UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "Júlio de Mesquita Filho"
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO DO LEITE E COMPORTAMENTO DE OVELHAS DA RAÇA BERGAMÁCIA ALIMENTADAS COM DISTINTAS CONCENTRAÇÕES DE FDN

ANDRESSA SANTANNA NATEL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, como parte das exigências para a obtenção de título de Mestre.

BOTUCATU – SP
Agosto, 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "Júlio de Mesquita Filho"
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO DO LEITE E COMPORTAMENTO DE OVELHAS DA RAÇA BERGAMÁCIA ALIMENTADAS COM DISTINTAS CONCENTRAÇÕES DE FDN

ANDRESSA SANTANNA NATEL
Zootecnista

Orientador: Edson Ramos de Siqueira
Co-orientador: Paulo Roberto Meirelles

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, como parte das exigências para a obtenção de título de Mestre.

BOTUCATU – SP
Agosto, 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO UNESP -FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Natel, Andressa Santanna, 1981-
N274p Produção, composição do leite e comportamento de ovelhas da raça Bergamácia alimentadas com distintas concentrações de FDN / Andressa Santanna Natel. Botucatu:[s.n.], 2010
x, 89 f.: grafs., tabs.

Dissertação(Mestrado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2010
Orientador: Edson Ramos de Siqueira
Co-orientador: Paulo Roberto Meirelles
Inclui bibliografia.

1. Ovinos. 2. Consumo de matéria seca. 3. Fibra. 4. Digestibilidade. I. Siqueira, Edson Ramos de. II. Meirelles, Paulo Roberto. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

À meu pai, ***LUIZ CARLOS***! Diante dos inúmeros mistérios existentes entre o céu e a Terra, a única certeza que tenho, é que você sempre esteve ao meu lado durante essa jornada.

À minha mãe, ***VERA LUCIA***! O privilégio que eu sinto por ser sua filha não se deve apenas ao fato de você ser uma grande mulher. Mas pelo capital afetivo que você me deu lá atrás, na infância, hoje, fonte da minha coragem e capacidade de enfrentar as dificuldades.

DEDICO

Aos meus irmãos ***ANDERSON*** e ***BIANCA***, partes da minha história e que, apesar da distância, nunca me abandonaram em nenhum momento.

Aos meus sobrinhos ***PEDRO*** e ***ISABELA***, fontes da minha alegria e despertar da criança grande que há dentro de mim.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pelo milagre de cada dia, dando-me força necessária para seguir em frente segundo a SUA vontade.

Ao meu Anjo da Guarda que não me abandona em nenhum momento.

À Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina e Veterinária e Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

À Universidade Federal do Paraná pela minha formação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de Mestrado e pelo financiamento integral deste projeto de pesquisa.

Aos professores e orientadores Edson Ramos de Siqueira e Paulo Roberto Meirelles, por terem confiado em mim e concedido a oportunidade de trabalharmos juntos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e todos os professores, seres pacientes que tiveram tempo, disposição e boa vontade para me ensinar.

À professora e amiga Simone Fernandes. Si, nada que eu consiga escrever aqui vai expressar meu agradecimento a você adequadamente.

À professora Simone Oliveira (UFPR) e a doutoranda Ananda Felix (UFPR), pela ajuda nas análises estatísticas, mostrando-se tão prestativas.

À professora e amiga Alda Lúcia Gomes Monteiro (UFPR), pelo privilégio de me ensinar o amor a ciência.

Aos funcionários da seção de pós-graduação Seila Cassineli, Carlos e Danilo Dias, por gentilmente suprirem todas as nossas dúvidas e nos porem a par de tudo que acontece.

Aos funcionários da FMVZ - Campus Lageado, que foram sempre tão prestativos aos meus pedidos. Em especial aos funcionários da fábrica de ração Godoi e Denilson por sempre estarem dispostos a me ajudar em qualquer horário.

Aos funcionários e amigos queridos do setor de ovinocultura, Edivaldo e Moises (Nico), pela ajuda diária, pelas conversas e papos jogados fora que me divertiam tanto.

Aos funcionários Gisele e Renato, pela atenção durante o período que trabalhei no laboratório de Bromatologia da FMVZ. Ao professor responsável Luiz Edivaldo Pezzato, por gentilmente ceder as instalações e sua estagiária.

À amiga e técnica do Laboratório de Bromatologia da UFPR, Cleusa, pela ajuda em minhas análises de fibra.

Ao professor Dr. Dante Lanna do Laboratório de Crescimento e Produção Animal (Esalq/USP) por possibilitar as análises de ácidos graxos, e às funcionárias do laboratório, Maria Antonia (Tuka) e Ana Carolina, por serem tão solícitas na realização das mesmas.

Ao professor Alessandro Amarante, por ceder as instalações do Laboratório de Parasitologia.

À grande amiga Tici pelos ótimos momentos vividos juntos, pelos cuidados, mimos enfim pela convivência diária. Às amigas Marcela, Beatriz (Kimiko), Carol (Baliza) e Marina (Carcaçinha) por me agüentarem alegremente todos os fins de tarde em sua casa.

Aos amigos da pós-graduação Aline, Edicarlos, Bruna Sanches, Bruna Silva, Vivian, João, Pedro, Samira, Tamara, Ticiany, Marcela, Marina Gabriela, Fabiana, Elisangela e Marco Aurélio pela enriquecedora convivência, pela ajuda quando solicitada, alegria dividida, e por me mostrarem sempre quanto é bom ter amigos.

Ao futuro zootecnista e grande amigo Marco Túlio (Kpão), pessoa indispensável na realização deste trabalho. Pela disponibilidade e pelo esforço em todos os momentos. E acima de tudo por transformar qualquer momento em uma festa.

À minha amiga e confidente Marcela, por compartilhar minhas alegrias nos bons momentos e me ajudar a recuperar o humor durante os maus. Tua presença faz com que tudo seja um pouco mais fácil e divertido. Saibas que continuarei levando nossa amizade aonde quer que eu vá.

Aos meus eternos amigos “CAMARADAZ” e “LAPOCANOS” (Karin, Punk, Mari, Dôdo, Pam, Regis, Carol, Fin, Paulinha, Gordinho, Ca, Ju, Diego, Adir, Samuel, Sérgio, Jor e Edson) que apesar da distância sempre se fizeram tão presentes.

Às minhas amigas queridas de Piracicaba Ingrid e Daia, que sempre me acolheram com tanto carinho.

Aos tão prestativos estagiários que passaram pelo setor de ovinocultura e pelo laboratório de bromatologia: Guilherme (Arreio), Mariucha, Aline, João (Madame), Zé, Frentista, Fernanda (Blenda), Gaby (Fofo sister), Maurício (Xibungo), Tripa pela ajuda nos

diversos momentos, e diversas formas, nas longas madrugadas, nas intermináveis avaliações, nos números, enfim, na realização desta dissertação.

Às minhas doces ovelhinhas que participaram pacientes durante os infindáveis meses que durou o experimento.

À minha família por acreditar em mim e apoiar todos os meus sonhos.

Ao meu querido Rafael Meneghini, pessoa maravilhosa, sempre disposto a ajudar e agir, sem limite de tempo e horário.

À todos que fizeram parte desse capítulo da minha história, meus sinceros agradecimentos. Sentirei saudades...

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS vii

LISTA DE FIGURAS ix

LISTA DE ABREVIATURAS x

CAPÍTULO I 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS 1

1.1 Caracterização da Fibra 2

1.2 Fibra Efetiva e Fisicamente Efetiva 4

1.3 Fibra na dieta para Ruminantes 7

1.4 Produção e Composição de Leite 10

1.5 Comportamento ingestivo 13

Referências Bibliográficas 17

CAPÍTULO II 26

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO LEITE DE OVELHAS BERGAMÁCIA ALIMENTADAS COM QUATRO TEORES DE FDN NA RAÇÃO 26

PRODUCTION, COMPOSITION AND PROFILE OF FATTY ACIDS IN MILK OF BERGAMÁCIA EWES FED WITH FOUR LEVELS OF NDF IN THE RATION 26

INTRODUÇÃO 27

MATERIAL E MÉTODOS 28

RESULTADOS E DISCUSSÃO 34

CONCLUSÃO 45

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46

CAPÍTULO III 51

COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVELHAS DA RAÇA BERGAMÁCIA EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM TEORES CRESCENTES DE FDN NA RAÇÃO 51

INGESTIVE BEHAVIOR OF BERGAMÁCIA EWES IN LACTATION FED WITH FOUR LEVELS OF FDN IN THE RATION 51

INTRODUÇÃO **52**

MATERIAL E MÉTODOS **53**

RESULTADOS E DISCUSSÃO **59**

CONCLUSÃO **68**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **68**

CAPITULO IV **72**

CONCENTRAÇÃO DE FDN NA RAÇÃO DE OVELHAS BERGAMÁCIA EM LACTAÇÃO: CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES **72**

CONCENTRATION OF NDF IN THE RATION OF BERGAMÁCIA EWES IN LACTATION: INTAKE AND NUTRIENTS DIGESTIBILITY **72**

INTRODUÇÃO **73**

MATERIAL E MÉTODOS **74**

RESULTADOS E DISCUSSÕES **79**

CONCLUSÃO **84**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **85**

CAPÍTULO V **89**

IMPLICAÇÕES **89**

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1-Composição química, em porcentagem da matéria seca (MS), dos ingredientes da ração completa 30
Tabela 2-Composição química, proporção dos ingredientes e relação volumoso:concentrado das rações experimentais 31
Tabela 3-Tamanho das partículas das rações experimentais (%MS) 32
Tabela 4-Peso vivo, peso metabólico, consumo de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), produção de leite e eficiência alimentar de ovelhas Bergamácia sob dietas com quatro teores de FDN 34
Tabela 5-Equações de regressão para produção de leite de ovelhas Bergamácia de acordo com o teor de FDN na ração 37
Tabela 6-Médias diárias dos teores dos componentes do leite de ovelhas Bergamácia sob dietas com quatro teores de FDN 38
Tabela 7-Produção e composição centesimal, por período, do leite de ovelhas Bergamácia sob dietas com quatro teores de FDN 41
Tabela 8-Perfil de ácidos graxos do leite de ovelhas Bergamácia sob dieta com quatro teores de FDN 42

CAPÍTULO III

Tabela 1-Composição química, em porcentagem da matéria seca (MS), dos ingredientes da ração completa 55
Tabela 2-Composição química, proporção dos ingredientes e relação volumoso : concentrado das rações experimentais 56
Tabela 3-Tamanho das partículas das rações experimentais (%MS) 57
Tabela 4-Valores médios de temperatura, temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar e ITU, referentes aos dias de observação de comportamento ingestivo ao longo do período experimental 59

Tabela 5-Consumo de matéria seca (CMS), de fibra em detergente neutro (CFDN) e comportamento ingestivo de ovelhas Bergamácia em lactação submetidas a dietas sob quatro teores de FDN 60
Tabela 6-Equações de regressão para comportamento ingestivo de ovelhas Bergamácia, em minutos por dia, de acordo com o teor de FDN na ração..... 65

CAPÍTULO IV

Tabela 1 **-** Composição química, em porcentagem da matéria seca (MS), dos ingredientes da ração completa..... 75
Tabela 2 **-** Composição química, proporção dos ingredientes e relação volumoso : concentrado das rações experimentais 76
Tabela 3 – Tamanho das partículas das rações experimentais (%MS[1])..... 77
Tabela 4 **–** Desempenho, escore de condição corporal (ECC), pH e consumo de nutrientes das ovelhas Bergamácia, de acordo com aconcentração de FDN na ração 80
Tabela 5 **-** Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (DFDN), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etétio (DEE), carboidratos totais e carboidratos estruturais das rações experimentais, no trato digestório total das ovelhas Bergamácia, de acordo com a concentração de FDN na ração..... 83

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2 - Curva de produção de leite corrigido de ovelhas Bergamácia em função do teor de FDN da ração..... 37

CAPÍTULO III

Figura 1 – Curva do consumo de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro (CFDN) de ovelhas Bergamácia, de acordo com o teor de FDN na ração..... 61
Figura 2 – Curva da eficiência de ingestão, ruminação e mastigação de matéria seca (MS) de ovelhas Bergamácia, de acordo com o teor de FDN na ração..... 64
Figura 3 – Curva das variáveis de comportamento ingestivo de ovelhas Bergamácia, em minutos por dia, de acordo com o teor de FDN na ração..... 65
Figura 4 – Tempo, em horas por dia, que as ovelhas permaneceram deitadas ou em pé. 67

LISTA DE ABREVIATURAS

AGCC – Ácidos Graxos de Cadeia Curta

ACCM – Ácidos Graxos de cadeia Média

AGCL – Ácidos Graxos de cadeia Longa

CFDN – Consumo de Fibra em Detergente Neutro

CHOT – Carboidratos Totais

CMS- Consumo de Matéria Seca

CNE – Carboidratos não estruturais

CNCPS – Cornell Net Carbohydrate and Protein System

ECC –Escore de condição corporal

eFDN – Fibra em Detergente Neutro efetiva

EL_L – Energia Líquida de Lactação

FB – Fibra Bruta

Fef – Efetividade Fisica

FDA – Fibra em Detergente Ácido

FDN – Fibra em Detergente Neutro

FDNF – Fibra em Detergente Neutro da Forragem

FDNfe – Fibra em Detergente Neutro Fisicamente Efetiva

FID – Detector de Ionização de Chama

GMD – Ganho Médio Diário

Kg – Quilograma

MS – Matéria Seca

Min – Minutos

PB – Proteína Bruta

PSPS – Penn State Particle Separator

RLM – Ração de Lucro Máximo

CAPÍTULO I
CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Entre os pontos decisivos que podem influenciar a produção leiteira, um dos mais marcantes é a alimentação. Sendo a lactação uma fase de alta exigência nutritiva por parte do animal, é necessário o fornecimento de dietas balanceadas para atingir suas exigências, tendo em vista que uma alimentação escassa pode acarretar em diminuição na produtividade, com variações na composição do leite.

