestinal $(n) = 100 - \text{Digestibilidade Ruminal } (n)$.

No quinto e sexto dia do período de coleta foi coletado 2000 mL de digesta ruminal para isolamento de bactérias ruminais segundo técnica descrita por Cecava et al. (1990), após essas amostras foram secas a 55° C e foram determinados o N-total e N-RNA, conforme as técnicas citadas anteriormente. Foi coletado 2.000 mL de líquido da digesta ruminal sendo: 1.000 mL antes da alimentação e 1.000 mL seis horas após a alimentação, para isolamento de bactérias ruminais (Cecava et al., 1990).

Nos alimentos e rações, determinou-se a composição em MS e nitrogênio total (NT) para estimativa da PB; extrato etéreo (EE), cinzas (CZ) utilizando as técnicas descritas em Silva e Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LigDA) segundo Van Soest et al. (1991); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) segundo técnicas descritas por Licitra et al. (1996). As sobras, a digesta ruminal, omasal e as fezes foram analisadas para determinação de MS, PB, EE, CZ, FDN, FDA e LDA.

A concentração em carboidratos não fibrosos (CNF) foi estimada a partir da equação: $CNF = 100 - (\% PB + \% EE + \% CZ + \% FDN)$, segundo Van Soest et al. (1991).

O valor dos nutrientes digestíveis totais (NDT) em nível de manutenção foi estimado segundo o NRC (2001) utilizando a equação:

$$NDT = PBD + CNFD + FDND + AGD \times 2,25 - 7$$

em que $PBD = PB * \text{Exp}[-1,2 * PIDA/PB]$ para volumosos;

$PBD = [1 - (0,4 * PIDA/PB)] * PB$ para concentrados;

$CNFD = 0,98 * CNF$;

$FDND = 0,75 * (FDNp - LDA) * [1 - (LDA/FDNp)^{0,667}]$;

$AGD = EE - 1$; e 7, refere-se ao NDT metabólico fecal,

onde, PBD, representa a PB verdadeiramente digestível; CNFD representa os carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; FDND, representa o FDN digestível; AGD, representa os ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; LDA, representa a lignina. A conversão de NDT para EL foi feita utilizando-se a equação: $EL3x \text{ (Mcal/kg)} = 0,0245 * NDT (\%) - 0,12$ (NRC, 2001).

Para a quantificação do valor de energia das dietas, utilizou-se os dados da digestibilidade aparente obtidos no experimento, aplicando-se a equação: $NDT (\%) = dCNF + dPB + (dEE * 2,25) + dFDN$, em que “d” representa a digestibilidade aparente dos diferentes componentes. Para conversão dos valores de NDT para energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED) foram utilizadas as equações descritas a seguir, sugeridas pelo NRC (2001):

$EM \text{ (Mcal/kg)} = 1,01 * ED \text{ (Mcal/kg)} - 0,45$;

$ED \text{ (Mcal/kg)} = 0,04409 * NDT (\%)$

Os dados submetidos à análise de variância foram desdobrados quanto ao efeito de tratamento nos componentes de regressões polinomiais, sendo que o nível de FDNf constitui-se na variável independente.

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 1999). A análise dos dados foi feita utilizando o procedimento GLM e os efeitos dos tratamentos, avaliados em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o teste F.

Os dados referentes aos valores de pH e as concentrações de amônia no líquido ruminal foram analisados conforme descrito, foram, porém adicionados do fator medidas repetidas no tempo, referentes aos diversos momentos de coleta. Tal análise foi realizada utilizando-se o comando “repeated” gerado pelo procedimento do módulo GLM (PROC GLM do SAS).

Resultados e Discussão

Os resultados referentes aos consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida (EL) são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Efeito do nível de FDNf sobre o consumo de matéria seca e nutrientes

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
CMS (Kg.d ⁻¹) ¹	Y = 0,30 + 0,07 x - 0,0012 x ^{2*}	0,88	24,96
CMS (%PV)	Y = 0,93 + 0,11x - 0,0019 x ^{2*}	0,87	20,78
CMS (g.(kgPV ^{0,75}) ⁻¹)	Y = 97,96 - 0,066 x [*]	0,62	21,64
CMO (kg.d ⁻¹) ²	Y = 0,34+ 0,059 x - 0,001x ^{2*}	0,87	25,02
CPB (kg.d ⁻¹) ³	Y = 0,036 + 0,016x - 0,00027 x ^{2*}	0,72	26,30
CEE (g.d ⁻¹) ⁴	Y = 52,11 - 0,71 x ^{***}	0,90	22,88
CFDN (kg.d ⁻¹) ⁵	Y = 0,40	--	22,87
CFDN (%PV)	Y = 0,79	--	21,64
CCNF (kg.d ⁻¹) ⁶	Y = 0,76 - 0,010 x ^{**}	0,78	30,15
CNDT (kg.d ⁻¹) ⁷	Y = 0,85	--	23,79
CEL (Mcal.d ⁻¹) ⁸	Y = -0,36 + 0,21x - 0,0037 x ^{2**}	0,90	23,16

¹ Consumo de matéria seca; ² Consumo de matéria orgânica; ³ Consumo de proteína bruta; ⁴ Consumo de extrato etéreo; ⁵ Consumo de Fibra em detergente neutro; ⁶ Consumo de carboidratos não fibrosos; ⁷ Consumo de NDT 3x a manutenção; ⁸ Consumo de energia líquida 3x a manutenção; * P<0,05; ** P<0,01 *** P<0,0001.

O aumento dos níveis de FDNf resultou em resposta quadrática do consumo de MS, expresso em kg.dia⁻¹, % do PV e em função do peso metabólico; do consumo de MO e do consumo de CPB e de EL. O consumo de CNF e de EE foram influenciados de maneira linear decrescente pelos tratamentos. Os consumos de FDN, expresso em kg.dia⁻¹ e % PV, e de NDT, não foram influenciados pelos níveis de FDNf das rações experimentais.

Os resultados deste trabalho assemelham-se aos de Branco (2005), que trabalharam com níveis de FDN oriundo de forrageiras de maturidade avançada para cabras em lactação, e observou comportamento quadrático para os consumos de MS,

MO e EL (Mcal.dia⁻¹), com o aumento dos níveis de FDNf nas dietas. Isto corrobora com Van Soest (1982), o qual enfatiza que a natureza quadrática entre o consumo de MS e o teor de FDN das dietas pode ser visto como um indicativo do ponto de transição existente entre os mecanismos físicos e fisiológicos que controlam o consumo. O ponto de transição observado neste trabalho foi dado com o nível de 28% de FDNf na ração.

Os valores de consumo de MS, expresso em kg.dia⁻¹ e % PV, observados neste experimento são superiores aos relatados por Branco (2005) e por Cerrilo et al. (1999), os quais trabalharam com variações nos níveis de FDN na dieta de cabras não-gestantes e não-lactantes.

O consumo de PB, expresso em kg.dia⁻¹, foi influenciado de maneira quadrática (P<0,05) com o aumento dos níveis de FDNf. Esse comportamento pode ser atribuído ao consumo de MS, já que as dietas foram formuladas para serem isoprotéicas. Quando foi avaliado o consumo de EE, foi verificada redução linear (P<,0001), isso se deve ao fato da diminuição do consumo e também a menor participação deste nutriente nas dietas experimentais, com maior teor de FDNf, e conseqüentemente menor participação de concentrado.

Mesmo com o aumento dos níveis de fibra nas rações, este não influenciou o consumo de FDN (Figura 1). Isso denota que, os animais ingeriram até uma capacidade máxima de FDN, e esta provavelmente, regulou a ingestão voluntária pela limitação física do trato digestório. Resende (1994), trabalhando com variações dos níveis de FDN para dietas de bovinos, utilizando volumoso de baixa qualidade, similar ao que foi utilizado neste experimento, verificou que houve efeito do nível da ração sobre a ingestão de MS, MO e energia digestível, porém não houve diferenças quanto à ingestão de FDN da ração, o que mostra, segundo o autor, que possivelmente os animais não atingiram capacidade máxima de ingestão de energia, sendo a ingestão regulada pelo controle físico. Ávila (1989), trabalhando com rações contendo níveis crescentes de FDN (49,5 a 77,6% de FDN na MS da ração), observou efeito linear sobre a ingestão de MS da dieta, concluindo que o fator limitante na ingestão foi o nível de FDN na ração e aumentos na ingestão de MS só foram possíveis quando houve decréscimo na quantidade de FDN da ração.

A forte correlação entre a FDN e a fase de regulação física do consumo se dá principalmente em virtude do alto volume ocupado pela fração fibrosa da parede celular das forragens (Mertens, 1994), bem como às suas características de baixa densidade e de degradação mais lenta quando comparada ao conteúdo celular (Van Soest, 1994;

NRC, 2001). A distensão no compartimento rúmen-reticular provocada pela repleção estimula receptores na camada muscular localizados, principalmente, em nível de retículo e saco cranial (Allen, 1996), em que mecanoreceptores são excitados por estímulos mecânicos e químicos e tensoreceptores que respondem a distensão (Allen, 2000), estimulando o final do período de alimentação.

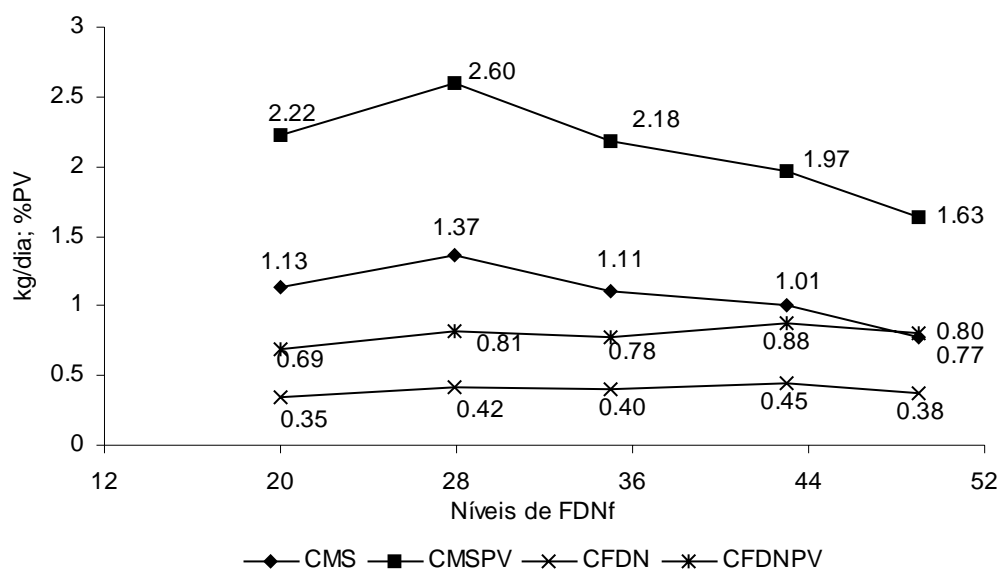


Figura 1 – Ingestão de matéria seca (CMS) e de fibra em detergente neutro (CFDN), em $\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}$ e %PV, em função do nível de FDN da ração.

Os menores consumos foram observados quando foi fornecido alto teor de FDNf na ração. A importância da FDN como determinante na restrição da ingestão voluntária foi demonstrada por Mertens (1973), citado por Van Soest (1982), o qual, trabalhando com 187 forrageiras, estabeleceu a hipótese de que a FDN é limitante da capacidade do rúmen, comparando a relação entre a ingestão da fração fibrosa da parede celular com o seu conteúdo nas forrageiras utilizadas. O referido autor concluiu que, se a fibra é limitante da ingestão, o animal terá uma ingestão máxima constante.

Constam da Tabela 5 os efeitos das variações nos níveis de FDNf nas rações, sobre os valores referentes aos coeficientes de digestibilidade total e parcial da MS e dos nutrientes.

Tabela 5 – Digestibilidades aparente totais e parciais da matéria seca e nutrientes em função dos níveis de FDNf da dieta

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
Digestibilidade Total			
DMS (%)	$Y = 83,80 - 0,16x^*$	0,72	4,01
DMO (%)	$Y = 84,63 - 0,15x^*$	0,71	3,69
DPB (%)	$Y = 84,29$	--	3,32
DEE (%)	$Y = 96,98 - 0,31x^{**}$	0,93	6,53
DFDN (%)	$Y = 98,25 - 2,04x + 0,032x^2^*$	0,90	23,16
DCNF (%)	$Y = 93,24 - 0,11x^*$	0,57	2,68
Digestibilidade Ruminal			
DRMS (%)	$Y = 64,31 + 0,38x^{**}$	0,83	6,89
DRMO (%)	$Y = 69,38 + 0,33x^{**}$	0,84	2,71
DRPB (%)	$Y = 51,60 + 0,57x^{**}$	0,84	10,77
DREE (%)	$Y = 11,11 + 0,96x^{**}$	0,74	29,88
DRFDN (%)	$Y = 65,19 + 0,44x^{**}$	0,99	5,90
DRCNF (%)	$Y = 102,95 - 1,19x + 0,019x^2^*$	0,86	3,84
Digestibilidade Intestinal			
DIMS (%)	$Y = 35,69 - 0,38x^{**}$	0,83	35,16
DIMO (%)	$Y = 30,62 - 0,33x^{**}$	0,84	35,25
DIPB (%)	$Y = 48,40 - 0,57x^{**}$	0,84	39,56
DIEE (%)	$Y = 88,88 - 0,96x^{**}$	0,74	38,04
DIFDN (%)	$Y = 34,81 - 0,44x^{**}$	0,99	37,86
DICNF (%)	$Y = -2,95 + 1,19x - 0,019x^2^*$	0,86	37,36

* P<0,05; **P<0,01

As análises de regressão dos coeficientes totais de digestibilidade da MS, MO, EE e dos CNF, revelaram que houve redução linear do teor de FDNf sobre os coeficientes de digestibilidade das variáveis estudadas. Já o coeficiente de digestibilidade da FDN, apresentou comportamento quadrático, com o aumento dos níveis de FDN da ração. Entretanto, o coeficiente de digestibilidade da proteína não sofreu influência dos tratamentos experimentais, apresentando média de 84,29%. Da mesma forma Ítavo et al. (2002) não encontraram efeito do nível de FDN sobre o coeficiente de digestibilidade da PB, com média de 78,17%. Porém, observaram efeito linear para os coeficientes de MS, MO e carboidratos totais.

Segundo Valadares Filho (1985), carboidratos não-estruturais possuem coeficiente de digestibilidade aparente total acima de 90% e carboidratos estruturais próximos de 50%, o que reflete na maior digestão da MS nas rações com menores teores de carboidratos estruturais (maior teor de concentrado). Rode et al. (1985) obtiveram conclusão semelhante, ao utilizarem diferentes níveis de concentrado na dieta,

observando que a digestibilidade da MS e da MO aumentou, à medida que se diminuiu a fibra da dieta, provavelmente em virtude da redução de carboidratos estruturais e do incremento no teor de carboidratos não-estruturais na dieta.