A fibra, como componente essencial da dieta de ruminantes, desempenha importantes funções, fornecendo substrato e energia para a fermentação microbiana ruminal, regulando o teor de gordura no leite e controlando o consumo de matéria seca (CMS). No entanto, por caracterizar-se como componente nutricional de baixa digestibilidade, pode limitar o CMS, afetando negativamente a produção de leite, quando incluída em quantidades excessivas na dieta (Lima, 2003).

O conteúdo de fibra da dieta pode ser avaliado através do método de fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) ou fibra em detergente ácido (FDA). Na metodologia da FB o principal carboidrato determinado é a celulose. Contudo, esse método ignora a lignina e a hemicelulose e foi gradativamente substituído pelos métodos de FDN e FDA, frações essas mais representativas dos componentes da parede celular de um alimento, disponível para a fermentação animal.

Outros métodos também são utilizados para auxiliar na avaliação da fibra do alimento, como a determinação do tamanho da partícula, método físico que prediz a efetividade da fonte de fibra.

A efetividade de uma fonte de fibra pode ser definida como a habilidade deste componente dos alimentos em estimular a mastigação, ou manter o teor de gordura do leite (Grant, 1997).

Diversas variáveis tem sido utilizadas para avaliar a efetividade da fibra de diferentes alimentos: a atividade mastigatória, por afetar diretamente a secreção de saliva, a trituração de partículas, a fermentação ruminal (pH e Ácidos Graxos de Cadeia Curta - AGCC), o CMS (Colenbrander et al., 1991) e a porcentagem de gordura do leite, porque a

sua depressão tem sido associada a dietas com baixa proporção de forragens ou com tamanho reduzido de partículas de tamanho reduzido. Porém, a gordura do leite pode ser afetada por outros fatores que não os nutricionais (raça e estágio de lactação). A espessura e a compactação do "mat" ruminal (camada de partículas grandes flutuante no rúmen) também vem sendo utilizada como critério para avaliar a efetividade da fibra, por reter partículas potencialmente digestíveis, regular a taxa de passagem dos alimentos e estimular a ruminação (Weidner e Grant, 1994).

Assim, o NRC (2001) para vacas leiteiras, recomenda rações com no mínimo 19% de FDN proveniente de forragem (FDNF) e 25% de FDN total. Para cada 1% de redução no FDNF, sugere-se aumentar 2% no FDN total e reduzir 2% nos carboidratos não fibrosos (CNF). Adicionalmente, quando as forragens são excessivamente picadas, o FDN total deve ser elevado visando manter a funcionalidade normal do rúmen.

Os sistemas nutricionais mais recentes, como o Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) para bovinos (Fox et al., 2004) e ovinos (Cannas, 2004) estabeleceram exigências mínimas para níveis de FDN nas dietas (entre 20 e 24,5% de FDN), abaixo dos quais a fermentação e a síntese de proteína microbiana ruminal seriam negativamente alterados. No entanto, possíveis efeitos de níveis de FDN acima daqueles limites mínimos ainda não são considerados (Kozloski et al., 2006).

No entanto, em relação à literatura e a dados disponíveis sobre requerimento de fibra para rebanhos de ovinos leiteiros, na fase de lactação, ainda há poucas informações, utilizando-se inadequadamente os dados referentes a bovinos de leite.

Portanto, sabendo-se que a fibra é um dos fatores estudados na regulação do consumo e que sua utilização é de essencial importância na dieta de ovinos leiteiros, é fundamental estabelecer as exigências dessa categoria, para que possam ser calculadas rações com níveis adequados de FDN na fase de lactação.

1.1 Caracterização da Fibra

A fibra bruta (FB), a fibra em detergente ácido (FDA) e a fibra em detergente neutro são as medidas de fibra mais comumente utilizadas em análises laboratoriais de rotina.

Entretanto o grande problema, é que nenhum destes fatores apresenta uniformidade química na sua realização entre laboratórios.

Inicialmente, a quantidade de fibra nas dietas para ruminantes foi analisada pelo método da FB em 1962. A FB isola os componentes fibrosos menos digestíveis e estruturais de plantas. Entretanto, as recuperações de componentes da parede celular (celulose, hemicelulose e lignina) são inconsistentes (Van Soest, 1994). Em 1967 Van Soest e Wine desenvolveram o sistema de FDN e FDA (Mertens, 1992). O método originalmente proposto por Van Soest e Wine utiliza sulfito de sódio para solubilizar as proteínas que possam estar ligadas ao FDN, partindo as ligações dissulfídricas (Mertens, 1992). Posteriormente, Van Soest et al. (1991) propuseram uma modificação à metodologia original, adicionando amilase termo-estável, devido a dificuldade do método original em remover amido de grãos durante a determinação de FDN. A solução de detergente ácido isola da parede celular os componentes da FDA (celulose e lignina, além de nitrogênio e cinzas insolúveis em detergente ácido).

Portanto, a FDA não inclui a hemicelulose e a FB não quantifica hemicelulose e lignina. Dessa forma, segundo o NRC (2001), o método FDN é o que melhor separa a fração carboidrato estrutural da não-estrutural e compostos químicos incluídos como fibra. A FDN representa a maioria dos componentes estruturais das células vegetais, como a celulose, hemicelulose e lignina.

Dependendo da concentração e da digestibilidade, a FDN impõe limitações sobre o consumo de matéria seca de energia, pois possui digestão lenta e frações indigestíveis em sua composição (Nussio et al., 2006), sendo altamente correlacionada com a densidade volumétrica do alimento. Já a FDA está mais relacionada com a digestibilidade do alimento, pois a fração indigestível, a lignina, representa uma maior porção da FDA (Van Soest, 1994).

Embora, a concentração da FDN no alimento, ou na ração, é negativamente correlacionada com a concentração energética. Alimentos ou rações, com concentrações similares de FDN, não necessariamente terão concentrações de energia líquida de lactação (EL_L) semelhantes, do mesmo modo que certos alimentos ou rações, com alta FDN, podem ter EL_L maior que alimentos e rações com menores concentrações de FDN (NRC, 2001).

Sendo a FDN apenas uma característica química dos alimentos, atributos físicos da fonte de fibra (tamanho de partícula e densidade) são também utilizados para avaliar alimentos (Armentano e Pereira, 1997). Estas características físicas da fibra influenciam a saúde do animal, a fermentação ruminal, a utilização dos metabólitos produzidos na fermentação, o metabolismo animal e a produção de gordura no leite, independentemente da quantidade ou da composição química avaliada na FDN.

É interessante ressaltar que a quantificação destas características físicas são mais relevantes quando são utilizadas fontes de FDN oriundas de forragens finamente picadas (≤5mm), ou quando esta FDN é proveniente de fontes não fibrosas. Quando são ofertadas fibras de forragens grosseiramente picadas, o valor de FDN servirá apenas para saber qual a quantidade mínima de volumoso que pode ser oferecida, já que nestas condições a FDN já possui alta efetividade (Mertens, 1997).

Assim, na tentativa de avaliar fisicamente a porção fibrosa do alimento, vários autores sugeriram considerar o tempo de mastigação como uma medida biológica para este parâmetro (min/ kg MS). Criou-se, dessa forma um fator de efetividade física que, quando multiplicado pelo teor de FDN, resulta um valor para ser utilizado na formulação de rações (Nussio et al., 2009).

1.2 Fibra Efetiva e Fisicamente Efetiva

O conceito de fibra efetiva ou fração FDN efetiva (eFDN) está relacionado com a capacidade total da FDN em manter efetivamente a ruminação, o teor de gordura do leite e a saúde do animal. Já a fração FDN fisicamente efetiva (FDNfe), está relacionada com as características físicas da fibra (primariamente o tamanho das partículas) que estimulam a atividade de mastigação e estabelecem uma estratificação bifásica do conteúdo ruminal, contribuindo para a formação de uma camada flutuante de partículas grandes, sobre as porções de líquido e de partículas pequenas (Mertens, 1997).

O fator de efetividade da FDN é medido empiricamente, utilizando variáveis que respondem ao perfil de carboidratos da ração, tais como: mastigação, camada de fibra longa do rúmen (“mat” ruminal), motilidade ruminal, teor de gordura do leite, pH ruminal e perfil de AGCC no rúmen (Armentano e Pereira, 1997). O conteúdo de FDNfe de um alimento é

calculado pelo teor de FDN analisado quimicamente e multiplicado pelo fator de efetividade física (FEF) da fibra naquele alimento (Nussio et al., 2009).

Assim, devido à importância de considerar as características físicas e químicas da fibra, vários fatores de resposta animal têm sido utilizados para avaliar a efetividade da fibra de diferentes alimentos, sendo as análises laboratoriais de avaliação das partículas dos alimentos as mais utilizadas (Lammers et al., 1996; Mertens, 1997; Buckmaster et al., 1997). No entanto, também existem avaliações por meio de métodos estatísticos (Mertens, 1997) ou ensaios biológicos (Clark e Armentano, 1993).

Lammers et al. (1996) desenvolveram um método para avaliar a distribuição do tamanho das partículas em forragens e dietas completas, utilizando o sistema de peneiras chamado PSPS (Penn State Particle Separator). Os autores descreveram que a FDNfe pode ser mensurada como uma proporção da MS retida nas peneiras de 19 e 8 mm, multiplicada pela porcentagem de FDN da dieta, obtendo-se assim a FDNfe>8, de acordo com a fórmula:

FDNfe>8 = (%MS retida 19 – 8 mm) x %FDN dieta

Mertens (1997) sugeriu outro método laboratorial de rotina, que avalia a FDNfe>1,18, através do qual a concentração de FDN (%MS) do alimento é multiplicada pela porcentagem de partículas retidas em peneiras de 1,18 mm, sendo o valor da efetividade do alimento igual ao produto desta operação, segundo a fórmula:

FDNfe>1,18 = (%MS retida 1,18 mm) x %FDN dieta

O método de Mertens (1997) teve como base o experimento conduzido por Poppi et al. (1985), que avaliaram a distribuição das partículas por tamanhos, na digesta e nas fezes de ovinos e bovinos, e concluíram que as partículas da digesta ruminal retidas na peneira de 1,18 mm apresentavam alta resistência à passagem para o intestino.

A nova versão do PSPS (Kononoff e Heinrichs 2003) é construída a partir de 3 peneiras com aberturas de 19, 8 e 1,18 mm e uma bacia sólida no fundo, permitindo a estimativa da FDNfe>1,18 conforme a metodologia de Mertens (1997).

Outro método de determinação da efetividade da fibra são as avaliações biológicas. Essas avaliações, envolvendo a quantificação da FDNfe e da eFDN, são relativamente distintas, visto que a efetividade física é definida restritamente em termos de atividade de

mastigação, enquanto que a eFDN representa a propriedade do alimento que ajuda a manter a percentagem de gordura do leite (Nussio et al., 2009).

Mertens (1986), citado por Mertens (1997), buscou padronizar os efeitos da atividade mastigatória, através de equações de regressão que utilizassem como base o teor de FDN da ração e o tempo (em minutos) da atividade mastigatória por quilograma de MS ingerida ou quilograma de FDN ingerido. Para que esta equação fosse possível, houve necessidade de estabelecer alguns parâmetros base. Então, ele sugeriu que feno de forragem, picado grosseiramente, contêm 100% de FDN e fator de efetividade física igual a 1, propiciando portanto, uma fibra com 100% de FDNfe. Este tipo de fibra, em média, deveria proporcionar um tempo de atividade mastigatória de 240 minutos por quilograma de MS ou de FDN ingeridos por vacas secas.

A avaliação da eFDN é mais complexa que a determinação da FDNfe, pois seu sistema de avaliação inclui mais características e responde mais às variações entre os animais e as fontes de ingredientes presentes na MS da ração ofertada.

Armentano e Pereira (1997) apresentaram um sistema de avaliação biológica de valores de eFDN para fontes de forragens e não forragens. Também usaram equações em que variáveis como pH ruminal e teor de gordura no leite foram avaliadas. No entanto, maior ênfase foi dada ao comportamento ingestivo dos animais. Na avaliação dos experimentos, todos os coeficientes de regressão para os alimentos concentrados foram negativos, sugerindo que as fontes de FDN originadas destes alimentos diminuem a porcentagem de gordura no leite. No entanto, existe certa dificuldade para analisar dados inerentes a fontes de FDN de concentrados, pois a maioria dos experimentos possui apenas uma quantidade de inclusão e uma só fonte de concentrado. Uma situação ideal seria proporcionada se existisse um tratamento controle, no qual o mínimo de FDN fosse fornecido, com o intuito de manutenção da saúde animal.

Contudo, usar a gordura do leite para predizer efetividade é muito complicado, visto que ela pode ser devido a outros fatores, além dos nutricionais. Alguns autores (Colenbrander et al, 1991; Dado e Allen, 1995) observaram que a concentração de FDN não afetou a porcentagem de gordura no leite de vacas. Além disso, o decréscimo no

tamanho das partículas da forragem afeta negativamente a porcentagem de gordura no leite (Grant et al., 1990).

Embora o tamanho das partículas tenha importância para a efetividade física da fibra, por otimizar a fermentação microbiana no rúmen, a variabilidade observada nesse indicador ainda impede o seu uso para definir valores de efetividade da fibra (Firkins, 2002).

1.3 Fibra na dieta para Ruminantes

Atualmente existem poucas informações na literatura sobre requerimento de fibra para a espécie ovina na fase de lactação. Sabendo-se que o consumo de alimentos nessa fase é de grande importância para que as matrizes tenham boa produção e desmamem seus cordeiros com peso elevado, a fibra passa a ser um dos fatores estudados na regulação do consumo. Assim, é fundamental estabelecer as exigências dessa categoria, para que possam ser calculadas rações com níveis adequados de FDN na fase de lactação.

A relação entre a importância da FDN na formulação das dietas e o seu efeito sobre o animal, será influenciada pela fonte de energia desta fração, CMS e função ruminal.

Entre os fatores envolvidos na regulação do consumo, a concentração de FDN tem sido bastante considerada, em função de sua lenta degradação e baixa taxa de passagem através do ambiente ruminal. Sendo assim, se a ingestão é limitada pela ocupação de espaço no trato gastrintestinal, alimentos com alto teor de FDN, como os volumosos, poderão ter a sua ingestão restringida, limitando a expressão do potencial genético do animal para produção de leite(Carvalho, 2002).

Por outro lado, quando se utilizam rações com baixa proporção de FDN e alto teor de energia, a demanda energética do animal pode ser suprida em níveis menores de ingestão (Mertens, 1983).

Portanto, a utilização de um nível adequado de FDN na ração visa obter máxima produção, utilizando o máximo de volumoso sem, entretanto, provocar restrição na ingestão alimentar pelo efeito do enchimento do trato gastrintestinal, que comprometeria o desempenho animal.

Mesmo pequenas adições de fonte de fibra, na proporção de 5 a 20% da MS da dieta, faz com que ocorra melhoria no desempenho animal (Preston, 1998). Uma questão interessante é que animais que consumam teor suficiente de FDN, sem uma proporção suficiente de partículas longas, podem exibir os mesmos distúrbios metabólicos observados em vacas que tenham ingerido uma dieta deficiente em fibras (Mertens , 1997).

Estudos (Van Soest, 1994; Jung e Allen, 1995; Bürger et al., 2000; Cardoso et al., 2006) tem demonstrado correlação negativa elevada entre o CMS e o teor de FDN da dieta, associando-se este fato à menor digestibilidade da fração fibrosa em relação aos demais constituintes dietéticos, o que pode resultar em maior tempo de permanência da digesta no retículo-rúmen e, por consequência, na repleção ruminal. Segundo Turino et al. (2007), dependendo de sua concentração e digestibilidade, a FDN pode impor limitações sobre os consumos de MS e energia, restringindo o desempenho produtivo dos animais. Carvalho et al. (2006), avaliando o consumo de nutrientes e o desempenho produtivo de cabras leiteiras, observaram decréscimo da produção de leite, à medida em que o nível de FDN aumentava. Da mesma forma, alterações na concentração dietética de fibra podem afetar a composição do leite produzido, principalmente quanto ao teor de gordura (Lammers et al., 1996).

A formulação de dietas com base na FDN, como porcentagem de MS da ração, tem sido recomendada em razão do relacionamento positivo entre FDN e repleção ruminal e do relacionamento negativo entre FDN e densidade energética do alimento (Mertens, 1994).

Segundo Nussio et al. (2009), para vacas leiteiras, a quantidade máxima de FDN que pode ser incluída em rações é função do requerimento de EL_L, da quantidade de CNF necessária para boa fermentação ruminal, e do efeito negativo que a FDN exerce sobre o consumo. A concentração de FDN nas rações é diretamente relacionada ao pH ruminal, em virtude da lenta degradação da FDN, com menor produção de AGCC no rúmen, quando comparadas aos CNF (Allen, 1997) Além disso, a FDN oriunda de forragens possui estrutura física que estimula a mastigação e a motilidade ruminal (Dado e Allen, 1995). A mastigação estimula a produção e o fluxo de saliva para o rúmen e a motilidade ruminal aumenta a absorção dos AGCC produzidos.

Em termos práticos, nas rações fornecidas para vacas leiteiras de alta produção, busca-se fornecer quantidades mínimas de FDN para proporcionar máximo consumo de energia, estimulando a ruminação e a produção de saliva que mantêm o pH favorável (Nussio et al., 2009), uma vez que o leite é pago pela quantidade e não pela qualidade.

Assim, considerando-se o conceito proposto por Mertens (1983), dietas com 35% de FDN seriam capazes de estimular o máximo consumo de MS e de fibra para vacas produzindo 25 a 30 l de leite. Maiores concentrações de FDN limitariam o consumo, em decorrência da distensão física do rúmen-retículo, enquanto que o consumo de dietas com menor teor de FDN seria limitado ao se atingir o requerimento de energia do animal. Mertens (1987) sugere ainda o valor médio de 1,2% do peso corporal, para expressar a ingestão ótima de FDN na ração de animais em lactação. O NRC (1989), por sua vez, recomenda para vacas leiteiras de alta produção, 25 a 28% de FDN na dieta, sendo que, no mínimo, 75% da FDN deve ser proveniente de forragens. As atuais recomendações do NRC (2001) sugerem mínimo de 25 a 33% de FDN na dieta, dependendo da proporção de FDN proveniente da forragem.

As recomendações mais atuais envolvem já o conceito de efetividade, adotado pelo CNCPS versão 5.0, que pode ser usado para se avaliar a adequação da FDNfe da ração completa. As duas considerações principais são a manutenção do pH ruminal adequado e a porcentagem de gordura do leite. Teor mínimo de FDNfe, de cerca de 22% na ração, é necessário para manter o pH do rúmen em 6,0 e a gordura do leite de vacas holandesas em cerca de 3,5% (Mertens, 1997, 2002).

O programa Ração de Lucro Máximo (RLM), versão 3.0 (Lanna et al., 2005), modelo desenvolvido pela equipe do Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da ESALQ-USP, possui uma biblioteca de alimentos que leva em consideração a FDNfe como porcentagem da MS dos alimentos, calculado a partir da multiplicação da concentração química de FDN (%MS) pela FDNfe (%FDN) do alimento em questão. O modelo sugere teor mínimo de 15% de FDNfe na otimização da dieta. Portanto, quanto a formulação da dieta, atenção especial deve ser dada aos valores mínimos de fibra (FDNfe), visando garantir segurança em termos de ruminação, tamponamento e manutenção do pH ruminal (Cervieri et al., 2009).

Entretanto, a observação de Mertens (1996), de que vacas alimentadas com rações com a mesma concentração de FDN podem não ter o mesmo consumo, serve para ilustrar que a relação entre FDN e consumo é complexa e depende não somente da FDN, mas também da curva de exigência do animal. Logo, o ponto em que o teor de FDN da ração deixa de limitar fisicamente a ingestão é determinado, primariamente, pelo nível de produção do animal (NRC, 2001).

Atualmente, não existem na literatura dados disponíveis sobre recomendações e níveis ótimos de fibra para pequenos ruminantes. Em razão da escassez de informações, tem-se seguido orientações fornecidas em tabelas específicas para bovinos, como o NRC (1989) e NRC (2001) (Carvalho et al., 2006).

O grande problema em utilizar informações obtidas com bovinos, para formular rações para ovinos, é que as exigências de proteína, energia e minerais são diferentes entre as espécies. Além disso, as atividades de mastigação, o tempo de retenção de partículas no rúmen e a produção de substâncias tamponantes pela saliva são também diferentes, o que torna o uso dos dados dessas tabelas inadequados e sem conseqüência prática para elaboração de dietas para esses animais.

1.4 Produção e Composição de Leite

O leite ovino é destinado principalmente à produção de queijo que chega a render o dobro, tanto em relação a produção de queijo de leite bovino quanto caprino (Brito et al., 2006). Por essa razão, a qualidade do leite deve ser considerada no sentido da sua capacidade de transformação em queijos e derivados, haja visto a importância da composição no rendimento dos produtos (Bencini e Pulina, 1997). Contudo, diversos fatores como o ambiente, a nutrição, a ordem de parição e o número de cordeiros criados (Godfrey et al., 1997) podem influenciar a produção de leite.

A nutrição é fator de alta relevância na produção de leite. De acordo com Zeppenfeld et al. (2005), a alimentação influencia a produção e a composição do leite. Ao utilizar ovelhas Texel confinadas e alimentadas com duas dietas de diferentes proporções de volumoso e concentrado (80:20 e 60:40) na MS, esses autores obtiveram produções de 1,36 e 1,50 kg de leite/dia, respectivamente. Cardellino e Benson (2002), trabalhando com

ovelhas confinadas nos EUA, provenientes dos cruzamentos entre animais das raças Suffolk, Dorset e Rambouillet, obtiveram produção média de 2,86 kg/dia. No Brasil, na região Sudeste, Susin et al. (2005) registraram produção média de 1,3 kg/dia, em ovelhas da raça Santa Inês alimentadas com dieta de alto teor de concentrado. Na região Sul, Hübner et al. (2007), trabalhando com ovelhas provenientes do cruzamento alternado entre as raças Texel e Ile de France, recebendo dietas com 34, 43 e 52% de FDN, obtiveram produções de 1,5; 1,6 e 1,3 kg/dia, respectivamente, sendo que a máxima produção foi alcançada em dietas com 39,8% de FDN. Teores superiores a 43% de FDN na dieta limitaram o CMS e, consequentemente, a produção de leite. Por outro lado, Carvalho et al. (2006), avaliando o desempenho produtivo de cabras leiteiras, enfatizaram que a dieta elaborada para conter 27% de FDNF foi a que proporcionou a maior produção de leite. Araujo et al. (2008), trabalhando com ovelhas alimentadas com dietas em que o feno de *coast cross* foi substituído por casca de soja, verificaram, nos picos de produção, resultados de 1,28; 1,5; 1,79 e 1,72 kg de leite/dia para dietas com 0; 29,7; 62,02 e 97,3% de FDN não forragem, respectivamente.

Para o pico de lactação, tem-se uma gama de informações na literatura. De acordo com Bencine e Pulina (1997), o pico de lactação é atingido entre a terceira e a quinta semana de lactação. Discordando parcialmente desses resultados, Sá e Otto (2003) constataram maior produção de leite na segunda semana de lactação, em ovelhas da raça Bergamácia. Já Cardellino e Benson (2002) observaram que o pico de produção de leite de ovelhas estabuladas, amamentando uma cria desmamada por volta dos 60 dias de vida, ocorreu aos 30 dias. Por outro lado, em ovelhas amamentando duas crias, verificou-se adiantamento nos picos de lactação, tendo ocorrido aos 21 dias (Cardellino e Benson, 2002). Hübner et al. (2007) relataram que os picos de lactação ocorreram na terceira, segunda e primeira semanas de lactação, em ovelhas alimentadas com níveis crescentes de FDN (34, 43 e 52%, respectivamente). No entanto, Stradiotto (2007), trabalhando com sistemas mistos de produção de leite (ordenhas + cordeiro mamando até os 45 dias de idade), em ovelhas Bergamácia, observou o pico de produção de leite na sétima semana de lactação. O pico pode ter sido retardado pelo efeito da amamentação sobre a produção, o que prejudicou a produção total de leite comercial.

Segundo Gargouri et al. (1993), mais leite comercial é produzido quando as ovelhas são ordenhadas duas vezes ao dia, ou no mínimo uma vez, com ordenhas após os 30 primeiros dias de amamentação dos cordeiros, quando são desmamados, em comparação às ovelhas que não são ordenhadas neste período. Sá e Otto (2003), em revisão sobre produção de leite, relataram que a sua quantidade e composição diferiram, quando compararam ordenha da manhã com a da tarde, em ovelhas ordenhadas duas vezes por dia. Tal informação está parcialmente de acordo com os dados obtidos por Queiroz et al. (2009) quando trabalharam com duas ordenhas por dia (4:00 e 14:00 horas), tendo verificado que, na ordenha da manhã, a produção foi maior, porém sem diferença na composição do leite.

Há correlação negativa entre a produção e a composição do leite. Portanto, quando as ovelhas produzem mais leite, as concentrações de gordura e proteína diminuem. Esta relação é valida para as raças de alta e baixa produção (Bencine e Pulina, 1997).

A composição média do leite ovino apresenta 17,5% de sólidos totais; 6,5% de gordura; 3,5% de proteína; 4,8% de lactose e 0,92% de minerais (Pulina e Nudda, 2004). Pode ter uma variação de 6,35 a 9,40% no teor de gordura, 3,30 a 5,00% no teor de proteína e 3,70 a 5,16% no de lactose (Kremer et al., 1996).