O efeito linear crescente dos coeficientes de digestibilidade aparente da MS e MO, com a diminuição dos níveis de FDNf, foi relatado de forma similar para MS e MO por Carvalho (2002), Santini et al. (1992), os quais testaram níveis crescentes de FDN nas dietas de cabras em lactação, e por Carvalho et al. (1997) e Araújo et al. (1998), que testaram diferentes níveis de concentrados nas dietas de bovinos.

Vários estudos têm sido conduzidos para discutir para discutir os efeitos na digestibilidade total e parcial dos nutrientes influenciados por diferentes níveis de fibra na dieta. Duckworth (1946) estudou a influência da fibra sobre a digestibilidade das forragens, verificando que o conteúdo de fibra na dieta foi o maior depressor da digestibilidade. A cada aumento de 1% no conteúdo de fibra, ocorria uma queda de 0,9 a 0,5% na digestibilidade para taurinos e zebuínos, infelizmente para a espécie caprina não temos dados relatados. Neste experimento foi observado reduções da ordem de 0,34% na digestibilidade aparente total da MS com o aumento de 1% de FDNf na dieta.

Dutra (1996), trabalhando com dieta de alta e baixa fibra (57,2 e 38,7% de FDN), encontrou maiores coeficientes de digestibilidade aparente total para MS e MO para dietas com baixa fibra (52,2 vs 38,7 e 54,7 vs 42,0%), respectivamente, atribuindo essa diferença ao maior teor de carboidratos totais digestíveis em relação aos carboidratos estruturais. Esse autor concluiu que o fato de os carboidratos totais digestíveis possuírem coeficiente de digestibilidade aparente total acima de 90% e os carboidratos estruturais próximos de 50%, explicam a maior digestão da matéria seca de rações com menores teores de carboidratos.

Alimentos fibrosos (forragens) usualmente têm baixos ou médios coeficientes de digestibilidade. Porém a digestibilidade aparente de forragens de baixo valor nutritivo, vista de modo isolado, às vezes, apresenta valores acima do esperado, como neste experimento, mas ao trazer ao contexto o baixo consumo voluntário e/ou a cinética digestiva, pode-se justificar o baixo desempenho animal.

As equações de regressão e coeficientes de determinação da digestibilidade aparente de MS, MO, PB, EE, FDN e CNF, no rúmen e nos intestinos podem ser observados na Tabela 5. Os coeficientes de digestibilidade ruminal da MS, MO, PB, EE e da FDN tiveram aumentos lineares ($P < 0,01$) com a variação dos níveis de FDNf das

rações, enquanto que, a digestibilidade ruminal dos CNF apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$) em função dos níveis de FDNf .

Os coeficientes de digestibilidade ruminal da MS e da MO, aumentaram linearmente ($P < 0,01$), com o aumento dos níveis de FDNf, o que pode ser atribuído ao aumento do pH ruminal, o que possivelmente acarreta melhoras na digestão da fibra. Estes resultados estão de acordo com os observados por Ítavo et al. (2002) e Tibo et al. (1997), que trabalhando com variações no nível de FDN na dieta de novilhos, verificaram redução na digestão ruminal, à medida que substituíram volumosos por concentrados.

Dias et al. (2000) encontraram que a digestibilidade ruminal da MS, não foi influenciada pelos níveis de FDN da dieta, apresentando valores médios de 57,48%. Valadares Filho (1985), avaliando a digestibilidade ruminal da MS, utilizando 40 e 60% de concentrado na dieta de novilhos, observou maior valor (56,6%) para o nível mais alto de concentrado.

Com relação à digestibilidade da PB e do EE, resultados contraditórios foram observados por Dias et al. (2000), ao variar os níveis de concentrado na dieta de bovinos, estes observaram valores negativos para a digestibilidade da PB, demonstrando que não houve perdas de nitrogênio na forma de amônia, o que segundo Ladeira (1998), pode ser um indicativo da deficiência de proteína. Porém Ítavo et al. (2002) e Okamoto et al. (1985) não observaram efeito do nível de concentrado sobre a digestibilidade aparente da PB e EE. Já, valores negativos para os coeficientes da digestibilidade aparente do EE no rúmen, o que não foi observado neste experimento, pode ser um indicativo da existência de síntese de lipídios microbianos.

A digestibilidade ruminal da FDN apresentou comportamento linear crescente, com o aumento dos níveis de FDN na dieta, o que indica que a quantidade crescente de fibra na dieta influenciou a digestão da fibra das rações, provavelmente devido às variações no pH. Ladeira et al. (1999) apresentaram resultados semelhantes de aumento da digestibilidade da FDN com a diminuição do teor de concentrado da dieta.

As digestibilidades da MS e dos nutrientes no intestino delgado foram influenciados de maneira linear decrescente, com a inclusão de maiores níveis de FDNf na dieta, com exceção da digestibilidade dos CNF, que apresentou comportamento quadrático com a variação dos níveis de FDNf nas dietas.

Dias et al. (2000) encontraram comportamento quadrático para a digestibilidade da MS no intestino delgado, a exemplo do constatado por Ítavo et al. (2002). Por sua

vez, Berchielli (1994), Bürger et al. (2000) e Tibo et al. (2000) não verificaram efeito do nível de concentrado sobre a digestão intestinal da MS. Já Ladeira et al. (1999) observaram aumentos lineares da digestibilidade da MS e MO, em função dos níveis de concentrado das dietas, similar ao que foi verificado neste experimento. A digestibilidade da MO, apresentou redução linear, concordando com os resultados de Tibo et al. (2000).

Com relação a digestibilidade intestinal da PB, está de acordo com Ladeira et al. (1999) e Dias et al. (2000) que encontraram efeito do nível de concentrado sobre a digestibilidade intestinal da PB apresentando diminuições lineares com o aumento do FDN da dieta. Entretanto, Carvalho (1996) e Cardoso et al. (2000), não encontraram diferenças na digestibilidade intestinal da PB, ao variarem os níveis de concentrado na dieta de bovinos. Os valores observados neste experimento são inferiores ao valor citado pelo NRC (2001) para digestão de compostos nitrogenados, esse valor varia de 80 a 85%.

A digestibilidade da FDN no intestino delgado reduziu linearmente com o aumento dos níveis de fibra na dieta, resultados similares foram encontrados por Bürger et al. (2000), estudando consumo e digestibilidades parciais em bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado.

Na Tabela 6, são apresentados os efeitos dos níveis de FDNf sobre o conteúdo ruminal, a massa ruminal da MS e nutrientes.

Tabela 6 – Efeito dos níveis de FDNf sobre a massa ruminal média dos animais

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
Sólidos (kg)	Y = 2,08	--	26,93
Líquido (kg)	Y = 3,05	--	17,49
Total conteúdo (kg)	Y = 5,12	--	12,78
MS ruminal (g)	Y = 534,90	--	16,14
MO ruminal (g)	Y = 473,04	--	18,01
PB ruminal (g)	Y = 91,38	--	37,09
EE ruminal (g)	Y = 18,87 – 0,40x**	0,70	25,82
FDN ruminal (g)	Y = 230,25 + 2,24x*	0,78	17,97
CNF ruminal (g)	Y = 124,59– 1,68 x**	0,86	28,58

* P<0,05; **P<0,01

Os níveis de FDNf das rações utilizadas neste experimento não influenciaram a quantidade de sólidos, líquidos e o conteúdo total presente no rúmen. As quantidades de MS, MO e PB ruminal também não foram influenciadas pelas variações dietéticas.

Quando foram avaliados os conteúdos de EE, FDN e CNF ruminal, foram detectados efeitos lineares negativos dos níveis de FDNf.

Na Figura 2, são observados os conteúdos de MS, MO, FDN e CNF ruminal. Os maiores conteúdos de MS e MO foram observados com 28% de FDNf seguindo o mesmo comportamento do consumo (Figura 1), porém quando foram avaliadas as equações de regressão não foram encontrados efeitos para os conteúdos ruminais de MS e MO com a variação dos níveis de FDNf.

Conforme Pond et al. (1988) e Guimarães et al. (2000), o limite físico do rúmen pode ser medido a partir de evacuações ruminais totais do rúmen, tendo como o principal determinante o conteúdo de FDN no rúmen. De acordo com Llamas-Lamas e Combs (1990), que trabalharam com dietas para vacas em lactação à base de alfafa com diferentes maturidades, a concentração de FDN do conteúdo ruminal, se equipara aos valores de FDN da dieta, sendo o melhor indicativo do enchimento ruminal. O que não se observa neste experimento, já que a concentração de FDN ruminal, em relação à matéria seca ruminal não representa o teor de FDN da dieta, pois neste trabalho foi observado variações nos valores, de 42,70 a 57,63 %, para os níveis de 20 e 43 % de FDNf respectivamente. Diferente do observado por Branco (2005), ao avaliar dietas com variações nas concentrações de FDNf, onde observou que a concentração ruminal manteve-se praticamente constante, variando de 45,8 a 47,8% em relação a MS ruminal. O que nos permite inferir que neste trabalho houve uma acomodação da fibra, com o aumento das concentrações de FDNf das dietas.

No presente trabalho foi observado um efeito fisiológico de regulação de consumo nos animais que receberam as dietas experimentais com menores teores de FDNf e maiores teores de concentrado, estes maiores consumos foram observados com 28% de FDNf na dieta total, após esse nível houve uma redução no consumo, sugerindo que, dietas com níveis superiores a 28% de FDNf, com forragens com maturidade avançada, regularia o consumo pelo enchimento físico. Quando foi avaliado o conteúdo ruminal, foi observado (Figura 2) que o conteúdo de MS do rúmen, reflete a maior ingestão de MS ocorrida pelos animais, e que o conteúdo de FDN varia sugerindo que neste caso, houve uma acomodação da fibra.

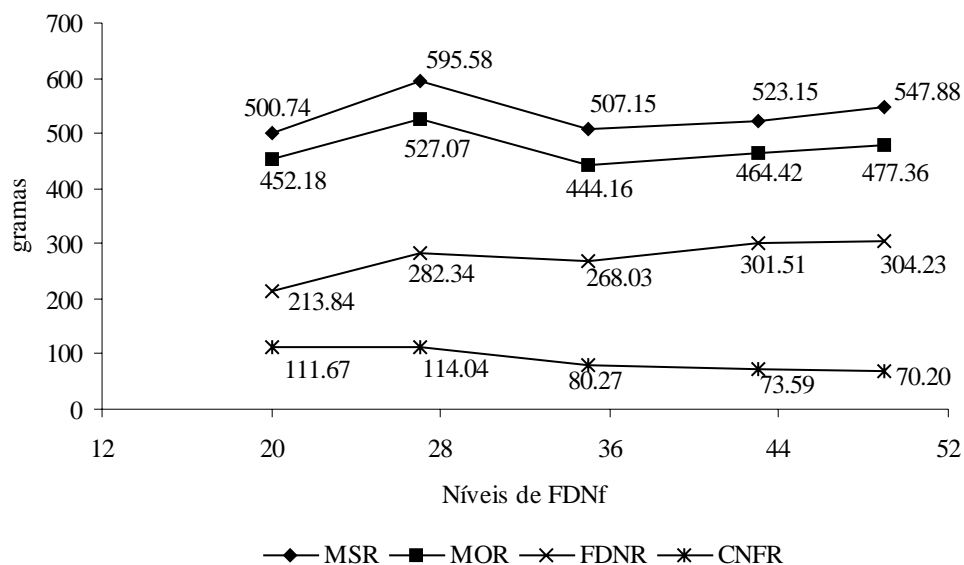


Figura 2 – Efeito dos níveis de FDNf sobre a massa ruminal de MS, MO, FDN e CNF.

Alimentos que fermentam e passam mais rapidamente através do rúmen, acredita-se que sejam passíveis de causar menos efeito de enchimento, devido as menores ocupações de espaço dentro do rúmen por um menor tempo. A fração de lenta fermentação, fração fibrosa dos alimentos, mensurada como FDN, tem sido implicada como o componente responsável pelo enchimento ruminal (Dado e Allen, 1995). Dietas com alto conteúdo de FDN têm proporcionado maiores enchimentos ruminiais e menores ingestões de matéria seca.

De acordo com Mertens (1988), a FDN ruminal é considerada ser o componente mais associado com as propriedades de ocupação de espaço da digesta ruminal, porque ela representa o conteúdo de parede celular e implica que os conteúdos solúveis em detergente neutro não ocupam espaço/ volume. Segundo Dado e Allen (1995), o conteúdo de FDN da massa ruminal pode não representar completamente as propriedades de enchimento da digesta ruminal, mas representam com exatidão as propriedades de enchimento da dieta. E ainda, enfatizam que um modelo conceitual de ingestão de FDN e MS influenciado pelo enchimento ruminal pode ser proposto para dietas nas quais existem variações no conteúdo de FDN e que a ingestão de dietas com baixo conteúdo de FDN não são limitadas pela capacidade ruminal. Com o aumento do conteúdo de FDN, a ingestão de FDN, o volume ruminal, e a taxa de remoção da digesta, aumentam até que o volume e as taxas sejam máximos.

O efeito dos níveis de FDNf sobre os parâmetros ruminais são apresentados na Tabela 7.

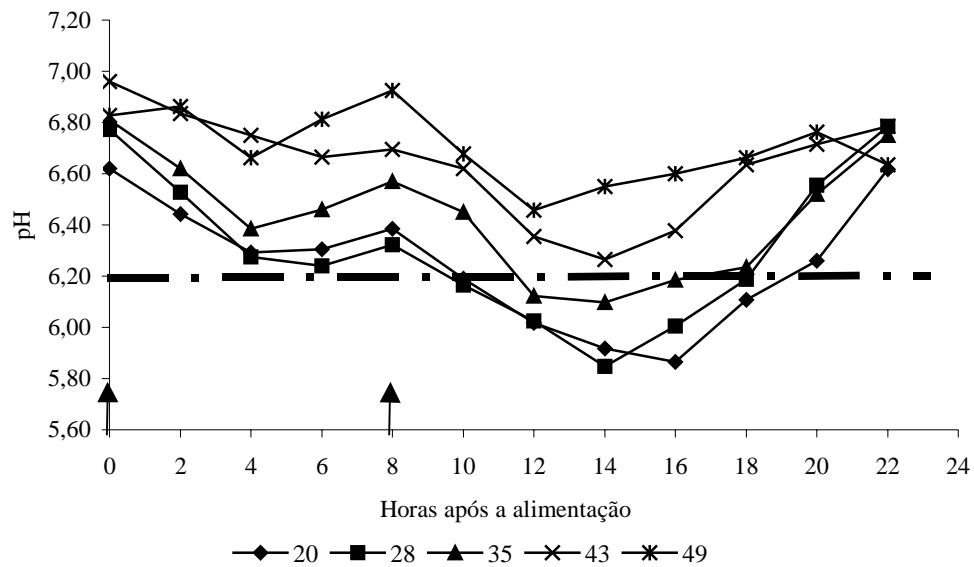
Tabela 7 – Efeito dos níveis de FDNf (x) e dos tempos de coleta após a alimentação (h) sobre o pH, a concentração de amônia ruminal e a taxa de passagem

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
PH	$Y = 7,53 - 0,11 x + 0,0037 x^2 - 0,000033 x^3 - 0,016 h - 0,0053h^2 + 0,00027h^3$ ***	0,52	4,72
N-NH ₃ (mg/dL)	$Y = 26,93 - 0,021x - 0,25 h$ **	0,36	35,18
Kp (% h ⁻¹)	$Y = 0,26 - 0,020 x + 0,00061 x^2 - 0,0000059x^3$ *	0,88	19,72

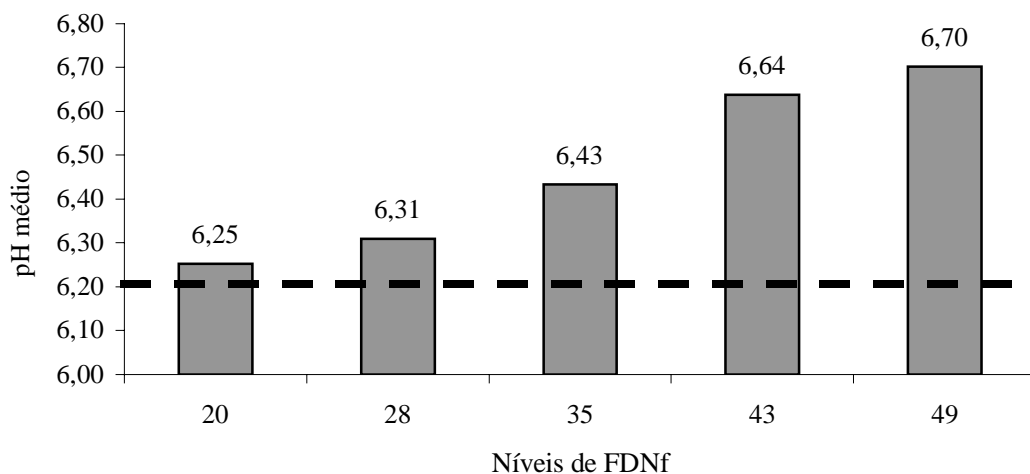
* P<0,05; ** P<0,01 *** P<0,0001.

O pH ruminal foi influenciado de maneira cúbica (P<0,0001) pelos níveis de FDNf das dietas experimentais e pelas horas após a alimentação. A concentração de amônia ruminal, expressa em mg/dL foi afetada, (P<0,01) pelos níveis de FDNf e pelos tempos de coleta, ou seja horas após a alimentação. A variação nos níveis de FDN oriundo da forragem afetou de maneira cúbica a taxa de passagem, com pontos críticos de mínimo e máximo (3,2 e 4,4 %·h⁻¹) obtidos com os níveis de 49 e 28%, respectivamente.

A resposta do pH às dietas, como observada na Figura 3, segue os padrões de resposta para cabras alimentadas com diferentes níveis de FDNf, verificando-se pH mínimo de 5,85, com a dieta de 28% de FDNf e 14 horas após a alimentação, encontrando-se esse valor, acima da faixa de 5,5 –5,0, abaixo da qual a digestão da fibra pode ser inibida (Hoover, 1986). Semelhante ao observado por Branco (2005), o padrão da curva do comportamento do pH ruminal mantêm-se em queda nos horários noturnos, onde se sabe que este fato é influenciado pelo comportamento dos animais, pois neste período de acordo com Carvalho (2002), as cabras permanecem em ócio, diminuindo a ruminação e conseqüentemente havendo reduções nos padrões de pH ruminal.



(a)



(b)

Figura 3 – Efeito dos níveis de FDNf sobre o comportamento do pH ruminal (a) e a média de pH entre os tratamentos (b).

O pH ruminal é influenciado pelo tipo de alimentação consumida e sua estabilização é devida em grande parte à saliva, que possui alto poder tamponante. A propriedade da mucosa do rúmen de absorver mais rapidamente os ácidos livres que os combinados, resultantes da fermentação, representa outro fator que contribui para impedir a acidificação do meio, a qual influenciará negativamente as atividades dos microrganismos (Coelho da Silva e Leão, 1979). As bactérias do rúmen são adaptadas

para se desenvolverem em um meio de pH de 5,5 a 7,0 (Coelho da Silva e Leão, 1979 e Hoover e Stokes, 1991). Segundo Church (1988), o pH ruminal exerce importante efeito na determinação da concentração de amônia ruminal.

Em situações de pH abaixo de 6,2, ocorrerá redução da digestão da fibra, já que as bactérias celulolíticas são sensíveis a pH inferior a este valor (Ørskov, 1988; Cecava et al., 1990), ocorrendo na faixa de 6,7 a 7,1 o ponto ótimo para a digestão da fibra. Um pH reduzido diminui a digestão de proteínas, celulose, hemicelulose e pectinas, tendo menor efeito na digestão do amido, enquanto pH na faixa de 6,5 a 5,5 também causa decréscimo na eficiência microbiana (Hoover e Stokes, 1991).

Shiver et al. (1986), trabalhando com rações contendo 65% de concentrado e 35% de forragem, obtiveram resultados de redução na digestibilidade da MO, da FDN e do N em pH 5,8, enquanto que em pH de 6,2 ocorreu marcadamente aumento na digestibilidade da MO, da FDN e dos compostos nitrogenados. Para pH variando de 6,2 a 7,0, o aumento na digestibilidade desses nutrientes foi pouco significativo. A atividade celulolítica decresceu marcadamente quando o pH foi reduzido de 6,5 para 5,5.

Cecava et al. (1990), encontraram valores médios de pH de 6,46 e 5,71 para rações com alta e baixa fibra, respectivamente. Valores esses inferiores aos obtidos neste experimento, que foram de 6,25 e 6,70 (Figura 3 (b)). Além do teor de carboidratos não-estruturais, do teor de fibra efetiva da dieta, que estimula a atividade de ruminação, o poder tamponante da fibra também é um dos fatores que influencia grandemente o pH ruminal.

De acordo com Pitt et al. (1996) a predição do pH ruminal depende da taxa e remoção de cada ácido graxo volátil (AGV) gerado na fermentação, da produção de saliva e conseqüente tamponamento ruminal e do poder tamponante da fibra fornecida. Van Soest et al. (1991) explicaram que o poder tamponante é relacionado à capacidade de troca de cátions da fibra, sendo esta habilidade de se ligar a íons metálicos à semelhança do que ocorre no solo com as argilas. Este fenômeno faz com que a fibra funcione como um banco de cátions (K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Na^{++}), a ser mobilizado quando o pH cair e a concentração dos íons H^+ aumentar no ambiente ruminal. Quando isto ocorre, o hidrogênio toma o lugar dos cátions, evitando a queda de pH que seria evidente caso permanecesse em solução, havendo liberação dos cátions no rúmen. Quando o pH sobe novamente, os íons H^+ são liberados e o banco de cátions é recarregado, servindo como um agente tamponante natural.

Para Allen (1996) o poder tamponante varia bastante entre os alimentos. Em geral grãos de cereais têm baixo poder tamponante, alimentos com teores reduzidos de proteína e gramíneas têm valor intermediário e leguminosas e alimentos com alto teor de proteína apresentam elevado poder tamponante. Entre as forragens, a maturidade fisiológica tende a aumentar o poder tamponante, segundo Van Soest (1994), possivelmente pelo aumento do teor de lignina das forragens com maturidade avançada.

Na Figura 4, pode-se observar as concentrações de amônia ruminal, sendo que em todas as dietas experimentais foram obtidos valores acima a 5 mg/dL, nível considerado por Satter e Slyter (1974), como mínimo para manter as funções normais do rúmen.

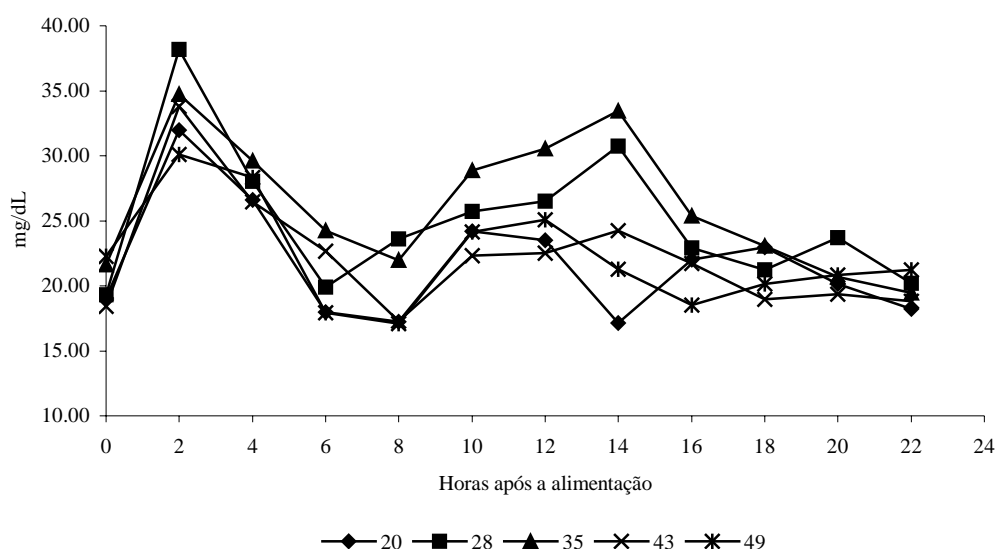


Figura 4 – Efeito dos níveis de FDNf sobre a concentração de amônia ruminal, expressa em mg/dL.

Com a variação dos níveis de FDNf das dietas experimentais, foi observado efeito dos níveis e dos tempos após a alimentação, havendo picos de concentração de amônia ruminal duas a quatro horas após a alimentação da manhã (tempo 0) e duas a seis horas após a alimentação da tarde (tempo 8). Foram observadas concentrações máximas de 38,17mg/dL de líquido ruminal com 28% de FDNf.

Relacionando os resultados aqui observados da concentração de amônia ruminal, com aqueles de pH anteriormente discorrido, verifica-se que houve um sincronismo entre os horários de maior pH e menor concentração de amônia ruminal. Isto sugere que

existe uma relação entre os picos de amônia ruminal e a diminuição do pH. A amônia é absorvida por meio da parede do rúmen, estritamente por difusão passiva, e a quantidade absorvida está positivamente relacionada às concentrações ruminais de amônia e ao pH. A amônia livre difunde, mais rapidamente que o NH_4^+ , conseqüentemente, maiores taxas de absorção ocorrem com maior pH, em virtude da maior concentração de NH_3 livre. Taxas de transporte de NH_3 , por meio da parede do rúmen, por exemplo, são três vezes maiores para pH 6,5 que para 4,5 (Church, 1988; Forbes e France, 1993).

Os níveis de amônia no rúmen são importantes na síntese de proteína microbiana. Satter e Slyter (1974) afirmaram que a concentração mínima de amônia ruminal deve ser da ordem de 5mg/dL de líquido ruminal para que a mesma não limite a fermentação microbiana, enquanto que para se atingir o máximo de síntese microbiana Mehrez et al. (1977) preconizaram a concentração de 23 mg/dL. Por outro lado, Boniface et al. (1987), citados por Morrison e Mackie (1996), afirmaram que em bovinos consumindo forragem de baixa qualidade, a concentração de amônia que propicie maximização da degradação da fibra, parece ser menor que aquela que maximiza a síntese de proteína microbiana e a ingestão de alimentos.

A taxa de passagem dos alimentos foi afetada de maneira cúbica ($P < 0,05$) pelos tratamentos. Dos aspectos intrínsecos, o tamanho da partícula, a densidade e a hidratação das partículas afetam a taxa de passagem (Welch, 1986), bem como as características anatômicas, morfológicas e químicas da planta (Mertens, 1993). Dentre os aspectos da dieta que afetam a taxa de passagem, sem dúvida o mais importante é o nível de consumo. Hoover (1986) citou que a elevação da ingestão acelera a passagem de nutrientes e reduz a digestibilidade das frações mais lentamente digeridas. Por outro lado, a alta taxa de passagem pode aumentar a eficiência de fermentação ao diminuir os gastos de manutenção das bactérias e a reciclagem microbiana no rúmen, disponibilizando maior quantidade de N e energia para o crescimento microbiano. Dentro disto, Feng et al. (1993) obtiveram maior eficiência de fermentação, expressa em termos de síntese microbiana/dia ou N microbiano por kg de matéria orgânica digerida em dietas com taxas de passagem de sólidos e líquidos mais elevadas.

A composição da dieta no que se refere à proporção entre volumosos e concentrados também afeta a taxa de passagem. De forma geral, o aumento do teor de volumosos, refletindo no aumento do teor de FDN da dieta, eleva a taxa de passagem de sólidos (Poore et al., 1990; Okine e Mathison, 1991). Isto ocorre pelo estímulo da fibra

a motilidade ruminal e ao trato digestivo inferior, auxiliando na movimentação da digesta. Há ainda aumento de ruminação e produção de saliva que, por sua vez, ajuda a empurrar a digesta para o abomaso. Por outro lado, o fornecimento de maior quantidade de fibra melhora a consistência da camada de fibra na superfície ruminal, prendendo partículas menores, notadamente de concentrados que, de outra forma, passariam mais rapidamente para o trato inferior.

As respostas para o fluxo de nitrogênio microbiano para o omaso e eficiência de síntese microbiana em relação aos teores de FDNf das dietas, estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Efeito dos níveis de FDNf sobre as quantidades de compostos nitrogenados microbianos e eficiência microbiana

Variável	Equação de Regressão	R ²	CV
NMIC (g/dia)	Y = 6,64	--	24,20
PMIC (g/dia)	Y = 41,50	--	24,23
NRNA:NT (%MS)	Y = 11,81	--	15,08
Eficiência			
NMIC/MODR(g/kg)	Y = 28,09 - 1,39 x + 0,023 x ² *	0,59	30,16
NMIC/CHODR(g/kg)	Y = -3,00 + 0,60x*	0,49	28,45
PMIC/MODR (g/kg)	Y = 175,59 - 8,68 x + 0,145 x ² *	0,59	30,16
PMIC/CHODR (g/kg)	Y = -18,75 + 3,75 x*	0,49	28,44
PMIC/NDT (g/kg NDT)	Y = 174,91 - 1,4412 x*	0,58	23,78

¹Nitrogênio microbiano, ² Proteína microbiana, ³ razão compostos nitrogenados dos ácidos nucleicos: compostos nitrogenados totais. P<0,05

Os valores de N microbiano (Nmic), de proteína microbiana (Pmic) e da razão entre os compostos nitrogenados dos ácidos nucleicos e os compostos nitrogenados totais (NRNA:NT) não foram influenciados pelos níveis de fibra oriundo da forragem. Os valores registrados para nitrogênio microbiano são próximos aos observados por Cerrillo et al. (1999) que observaram fluxo de Nmic de 6,0 a 8,88 g de Nmic/dia.