Ao comparar o leite ovino com o de outras espécies pode-se notar uma diferença visual, quanto à cor e viscosidade e uma diferença na composição físico-química. Segundo Stradiotto (2007), o leite de cabra e o de ovelha são mais claros quando comparados com o leite de vaca, o qual tem aspecto amarelado, devido a presença de carotenos na gordura. Outra peculiaridade é o menor diâmetro dos glóbulos de gordura do leite ovino (4,0 um x 4,4 um) comparado ao bovino, o que confere melhor digestibilidade em humanos (Pulina e Nudda, 2004). O leite ovino também apresenta maior concentração de minerais do que o bovino (0,92 x 0,72%), principalmente cálcio, propiciando ao leite ovino maior poder tampão e, consequentemente, pH levemente mais básico (Pulina e Nuda, 2004). Quanto ao perfil de ácidos graxos, o leite ovino possui maior concentração daqueles de cadeia curta e média do que o leite bovino (Jandal, 1996).

De acordo com Lammers et al. (1996), a redução do teor de fibra da dieta promove diminuição do tempo gasto com a mastigação (ingestão e ruminação) e, consequentemente, do pH ruminal, uma vez que há menor fluxo de saliva para o rúmen, reduzindo o fluxo de

substâncias tamponantes, o que pode desfavorecer o crescimento de microrganismos celulolíticos e a relação acetato:propionato e, desta forma, afetar o teor de gordura do leite.

Morand-Fehr e Sauvant (1980) registraram correlação positiva entre consumo de energia e produção de leite e negativa entre produção de leite e conteúdo de fibra da forragem. Da mesma forma, Smith (1976) e Briceno et al. (1987) observaram efeito linear significativo do consumo de energia sobre a produção de leite.

Com base nas mensurações utilizando o PSPS, vários estudos demonstraram que o aumento da ingestão de FDNfe eleva a quantidade de gordura no leite (Yang et al., 2001; Kononoff e Heinrichs, 2003), e diminui a quantidade de proteína (Kononoff e Heinrichs, 2003). No entanto, outros pesquisadores não encontraram efeito da FDNfe na composição do leite (Beauchemin e Yang, 2003; Kononoff e Heinrichs, 2003). No estudo de Yang e Beauchemin (2005) não houve diferença entre os teores de gordura do leite de vacas de alta produção: 2,88; 2,67 e 3,02, para dietas com FDNfe alto, médio e baixo, respectivamente. Araujo et al. (2008), avaliaram ovelhas Santa Inês, as quais consumiram dietas com 50,5; 32,2; 29,6 e 22,2% de FDNfe, obtiveram resultados para os teores de gordura do leite de 7,59; 7,86; 7,59 e 7,74%, respectivamente. Nota-se que os teores de gordura foram adequados para todos os tratamentos, concordando com a afirmação de Nudda et al. (2002) de que a composição do leite ovino parece ser menos afetada pelo tamanho das partículas do que o leite de bovinos.

Hübner et al. (2007), trabalhando com ovelhas alimentadas com níveis crescentes de FDN, nas dietas, não verificaram diferenças nos teores (%) de gordura, lactose e sólidos totais do leite, observando médias de 3,90; 5,26 e 11,47%, respectivamente. A quantidade de gordura produzida diariamente, assim como a densidade do leite, diminuiram linearmente com o aumento do teor de FDN na dieta. Já a quantidade (g/dia) e a concentração (%) de proteína do leite variaram quadraticamente, com pontos de máximo estimados nas concentrações de 27 e 59,5% de FDN.

1.5 Comportamento ingestivo

Em nutrição de ruminantes, a ingestão de MS é um dos aspectos mais importantes a serem considerados na formulação de dietas, pela sua estreita relação com o desempenho

produtivo e reprodutivo. Segundo Mertens (1987), o CMS é uma das variáveis que influenciam o desempenho animal, sendo inversamente relacionada com o conteúdo de fibra do alimento. Dietas com elevadas concentrações de fibra limitam a capacidade ingestiva, em virtude da repleção do retículo-rúmen. Por outro lado, aquelas com teor reduzido de fibra também resultam em menor ingestão total de MS, uma vez que as exigências energéticas podem ser atingidas em níveis mais baixos de ingestão. A saúde do animal pode ser prejudicada, tendo sua produtividade comprometida, devido a distúrbios digestivos que ocorrem em função do decréscimo no CMS.

Nesse contexto, o estudo do comportamento ingestivo dos ruminantes classicamente tem sido utilizado como ferramenta na avaliação de dietas, pois possibilita ajustar o manejo alimentar para obtenção de melhor desempenho produtivo e estabelecer a relação entre comportamento ingestivo e consumo voluntário. Contudo, o conceito relativamente recente, sobre a efetividade física da fibra, inter-relacionada com o comportamento ingestivo de ruminantes e conectada às variáveis produtivas, perfazem um complexo e importante conjunto de informações que podem ser sistematicamente utilizadas para potencializar, em última instância, o desempenho animal.

Assim, o estudo do comportamento ingestivo de ruminantes é fundamental para o entendimento dos processos de digestão dos alimentos, da sua eficiência de utilização e absorção, e da manutenção das condições ruminais (Neto et al., 2007). As características das refeições (duração, número, distribuição ao longo do dia, etc.) e a magnitude do consumo obtido e das atividades alimentares exercidas, são reflexos diretos da qualidade, quantidade e estrutura do alimento que se oferece ao animal (Carvalho e Moraes, 2005).

Embora o confinamento seja um ambiente diferente do natural, o ritmo diurno do padrão alimentar é semelhante àquele do pastejo, mas o tempo total de alimentação é sensivelmente inferior (Fraser e Broom, 1990).

Animais confinados gastam em torno de uma hora consumindo alimentos ricos em energia, e até mais de seis horas, para fontes com baixo teor de energia e alto em fibra. Pereira et al. (2007) verificaram que novilhas alimentadas com dietas contendo 60% de FDN despenderam mais tempo com alimentação (4,9 h/dia), em comparação àquelas alimentadas com 30% de FDN (3,53 h/dia).

Da mesma forma, o tempo despendido com a ruminação é influenciado pela natureza da dieta e, provavelmente, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Assim, quanto maior a participação de alimentos volumosos na dieta, maior será o tempo despendido com a ruminação (Van Soest, 1994).

A atividade mastigatória foi correlacionada com a FDN (característica química) e com o tamanho das partículas (propriedade física). Durante o consumo e a ruminação, está atividade, é a maior responsável pela trituração e consequente redução no tamanho das grandes partículas (Welch, 1986).

Desta forma, o tempo despendido com a mastigação tem sido uma das medidas mais estudadas e utilizadas para avaliar a efetividade da fibra, por causa dos efeitos que ela tem sobre: secreção de saliva, processo de trituração de alimentos, CMS, função ruminal (pH e perfil de AGCC) e porcentagem de gordura no leite (Colenbrander et al., 1991). Segundo Dado e Allen (1995), o tempo de mastigação por unidade de MS ou FDN, aumenta conforme quantidades adicionais de FDN são inseridas na dieta.

Turino (2003) observou que dietas com maior nível de FDN e de fibra fisicamente efetiva promovem aumento na atividade mastigatória em ovinos. Esse autor verificou que animais alimentados exclusivamente com concentrados apresentaram tempos médios de ingestão, ruminação e mastigação de: 122, 117 e 239 min/dia, respectivamente. Enquanto isso, aqueles que recebiam dietas com 18% de FDN, tendo como fonte o bagaço de cana, apresentaram médias de 215, 289 e 509 min/dia para ingestão, ruminação e mastigação, respectivamente.

Alguns estudos (Yang et al., 2001; Kononoff e Heinrichs, 2003) mostraram que a FDNfe é um pobre preditor do tempo de mastigação e do pH ruminal. Entretanto, Beauchemin e Yang (2003) reportaram que a FDNfe é um confiável indicador da atividade de mastigação e da acidose ruminal sub-clínica. Beauchemin e Yang (2005) citaram que, diminuindo o teor da FDNfe da dieta, o número de mastigações por dia na ingestão foi linearmente reduzido e houve tendência de redução do número de mastigações na ruminação. Consequentemente, a atividade total de mastigação foi reduzida. O tempo de ingestão (min/dia) e o tempo de ruminação (min/dia) foram linearmente afetados pela FDNfe das dietas, assim como o tempo total de mastigação (min/dia). Em contraste, quando

expressos em minutos por unidade de FDNfe, estes parâmetros apresentaram tendência de decréscimo, conforme o aumento da FDNfe da dieta.

A eficiência da ruminação é importante no controle da utilização de alimentos de baixa digestibilidade, pois o animal pode ruminar maiores quantidades do alimento de baixa digestibilidade durante as 8 ou 9 horas comuns de ruminação, proporcionando maior consumo e melhor desempenho produtivo (Welch, 1986). Deswysen et al. (1987) observaram que a duração do tempo de ruminação expressa como proporção do consumo, é independente do peso corporal e negativamente correlacionada com o consumo voluntário. No entanto, o tempo de ruminação é altamente correlacionado (0,96) com o consumo de FDN em bovinos (Welch e Hooper,1982).

Albrighe (1993) relatou, em experimento com vacas recebendo três teores de FDN na dieta (26, 30 e 34%), valores despendidos em ruminação e mastigação total de 344 e 558; 403 e 651; 414 e 674 min/dia, respectivamente. Em cordeiros alimentados com quatro concentrações de FDN (25, 31, 37 e 45%), Cardoso et al. (2006) observaram que o tempo de ruminação aumentou 450, 472, 508 e 501 min/dia, respectivamente. Gonçalves et al. (2000), trabalhando com cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes relações volumoso:concentrado (100:0, 80:20, 60:40, 40:60 e 20:80), verificaram que houve aumento do tempo gasto com ruminação e, em contrapartida, diminuição do tempo despendido com ócio à medida que se aumentava o nível de volumoso e, consequentemente, de fibras nas dietas.

A atividade de ócio é considerada o período em que os animais não estão consumindo, nem ruminando, ou seja, estão descansando (Costa et al., 1983). Ócio ou descanso, e outras atividades exceto consumo e ruminação, perfazem cerca de 10 horas/dia (Camargo, 1988; Albright, 1993). Outros autores (Fraser, 1980; Orr et al., 2001; Phillips e Rind, 2001), ao estudarem o comportamento dos animais, observaram a variação dessas atividades entre 9 e 12 horas/dia. O tempo despendido com essas atividades pode ser elevado pela temperatura, pois ovinos fora da sua zona de conforto térmico, 15 a 30^{o}C (Baeta & Souza, 1997), tendem a diminuir o consumo de alimento e o tempo de ruminação, enquanto o tempo em que permanecem em ócio aumenta (Albright, 1993). O fato dos animais estarem estabulados também aumenta o tempo despendido em outras atividades,

podendo vir a desenvolver comportamentos estereotípicos em relação a si próprios, a outros indivíduos ou a objetos.

Desta forma, sendo o consumo uma atividade consciente, é racional concluir que o comportamento alimentar do animal pode vir a ser afetado por outras atividades conscientes (Mertens, 1996), tornando-se o estudo do comportamento ingestivo fundamental para a elevação do bem-estar animal e, consequentemente, para a obtenção de melhores índices produtivos.

A pesquisa resultou em três artigos, redigidos de acordo com as normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

No capítulo 2 é apresentado o trabalho intitulado **"Produção, composição e perfil de ácidos graxos no leite de ovelhas Bergamácia de acordo com o teor de FDN na ração".** O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de fibra na produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de ovelhas da raça Bergamácia.

No capítulo 3 é apresentado o trabalho intitulado **"Comportamento ingestivo de ovelhas da raça Bergamácia em lactação alimentadas com teores crescentes de FDN na ração".** O objetivo foi avaliar o efeito de rações com níveis crescentes de FDN sob o comportamento ingestivo de ovelhas Bergamácia em lactação.

No capítulo 4 é apresentado o trabalho intitulado **"Concentrações de FDN na ração de ovelhas Bergamácia em lactação: Consumo e digestibilidade dos nutrientes"**. O objetivo foi avaliar o efeito dos níveis crescentes da FDN total na ração, sobre as variáveis consumo e digestibilidade das ovelhas da raça Bergamácia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, J.L. Nutrition, feeding and calves: feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.485-498, 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, p.1447–1462, 1997.

ARMENTANO, L.; PEREIRA., M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1416–1425, 1997.

ARAUJO, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.;et al. Milk yield, composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (Cynodon species) hay**. Journal of Animal Science.** v. 86, p.3511-3521, 2008.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiencia em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, UFV, 1997, 246p.

BEAUCHEMIN, K.A.; YANG, W.Z. Forage: How much do dairy cows need in time of Scarcity. **Adv. Dairy Technology**., v.15, p.261-274, 2003.

BEAUCHEMIN, K.A.; YANG, W.Z. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2117-2129, 2005.

BENCINI, R.; PULINA, G. The quality of sheep milk: a review. International. **Journal of Sheep and Wool Science**, v.45, n.3, p.182-220, 1997.

BRICENO, J.V.; Van HORN, H.H.; HARRIS JR., B. et al. Effects of neutral detergent fiber and roughage source on dry matter intake and milk and composition of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.2, p.298-308, 1987

BRITO, M. A.; GONZÁLEZ, F.D.; RIBEIRO, L.A.; et al. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: Variações na gestação e na lactação. **Ciência Rural**, Santa Maria- RGS, v. 36, n.3, p. 942 – 948, 2006.