O valor médio da razão NRNA:NT, expresso com base na MS, foi de 11,81%, resultado inferior a alguns dados da literatura (Leão, 2002 e Rennó, 2003), que encontraram valores médios de 24%, ao avaliarem diferentes níveis de PB na dieta de novilhos. Clark et al. (1992) e Valadares Filho (1995) em revisão de literatura, citaram valores médios de 13,7 e 17,6%, respectivamente, para esta razão. Valadares et al. (1997,1999), Carvalho et al. (1997b), Dias et al. (2000) e Cardoso et al. (2000) encontraram médias de 16,9; 15,3; 13,4; 11,3 e 10,4, respectivamente. Chen e Gomes

(1992) com base na literatura, sugeriram uma relação média de 11,6% que é utilizada para estimativa da produção de nitrogênio pela excreção urinária de derivados de purinas.

Ao avaliar a eficiência microbiana em função da Pmic/kg de MODR foi observado efeito quadrático dos níveis de fibra, obtendo-se a melhor eficiência com o nível de 29,95% de FDNf. Ao estimar a produção de proteína microbiana para este dado foi obtido o valor de 45,70 g/kg MODR. A eficiência microbiana quando expressa em função do NDT consumido foi influenciada de maneira linear pelos níveis de fibra das dietas.

De acordo com Van Soest (1994), aumentos na ingestão proporcionam maiores escapes de compostos microbianos nitrogenados e dietéticos para o duodeno, possivelmente em virtude do aumento da taxa de passagem. Segundo Sniffen et al. (1993), a produção de proteína microbiana aumenta com o aumento da taxa de passagem, devido à menor reciclagem de células e redução nos gastos de manutenção para os microrganismos.

As disponibilidades ruminais de energia e N são os fatores nutricionais que mais limitam o crescimento microbiano (Clark et al., 1992). Esses autores verificaram que a alteração da relação volumoso concentrado na dieta poderia influenciar no crescimento microbiano, em razão da disponibilidade de energia.

A energia para síntese de proteína microbiana é oriunda principalmente dos carboidratos dietéticos cuja fonte pode afetar o crescimento microbiano. Se os carboidratos não estruturais estiverem em alta proporção na ração e o pH for mantido, os microrganismos fermentadores deste substrato vão crescer rapidamente, resultando em aumento da produção microbiana. Por outro lado, se houver acúmulo de ácido lático, ocorrerá diminuição do pH e alteração na ecologia microbiana e no consumo de MS (Sniffen e Robinson, 1987).

Conclusões

O aumento do nível de FDNf, oriundo de forragem madura, nas dietas de cabras leiteiras ocasionou redução no consumo, ocasionando efeitos de repleção fisiológica nas dietas que continha menores teores de fibra e repleção física nas dietas com os menores níveis de concentrado, obtendo-se para essas condições um nível ótimo de ingestão de 28% de FDNf.

As digestibilidades quando avaliadas no trato total, e as parciais foram influenciadas em magnitude pelo efeito dos níveis de FDNf.

O pH ruminal foi influenciado pelos níveis de FDN e pelos tempos de coleta. Quando foram avaliados as médias de pH, verificou-se que em nenhuma dieta a média foi inferior a 6,2, sugerindo um alto poder tamponante da forragem com maturidade avançada.

A eficiência de síntese microbiana foi influenciada pelos níveis de fibra na dieta, obtendo melhores níveis de produção de proteína microbiana/kg de MODR, como nível de 29,95%.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Compiled by G. Alderman. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, Oxon. UK. 1993.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1598-1624, 2000
- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1447-1462, 1997.
- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, n.9, p. 3063-3075, 1996.
- ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de dietas contendo diferentes níveis de volumoso, em bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n.2, p. 345-354, 1998.
- ÁVILA, S.C. **Bagaço de cana tratado com hidróxido de sódio, para ruminantes**. Belo Horizonte, UFMG, 1989. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). UFMG, 66p. 1989.
- BERCHIELLI, T.T. **Efeito da relação volumoso: concentrado sobre a partição da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e o desempenho de novilhos em confinamento**. Belo Horizonte: UFMG, 1994. 104p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas gerais, 1994.
- BEZERRA, E.S. **Efetividade física da fibra na dieta de vacas leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 84p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2000.
- BRANCO, R.H. **Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p.Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 2005.
- BULL L.S.; BAUMGARDT, B.R.; CLAMCY, M. Influence of calorie density on energy intake by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.6, p.1078 –1086. 1976.
- BÜRGER, P.J., PEREIRA, J.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.206-214, 2000.
- CARDOSO, R.C., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F., et al. Consumo e digestibilidade s aparentes totais e parciais das rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p. 1832-1843, 2000.
- CARVALHO, A.U., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos: 1. Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p. 986-995, 1997 (a).

- CARVALHO, A.U., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 3. Eficiência microbiana e população de protozoários ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1007-1015, 1997(b).
- CARVALHO, A.U. **Níveis de concentrado na dieta de zebuínos: consumo, digestibilidade e eficiência microbiana**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002, 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CECAVA, M.J., MERCHEN, N.R., GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.5, 2480-2488, 1990.
- CERRILO, M.A., RUSSEL, J.R., CRUMP, M.H. The effects of hay maturity and forage to concentrate ratio on digestion kinetics in goats. **Small Ruminant Research**, v.32, p. 51-60. 1999.
- CHURCH, D.C.; **El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1988. 641p.
- COCHRAN, R.C., ADDAMS, D.C.; WALLACE, J.D., et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Dairy Science**, v.63, p. 1476-1783. 1986.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380p.
- DADO, R.G., ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.
- DIAS, H.L.C., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F1 Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p. 545-554, 2000.
- DUCKWORTH, J. A statistical comparison on the influence of crude fiber on the digestibility of roughage by *Bos indicus* (Zebu) and *Bos taurus* cattle. **Tropical Agricultural**, v.23, n.1, p.4-8, 1946.
- DUTRA, A.R., QUEIROZ, A.C., PEREIRA, J.C., ET AL. Efeito dos níveis de fibra e das fontes de proteína sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p. 787-796, 1997.
- DUTRA, A. R. **Efeito dos níveis de fibra e fontes de proteínas sobre a digestão dos nutrientes e síntese de compostos nitrogenados microbianos em novilhos**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 118p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- ELIZALDE, J.C., MERCHEN, N.R., FAULKNER, D.B. Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: I. Effects on digestion of organic matter, fiber and starch. **Journal of Animal Science**, v.77, p.457-466, 1999.

- FAICHNEY, G.F. Digesta flow. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. London: CABI International, 1993. p.53-85.
- FENG, P.; HOOVER, W.H.; MILLER, T.K. et al. Interactions of fiber and nonstructural carbohydrates on lactation and ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.5, p. 1462-1470, 1993.
- FORBES, J.M., FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CAB International, 1993. 515p.
- GOMIDE, J.A. A técnica de fermentação ruminal *in vitro* na avaliação de forragens. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.3, n.2, p.210-224, 1974.
- GRANT, R.J., MERTENS, D.R. Development of buffer systems for ph control and evaluation of ph effects on fiber digestion In vitro. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.6, p.1581-1587, 1992.
- GUIMARÃES, J.P.S., BERCHIELLI, T.T., AROEIRA, L.J.M. et al. Evacuação de vacas lactantes para determinação do rúmen *fill* induzido pelo capim elefante (*Pennisetum purpureum*, schum.) em três idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Sao Paulo: Gmosis, 2000, CD-ROM. Nutrição de ruminantes.
- HARFOOT, C.G. Anatomy physiology and microbiology of the ruminal digestive tract. In: CHISTIE, W.W. (Ed.) **Lipid Metabolism in ruminant animals**. New York: Pergamon Press Inc. p.1-19. 1981
- HOOVER, W.H., STOKES, S.R. Balancing carbohydrate and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3630-3644. 1991
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.1, p.40-44, 1986.
- ÍTAVO, L.C.V., VALADARES FILHO, S.C., SILVA, F.F., et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 1543-1552, 2002. (Suplemento).
- KÖSTER, H.H., COCHRAN, R.C., TITGEMEYER, E.C. et al. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef cows. **Journal of Animal Science**, v.74, p. 2473-2481, 1996.
- LADEIRA, M.M., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F., et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado em novilhos nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p. 395-403, 1999.
- LLAMAS-LAMAS, G. **The effect of fiber quality, fiber level and level of intake on the utilization of forages by ruminants**. Madison. Wisconsin. University of Wisconsin, 1988. 153p. Thesis (Doctor of Philosophy – Dairy Science) – University of Wisconsin, 1988.
- LLAMAS-LAMAS, G., COMBS, D.K. Effect of Alfalfa maturity on fiber utilization by high dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v.73, n.4, p.1069-1080. 1990.
- LEÃO, M. I., **Metodologias de coletas de digestas omasal e abomasal em novilhos submetidos a três níveis de ingestão: Consumo, digestibilidade e produção**

- microbiana.** Belo Horizonte, UFMG, Tese (Doutorado em Ciência Animal), UFMG. 2002.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.
- MEHREZ, A.Z., ØRSKOV, E. M., McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal Nutrition**, v.38, p. 437-443, 1977.
- MEHREZ, A.Z., ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **The Journal of Agricultural Science**, v.88, n.3, p. 645-650, 1977.
- MERTENS, D.R. FDN fisicamente efetivo e seu uso na formulação de ração para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em nutrição. 2., 2001, Lavras. **Anais...Lavras: Universidade Federal de Lavras**, 2001, p. 37-50.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**, Fahey, G. C.; Jr Collins, M.; Mertens, D.R.; et al. American Society of Agronomy, Crop Science Society American, and Soil Science Society of America, Madison, WI. P. 450-493. 1994.
- MERTENS, D.R. Kinetics of cell wall digestion and passage in ruminants. In: JUNG, H.G, BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D. et al. (Ed.) **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**. Madison: USDA, 1993. p 535-570.
- MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. IN: **Large dairy herd management**. H.H.. Van Horn e C.J. Wilcox. American Dairy Science Association. Champaign, 1992
- MERTENS, D.R., Balancing carbohydrate in dairy rations. In: LARGE HERD DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 1988, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1988. p.150-161.
- MERTENS, D.R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations. In: **Procedures Ga. Nutrition conference for the feed industry**. Athens, University of Georgia, 1982. p. 116-126.
- MERTENS, D.R., LOFTEN, J.R. the effects of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n.5, p. 1437, 1980.
- MORRISON, M., MACKIE, R.J. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Australian Journal Agricultural Research**, v.47, n.2, p. 227-246, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 ed. Ed. National Academic Press. Washington, DC. 387p.
- NOCEK, J.E. Feeding management of the postpartum cow. In: **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p.69-85.
- NUTT, B.G., HOLLOWAY, J.W., BUTTS JUNIOR, W.T. relationship of rumen capacity of mature angus cow to body measurements animal performance and forage consumption on pasture. **Journal of Animal Science**, v.51, n.5, p.1168-1176, 1980.

- OKAMOTO, F., ANDRADE, P., ROSA, L.C.A., et al. Efeito do grau de moagem do feno e nível de concentrado na digestibilidade aparente de rações para bezerros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.14, n.1, p. 33-38, 1985.
- OKINE, E.K., MATHISON, G.W. Effects of feed intake on particle distribution, passage digesta, and extent of digestion in the gastrointestinal tract of cattle. **Journal of Animal Science**, v.69, n.8, p.3435-3445, 1991.
- ØRSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. **Journal of Animal Science**, v.13, p. 128-136. 2000.
- ØRSKOV, E.R. **Nutrición proteica de los rumiantes**. Saragoza: Ed. Acribia. 178p. 1988.
- ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1624-1633, 1986.
- OWENS, F.N., GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: O.e Books Inc. p. 146-171. 1988
- PITT, R.E., VAN KESSEL, J.S., FOX, D.G. et al. Prediction of ruminal volatile fatty acids and pH within the net carbohydrate and Protein System. **Journal of Animal Science**, v.74, n.1, p. 226-224, 1996.
- POND, K.R., ELLIS, W., MATIS, C. Compartment models for estimating attributes of digesta flow in cattle. **British Journal of Nutrition**, v.60, n.2, p. 571-595, 1988.
- POORE, M.H., MOORE, J.A., SWINGLE, R.S. Differential passage rates and digestion of neutral detergent fiber from grain and forages in 30, 60 e 90% concentrate diets fed to steers. **Journal of Animal Science**, v.68, p. 29,65-2973. 1990.
- PRESTON, T.R. **Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines 2. A practical manual for research workers**. S.1. Food and Agriculture Organization of the United States Nations, 1986, 154p.
- RENNO, L. N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia e dois níveis de proteína**. Viçosa, UFV, 2003. 152p. Tese (Doutorado em Zootecnia), UFV. 2003.
- RESENDE, F.D. **Efeito do nível de fibra em detergente neutro da ração sobre a ingestão alimentar de bovídeos de diferentes grupos raciais, em regime de confinamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 1994.
- ROBINSON, P.H., TAMMINGA, S., Van VUUREN, A.M., Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen digesta quantity, composition and kinetics of digesta turnover in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.17, p.37-62, 1987.
- RODE, L.M.; WEAKLEY, D.C.; SATTER, L.D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**. V.65, n.1, p.101-11, 1985.
- SANTINI, F.J.; LU, C.D.; POTCHOIBA, M.J. et al. Dietary fiber and milk yield, mastication, digestion, and rate of passage in goats fed alfalfa hay. **Journal of Dairy Science**. v.75. p.209-219. 1992.

- SATTER, L.D., SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal Nutrition**, v.32, n.2, p. 199-208, 1974.
- SHIVER, B.J., HOOVER, W.J., SARGENT, J.P., et al. Fermentation of high concentrate diet as affected by ruminal and digesta flow. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.2, p.413-419, 1986.
- SILVA, D.J e QUEIRÓZ, A.C.; *Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV, 235 p. 2002.
- STERN, M.D. e HOOVER, W.H. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. **Journal of Animal Science**, v.49, n.6, p.1590-1603, 1979.
- STROBEL, H.L., RUSSEL, J.B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.11, p.2941-2947, 1986.
- SUDWEEKS, E.M., ELY, L.O., MERTENS, D.R. et al. Assessing minimum amounts and form roughages in ruminal diets: roughages value index system. **Journal of Animal Science**, v.53, n.6, p.1406, 1981.
- TIBO, G.C., VALADARES FILHO, S.C., COLEHO DA SILVA, J.F., et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 1. Consumo e digestibilidades. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p. 910-920, 2000.
- VALADARES FILHO, S.C., BRODERICK, G.A., VALADARES, R.F. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn in nutrients utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.1. p. 106-114, 2000.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES. 1995, Viçosa. *Anais ...* Viçosa: DZO/UFV, 1995, p.355-388.
- VALADARES FILHO, S.C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. Viçosa, MG: UFV, 1985. 148p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1985
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L. C., SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 3. pH, amônia e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1264-1269, 1997.
- VALADARES, R.F.D., BRODERICK, G., VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa of silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n. 12, p. 2686-2696, 1999.
- VAN SOEST , P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.
- VAN SOEST , P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Corvallis: OeB Books, 1982. 374p.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A.. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. v.74.p.3583-3597. 1991

- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações de ruminantes.** Viçosa, MG: Universidade federal de Viçosa, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage –concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.2, p.617-631. 1986. (1986)
- WELCH ,J.G. Physical parameters of fiber affecting passage from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.8, p.2750-2754, 1986.