BUCKMASTER, D.R. et al. Characterizing effective fiber with particle size and fiber concentration interactions. In: XVIII International Grassland Congress, 1997, Winnipeg, Manitoba. **Proceedings…** Canada: Canadian Forage Council, p.71- 82, 1997.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.206-214, 2000.

CAMARGO, A.C. **Comportamento de vacas da raça Holandesa em confinamento do tipo "free stall", no Brasil Central.** 1988. p. 146. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- graduação em Zootecnia, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, 1988.

CANNAS, A. A Feeding of lactating ewes. In: PULINA, G. (Ed.). **Dairy sheep feeding and nutrition**. Bologna: Avenue media, chap. 6, p. 123-166, 2004.

CARDELLINO, R.A.; BENSON,M.E. Lactation curves of commercial ewes rearing lambs. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v80, n1, p.23-27, 2002

CARDOSO, A.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S. et al. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.215-221, 2006.

CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra.** Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2002, 118p.

CARVALHO, P.C.F; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: base para o manejo sustentável do pasto. In: Simpósio sobre manejo sustentável das pastagens, Maringá. **Anais...**CD-ROM, 2005.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1153- 1161, 2006. (supl.)

CERVIERI, R.; CARVALHO, J.C.F.; MARTINS, C.L. Evolução do manejo nutricional nos confinamentos brasileiros: Importância da utilização de subprodutos da Agroindústria em dietas de maior inclusão de cancentrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2.,2009, Botucatu. **ANAIS...** Botucatu:UNESP, p.2-22, 2009

CLARK, P.W.; ARMENTANO, L.E. Effectiveness of neutral detergent fiber in whole cottonseed and dried distillers grains compared with alfalfa haylage. **Journal of Dairy Science,** v.76, p.2644, 1993.

COSTA, M.J.R.P.; MESQUITA,J.C.; JUNQUEIRA FILHO, A.A. Comportamento de vacas holandesas em pastagem. In: Encontro Paulista de Etologia, 1., 1983, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, FCAVJ, p.251, 1983

COLENBRANDER, V.F.; NOLLER, C.H.; GRANT, R.J. Effect of fiber content and particle size of alfalfa silage on performance and chewing behavior. **Journal of Dairy Science,** v.74, p.2681-2681, 1991

DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber on inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.118-133, 1995.

DESWYSEN, A.G.; ELLIS, W.C.; POND, K.R. Interrelationships among voluntary intake, eating and ruminating behavior and ruminal motility of heifers fed corn silage. **Journal Animal Science**, v.64, n.3, p.853-841, 1987

FIRKINS, J.L. Optimizing rumen fermentation. In: Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, 2002. **Proceeding**... Fort Wayne: Eastridge, M.L.,p.39-54, 2002.

FRASER, A.F. **Comportamento de los animals de granja**. Zaragoza: Acribia, 1980, 291p.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science Technology**, v.112, p. 29-78, 2004.

FRASER, A.F.; BROOM, D.M. **Farm animal behavior and welfare**. 3^{o} ad. London: Bailliere Tindall, 1990, 437 p.

GARGOURI. A., CAJA, G., SUCH, X., et al. Effect of suckling regime and number of milkings per day on the performance of Manchega dairy ewes. In: 5th International Symposium on Machine Milking of Small Ruminant Research. Hungarian, **Journal Animal Production**, p.468-483, 1993. (Suppl.).

GODFREY, R.W.; GRAY, M.L.; COLLINS, J.R. Lamb growth and milk production of hair and wool sheep in a semi-arid tropical environment. **Small Ruminant Research**, v.24, p.77-83, 1997.

GONÇALVES, A. L.; LANNA, R.P.; RODRIGUES, M.T.; et al. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1886-1892, 2000.

GRANT, R.J., COLENBRANDER, V.F.; MERTENS, D.R. Milk fat depression in dairy cows: Role of particle size of alfafa hay. **Journal of Dairy Science**, v.73, n. 1, p.1823-1833, 1990.

GRANT, R.J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1438-1446, 1997.

HÜBNER, C.H.; PIRES,C.C.; GALVANI, D.G. Consumo de nutriente, produção e composição do leite de ovelhas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1882-1888, 2007.

JANDAL, J.M. Comparative aspects of goat and sheeo Milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.22, n.2, p.177-185, 1996

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, n.9, p.2774-2790, 1995.

KNONOFF, P.J.; HEINRICHS, A.J. The effect of reducing alfafa haylage particle size on cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1445, 2003.

KOZLOSKI, G.V.; TREVISAN, L.M.; BONNECARRÈRE, L.M; et al. Níveis de fibra em detergente neutro na dieta de cordeiros: consumo, digestibilidade e fermentação ruminal. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.893-900, 2006.

KREMER, R., ROSÉS, L.; RISTA, L.; et al. Machine milk yield and composition of non-dairy Corriedale sheep in Uruguay. **Small Ruminant Research**. v.19, p.9-14, 1996.

LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D.R.; HEINRICHS, 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.

LANNA, D. P. D. ; ALMEIDA, R. ; NEPOMUCENO, N. H. ; et al. RLM 3.0 - **Ração de Lucro Máximo versão 3.0**. 2005.

LIMA, M.L.M. **Analise comparativa da efetividade da fibra de volumoso e subproduto**.2003, 121p. Tese (Doutorado). ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2003.

MERTENS, D.R. **Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages**. Ithaca: Cornell University, p.60-69, 1983.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: Anais do Simpósio Internacional de Ruminantes. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992,**Anais...** Lavras, MG: SBZ, 1992.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. Madison: **American Society Agronomy**, p.450-493, 1994.

MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analysis to formulate dairy rations. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1463-1481, 1996.

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

MERTENS, D.R. Measuring fiber and its effectiveness in ruminants diets. In: PLAINS NUTRITION COUNCIL SPRING CONF., 2002. **Proceedings**… p.40-66, 2002.

MORAND-FEHR, P.; SAUVANT, D. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1671-1680, 1980.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 6.ed. Washington, D.C.: **National Academy of Science**, 1989. 158p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, D.C.: **National Academy of Science**, 2001. 381p.

NETO, J.M.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de Tifton-85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.618-625, 2007.

NUDDA, A.; BATTACONE, G.; BENCINI, R.; et al. Nutrition and Milk quality. In: PULINA, G. (Ed.). **Dairy sheep feeding and nutrition**. Bologna: Avenue media, Chap. 8, p.197-228, 2002.

NUSSIO, L.G., CAMPOS, F.P., LIMA, M.L. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, G.S. **Nutrição de ruminantes**,FUNEP: Jaboticabal, 2006, 583p.

NUSSIO, L.G.; DANIEL, J.L.P.; GOULART, R.S.; et al. Avanços no estudo da efetividade da fibra em dietas de ruminantes. In: II Simpósio Internacional Avançado em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes. Águas de São Pedro, 2009, **Anais…**, Águas de São Pedro/SP, p.96-122, 2009.

ORR, R.J.S.; RUTTER,, S.M.; PENNING, P.D.; et al. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. **Grass and Forage Science**, v.56, n.35, p. 352-361, 2001.

PEREIRA, J.C.; CUNHA, D.N.F.V.; CECON, P.R.; et al. Comportamento ingestivo e taxa de passagem de partículas em novilhas leiteiras de diferentes grupos genéticos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2134-2142, 2007.

PHILLIPS, C.J.; RIND, M.I. The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. **Journal of Dairy Science,** v.85, n.1, p.51-59, 2001.

POPPI, D.P.; HENDRICKSEN, R.E.; MINSON, D.J. The relative resistance to escape of leaf and stem particles from the rumen of cattle and sheep. **Journal of Agriculture Science**, v.105, p.9, 1985.

PULINA, G.; NUDDA,A. Milk production. In: PULINA, G. (Ed.) **Dairy sheep nutrition**, CABI Publishing, chap. 1, p.11-27, 2004.

QUEIROZ, E. O.; SIQUEIRA, E. R.; NATEL, A.S.; et al. Efeito do período de ordenha na composição cantesimal do leite de ovelhas da raça Bergamácia mantidas em pasto. **Revista Biodiversidade**, v. 35, UFMT/novembro, 2009 (on line).

SÁ, J.L.; OTTO, S.C. Produção de leite ovino: revisão, 2003. Online. **www.fmvz.unesp.br/ovinos**. "acesso 16 de novembro de 2008."

SMITH, N. Maximizing income over feed costs: Evaluation of production response relationship. **Journal of Dairy Science**, v.59, p.1193, 1976.

SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; et al. Milk yield and Milk Composition of Sanra Ines ewes. In: JOINT ADSA-ASAS-CSAS ANNUAL MEETING, 2005, Cincinnati, OH, USA, **Journal of Animal Science**, Champaign, v.83, p.66, 2005

STRADIOTTO, M.M. **Efeito da gordura protegida sobre a composição do leite, anestro pós-parto, resposta às infecções parasitárias e desempenho de cordeiros, em ovelhas da raça Bergamácia**. 2007, 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista,UNESP, Botucatu, SP, 2007.

TURINO, V.F. **Substiruição da fibra em detergente neutro (FDN) do bagaço de cana-de-açúcar in natura pela FDN de casca de soja em dietas contendo alta proporção de concentrados para cordeiros confinados**. 2003. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – ESALQ/USP, Piracicaba,SP, 2003.

TURINO, V.F.; SUSSIN, I.; PIRES, A.V.; et al. Casca de soja na alimentação de cordeiros confinados: desempenho e características da carcaça. **Ciência Animal Brasileira (UFG)**, v.8, p.405-503,2007.

VAN SOEST, P,; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition**. Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583– 3587, 1991.

VAN SOEST, P. Fiber and physicochemical properties of feeds. In: **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd Edition, Cornell University Press, Ithaca, NY, USA, p. 141-155, 1994.

WEIDNER, S.J.; GRANT, R.J. Altered ruminal mat consistency by high percentages of soybean hulls fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.522-532, 1994.

WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion de alimentos y agua. In: CHURCH, D.C. **El rumiante: fisiologia digestiva y nutrición**. Zaragoza : Acribia, Cap.5, p.117 126, 1982.

WELCH, J.G. Phisical parameters of fiber affecting passage from the rúmen. **Journal for Dairy Science**, Savoy, v.69, n.10, p.2750-2754, 1986.

YANG, W.Z.; BEAUCHEMIN, K.A.; RODE, L.M. Effects of grain processing, forage to concentrate ratio, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2203-2216, 2001.

YANG, W.Z.; BEACHEMIN, K.A. Effects of physically effective fiber on digestion and milk production by dairy cows fed diets based on corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.1090-1098, 2005

ZEPPENFELD, C.C.; PIRES, C.C.; MÜLLER, L.; et al. Efeito de diferentes níveis de concentrado no desempenho de ovelhas lactantes e suas cordeiras. **Revista Norte**, Rolim de Moura, v.4, n.8, 2005.

CAPÍTULO II

PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO LEITE DE OVELHAS BERGAMÁCIA DE ACORDO COM O TEOR DE FDN NA RAÇÃO

Resumo: Avaliou-se o efeito da inclusão de fibra em detergente neutro (FDN) sobre o consumo de matéria seca (CMS), eficiência alimentar, produção, composição e o perfil de ácidos graxos no leite de ovelhas Bergamácia. Dezesseis ovelhas em lactação foram distribuídas em quadrados latinos, quádruplo, 4x4. As rações experimentais eram compostas por concentrado protéico e feno de alfafa. As proporções concentrado:volumoso variavam conforme o tratamento: (T1) 23%, (T2) 32%; (T3) 41% e (T4) 50% de FDN na ração total. As ovelhas foram ordenhadas duas vezes ao dia. Amostras de leite foram colhidas por dois dias para a determinação da composição centesimal, por infravermelho, e do perfil de ácidos graxos, por cromatografia gasosa. Houve efeito linear negativo ($P<0,01$) na produção de leite, na eficiência de produção ($P<0,02$) e nos teores de ácidos graxos de cadeia curta, com a inclusão de fibra na ração. Efeito quadrático foi observado para o CMS (1,69; 1,71; 1,58 e 1,32 kg). Os ácidos graxos desejáveis (poliinsaturados + esteáricos) constituíram 35,5% do perfil de ácidos graxos. O aumento da fibra na ração reduziu a produção de leite, afetou a composição dos ácidos graxos, porém, não alterou a composição centesimal dos constituintes deste. O máximo CMS foi atingido ao nível de 37,8% de FDN na ração.

Palavras–chave: consumo de matéria seca, eficiência, fibra, gordura, perfil de ácidos graxos

PRODUCTION, COMPOSITION AND PROFILE OF FATTY ACIDS IN MILK OF BERGAMÁCIA EWES ACCORDING WITH LEVELS OF NDF IN THE RATION

Abstrat: This study evaluated the effect of the inclusion of neutral detergent fiber (NDF) on the dry matter intake, weight gain, feed efficiency, production, composition and fatty acid profile of Bergamacia sheep milk. Sixteen lactating ewes were divided into four 4x4 Latin squares. The experimental rations were composed of protein concentrate and alfalfa hay. The proportions of concentrate:forage varied according to treatment to achieve the required level of NDF: (T1) 23%, (T2) 32%, (T3) 41% and (T4) 50% NDF in the total

ration. The ewes were milked in milking machine twice a day. Milk was sampled for two days in each subperiod for the determination of the composition and the of fatty acids by infrared by gas chromatography, respectively. There was a linear effect (P<0.001) in milk production, average daily production efficiency (P<0.02) and levels of short chain fatty acid with the inclusion of fiber in the ration. A quadratic effect was observed for DMI (1.69, 1.71, 1.58 and 1.32 kilograms). The desirable fatty acid (poliunsaturated + stearic) constituted 35.5% of the fatty acid profile. Increased fiber in the ration reduced milk production, affect the fatty acid profile, without alter its composition. The maximum intake was achieved at 37,8% NDF in the ration.
Key words: dry matter intake, efficiency, fiber, fat, fatty acids profile.

Introdução

Entre os pontos decisivos que podem influenciar a produção leiteira, um dos mais marcantes é a alimentação. A lactação é uma fase de alta exigência nutritiva por parte do animal, e por isso é necessário o fornecimento de dietas balanceadas para atender as suas exigências, tendo em vista que uma alimentação escassa pode acarretar em diminuição da produtividade com variações na composição do leite.

A fibra, como componente essencial da dieta de ruminantes, desempenha importantes funções, fornecendo substrato e energia para a fermentação microbiana ruminal, regulando o teor de gordura no leite e controlando o consumo de matéria seca (CMS). No entanto, por caracterizar-se como componente nutricional de baixa digestibilidade, pode limitar o CMS, afetando negativamente a produção de leite, quando incluída em quantidades excessivas na dieta.

Mertens (1994) verificou que o consumo de matéria seca (CMS) e a produção de leite foram máximos para consumo de FDN de 1,25% do peso vivo para vacas em meio e final de lactação. Carvalho et al. (2006) avaliaram o consumo de nutrientes e o desempenho de cabras leiteiras, observaram decréscimo da produção de leite, na medida em que o nível de FDN aumentou. Da mesma forma, alterações na concentração dietética de fibra podem afetar a composição do leite produzido, principalmente quanto ao teor de gordura do mesmo (Lammers et al., 1996). Woodford e Murphy (1988) trabalharam com

vacas na metade da lactação, encontraram máxima produção de leite corrigido para 4% de gordura quando os animais foram alimentados com dietas contendo em torno de 27% de FDN. Hübner et al. (2007) observaram que os teores de proteína no leite de ovelhas apresentou máxima produção estimada nos teores de 27 e 59,5% de FDN na dieta.

Segundo Wohlt et al. (1981) a composição do leite é diretamente afetada pela nutrição da ovelha, uma vez que influencia a fermentação ruminal e, assim, a disponibilidade de precursores para a síntese de gordura, proteína e lactose. Cabe salientar, neste sentido, o efeito preponderante da efetividade física da fibra dietética sobre o percentual de gordura do leite.

Portanto, é de fundamental importância conhecer as características dos alimentos e seu balanceamento nas rações, as quais devem ser formuladas para suprir as necessidades dos animais, explorando sua máxima capacidade digestiva e produtiva. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de níveis crescente de FDN na ração de ovelhas leiteiras sob o consumo de matéria seca, a produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu/SP, nas instalações da Unidade de Pesquisa em Produção de Leite Ovino, localizada a 42º 52'de latitude sul, 48º 25'de longitude oeste e altitude aproximada de 597 metros, durante os meses de julho a novembro de 2009.

Foram utilizadas 16 matrizes multíparas da raça Bergamácia, com idade média de três anos, peso corporal médio de 60 kg, com aproximadamente 30 dias de lactação e produção média diária de 0,4 kg de leite. Os animais foram arranjados num delineamento em quadrado latino 4x4, quádruplo.

Cada subperíodo experimental teve duração de 22 dias, sendo 14 dias para adaptação aos tratamentos experimentais, sete dias de coleta das amostras e um dia para avaliação do comportamento ingestivo.

As ovelhas entraram em estação de acasalamento com monta controlada, entre os meses de novembro e dezembro de 2008. Durante a gestação permaneceram em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. No terço final da gestação, com aproximadamente 30 dias de antecedência da data prevista para o início dos partos, as ovelhas foram vacinadas contra salmonelose e pasteurelose (Prado® – Lab Prado S.A. – 2 mL via subcutânea) e clostridioses (Sintoxan® T Polivalente- Merial Saúde Animal Ltda.- 3 mL via subcutânea).

Quinze dias antes da data prevista para o parto, para adaptação às condições básicas experimentais, as ovelhas foram confinadas em baias cobertas individuais de 2,2 m^2, providas de piso concretado, bebedouro e comedouro.

Após o parto, os cordeiros foram devidamente pesados, identificados com tatuagem na região da paleta e tiveram o coto umbilical tratado com solução de iodo 5%. As matrizes foram pesadas, avaliadas quanto ao escore de condição corporal (ECC) e receberam tratamento com anti-helmíntico. Cordeiros e matrizes permaneceram juntos até 30 ± 3 dias após o parto, quando ocorreu o desmame e iniciaram-se as ordenhas

As infecções endoparasitárias das ovelhas foram monitoradas por meio de coleta de amostras de fezes diretamente na ampola retal, a cada 28 dias. Os resultados do exame de ovos por grama de fezes (OPG) acima de 1000 denotaram necessidade de tratamento anti-helmíntico. O exame de fezes foi realizado pela técnica de Gordon e Whitlock (1939).

Durante as quatro primeiras semanas de lactação todas as ovelhas receberam o mesmo alimento, na forma de ração completa com 32% de FDN, e foram ordenhadas uma vez na semana para mensuração da produção de leite.

Na quinta semana de lactação, as matrizes foram agrupadas conforme produção e ordem de lactação, em quatro tratamentos, conforme o teor de FDN da dieta completa: 1) 23% FDN; 2) 32% de FDN; 3) 41% de FDN e 4) 50% de FDN na ração total. Seguiu-se então um período de adaptação de 14 dias, e posteriormente a coleta de dados com duração de oito dias, sendo cinco para a produção de leite, dois para a composição do leite e um para o registro do comportamento.

As rações completas, compostas de concentrado e feno de alfafa, foram elaboradas conforme exigências preconizadas pelo NRC (2007) para ovelhas em lactação, após análise bromatológica dos ingredientes (Tabela 1). A relação volumoso:concentrado variou

conforme o tratamento, de modo a se atingir o teor de FDN pretendido para as rações experimentais (Tabela 2). O feno de alfafa foi picado a 3mm, para melhor homogenização da dieta completa e para evitar a maior seleção pelas ovelhas.

Tabela 1 - Composição química, em porcentagem da matéria seca (MS), dos ingredientes da ração completa

Item	Milho Moído*	Farelo de Soja	Feno de Alfafa*
Matéria Seca	86,68	87,32	84,18
Proteína Bruta	8,16	47,88	15,89
Extrato Etéreo	5,45	2,98	3,12
Matéria Mineral	0,95	5,97	7,85
FDN	15,38	16,85	63,88
FDA	3,51	6,42	34,97

*O milho e o feno, previamente processados em desintegradora, foram homogeneizados em um misturador horizontal (capacidade para 500 kg) juntamente com os outros componentes da ração.

O alimento foi fornecido em cocho individual, uma vez ao dia, às 9:00 h, após a ordenha da manhã e revolvido às 17:00 h, após a ordenha da tarde; a quantidade ofertada foi ajustada de acordo com as sobras diárias, evitando-se sobras superiores a 10% do total ofertado, para garantir o consumo voluntário máximo pelos animais e evitar desperdícios.

O CMS por animal foi verificado, diariamente, através da diferença entre a quantidade fornecida e as sobras. As sobras foram quantificadas, amostradas (10%) e congeladas durante o período de coleta (7 dias)e, ao final de cada subperíodo, foram compostas por animal. Também foram colhidas amostras das rações fornecidas e então congeladas juntamente com as sobras a -18^{o}C, para posterior análise bromatológica.

As determinações de MS, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) foram realizadas segundo protocolo proposto pela metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos por Van Soest et al. (1991) utilizando-se α-amilase (Ankom Tecnology, Tecnoglobo Equipamentos Ltda) e sulfito de sódio. A matéria orgânica (MO) foi calculada pela diferença entre MS e MM. Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que CHOT = 100 - (PB + EE + CINZAS) e os teores de carboidratos não-estruturais (CNE), foram calculados pela diferença entre CHOT – FDN (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição química, proporção dos ingredientes e relação volumoso:concentrado das dietas experimentais

	Tratamentos*				
	23%	**32%**	**41%**	**50%**	**SO[1]**
Composição Bromatológica					
MS	83,07	81,54	80,88	80,02	80,7
FDN	24,14	32,8	40,8	50,7	28,77
FDNfe[2]	10,8	17,27	22,94	34,41	-
FDA	8,7	14,65	22,02	28,35	7,33
LIG	1,18	2,59	4,14	6,32	0,73
PB	16,05	16,2	16,8	16,9	17,05
EE	4,1	3,7	2,5	2,2	3,07
MM	7,96	7,82	8,4	9,4	10,67
MO	75,11	73,72	72,48	70,62	70,03
CHT	71,58	71,95	71,06	70,46	66,48
CNE	46,44	39,13	28,45	19,75	37,71
Proporção dos Ingredientes					
Feno de Alfafa	18,2	39,35	63,75	88,1	-
Milho Grão	65,01	48,2	28,8	9,45	10,79
Farelo Soja	12,7	9,42	5,63	1,85	4,8
Farelo Algodão	-	-	-	-	84,1
Calcário	1,64	1,21	0,73	0,24	0,31
Sal Mineral**	2,45	1,82	1,09	0,36	-
Relação Volumoso: Concentrado					
Volumoso	18	40	65	88	-
Concentrado	82	60	35	12	100

*Tratamento: Porcentagem de FDN na ração completa: 23%, 32%, 41% e 50%.
[1]: Ração fornecida na sala de ordenha (100gr/dia/animal).
[2]:Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva.
**Composição: Ca-140g, Na-133g, P-80g, S-12g, Mg-7g, Zn-4200mg, Fe-1500mg, F-800mg, Mn-800mg, Cu- 300mg, I-1500mg, Co- 100mg, Se-15 mg.

Foram colhidas amostras de cada ração experimental (cerca de 200 g) para determinação do tamanho de partícula através de agitação manual em peneiras com crivo de 19; 8 e 1,18 mm e bacia sólida no fundo (Pen State Particle Separator). Na Tabela 3 são apresentados os valores de tamanho das partículas de cada tratamento. A FDN fisicamente efetiva foi estimada multiplicando-se a concentração de FDN (% MS) do alimento pela porcentagem de partículas retidas em peneiras maiores do que 1,18 mm, conforme proposto por Mertens (1997).

Tabela 3 – Tamanho das partículas das rações experimentais (%MS[1])

	Tratamentos*			
	23%	**32%**	**41%**	**50%**
Tamanho da Partícula				
>19 mm	0,06	0,27	0,61	2,86
>8 mm	1,39	2,89	6,10	15,49
>1,18 mm	43,27	49,51	49,51	49,52
<1,17mm	62,78	56,31	53,77	41,84

[1] MS%: Matéria Seca.
*Tratamento: 22% FDN, 32% FDN, 42% FDN, 52% FDN na dieta total.

A produção de leite foi mensurada do 15º ao 19º dia de cada subperíodo. Foram realizadas duas ordenhas diárias para determinação da produção diária de leite das ovelhas, sendo uma pela manhã e outra pela tarde, utilizando-se ordenhadeira mecânica (Westfalia Tipo RO), com taxa de pulsação de 120 ppm e nível de vácuo de 36 kPa, em plataforma para 10 ovelhas. A produção diária por animal foi obtida a partir da soma das pesagens do leite de ambas as ordenhas, durante cinco dias consecutivos. A eficiência alimentar foi expressa em kg de leite/kg de MS consumida.

Foram realizados cálculos de produção de leite corrigido para gordura (6,5%) e produção de leite corrigida para gordura (6,5%) e proteína (5,8%). Foram utilizadas as seguintes equações (Pulina e Nudda, 2004):

- LCG (6,5%) = (0,35 + 0,097 x (%gordura)) x kg leite
- LCGP (6,5% e 5,8%) = (0,25 + 0,085 x (% gordura) + 0,035 x (% proteína)) x kg leite

  Sendo,

- LCG = Leite corrigido para gordura (1020 kcal/kg)
- LCGP = Leite corrigido para gordura e proteína (1047 kcal/kg)

Duas amostras de leite foram colhidas nas ordenhas do 20º e 21º dias de cada subperíodo. Uma amostra de cada ordenha era homogeneizada e imediatamente congelada em recipiente, sem conservante, para posterior determinação de ácidos graxos; outra amostra, separando ordenha da manhã e da tarde, era acondicionada em recipiente com o conservante 2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol, para determinação da composição

centesimal do leite (proteína, gordura, sólidos totais e lactose) e para a contagem de células somáticas, via espectroscopia de infravermelho, na Clínica do Leite, Departamento de Zootecnia, ESALQ – USP, Piracicaba/SP.

Ao término do experimento, as amostras de leite para avaliação de ácidos graxos, foram descongeladas e centrifugadas a 9.000 x g por 30 minutos, para separação da gordura.