APÉNDICE

Apêndice A

Tabela 1A: Animal (A), período, (P), tratamento (T), e valores referentes ao peso vivo em Kg (PV), consumo de matéria seca em kg/dia (CMS), em percentual do peso vivo (CMSPV) e em g/kg de peso metabólico (CMSPMET), de matéria orgânica (CMO), de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE)

A	P	T	PV	CMS	CMSPV	CMSPMET	CMO	CPB	CEE
1714	1	1	51,85	2,13	4,12	110,46	2,00	0,39	58,71
1825	1	2	59,93	2,26	3,77	105,00	2,11	0,41	57,02
1719	1	3	54,80	1,98	3,62	98,53	1,84	0,36	44,75
2370	1	4	48,75	0,93	1,91	50,43	0,86	0,17	17,62
2117	1	5	56,25	1,38	2,45	67,05	1,27	0,25	23,03
1714	2	3	51,58	1,98	3,83	102,77	1,83	0,35	43,64
1825	2	4	61,80	2,46	3,97	111,39	2,27	0,44	46,65
1719	2	5	55,33	1,93	3,49	95,08	1,78	0,34	31,78
2370	2	1	49,80	1,74	3,50	92,97	1,63	0,32	50,52
2117	2	2	59,85	2,57	4,29	119,29	2,39	0,47	62,98
1714	3	5	52,88	1,58	2,98	80,40	1,45	0,29	26,40
1825	3	1	63,35	2,42	3,82	107,68	2,26	0,44	63,74
1719	3	2	56,95	2,13	3,74	102,70	1,99	0,39	53,51
2370	3	3	52,55	1,43	2,72	73,16	1,32	0,26	32,53
2117	3	4	62,25	2,11	3,40	95,37	1,96	0,38	40,27
1714	4	2	54,90	2,39	4,36	118,58	2,23	0,45	56,07
1825	4	3	61,10	1,70	2,78	77,83	1,58	0,31	36,25
1719	4	4	57,38	1,80	3,13	86,20	1,66	0,33	32,06
2370	4	5	56,23	1,40	2,50	68,41	1,29	0,25	22,25
2117	4	1	66,93	2,82	4,21	120,55	2,64	0,51	76,47
1714	5	4	52,65	1,49	2,84	76,38	1,38	0,28	29,74
1825	5	5	61,13	1,31	2,14	59,85	1,20	0,24	23,41
1719	5	1	56,20	1,73	3,08	84,46	1,62	0,31	46,68
2370	5	2	61,65	1,75	2,84	79,61	1,63	0,32	42,73
2117	5	3	64,50	2,13	3,30	93,59	1,97	0,39	47,14

Tabela 2A: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes aos consumos, em g/dia, fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF), fibra em detergente neutro (CFDNPV), energia líquida (CEL) em Mcal/dia e nutrientes digestíveis totais (CNDT)

A	P	T	CFDN	CCNF	CFDNPV	CEL	CNDT
1714	1	1	0,57	0,98	1,10	3,64	1,60
1825	1	2	0,74	0,90	1,24	3,57	1,57
1719	1	3	0,73	0,70	1,34	3,12	1,39
2370	1	4	0,41	0,26	0,85	1,34	0,54
2117	1	5	0,68	0,31	1,21	2,10	0,92
1714	2	3	0,74	0,70	1,43	2,39	1,09
1825	2	4	1,12	0,66	1,81	5,08	2,05
1719	2	5	0,99	0,42	1,78	2,84	1,25
2370	2	1	0,48	0,79	0,95	2,91	1,27
2117	2	2	0,82	1,05	1,37	4,11	1,81
1714	3	5	0,78	0,36	1,47	1,02	0,50
1825	3	1	0,69	1,08	1,08	4,06	1,77
1719	3	2	0,70	0,84	1,24	3,84	1,68
2370	3	3	0,54	0,49	1,04	2,58	1,13
2117	3	4	0,95	0,59	1,52	3,50	1,44
1714	4	2	0,72	1,01	1,31	3,94	1,75
1825	4	3	0,64	0,59	1,05	2,87	1,26
1719	4	4	0,79	0,50	1,38	2,98	1,22
2370	4	5	0,72	0,30	1,29	1,96	0,87
2117	4	1	0,81	1,25	1,21	3,73	1,65
1714	5	4	0,65	0,42	1,24	2,45	1,00
1825	5	5	0,64	0,29	1,05	2,14	0,94
1719	5	1	0,52	0,74	0,93	2,73	1,18
2370	5	2	0,58	0,69	0,94	2,49	1,11
2117	5	3	0,80	0,73	1,25	3,35	1,48

Tabela 3 A: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes as digestibilidades em percentual, da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), de proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos não fibrosos (DCNF)

A	P	T	DMS	DMO	DEE	DPB	DFDN	DCNF
1714	1	1	77,50	77,96	81,14	78,07	54,35	88,12
1825	1	2	73,45	74,47	79,08	75,76	54,18	88,36
1719	1	3	73,80	74,69	84,51	78,41	60,48	88,86
2370	1	4	68,53	70,20	60,79	71,77	63,04	79,76
2117	1	5	74,05	76,15	77,50	79,02	68,61	88,04
1714	2	3	60,79	61,86	57,34	64,21	36,50	82,29
1825	2	4	86,40	87,16	86,21	88,37	82,99	93,16
1719	2	5	71,06	71,77	64,97	77,18	66,07	79,06
2370	2	1	76,25	77,60	76,39	74,82	62,94	86,21
2117	2	2	74,89	75,91	75,02	76,30	62,23	87,59
1714	3	5	35,11	36,30	22,55	53,16	23,75	44,86
1825	3	1	75,64	76,07	82,41	79,04	58,81	84,77
1719	3	2	81,84	81,78	81,68	82,78	69,36	91,94
2370	3	3	80,90	81,69	82,55	82,21	74,10	90,32
2117	3	4	73,43	74,53	67,90	76,80	65,04	79,54
1714	4	2	73,73	74,08	77,29	76,14	56,63	85,04
1825	4	3	75,55	76,54	70,97	77,17	66,07	85,89
1719	4	4	71,36	72,43	72,04	77,92	60,31	84,56
2370	4	5	66,12	67,12	67,17	72,59	58,88	79,75
2117	4	1	72,73	73,21	86,72	67,69	35,88	72,29
1714	5	4	73,74	74,44	52,57	79,98	63,61	86,28
1825	5	5	74,46	75,53	56,71	81,23	68,82	84,58
1719	5	1	73,43	73,83	73,39	75,02	56,93	83,99
2370	5	2	66,67	67,42	73,98	70,67	50,35	76,32
2117	5	3	73,11	73,98	79,43	76,81	61,47	82,55

Tabela 4 A: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores em g/dia, referentes ao consumo de nitrogênio (CONS N), ao nitrogênio excretado nas fezes (N FEZES), na urina (NURINA), no leite (N LEITE) e nitrogênio retido (N RET)

A	P	T	CONS N	NFEZES	NURINA	NLEITE	NRETIDO
1714	1	1	62,27	13,00	16,73	13,67	18,87
1825	1	2	63,88	14,79	12,31	14,36	22,42
1719	1	3	56,54	11,66	13,60	15,33	15,96
2370	1	4	24,10	6,54	11,50	7,53	-1,47
2117	1	5	37,20	7,29	13,69	11,09	5,13
1714	2	3	54,96	18,41	6,18	11,74	18,63
1825	2	4	70,26	7,69	45,89	11,90	4,78
1719	2	5	52,68	11,43	19,06	9,94	12,26
2370	2	1	49,29	11,68	14,00	8,93	14,69
2117	2	2	71,16	15,78	13,20	13,67	28,51
1714	3	5	43,98	20,02	13,48	9,23	1,25
1825	3	1	69,79	14,42	10,19	14,08	31,11
1719	3	2	61,59	9,77	14,28	13,28	24,25
2370	3	3	41,50	7,02	16,00	8,12	10,35
2117	3	4	61,01	13,55	19,02	12,85	15,59
1714	4	2	72,88	16,27	24,04	13,26	19,31
1825	4	3	51,49	11,04	21,91	13,42	5,11
1719	4	4	53,05	10,91	14,26	11,52	16,36
2370	4	5	39,39	10,00	15,09	5,41	8,89
2117	4	1	79,19	20,48	15,01	15,97	27,72
1714	5	4	43,20	7,95	14,69	9,94	10,62
1825	5	5	39,89	7,12	13,96	9,08	9,74
1719	5	1	48,73	11,61	6,88	9,51	20,73
2370	5	2	50,22	13,80	20,32	2,17	13,93
2117	5	3	62,68	13,16	21,37	24,34	3,82

Tabela 5 A: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes a produção de leite (PL), em kg/dia, à eficiência de utilização da energia metabolizável para produção de leite (KL), ao percentual de proteína bruta (PB), gordura(G), lactose no leite (LAC) e sólidos totais (ST)

A	P	T	PL	KL	PB	G	LAC	ST
1714	1	1	3,37	0,44	2,60	2,67	4,56	10,80
1825	1	2	3,16	0,49	2,84	3,12	4,14	10,92
1719	1	3	2,70	0,51	3,74	2,81	4,24	11,03
2370	1	4	1,40	1,09	3,43	3,37	4,21	11,86
2117	1	5	2,53	0,85	2,76	1,85	4,19	9,56
1714	2	3	2,96	0,95	2,63	3,12	4,37	11,04
1825	2	4	2,88	0,27	2,67	3,58	4,04	11,17
1719	2	5	2,02	0,48	3,28	3,36	4,22	11,77
2370	2	1	1,73	0,40	3,35	3,91	4,47	12,72
2117	2	2	3,37	0,37	2,70	2,46	4,23	10,24
1714	3	5	2,31	-0,48	2,53	3,20	4,29	10,93
1825	3	1	3,30	0,40	2,70	2,94	4,03	10,52
1719	3	2	2,57	0,34	3,21	2,87	4,35	11,32
2370	3	3	1,37	0,40	3,59	4,02	4,25	12,82
2117	3	4	3,00	0,43	2,80	2,46	4,18	10,29
1714	4	2	3,22	0,41	2,64	2,94	4,50	10,98
1825	4	3	2,86	0,67	2,82	3,46	4,11	11,26
1719	4	4	1,98	0,42	3,63	2,92	4,33	11,77
2370	4	5	0,65	0,48	4,95	4,69	4,34	14,98
2117	4	1	3,48	0,57	2,88	2,88	4,31	10,34
1714	5	4	2,17	0,64	2,84	3,61	4,48	11,87
1825	5	5	1,96	0,96	2,83	4,24	3,94	11,87
1719	5	1	1,89	0,46	3,16	3,09	4,47	11,64
2370	5	2	0,44	0,17	3,01	3,97	3,89	11,73
2117	5	3	3,16	0,80	4,54	4,55	4,37	14,46

Tabela 6 A: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (LCG 3,5), em kg/dia, corrigida para 4% de gordura (LCG 4) e corrigida para sólidos totais (LCGST), e valores referentes ao tempo despendido, em minutos/dia, com alimentação (ALIM), ruminção (RUM), ócio (ÓCIO) e tempo de mastigação total (TMT)

A	P	T	LCG 3,5	LCG 4	LCGST	ALI	RUM	OCIO	TMT
1714	1	1	2,91	2,69	1,80	280	260	900	540
1825	1	2	2,96	2,74	1,62	230	480	730	710
1719	1	3	2,39	2,21	1,46	310	390	740	700
2370	1	4	1,37	1,27	0,78	260	350	830	610
2117	1	5	1,85	1,71	1,28	360	390	690	750
1714	2	3	2,78	2,57	1,54	280	490	670	770
1825	2	4	2,92	2,70	1,44	250	590	600	840
1719	2	5	1,97	1,82	1,11	270	460	710	730
2370	2	1	1,85	1,71	1,00	280	250	910	530
2117	2	2	2,80	2,59	1,72	280	230	930	510
1714	3	5	2,19	2,03	1,17	250	410	780	660
1825	3	1	3,00	2,78	1,64	220	380	840	600
1719	3	2	2,31	2,14	1,43	250	310	880	560
2370	3	3	1,49	1,38	0,79	290	410	740	700
2117	3	4	2,48	2,30	1,54	320	420	700	740
1714	4	2	2,92	2,70	1,70	320	350	770	670
1825	4	3	2,85	2,63	1,47	190	300	950	490
1719	4	4	1,79	1,66	1,15	320	410	710	730
2370	4	5	0,77	0,71	0,44	290	460	690	750
2117	4	1	3,13	2,90	1,71	300	280	860	580
1714	5	4	2,21	2,04	1,18	190	150	1100	340
1825	5	5	2,20	2,03	0,98	170	270	1000	440
1719	5	1	1,77	1,64	1,06	240	310	890	550
2370	5	2	0,47	0,44	0,22	230	360	850	590
2117	5	3	3,71	3,42	2,06	250	340	850	590

Apêndice B

Tabela 1B: Animal (A), período, (P), tratamento (T), e valores referentes ao peso vivo em Kg (PV), consumo de matéria seca em kg/dia (CMS), em percentual do peso vivo (CMSPV) e em g/kg de peso metabólico (CMSPMET), de matéria orgânica (CMO), de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE)