Para determinação do perfil de ácidos graxos da gordura do leite, os lipídios foram extraídos por uma mistura de solvente orgânico (hexano: isopropanol), conforme metodologia descrita por Hara e Radim (1978), e a fração lipídica foi metilada com solução básica de metóxido de sódio, segundo Christie (1982), com as adaptações de Chouinard et al. (1998).

O perfil de ácidos graxos foi determinado por cromatografia gasosa (ThermoFinnigan®, modelo Trace 2000), utilizando-se uma coluna capilar de sílica fundida, SP-2560 (100mm x 0,25mm x 0,2 um; Supelco) e detector de ionização de chama (FID). O hidrogênio foi utilizado como gás de arraste (1,8 mL/minuto) e temperatura do injetor e detector de 250 ºC e 300 ºC, respectivamente. A identificação dos ácidos graxos se deu por comparação de seus tempos de retenção com os observados em padrão comercial. A concentração dos ácidos graxos foi expressa em g/100g de ácidos graxos totais.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4x4, quádruplo, totalizando 16 animais. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o PROC GLM e PROC REG do pacote estatístico SAS (2002). Teste para polinômio ortogonais (linear, quadrático e cúbico) foram aplicados quando detectou-se efeito de tratamento, ao nível de 5% de probabilidade.

O modelo estatístico utilizado foi:

$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + P_j + T_k + Q_i * T_k + E\ (_{ijkl})$

Onde,

Y_{ijk}= variável dependente

μ = média geral das observações

Q_i = efeito do quadrado i

P_j = efeito do período j

T_k = efeito do tratamento k

Q_i*T_k = interação entre quadrado e tratamento

$E_{(ijkl)}$ = erro experimental associado a cada observação

Para análise dos componentes do leite foram ainda incluídas no modelo os efeitos dos turnos e da interação entre turno e tratamento.

Resultados e Discussão

Os dados de consumo, peso vivo, produção de leite e eficiência alimentar estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Peso vivo, peso metabólico, Consumo de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro (CFDN), produção de leite e eficiência alimentar de ovelhas Bergamácia sob dietas com quatro teores de FDN

Variável	Tratamento[1]					CV%[3]	Efeito[2]	
	23%	32%	41%	50%	Média		L	Q
Peso Inicial(kg)	62,5	61,8	60,0	59,5	61,0	-	-	-
Peso Final (Kg)	64,2	65,4	61,8	60,8	63,0	4,47	0,06	-
Peso Metabólico (kg)	22,1	22,1	21,5	21,4	21,8	2,99	0,07	-
Consumo de MS								
kg/cab	1,69	1,71	1,58	1,32	-	16,18	<0,01	0,03
% PV[4]	2,68	2,75	2,63	2,24	-	13,71	<0,01	0,01
g/kg $PV^{0,75}$	75,45	77,13	73,07	61,97	-	14,18	<0,01	0,01
Consumo de FDN								
Kg/cab	0,51	0,70	0,82	0,85	-	15,18	<0,01	ns
% PV	0,81	1,12	1,37	1,44	-	14,31	<0,01	ns
g/kg $PV^{0,75}$	22,90	31,46	37,99	39,81	-	14,75	<0,01	ns
Produção (g/dia)								
Leite	749	653	504	372	-	30,02	<0,01	ns
LCG 6,5%[5]	694	576	448	353	-	27,08	<0,01	ns
LCGP (6,5 e 5,8%)[6]	699	585	451	354	-	26,06	<0,01	ns
Eficiência								
kg leite/kg CMS	0,44	0,38	0,32	0,28	-	18,79	0,02	ns

[1]Tratamento: 23% FDN, 32% FDN, 41% FDN, 50% FDN na ração; [2] Efeito:Valor de P para teste de polinômio ortogonal apresentar resposta linear (L) ou quadrática (Q); [3] CV: Coeficiênte de variação; [4] PV: Peso vivo; [5]Leite corrigido para gordura (6,5%); [6]Leite corrigido para gordura (6,5%) e proteína (5,8%).

Verificou-se decréscimo linear (P<0,01) na produção de leite, leite corrigido para gordura (6,5%) e leite corrigido para gordura e proteína (6,5 e 5,8%) com o aumento da

inclusão de fibra na ração. A eficiência alimentar, expressa em kg leite/kg de CMS, também apresentou efeito linear negativo (P≤0,02) conforme foram aumentados os níveis de FDN na ração, o que estar relacionada a maior quantidade de concentrado nas dietas de menor teor de fibra, resultando em maiores produções com menores consumos.

Foi observado efeito quadrático (P=0,02) para o CMS, expresso em kg/dia, em % de PV e em unidade de peso metabólico, com ponto máximo alcançado em dietas com 37,8% de FDN , o que correspondeu a 1,76 kg de MS. Porém, esse maior consumo não refletiu na produção de leite, uma vez que a maior produção de leite foi observada em rações mais energéticas, com níveis menores de FDN (23%). Todavia, quando o CMS decresceu (Tratamento 41%) também foi observada queda na produção de leite.

Possivelmente o conteúdo energético da dieta, associado ao consumo de matéria seca, que parece ter sido restringido pelo enchimento do retículo-rúmen, limitou a produtividade dos animais em rações com elevado nível de fibra. Segundo Zeppenfeld et al. (2005) a quantidade de leite produzido pelas ovelhas é influenciada pela dieta. Ao testar dietas com relações volumoso:concentrado de 80:20 e 60:40 na MS, esses autores observaram produções de 1,36 e 1,50 kg de leite/dia, respectivamente.

O consumo de FDN, expresso em kg/dia, % de PV e por unidade metabólica, aumentou com o aumento do nível de FDN total na ração. Comportamento semelhante foi observado por Kozloski et al. (2006) e Hübner et al. (2007) que, em estudo com ovinos, também verificaram elevação no consumo de FDN com o aumento do teor de fibra da ração. No entanto, os resultados discordam da afirmação de Resende et al. (2004), que trabalhando com bovinos alimentados com crescentes concentrações de FDN, não observaram diferenças no consumo de FDN entre as rações testadas.

É provável que o aumento do nível de fibra na ração tenha contribuído para a redução do consumo de MS, uma vez que a fibra apresenta lenta degradação e reduzida taxa de passagem no ambiente ruminal, possibilitando efeito de enchimento (Nussio et al., 2006).

O tamanho de partículas também pode ter influenciado no efeito de enchimento e, consequentemente, na redução do consumo de MS. Segundo Poppi et al. (1985), o tamanho de partícula de 1,18 mm é aquele que determina se uma partícula possui passagem rápida

(<1,18mm) ou lenta (>1,18mm) pelo rúmen, sendo este valor tanto para ovinos como para bovinos. Assim, o maior tamanho de partícula, em rações com níveis elevados de fibra (Tabela 3), possibilitou o lento escape ruminal e o maior efeito de enchimento. Desta forma, o animal consumiu alimento até atingir a capacidade do rúmen-retículo.

Por outro lado, quando se utilizam rações com baixa proporção de FDN e alto teor de energia (23% FDN), a demanda fisiológica do animal pode limitar a ingestão (Mertens, 1983). Nesse caso, o animal consome alimento para manter ingestão constante de energia, podendo diminuir a ingestão de MS com um aumento da digestibilidade do alimento, visto que maior quantidade de energia estará disponível para ser utilizada pelo animal. Deste modo, os animais consomem para atingir sua demanda energética e o consumo é limitado pelo potencial genético do animal para utilizar a energia absorvida (Mertens, 1994).

Logo, os resultados obtidos neste experimento vem corroborar com a afirmação de Bull et al. (1976), sobre a relação da ingestão de MS com o conteúdo de FDN da ração ser interpretada de forma quadrática. Portanto, indica a existência de um ponto de inflexão ou transição entre os controles físico e fisiológico, no qual o efeito de repleção ruminal pela presença de fibra deixa de ocorrer, e o consumo passa a ser regulado pela ingestão de energia.

Entretanto, se a ingestão de MS é reduzida pela limitação física, dietas com alto teor de FDN poderiam ter sua ingestão restringida, limitando a expressão do potencial genético do animal para produção (Mertens,1994).

O comportamento verificado na produção de leite apresentou-se inverso ao observado no consumo de FDN. Deste modo, o aumento dos níveis de FDN na ração apresentou efeito linear negativo ($P<0,01$) na produção de leite, com a produção máxima alcançada com o mínimo de fibra na ração (23%), o que equivale a relação volumoso: concetrado de 18:82.

As rações com elevada quantidade de FDN apresentam maiores quantidades de volumoso (Tabela 2). Assim, o aumento na produção de leite de acordo com a redução do nível de FDN na ração, ocorreu devido ao maior consumo de concentrado, rico em amido e possivelmente, maior ingestão de energia, visto o relacionamento positivo entre amido e densidade energética do alimento (Mertens, 1994).

A Figura 1 apresenta as curvas de produção de leite em função dos níveis de FDN na ração. O efeito linear foi o que melhor se ajustou de acordo com o critério utilizado pelo PROC REG (SAS, 2002). A Tabela 5 apresenta as equações de regressão para produção de leite que deram origem a essas curvas.

Verificou-se efeito linear negativo (P<0,01) dos tratamentos na produção de leite, produção de leite corrigido para gordura (6,5%) e produção de leite corrigido para gordura e proteína (6,5 e 5,8%). O efeito observado na produção corrigida evidenciou que mesmo os valores de proteína e gordura tendo aumentado com a diminuição da produção (Tabela 6), ela não foi compensada pela maior concentração desses compostos no leite.

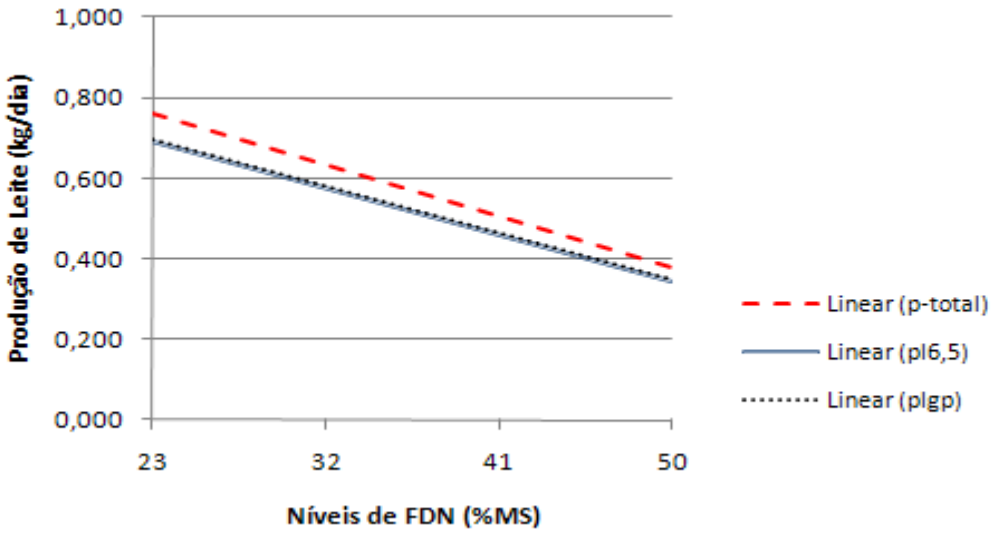


Figura 1 - Curva de produção de leite corrigido de ovelhas Bergamácia em função do teor de FDN da ração.

Tabela 5 - Equações de regressão para produção de leite de ovelhas Bergamácia de acordo com o teor de FDN na ração

Produção Leite (kg/dia)	Equações	R^{2*}
Leite	1,089 - 0,014 x nível	0,264
LCG (6,5%)	0,988 - 0,013 x nível	0,264
LCGP (6,5 e 5,8%)	0,996 - 0,013 x nível	0,274

*Valor P significativo (P<0,05).

As produções médias, das duas ordenhas do dia, para leite, leite corrigido para gordura (6,5%) e corrigido para gordura e proteína (6,5 e 5,8%) foram 569; 518 e 522 gramas/dia. Tais valores são superiores ao verificados por Emediato (2007) para a raça Bergamácia, ordenhada uma vez ao dia, observou valores de 460 g/dia para leite; 317 g/dia para leite corrigido para gordura (6,5%) e 322 g/dia para leite corrigido para gordura e proteína (6,5 e 5,8%). Segundo Pullina e Nudda (2002) o número de ordenhas pode ser um dos fatores que influenciam a produção de leite. Negrão et al. (2001) observaram aumento de 15,4% na produção de leite na raça Lacaune, comparando uma e duas ordenhas ao dia.

Os teores dos componentes do leite de ovelhas submetidas às dietas experimentais são apresentados na Tabela 6. Conforme pode ser observado, nenhum dos componentes teve a concentração alterada. Isso sugere que a diminuição de fibra na ração não ocasionou efeito negativo no rúmen nem na glândula mamária.