A	P	T	PV	CMS	CMSPV	CMSPMET	CMO	CPB	CEE
1786	1	6	52,25	2,20	4,22	113,44	2,07	0,40	58,58
1842	1	7	70,45	1,96	2,79	80,75	1,83	0,37	48,21
1835	1	8	54,23	1,85	3,40	92,39	1,71	0,36	39,65
2384	1	9	67,55	1,29	1,91	54,71	1,19	0,24	22,48
2164	1	10	41,05	1,15	2,79	70,68	1,05	0,22	18,30
1786	2	8	54,88	2,47	4,50	122,44	2,29	0,46	51,08
1842	2	9	70,10	1,64	2,34	67,69	1,52	0,31	29,01
1835	2	10	54,30	1,56	2,88	78,12	1,44	0,28	22,80
2384	2	6	73,85	2,04	2,77	81,15	1,96	0,38	55,86
2164	2	7	40,53	1,61	3,97	100,07	1,50	0,30	40,12
1786	3	10	56,00	1,98	3,53	96,59	1,82	0,37	29,22
1842	3	6	71,80	2,00	2,79	81,08	1,87	0,37	53,32
1835	3	7	52,28	1,90	3,63	97,71	1,77	0,36	46,42
2384	3	8	73,43	1,98	2,69	78,83	1,84	0,37	42,21
2164	3	9	41,55	1,30	3,14	79,62	1,20	0,25	24,08
1786	4	7	54,80	2,22	4,06	110,44	2,07	0,42	55,72
1842	4	8	76,78	1,72	2,23	66,15	1,59	0,33	38,05
1835	4	9	54,40	1,51	2,77	75,26	1,39	0,29	28,73
2384	4	10	74,68	1,47	1,97	57,95	1,36	0,27	23,40
2164	4	6	41,10	1,14	2,76	69,95	1,06	0,20	29,12
1786	5	9	56,88	1,77	3,12	85,62	1,64	0,34	32,80
1842	5	10	78,70	1,24	1,57	46,76	1,14	0,24	20,23
1835	5	6	46,98	1,25	2,66	69,67	1,16	0,23	32,71
2384	5	7	77,90	1,95	2,51	74,53	1,82	0,37	47,67
2164	5	8	41,93	1,20	2,87	73,04	1,12	0,23	25,68

Tabela 2B: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes aos consumos, em g/dia, fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF), fibra em detergente neutro (CFDNPV), energia líquida (CEL) e nutrientes digestíveis totais (CNDT)

A	P	T	CFDN	CCNF	CFDNPV	CEL	CNDT
1786	1	6	0,68	0,93	1,30	3,53	2,08
1842	1	7	0,60	0,81	0,85	3,29	1,67
1835	1	8	0,69	0,62	1,28	3,06	1,52
2384	1	9	0,59	0,34	0,87	2,37	1,31
2164	1	10	0,58	0,24	1,40	0,98	1,08
1786	2	8	0,96	0,82	1,75	3,79	2,02
1842	2	9	0,75	0,43	1,07	2,91	1,63
1835	2	10	0,81	0,32	1,50	1,41	1,60
2384	2	6	0,56	0,92	0,76	3,84	2,17
2164	2	7	0,51	0,65	1,26	2,58	1,33
1786	3	10	1,01	1,28	1,80	1,95	2,17
1842	3	6	0,53	0,92	0,74	2,93	1,67
1835	3	7	0,60	0,76	1,15	3,09	1,57
2384	3	8	0,77	0,66	1,05	2,90	1,53
2164	3	9	0,58	0,35	1,40	2,17	1,20
1786	4	7	0,71	0,89	1,29	3,35	1,74
1842	4	8	0,66	0,57	0,86	2,64	1,35
1835	4	9	0,68	0,40	1,25	2,55	1,39
2384	4	10	0,76	0,30	1,01	1,22	1,34
2164	4	6	0,34	0,49	0,83	2,33	1,33
1786	5	9	0,80	0,47	1,41	2,93	1,64
1842	5	10	0,62	0,25	0,79	1,10	1,22
1835	5	6	0,42	0,49	0,89	2,12	1,26
2384	5	7	0,62	0,79	0,80	2,85	1,45
2164	5	8	0,46	0,41	1,09	1,65	0,85

Tabela 3 B: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes as digestibilidades em percentual, da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), de proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos não fibrosos (DCNF)

A	P	T	DMS	DMO	DEE	DPB	DFDN	DCNF
1786	1	6	73,13	74,15	82,18	72,99	53,81	88,94
1842	1	7	75,78	77,09	85,73	78,98	53,75	89,35
1835	1	8	73,75	74,67	80,18	82,45	57,65	85,49
2384	1	9	71,33	72,17	74,69	84,37	57,86	91,36
2164	1	10	67,80	68,46	69,19	87,67	57,01	73,33
1786	2	8	68,71	69,37	75,60	80,71	53,51	85,27
1842	2	9	72,12	73,16	68,29	87,76	60,79	85,07
1835	2	10	68,04	68,61	63,95	87,15	58,09	80,69
2384	2	6	78,91	80,22	78,50	78,50	63,34	89,73
2164	2	7	74,20	75,25	80,93	74,51	59,43	87,28
1786	3	10	64,34	64,93	69,44	87,42	53,93	92,67
1842	3	6	72,90	73,92	91,56	68,18	50,96	84,31
1835	3	7	75,92	76,66	92,06	79,17	55,25	87,63
2384	3	8	67,80	68,53	93,41	81,35	50,04	80,89
2164	3	9	70,44	71,10	93,25	86,67	57,39	81,17
1786	4	7	70,76	71,32	89,52	77,54	43,17	84,04
1842	4	8	69,96	71,24	91,88	81,39	52,81	86,02
1835	4	9	69,31	70,03	83,39	85,73	55,78	75,16
2384	4	10	61,95	62,73	70,50	86,84	48,28	65,19
2164	4	6	87,49	88,15	90,89	86,37	77,98	98,58
1786	5	9	67,63	68,68	82,53	87,19	55,80	79,70
1842	5	10	62,50	63,50	60,02	87,04	54,70	73,51
1835	5	6	80,08	80,24	87,48	83,46	62,57	90,01
2384	5	7	67,49	68,19	87,86	74,48	50,06	80,84
2164	5	8	69,06	69,83	82,61	81,26	48,13	78,31

Tabela 4 B: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores em g/dia, referentes ao consumo de nitrogênio (CONS N), ao nitrogênio excretado nas fezes (N FEZES), na urina (NURINA), no leite (N LEITE) e nitrogênio retido (N RET)

A	P	T	CONS N	NFEZES	NURINA	NLEITE	NRETIDO
1786	1	6	63,38	13,96	10,93	22,57	15,92
1842	1	7	59,41	11,44	9,12	24,39	14,46
1835	1	8	56,83	11,77	9,73	12,78	22,55
2384	1	9	38,48	8,65	7,02	16,76	6,05
2164	1	10	34,85	6,43	5,72	13,17	9,53
1786	2	8	73,32	16,77	10,72	27,63	18,20
1842	2	9	49,00	8,51	5,80	18,60	16,09
1835	2	10	45,14	9,19	5,81	11,32	18,82
2384	2	6	60,00	11,03	9,23	17,47	22,27
2164	2	7	48,46	11,43	5,99	19,37	11,66
1786	3	10	59,08	11,92	8,28	19,11	19,77
1842	3	6	58,90	12,76	6,21	17,44	22,48
1835	3	7	57,41	11,09	9,66	14,42	22,24
2384	3	8	58,55	13,18	7,90	23,12	14,35
2164	3	9	39,59	7,16	4,36	12,13	15,94
1786	4	7	67,23	13,84	9,40	21,20	22,79
1842	4	8	52,27	11,03	3,08	23,69	14,48
1835	4	9	45,85	9,35	6,50	12,23	17,76
2384	4	10	43,94	9,17	3,54	14,52	16,71
2164	4	6	32,56	3,82	5,95	8,46	14,33
1786	5	9	53,62	9,48	8,67	26,70	8,77
1842	5	10	38,03	7,85	0,65	23,32	6,21
1835	5	6	36,17	5,10	9,08	11,57	10,43
2384	5	7	58,46	13,54	6,15	22,96	15,81
2164	5	8	36,34	7,57	4,49	17,15	7,14

Tabela 5 B: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes a produção de leite (PL), em kg/dia, à eficiência de utilização da energia metabolizável para produção de leite (KL), ao percentual de proteína bruta (PB), gordura(G), lactose no leite (LAC) e sólidos totais (ST)

A	P	T	PL	KL	PB	G	LAC	ST
1786	1	6	2,66	0,22	2,60	2,10	3,87	9,27
1842	1	7	2,03	0,22	2,84	3,03	4,31	11,03
1835	1	8	2,45	0,28	2,47	2,91	4,35	10,57
2384	1	9	1,46	0,22	2,95	2,85	4,24	10,85
2164	1	10	1,27	0,49	2,79	2,67	4,01	10,23
1786	2	8	2,60	0,24	2,72	3,05	3,94	10,55
1842	2	9	1,25	0,17	3,04	3,68	4,19	11,82
1835	2	10	1,47	0,44	2,63	3,73	4,22	11,51
2384	2	6	2,05	0,20	2,82	3,36	4,21	11,29
2164	2	7	1,44	0,18	2,71	2,38	4,00	9,90
1786	3	10	1,91	0,37	2,73	3,16	3,83	10,54
1842	3	6	1,24	0,16	2,95	3,16	4,17	11,17
1835	3	7	2,30	0,27	2,70	3,10	4,35	11,06
2384	3	8	1,72	0,23	2,86	3,48	4,24	11,51
2164	3	9	0,84	0,14	3,23	3,14	3,94	11,15
1786	4	7	2,28	0,25	2,72	3,24	4,00	10,79
1842	4	8	0,57	0,09	3,43	3,79	3,82	11,88
1835	4	9	1,62	0,26	2,74	3,66	4,48	11,81
2384	4	10	0,70	0,29	3,21	4,57	4,27	13,01
2164	4	6	0,73	0,15	4,11	4,79	3,94	13,75
1786	5	9	1,95	0,23	2,83	2,67	4,22	10,57
1842	5	10	0,09	0,03	3,56	3,31	2,85	10,38
1835	5	6	2,00	0,40	2,93	3,91	4,32	12,07
2384	5	7	1,25	0,20	3,09	4,26	4,30	12,59
2164	5	8	0,74	0,17	3,54	2,90	3,65	10,87

Tabela 6 B: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (LCG 3,5), em kg/dia, corrigida para 4% de gordura (LCG 4) e corrigida para sólidos totais (LCGST), e valores referentes ao tempo despendido, em minutos/dia, com alimentação (ALIM), ruminção (RUM), ócio (ÓCIO) e tempo de mastigação total (TMT)

A	P	T	LCG 3,5	LCG 4	LCGST	ALI	RUM	OCIO	TMT
1786	1	6	2,05	1,41	649,74	310	370	760	680
1842	1	7	1,88	1,00	524,56	250	420	770	670
1835	1	8	2,21	1,25	614,59	400	390	650	790
2384	1	9	1,31	0,71	415,61	280	400	760	680
2164	1	10	1,10	0,59	297,35	180	510	750	690
1786	2	8	2,41	1,35	674,09	340	570	530	910
1842	2	9	1,29	0,58	332,60	230	450	760	680
1835	2	10	1,53	0,68	337,79	250	380	810	630
2384	2	6	2,00	1,03	586,61	200	170	1070	370
2164	2	7	1,17	0,67	307,20	220	510	710	730
1786	3	10	1,80	0,94	484,49	320	550	570	870
1842	3	6	1,17	0,57	305,27	180	260	1000	440
1835	3	7	2,15	1,17	623,89	390	340	710	730
2384	3	8	1,72	0,83	459,61	250	480	710	730
2164	3	9	0,79	0,36	180,75	150	530	760	680
1786	4	7	2,18	1,15	568,80	270	480	690	750
1842	4	8	0,59	0,24	165,43	210	430	800	640
1835	4	9	1,66	0,77	426,79	510	340	590	850
2384	4	10	0,82	0,31	217,56	260	420	760	680
2164	4	6	0,89	0,33	225,33	150	260	1030	410
1786	5	9	1,69	0,96	491,43	240	530	670	770
1842	5	10	0,09	0,04	24,62	210	430	800	640
1835	5	6	2,14	0,98	529,49	270	290	880	560
2384	5	7	1,41	0,57	321,57	270	430	740	700
2164	5	8	0,66	0,32	173,71	210	480	750	690

Apêndice C

Tabela 1C: Animal (A), período, (P), tratamento (T), e valores referentes ao peso vivo em Kg (PV), consumo de matéria seca em kg/dia (CMS), em percentual do peso vivo (CMSPV) e em g/kg de peso metabólico (CMSPMET), de matéria orgânica (CMO), de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE)

A	P	T	PV	CMS	CMSPV	CMSPMET	CMO	CPB	CEE
1757	1	1	51,15	0,64	1,26	33,60	0,60	0,11	20,08
1581	1	2	43,53	0,50	1,14	29,32	0,46	0,09	14,98
1548	1	3	52,33	0,57	1,08	29,04	0,52	0,11	14,45
1691	1	4	45,85	0,83	1,81	47,13	0,77	0,15	16,18
1805	1	5	44,13	0,43	0,97	25,09	0,39	0,09	7,73
1757	2	3	57,85	1,24	2,14	58,93	1,14	0,23	28,10
1581	2	4	38,30	0,46	1,20	29,96	0,42	0,09	8,70
1548	2	5	52,18	0,77	1,48	39,91	0,71	0,14	12,68
1691	2	1	49,17	0,92	1,88	49,74	0,86	0,17	26,98
1805	2	2	43,45	0,67	1,54	39,56	0,62	0,12	18,37
1757	3	5	58,50	1,01	1,72	47,63	0,92	0,19	16,51
1581	3	1	37,47	0,55	1,47	36,25	0,51	0,09	13,30
1548	3	2	53,05	0,91	1,72	46,51	0,85	0,17	23,02
1691	3	3	50,63	0,96	1,90	50,63	0,89	0,19	21,15
1805	3	4	45,33	0,88	1,94	50,28	0,81	0,17	17,01
1757	4	2	60,05	1,33	2,21	61,55	1,24	0,24	31,03
1581	4	3	38,45	0,76	1,97	49,11	0,70	0,14	17,71
1548	4	4	51,95	0,84	1,61	43,22	0,77	0,15	15,34
1691	4	5	44,90	0,51	1,14	29,57	0,47	0,10	7,79
1805	4	1	42,78	0,53	1,23	31,54	0,49	0,09	12,18
1757	5	4	62,83	1,31	2,08	58,70	1,21	0,24	24,63
1581	5	5	30,48	0,47	1,53	35,87	0,42	0,09	6,80
1548	5	1	55,20	1,36	2,46	66,96	1,27	0,25	37,53
1691	5	2	51,28	1,27	2,48	66,30	1,18	0,24	31,55
1805	5	3	47,38	1,30	2,74	71,86	1,20	0,23	28,03

Tabela 2 C: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes aos consumos, em g/dia, fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF), fibra em detergente neutro (CFDNPV), energia líquida (CEL) e nutrientes digestíveis totais (CNDT)

A	P	T	CFDN	CCNF	CFDNPV	CEL	CNDT
1757	1	1	0,23	0,24	0,44	1,10	0,48
1581	1	2	0,21	0,15	0,48	0,84	0,36
1548	1	3	0,19	0,21	0,36	1,09	0,48
1691	1	4	0,37	0,23	0,82	1,65	0,67
1805	1	5	0,19	0,10	0,44	0,80	0,34
1757	2	3	0,49	0,40	0,85	1,88	0,82
1581	2	4	0,22	0,11	0,57	0,89	0,36
1548	2	5	0,38	0,18	0,72	1,30	0,57
1691	2	1	0,31	0,35	0,63	1,93	0,83
1805	2	2	0,29	0,20	0,67	1,17	0,50
1757	3	5	0,49	0,23	0,84	1,75	0,76
1581	3	1	0,21	0,20	0,56	0,98	0,42
1548	3	2	0,33	0,33	0,62	1,50	0,65
1691	3	3	0,32	0,35	0,63	1,51	0,70
1805	3	4	0,36	0,26	0,80	1,60	0,65
1757	4	2	0,45	0,51	0,75	2,36	1,02
1581	4	3	0,29	0,25	0,76	1,39	0,60
1548	4	4	0,37	0,24	0,70	1,69	0,68
1691	4	5	0,24	0,12	0,53	0,88	0,38
1805	4	1	0,22	0,16	0,51	1,17	0,49
1757	5	4	0,59	0,36	0,93	2,56	1,04
1581	5	5	0,24	0,09	0,78	0,77	0,33
1548	5	1	0,41	0,58	0,74	2,64	1,14
1691	5	2	0,37	0,54	0,73	2,63	1,14
1805	5	3	0,51	0,43	1,08	2,27	0,99

Tabela 3 C: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes as digestibilidades em percentual, da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), de proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos não fibrosos (DCNF)

A	P	T	DMS	DMO	DEE	DPB	DFDN	DCNF
1757	1	1	83,94	85,16	93,67	86,06	79,25	90,60
1581	1	2	85,55	86,27	89,39	86,13	81,81	92,40
1548	1	3	89,78	90,75	93,53	91,59	83,42	96,58
1691	1	4	77,79	78,92	90,37	82,73	71,24	88,58
1805	1	5	88,39	89,34	90,68	92,23	85,61	93,63
1757	2	3	79,53	80,29	85,90	81,60	73,03	88,10
1581	2	4	83,94	84,42	83,55	88,87	80,00	89,70
1548	2	5	77,92	78,75	63,60	79,08	75,57	86,43
1691	2	1	86,82	87,66	88,32	89,56	80,17	92,96
1805	2	2	78,76	79,77	79,52	81,38	74,56	86,04
1757	3	5	80,97	82,08	73,79	86,40	79,19	85,55
1581	3	1	88,16	88,95	83,74	86,56	86,33	93,85
1548	3	2	84,85	85,72	82,54	87,34	77,13	94,12
1691	3	3	86,34	86,92	78,48	88,78	60,81	94,62
1805	3	4	76,81	78,69	69,52	83,27	68,56	90,17
1757	4	2	83,09	84,17	82,44	82,48	75,39	92,84
1581	4	3	85,92	86,53	82,59	86,93	80,34	93,57
1548	4	4	81,69	82,77	75,27	86,12	76,61	90,79
1691	4	5	81,67	83,55	67,84	85,07	81,61	86,73
1805	4	1	89,99	90,97	87,30	90,71	87,05	96,20
1757	5	4	82,11	83,32	71,55	84,36	78,86	90,71
1581	5	5	80,29	81,31	67,32	82,33	82,92	77,07
1548	5	1	85,91	87,09	87,06	84,61	74,02	97,37
1691	5	2	91,57	92,08	92,46	91,43	86,97	95,21
1805	5	3	80,41	81,39	81,52	81,93	71,14	93,26

Tabela 4 C: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes as digestibilidades ruminais em percentual, da matéria seca (DRMS), da matéria orgânica (DRMO), de proteína bruta (DRPB), extrato etéreo (DREE), fibra em detergente neutro (DRFDN), carboidratos não fibrosos (DRCNF)

A	P	T	DRMS	DRMO	DREE	DRPB	DRFDN	DRCNF
1757	1	1	91,08	92,20	80,21	88,86	87,31	97,23
1581	1	2	88,80	90,50	69,95	84,07	89,04	95,96
1548	1	3	91,65	92,75	71,87	87,72	94,45	94,69
1691	1	4	87,89	89,84	72,16	83,99	90,14	94,42
1805	1	5	95,44	96,08	82,96	93,93	96,37	98,11
1757	2	3	69,09	73,48	10,26	53,91	82,59	76,77
1581	2	4	91,02	92,32	77,16	86,41	94,68	93,08
1548	2	5	83,21	85,32	56,32	75,42	88,33	88,53
1691	2	1	63,84	67,61	5,87	35,58	73,34	80,31
1805	2	2	91,22	92,72	80,87	90,39	91,40	95,67
1757	3	5	84,55	86,61	43,46	79,24	89,40	89,11
1581	3	1	88,16	90,52	60,28	83,66	88,52	96,23
1548	3	2	83,46	85,53	50,89	76,28	85,00	92,32
1691	3	3	77,35	80,43	22,38	61,04	84,45	89,64
1805	3	4	83,32	85,73	40,89	77,22	89,31	88,14
1757	4	2	65,87	70,86	-1,06	43,51	76,40	82,85
1581	4	3	85,59	87,45	63,42	77,02	89,19	92,44
1548	4	4	88,06	89,54	63,44	84,97	91,89	90,21
1691	4	5	74,61	78,46	-2,63	62,96	84,92	81,58
1805	4	1	89,98	91,42	75,55	85,47	89,44	95,90
1757	5	4	74,12	78,01	-3,25	65,05	85,64	78,69
1581	5	5	83,71	86,11	24,48	77,36	90,98	86,15
1548	5	1	66,35	69,75	11,57	48,04	75,12	78,40
1691	5	2	57,09	62,48	-71,28	30,52	73,98	75,11
1805	5	3	72,74	76,68	8,51	59,47	82,14	83,58

Tabela 5 C: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes as digestibilidades intestinais em percentual, da matéria seca (DIMS), da matéria orgânica (DIMO), de proteína bruta (DIPB), extrato etéreo (DIEE), fibra em detergente neutro (DIFDN), carboidratos não fibrosos (DICNF) e taxa de passagem (kp)

A	P	T	DIMS	DIMO	DIEE	DIPB	DIFDN	DICNF	Kp
1757	1	1	8,92	7,80	19,79	11,14	12,69	2,77	0,04
1581	1	2	11,20	9,50	30,05	15,93	10,96	4,04	0,06
1548	1	3	8,35	7,25	28,13	12,28	5,55	5,31	0,03
1691	1	4	12,11	10,16	27,84	16,01	9,86	5,58	0,06
1805	1	5	4,56	3,92	17,04	6,07	3,63	1,89	0,06
1757	2	3	30,91	26,52	89,74	46,09	17,41	23,23	0,04
1581	2	4	8,98	7,68	22,84	13,59	5,32	6,92	0,09
1548	2	5	16,79	14,68	43,68	24,58	11,67	11,47	0,04
1691	2	1	36,16	32,39	94,13	64,42	26,66	19,69	0,05
1805	2	2	8,78	7,28	19,13	9,61	8,60	4,33	0,04
1757	3	5	15,45	13,39	56,54	20,76	10,60	10,89	0,04
1581	3	1	11,84	9,48	39,72	16,34	11,48	3,77	0,05
1548	3	2	16,54	14,47	49,11	23,72	15,00	7,68	0,04
1691	3	3	22,65	19,57	77,62	38,96	15,55	10,36	0,04
1805	3	4	16,68	14,27	59,11	22,78	10,69	11,86	0,05
1757	4	2	34,13	29,14	101,06	56,49	23,60	17,15	0,05
1581	4	3	14,41	12,55	36,58	22,98	10,81	7,56	0,06
1548	4	4	11,94	10,46	36,56	15,03	8,11	9,79	0,06
1691	4	5	25,39	21,54	102,63	37,04	15,08	18,42	0,05
1805	4	1	10,02	8,58	24,45	14,53	10,56	4,10	0,09
1757	5	4	25,88	21,99	103,25	34,95	14,36	21,31	0,05
1581	5	5	16,29	13,89	75,52	22,64	9,02	13,85	0,06
1548	5	1	33,65	30,25	88,43	51,96	24,88	21,60	0,04
1691	5	2	42,91	37,52	171,28	69,48	26,02	24,89	0,03
1805	5	3	27,26	23,32	91,49	40,53	17,86	16,42	0,05

Tabela 6 C: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes ao conteúdo ruminal de sólidos (SOL), líquidos (LIQ), matéria seca (MSR), matéria orgânica (MOR), extrato etéreo (EER), proteína bruta (PBR), fibra em detergente neutro (FDNR), carboidratos não fibrosos (CNFR)

A	P	T	SOL	LIQ	MSR	MOR	EER	PBR	FDNR	CNFR
1757	1	1	2,00	4,46	392,08	324,91	7,44	72,69	180,24	64,53
1581	1	2	1,04	1,62	229,87	199,09	3,57	40,28	98,32	56,92
1548	1	3	1,49	1,51	358,64	320,52	14,65	81,18	161,93	62,75
1691	1	4	2,17	2,19	365,37	314,56	4,75	59,46	188,37	61,98
1805	1	5	0,64	1,36	140,87	111,74	4,26	28,15	65,03	14,30
1757	2	3	4,05	5,03	695,08	597,36	4,66	122,67	362,29	107,74
1581	2	4	0,93	0,68	156,66	134,06	1,34	24,53	88,74	19,45
1548	2	5	1,82	2,31	478,11	416,75	23,56	90,12	228,30	74,77
1691	2	1	2,39	2,18	413,68	370,27	23,16	83,22	183,08	80,81
1805	2	2	1,23	2,92	368,43	304,92	14,57	65,63	155,80	68,93
1757	3	5	2,71	4,23	563,16	481,11	22,98	98,84	267,18	92,11
1581	3	1	0,91	1,78	262,43	235,20	14,42	64,86	106,95	48,97
1548	3	2	1,94	2,01	468,78	419,84	25,03	112,73	202,83	79,25
1691	3	3	2,09	1,93	392,52	349,44	16,88	84,36	174,92	73,28
1805	3	4	1,58	2,00	355,48	307,72	10,26	70,41	173,05	53,99
1757	4	2	2,54	4,64	549,21	473,64	22,45	119,76	246,31	85,11
1581	4	3	1,14	1,47	285,10	253,07	10,92	59,40	142,75	40,00
1548	4	4	1,28	1,65	319,08	278,11	11,55	69,28	143,55	53,73
1691	4	5	1,21	2,50	249,48	206,44	6,46	51,13	113,82	35,03
1805	4	1	0,66	1,24	156,23	134,35	6,74	37,83	62,21	27,57
1757	5	4	3,54	5,36	662,94	560,87	15,09	152,76	283,32	109,70
1581	5	5	1,00	1,39	234,24	195,60	4,94	53,91	123,58	13,17
1548	5	1	2,13	2,47	648,98	583,73	21,49	139,65	324,72	97,86
1691	5	2	3,05	3,71	718,98	630,80	21,44	164,58	367,99	76,78
1805	5	3	2,18	2,62	519,18	460,73	9,95	113,80	270,97	66,00

Tabela 7 C: Animal (A), período (P), tratamento (T) e valores referente ao fluxo de nitrogênio microbiano em g/dia (NMIC), à eficiência de síntese microbiana, em g de nitrogênio microbiano por kg de matéria orgânica degradada no rúmen (NMMOD) e por kg de carboidratos degradados no rúmen (NMCHOD), em g de proteína microbiana por kg de nutrientes digestíveis totais consumido (PMNDT) e razão compostos nitrogenados dos ácidos nucleicos: compostos nitrogenados totais (NRNA:NT),

A	P	T	NMIC	NMMOD	NMCHOD	PMNDT	NRNA:NT
1757	1	1	4,12	9,80	12,51	62,4	13,34
1581	1	2	2,19	6,98	8,80	46,8	10,71
1548	1	3	5,92	13,84	17,84	62,4	8,86
1691	1	4	4,00	6,87	8,70	87,1	9,59
1805	1	5	3,40	10,53	14,42	44,2	9,54
1757	2	3	3,23	5,53	6,60	106,6	11,03
1581	2	4	1,91	5,95	7,65	46,8	12,03
1548	2	5	6,34	13,36	16,44	74,1	12,12
1691	2	1	6,69	12,37	14,07	107,9	11,01
1805	2	2	4,60	10,19	12,99	65	11,20
1757	3	5	4,76	7,35	9,19	98,8	12,84
1581	3	1	5,54	15,16	18,41	54,6	9,73
1548	3	2	8,10	15,16	18,94	84,5	10,82
1691	3	3	5,18	9,48	11,68	91	10,41
1805	3	4	9,46	17,29	21,97	84,5	7,90
1757	4	2	10,98	15,63	17,69	132,6	11,39
1581	4	3	3,40	6,65	8,33	78	10,86
1548	4	4	1,82	3,04	3,84	88,4	17,45
1691	4	5	3,52	11,93	14,70	49,4	6,83
1805	4	1	1,33	3,04	3,80	63,7	12,33
1757	5	4	3,86	4,88	5,84	135,2	14,56
1581	5	5	2,05	7,33	9,11	42,9	13,74
1548	5	1	6,72	8,79	10,17	148,2	10,17
1691	5	2	6,63	9,59	10,41	148,2	12,57
1805	5	3	5,82	7,90	9,37	128,7	11,78

Apendice D

Tabela 1D: Animal (A), período, (P), tratamento (T), e valores referentes ao peso vivo em Kg (PV), consumo de matéria seca em kg/dia (CMS), em percentual do peso vivo (CMSPV) e em g/kg de peso metabólico (CMSPMET), de matéria orgânica (CMO), de proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE)

A	P	T	PV	CMS	CMSPV	CMSPMET	CMO	CPB	CEE
1639	1	6	70,38	0,77	1,09	31,64	0,72	0,13	22,18
1473	1	7	51,60	0,82	1,59	42,59	0,77	0,16	18,94
1926	1	8	50,50	1,06	2,10	55,93	0,98	0,22	23,24
1915	1	9	42,13	1,08	2,56	65,22	1,00	0,21	20,18
1909	1	10	42,18	1,18	2,80	71,31	1,09	0,23	17,63
1639	2	8	69,75	1,15	1,65	47,60	1,07	0,22	24,19
1473	2	9	52,62	0,85	1,61	43,26	0,78	0,17	14,30
1926	2	10	47,63	0,63	1,33	34,92	0,58	0,13	12,50
1915	2	6	43,22	1,03	2,38	60,91	0,96	0,20	32,61
1909	2	7	39,83	1,16	2,91	73,04	1,08	0,22	29,24
1639	3	10	68,48	0,77	1,12	32,18	0,70	0,15	11,92
1473	3	6	54,98	1,16	2,10	57,26	1,08	0,21	30,68
1926	3	7	56,25	1,95	3,46	94,77	1,81	0,37	47,83
1915	3	8	43,05	1,16	2,69	68,89	1,07	0,23	26,07
1909	3	9	44,18	1,10	2,48	63,95	1,01	0,21	19,67
1639	4	7	72,85	1,58	2,16	63,24	1,47	0,31	37,87
1473	4	8	53,30	0,80	1,50	40,40	0,74	0,16	18,30
1926	4	9	54,63	0,91	1,67	45,40	0,84	0,18	17,14
1915	4	10	42,63	0,78	1,84	46,98	0,72	0,16	13,82
1909	4	6	44,03	1,02	2,32	59,89	0,96	0,19	28,33
1639	5	9	70,65	1,09	1,54	44,58	1,00	0,20	19,39
1473	5	10	44,25	0,48	1,08	27,90	0,44	0,08	7,08
1926	5	6	52,48	1,68	3,20	86,04	1,57	0,30	43,22
1915	5	7	46,55	1,34	2,87	74,95	1,25	0,25	33,29
1909	5	8	46,28	1,38	2,98	77,62	1,28	0,26	29,72

Tabela 2 D: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes aos consumos, em g/dia, fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF), fibra em detergente neutro (CFDNPV), energia líquida (CEL) e nutrientes digestíveis totais (CNDT)

A	P	T	CFDN	CCNF	CFDNPV	CEL	CNDT
1639	1	6	0,26	0,30	0,37	1,38	0,59
1473	1	7	0,25	0,34	0,49	1,49	0,66
1926	1	8	0,37	0,37	0,73	1,84	0,82
1915	1	9	0,48	0,28	1,14	2,07	0,81
1909	1	10	0,59	0,25	1,40	1,22	0,85
1639	2	8	0,43	0,39	0,62	1,98	0,88
1473	2	9	0,37	0,23	0,71	1,70	0,66
1926	2	10	0,30	0,13	0,63	0,63	0,44
1915	2	6	0,31	0,42	0,72	1,72	0,75
1909	2	7	0,40	0,43	1,01	1,95	0,85
1639	3	10	0,36	0,56	0,52	0,84	0,95
1473	3	6	0,34	0,50	0,62	2,31	1,00
1926	3	7	0,60	0,79	1,07	3,43	1,54
1915	3	8	0,40	0,42	0,93	2,11	0,95
1909	3	9	0,49	0,29	1,10	2,01	0,78
1639	4	7	0,45	0,67	0,62	2,88	1,28
1473	4	8	0,28	0,28	0,52	1,58	0,69
1926	4	9	0,41	0,24	0,74	1,63	0,64
1915	4	10	0,37	0,17	0,88	0,84	0,59
1909	4	6	0,33	0,41	0,75	2,07	0,89
1639	5	9	0,49	0,29	0,70	2,17	0,85
1473	5	10	0,26	0,09	0,58	0,53	0,38
1926	5	6	0,51	0,71	0,98	2,75	1,19
1915	5	7	0,41	0,55	0,88	2,62	1,15
1909	5	8	0,51	0,47	1,11	2,41	1,06

Tabela 3 D: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes as digestibilidades em percentual, da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), de proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos não fibrosos (DCNF)

A	P	T	DMS	DMO	DEE	DPB	DFDN	DCNF
1639	1	6	85,53	86,34	92,73	86,53	76,59	94,45
1473	1	7	83,37	84,80	94,48	88,83	65,86	95,38
1926	1	8	80,59	81,44	91,85	85,32	65,82	93,29
1915	1	9	74,98	76,95	85,80	82,76	64,90	92,67
1909	1	10	74,25	76,36	69,39	83,32	66,72	92,23
1639	2	8	76,73	77,47	78,75	82,89	63,64	88,13
1473	2	9	80,06	81,08	79,23	88,10	70,80	88,88
1926	2	10	79,07	80,32	87,19	89,10	70,47	90,32
1915	2	6	81,67	82,37	88,38	85,65	66,35	91,03
1909	2	7	74,11	76,55	84,60	81,02	55,03	93,60
1639	3	10	75,65	77,35	76,70	83,33	69,96	95,22
1473	3	6	84,10	85,17	83,13	86,43	69,76	94,21
1926	3	7	76,43	76,97	79,37	81,60	52,78	92,14
1915	3	8	79,03	80,08	77,32	84,44	61,01	92,46
1909	3	9	76,48	77,48	71,29	84,22	66,51	89,14
1639	4	7	79,48	80,75	88,90	81,60	61,74	89,59
1473	4	8	84,70	85,39	86,16	88,81	76,03	92,86
1926	4	9	71,27	72,38	81,00	80,43	58,67	87,03
1915	4	10	76,36	77,20	85,13	85,01	71,73	85,80
1909	4	6	82,21	83,01	95,01	84,33	69,84	94,06
1639	5	9	77,91	79,47	96,27	84,21	70,80	86,15
1473	5	10	85,81	86,59	89,68	89,57	83,41	89,42
1926	5	6	77,83	78,42	91,91	76,85	64,89	87,46
1915	5	7	85,25	86,10	93,08	84,70	74,61	94,48
1909	5	8	76,46	77,61	83,23	78,26	65,78	88,58

Tabela 4 D: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes as digestibilidades ruminais em percentual, da matéria seca (DRMS), da matéria orgânica (DRMO), de proteína bruta (DRPB), extrato etéreo (DREE), fibra em detergente neutro (DRFDN), carboidratos não fibrosos (DRCNF)

A	P	T	DRMS	DRMO	DREE	DRPB	DRFDN	DRCNF
1639	1	6	89,18	90,16	67,17	83,79	89,35	94,56
1473	1	7	92,06	93,25	72,76	90,08	92,19	96,94
1926	1	8	77,28	80,31	39,16	64,67	81,46	90,10
1915	1	9	85,91	88,10	73,56	82,44	88,67	91,95
1909	1	10	85,70	87,99	74,78	83,90	88,07	92,27
1639	2	8	78,82	81,05	30,87	68,05	86,29	84,50
1473	2	9	88,53	90,70	74,12	85,00	92,96	91,41
1926	2	10	92,88	93,98	85,10	90,49	95,77	92,89
1915	2	6	74,73	78,81	40,26	65,57	80,89	85,01
1909	2	7	67,87	74,18	13,53	60,50	77,32	81,29
1639	3	10	89,32	90,92	58,14	86,38	92,83	92,14
1473	3	6	86,97	88,80	68,99	78,86	86,33	95,49
1926	3	7	78,56	81,75	49,66	76,61	78,11	89,46
1915	3	8	84,87	87,82	57,56	81,98	88,62	91,91
1909	3	9	85,30	87,52	65,46	84,53	88,56	89,06
1639	4	7	73,20	75,91	24,48	61,97	83,36	78,59
1473	4	8	90,22	92,42	61,82	88,17	92,85	96,15
1926	4	9	89,79	91,23	74,94	88,56	90,46	95,69
1915	4	10	91,09	92,62	67,90	91,40	92,90	94,70
1909	4	6	83,05	85,75	56,51	80,24	79,82	93,45
1639	5	9	84,26	86,65	50,21	79,33	88,49	90,63
1473	5	10	93,16	94,25	76,74	91,66	94,31	97,61
1926	5	6	67,65	71,90	9,91	55,17	62,83	88,01
1915	5	7	82,60	84,73	58,02	76,30	86,33	88,79
1909	5	8	77,52	80,53	48,52	69,38	84,10	84,02

Tabela 5 D: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes as digestibilidades intestinais em percentual, da matéria seca (DIMS), da matéria orgânica (DIMO), de proteína bruta (DIPB), extrato etéreo (DIEE), fibra em detergente neutro (DIFDN), carboidratos não fibrosos (DICNF) e taxa de passagem (kp)

A	P	T	DIMS	DIMO	DIEE	DIPB	DIFDN	DICNF	Kp
1639	1	6	10,82	9,84	32,83	16,21	10,65	5,44	0,03
1473	1	7	7,94	6,75	27,24	9,92	7,81	3,06	0,02
1926	1	8	22,72	19,69	60,84	35,33	18,54	9,90	0,04
1915	1	9	14,09	11,90	26,44	17,56	11,33	8,05	0,04
1909	1	10	14,30	12,01	25,22	16,10	11,93	7,73	0,05
1639	2	8	21,18	18,95	69,13	31,95	13,71	15,50	0,03
1473	2	9	11,47	9,30	25,88	15,00	7,04	8,59	0,03
1926	2	10	7,12	6,02	14,90	9,51	4,23	7,11	0,02
1915	2	6	25,27	21,19	59,74	34,43	19,11	14,99	0,04
1909	2	7	32,13	25,82	86,47	39,50	22,68	18,71	0,05
1639	3	10	10,68	9,08	41,86	13,62	7,17	7,86	0,02
1473	3	6	13,03	11,20	31,01	21,14	13,67	4,51	0,03
1926	3	7	21,44	18,25	50,34	23,39	21,89	10,54	0,04
1915	3	8	15,13	12,18	42,44	18,02	11,38	8,09	0,04
1909	3	9	14,70	12,48	34,54	15,47	11,44	10,94	0,05
1639	4	7	26,80	24,09	75,52	38,03	16,64	21,41	0,03
1473	4	8	9,78	7,58	38,18	11,83	7,15	3,85	0,03
1926	4	9	10,21	8,77	25,06	11,44	9,54	4,31	0,06
1915	4	10	8,91	7,38	32,10	8,60	7,10	5,30	0,05
1909	4	6	16,95	14,25	43,49	19,76	20,18	6,55	0,06
1639	5	9	15,74	13,35	49,79	20,67	11,51	9,37	0,04
1473	5	10	6,84	5,75	23,26	8,34	5,69	2,39	0,02
1926	5	6	32,35	28,10	90,09	44,83	37,17	11,99	0,06
1915	5	7	17,40	15,27	41,98	23,70	13,67	11,21	0,04
1909	5	8	22,48	19,47	51,48	30,62	15,90	15,98	0,04

Tabela 6 D: Animal (A), período, (P), tratamento (T) e valores referentes ao conteúdo ruminal de sólidos (SOL), líquidos (LIQ), matéria seca (MSR), matéria orgânica (MOR), extrato etéreo (EER), proteína bruta (PBR), fibra em detergente neutro (FDNR), carboidratos não fibrosos (CNFR)

A	P	T	SOL	LIQ	MSR	MOR	EER	PBR	FDNR	CNFR
1639	1	6	1,92	1,75	541,53	492,53	21,74	42,40	235,30	193,09
1473	1	7	1,63	4,59	552,80	452,95	27,87	39,95	234,71	150,42
1926	1	8	1,14	2,88	406,23	348,67	12,91	71,09	193,78	70,89
1915	1	9	2,56	2,26	524,75	462,70	6,55	67,14	321,22	67,79
1909	1	10	2,93	2,08	560,88	495,39	9,75	91,79	295,37	98,48
1639	2	8	2,48	2,75	635,68	571,90	22,96	64,78	365,22	118,94
1473	2	9	2,15	4,99	654,34	600,94	17,39	94,80	372,22	116,53
1926	2	10	1,98	2,27	465,67	421,14	7,24	67,38	270,19	76,33
1915	2	6	1,72	3,16	481,36	434,38	21,52	98,21	213,37	101,28
1909	2	7	2,38	1,78	442,48	405,64	17,33	75,79	241,64	70,87
1639	3	10	1,89	4,11	678,48	582,05	11,40	105,65	389,82	75,18
1473	3	6	2,14	4,09	644,11	563,33	26,42	151,74	260,90	124,26
1926	3	7	3,41	2,69	689,01	629,60	26,65	129,85	363,73	109,38
1915	3	8	2,12	2,89	510,36	449,69	14,38	91,49	271,17	72,65
1909	3	9	2,52	1,95	469,79	417,11	14,90	64,00	264,93	73,28
1639	4	7	2,89	2,93	735,78	657,47	23,53	174,32	300,98	158,64
1473	4	8	1,30	4,87	401,00	334,58	12,03	77,36	186,77	58,41
1926	4	9	1,33	2,08	304,70	261,47	2,94	55,54	177,66	25,32
1915	4	10	1,35	3,53	338,62	279,00	4,86	65,22	180,00	28,91
1909	4	6	1,36	2,26	340,89	294,95	7,63	64,48	183,44	39,40
1639	5	9	2,78	3,26	662,16	579,86	3,36	119,96	371,50	85,04
1473	5	10	1,81	4,63	695,74	609,21	12,08	139,25	385,79	72,08
1926	5	6	1,73	2,13	495,80	475,73	9,19	99,91	266,20	100,43
1915	5	7	1,89	3,41	557,84	489,71	15,01	123,17	270,66	80,87
1909	5	8	2,47	2,96	582,46	515,95	3,09	109,17	323,21	80,48

Tabela 7 D: Animal (A), período (P), tratamento (T) e valores referente ao fluxo de nitrogênio microbiano em g/dia (NMIC), à eficiência de síntese microbiana, em g de nitrogênio microbiano por kg de matéria orgânica degradada no rúmen (NMMOD) e por kg de carboidratos degradados no rúmen (NMCHOD), em g de proteína microbiana por kg de nutrientes digestíveis totais consumido (PMNDT) e razão compostos nitrogenados dos ácidos nucleicos: compostos nitrogenados totais (NRNA:NT),

A	P	T	NMIC	NMMOD	NMCHOD	PMNDT	NRNA:NT
1639	1	6	7,11	13,79	17,16	76,7	8,85
1473	1	7	5,73	9,61	19,65	85,8	13,12
1926	1	8	4,52	7,12	26,48	106,6	11,37
1915	1	9	4,36	6,33	14,67	105,3	11,71
1909	1	10	8,13	11,04	20,66	110,5	11,97
1639	2	8	11,34	16,27	47,66	114,4	9,58
1473	2	9	4,47	7,50	16,83	85,8	13,87
1926	2	10	7,02	17,44	42,38	57,2	11,64
1915	2	6	7,97	14,04	17,93	97,5	8,76
1909	2	7	6,92	11,33	23,91	110,5	9,98
1639	3	10	13,30	25,96	48,68	123,5	11,05
1473	3	6	6,31	7,32	9,11	130	13,59
1926	3	7	12,87	10,58	21,16	200,2	11,35
1915	3	8	8,29	10,18	33,53	123,5	14,43
1909	3	9	6,50	9,62	21,58	101,4	12,61
1639	4	7	5,83	6,09	11,49	166,4	14,87
1473	4	8	2,38	3,83	11,04	89,7	14,18
1926	4	9	2,28	4,00	9,65	83,2	12,63
1915	4	10	6,13	11,77	23,17	76,7	8,83
1909	4	6	2,58	3,54	4,47	115,7	14,40
1639	5	9	4,90	6,77	14,12	110,5	10,90
1473	5	10	7,52	21,23	40,69	49,4	11,10
1926	5	6	4,71	5,70	6,73	154,7	11,07
1915	5	7	6,82	7,24	13,26	149,5	12,47
1909	5	8	8,04	9,60	25,84	137,8	10,98