Tabela 6 – Médias diárias dos teores da composição centesimal do leite de ovelhas Bergamácia sob dietas com quatro teores de FDN

Variável	Tratamento[1]					CV%[3]	Efeito[2]	
	23%	32%	41%	50%	Média		L	Q
Gordura								
%/dia	6,17	5,97	5,73	5,29	5,79	27,44	ns	Ns
Proteína								
%/dia	5,68	5,65	5,51	5,46	5,58	8,15	ns	Ns
Lactose								
%/dia	4,73	4,68	4,55	4,50	4,62	7,23	ns	Ns
Sólidos Totais								
%/dia	17,26	17,04	16,76	16,70	16,94	9,97	ns	Ns
Extrativo Sólido Desengordurado								
%/dia	11,40	11,31	11,17	11,09	11,24	3,47	ns	Ns

[1]Tratamento: 23% FDN, 32% FDN, 41% FDN, 50% FDN na ração; [2] Efeito:Valor de P para teste de polinômio ortogonal apresentar resposta linear ou quadrática; [3] CV: Coeficiênte de variação.

Embora alguns autores (Bencini e Pulina, 1997; Pulina e Nudda , 2004) tenham evidenciado a existência de correlação negativa entre a produção de leite e as quantidades dos constituintes, no presente experimento os teores dos constituintes do leite acompanharam as quantidades de leite produzidas, diminuindo conforme aumentava os níveis de FDN na ração. O que pode ser atribuído ao fato das dietas com alta fibra

proporcionarem maiores produções de gordura e atenderem as exigências de proteína das ovelhas (Tabela 2) o que equiparou os teores dos constituintes do leite entre as rações testadas.

Contudo, os teores dos componentes centesimais do leite não apresentaram efeito significativo do aumento de fibra na ração. Hübner et al. (2007) trabalhando com ovelhas em lactação também não observaram efeitos dos níveis de FDN da ração sobre os teores (%) de gordura, lactose e sólidos totais do leite.

É importante ressaltar que o teor de gordura foi adequado em todos os tratamentos, denotando a efetividade física da fibra dietética sobre o percentual de gordura do leite. Segundo Lammers et al. (1996), a redução do nível de fibra da dieta promove diminuição do tempo gasto com mastigação. Consequentemente, ocorre a acidificação do pH ruminal, pois há menor fluxo de saliva para o rúmen, reduzindo o fluxo de substrato tamponante. Isto pode desfavorecer o crescimento de microrganismos celulolíticos e a relação acetato:propionato e, desta forma, afetar o teor de gordura do leite. Neste estudo, como o teor de gordura não foi influenciado pelo nível de fibra, pode-se inferir que as dietas contendo os menores níveis de FDN não ocasionaram falta de efetividade.

Segundo Natel (2010), o comportamento ingestivo das ovelhas deste experimento, mostrou que, embora as dietas com baixa quantidade de fibra apresentassem menor tamanho de partículas (Tabela 3), todas mantiveram tempos de mastigação dentro de uma faixa aceitável (355 minutos /dia, segundo Mooney e Allen, 1997). Desta forma, supõe-se que as dietas foram capazes de manter a produção de saliva, mantendo o pH ruminal estável, certamente não atingindo valores inferiores a 6,0 já que o teor de gordura manteve-se constante.

Da mesma forma, Araujo et al. (2008), trabalhando com ovelhas Santa Inês, recebendo rações com diferentes tamanhos de partícula, observaram que não houve diferença nos teores dos componentes do leite. Nudda et al. (2002) afirmam que a composição do leite ovino parece ser menos afetada pelo tamanho de partícula que a composição do leite bovino. Assim, ovelhas em lactação parecem ser menos exigentes que vacas em lactação quanto a necessidade de fibra longa, desde que o teor de FDN da ração seja adequado.

Os tratamentos não induziram alterações na produção de proteína diária. Segundo Chilliard (2003), a produção de proteína no leite está ligada a fatores nutricionais, sendo que o maior fator de impacto nutricional na concentração da mesma seria a ingestão energética, portanto, isso não seria esperado para o presente experimento, tendo em vista que as rações foram calculadas para atender as necessidades de produção.

É importante ressaltar que nenhum sinal clínico de acidose foi observado ao longo de todo o experimento indicando que as rações foram capazes de manter a saúde ruminal, sustentando a hipótese de um rúmen funcional e saudável para essas rações, afinal nenhuma ovelha apresentou problema metabólico. Além disso, o teor de gordura semelhante entre os tratamentos é sinal de que todas as dietas foram suficientes para a geração de acetato, necessário à síntese de ácidos graxos de cadeia curta e intermediária no tecido mamário.

Ressalta-se que os valores médios verificados para teor de gordura, proteína, lactose e sólidos totais do atual experimento (Tabela 6), estão de acordo com os valores já publicados para a raça Bergamácia, sendo 6,28% de gordura, 4,79% de proteína, 4,2% de lactose e 16,86% de sólidos totais para rações com 51,8% FDN (Serrão, 2008), e 4,8% de gordura, 4,71% de proteína,4,87% de lactose e 14,88% de sólidos totais para rações com 56,8% de FDN (Natel et al., 2009).

A produção e a composição do leite por período, (manhã e tarde), são apresentadas na Tabela 7. Verifica-se que, embora a produção por período tenha apresentado efeito linear significativo, o mesmo não se refletiu nos componentes, exceto para sólidos totais.

Observou-se comportamento linear positivo para a produção do leite em função do período, com maiores produções registradas no período da manhã, porém para a maioria dos constituintes do leite não foi observado efeito, exceto para o teor de sólidos totais. Essas observações estão de acordo com as verificadas por Queiroz et al. (2009a), que trabalhando com ovelhas Bergamácia ordenhadas duas vezes ao dia, relataram que na ordenha da manhã a produção é significativamente maior, porém sem diferença na composição do leite entre as ordenhas da manhã e da tarde.

Tabela 7 – Produção e composição centesimal, por período, do leite de ovelhas Bergamácia sob dietas com quatro teores de FDN

Variável	Tratamento[1]				CV%[3]	Efeito[2]	
	23%	32%	41%	50%		L	Trt*Tu
Produção (g/dia)							
Manhã	425	397	300	226	30,91	<0,01	ns
Tarde	324	256	203	146	30,72	<0,01	ns
Turno	**Manhã**		**Tarde**				
Leite (g/dia)	337		232		26,2	<0,01	ns
Gordura (%)	5,52		5,86		27,26	Ns	ns
Proteína (%)	5,57		5,50		7,94	Ns	ns
Lactose (%)	4,61		4,53		7,71	Ns	ns
ST[4](%)	16,66		17,26		9,44	0,04	ns
ESD[5] (%)	11,24		11,08		3,47	Ns	ns

[1]Tratamento: 22% FDN, 32% FDN, 42% FDN, 52% FDN na ração; [2] Efeito:Valor de P para teste de polinômio ortogonal apresentar resposta linear (L); Tu= Efeito do turno; Trat*Tu = Efeito da interação entre tratamento e turno; [3] CV: Coeficiênte de variação; [4] ST: Sólidos totais; [5]ESD: Extrativos sólidos desengordurados.

Os teores de gordura, proteína e lactose do atual experimento, verificados para os períodos da manhã e da tarde (Tabela 7), estão de acordo com os observados por Queiroz et al. (2009b),para ovelhas da raça Bergamácia obtiveram valores médios de 3,37 e 4,81% para gordura, 4,8 e 4,63% proteína, e 4,95 e 4,79% lactose para a ordenha da manhã e da tarde, respectivamente.

O teor de sólidos totais deste experimento apresentou efeito significativo para período, o que pode estar relacionado a esse representar uma soma dos componentes sólidos do leite (gordura, proteína, lactose e cinzas), acompanhando inversamente os valores encontrados para a produção de leite.

Para as variáveis que constituem os componentes do leite não foi verificada interação entre tratamento e o período.

O perfil de alguns ácidos graxos do leite verificados no presente ensaio, são apresentados na Tabela 8. Foram observados ao todo 55 ácidos graxos, dos quais 23 são saturados e 32 insaturados. Dentre os insaturados 84% são monoinsaturados (MUFA) e 16% poliinsaturados (PUFA).

Houve efeito quadrático dos tratamentos para o grau de insaturação e efeito linear para as classes de ácidos graxos (curta e longa), refletindo o efeito da quantidade de fibra sobre o perfil de ácidos graxos da gordura do leite.

Tabela 8 – Perfil de ácidos graxos do leite de ovelhas Bergamácia sob dieta com quatro teores de FDN

Variável	Tratamento[1]					CV%[3]	Efeito[2]	
	23%	32%	41%	50%	Média		L	Q
Ácidos graxos (g/100g do total de ácidos graxos)								
C6:0 (Capróico)	2,27	2,53	2,28	2,06	-	13,57	ns	0,05
C8:0 (Caprílico)	2,58	2,78	2,18	1,93	-	21,69	<0,01	ns
C10:0 (Cáprico)	9,54	9,45	7,92	6,26	-	14,97	<0,01	0,01
C12:0 (Láurico)	5,92	5,92	4,87	3,84	-	22,35	<0,01	ns
C12:1 (Lauricólico)	0,4	0,13	0,09	0,06	-	33,4	<0,01	<0,01
C13:0 (Tridecanóico)	0,28	0,12	0,10	0,09	-	30,06	<0,01	ns
C14:0 (Merístico)	12,37	12,74	12,33	11,03	12,12	14,2	ns	ns
C14:1 (Meristélico)	0,32	0,29	0,25	0,21	-	24,65	<0,01	ns
C15:1 (Pentadenóico)	1,54	0,92	1,08	1,48	-	23,32	ns	<0,01
C16:0 (Palmítico)	24.75	25,59	27,92	27,16	26,26	13,36	0,06	NS
C16:1 (Palmitoleico)	1,2	0,99	0,91	0,96	-	16,07	<0,01	<0,01
C18:0 (Esteárico)	5,55	7,67	8,62	9,27	-	19,76	<0,01	ns
C18:1 (Oléico)	15,28	17,08	17,9	20,17	-	16,63	<0,01	ns
C18:2t11c15	0,06	0,11	0,03	0,23	0,11	30,7	ns	ns
C18:2 n6 (Linoléico)	2,8	2,0	2,06	2,08	-	28,67	<0,01	0,01
C18:2c9t11 (Rumênico)	1,2	0,9	0,67	0,67	-	25,10	<0,01	ns
C18:2 t10c12	<0,01	nd	nd	nd	-	22,7	0,01	ns
C18:3 n3 (Linolênico)	0,22	0,34	0,65	1,11	-	25,37	<0,01	ns
C20:5 n3 (EPA[4])	0,03	0,03	0,03	0,04	0,032	38,62	ns	ns
(DHA[5])	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	22,66	ns	ns
Cadeia Curta (ΣC4-10)	16,94	17,72	15,15	13,04	-	13,7	<0,01	0,06
Cadeia Média (ΣC11-16)	47,62	47,81	48,93	46,75	47,78	9,14	ns	ns
Cadeia Longa (>C17)	33,75	33,35	34,75	39,10	-	13,86	<0,01	ns
Saturados	68,82	72,05	72,03	68,92	-	5,34	ns	<0,01
Insaturados	28,97	26,36	26,22	29,25	27,70	13,25	ns	0,06
MUFA[6]	24,18	22,57	22,29	24,41	-	13,49	ns	0,02
PUFA[7]	4,78	3,79	3,93	4,84	-	17,71	ns	<0,01
Trans totais[8]	1,2	0,91	0,67	0,67	-	45,10	<0,01	ns
Poliinsaturados:Saturados	0,07	0,05	0,05	0,07	-	11,62	ns	<0,01

[1]Tratamento: 22% FDN, 32% FDN, 42% FDN, 52% FDN na ração; [2] Efeito:Valor de P para teste de polinômio ortogonal apresentar resposta linear (L) ou quadrática (Q); [3] CV: Coeficiênte de variação; [4]EPA=eicosapentaenóico; [5]DHA =docosahexaenóico; [6]MUFA =ácidos graxos monoinsaturado; [7]PUFA = ácidos graxos poliinsaturado; [8] constituído pela soma de C18:1t11 e C18:2c9t11.
nd- não identificado

As dietas com concentrações intermediárias de FDN (32% e 41%) apresentaram menor produção diária de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) e poliinsaturados (PUFA). A maior quantidade de FDN total na ração resultou em efeito linear negativo na

produção diária de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e positivo para ácidos graxos de cadeia longa (AGCL) conforme a inclusão de fibra na dieta.

Como todos os AGCC e os ácidos graxos de cadeia média (AGCM) são sintetizados pela glândula mamária. Conclui-se que o fornecimento de dietas com maiores teores de fibra inibiu a síntese intramámária de AGCC. Isso é uma vantagem, pois a gordura com mais baixo teor de ácidos graxos de cadeia curta é relacionada com menores riscos de doenças cardiovasculares (Baumgard et al., 2000).

Outra importante vantagem observada na queda da concentração dos AGCC: capróico (C6:0), caprílico (C8:0) e cáprico (C10:0), conforme aumentou o nível de fibra na ração, está relacionado ao fato desses ácidos graxos conferirem odor ao leite, resultando em resistência ao consumo. Contudo esses resultados contrariam os observados por Medeiros (2002), que trabalhando com vacas de leite observou inibição da secreção de AGCC em dietas de baixa fibra.

Embora a quantidade de fibra na ração não tenha alterado a concentração total de AGCM (Σ C11-C17), ao analisar a Tabela 8, pode ser observado que, separadamente, alguns ácidos graxos apresentaram efeito linear negativo (láurico, lauricólico, tridecanóico, merístico, meristélico, pentadenóico), conforme aumentava o nível de FDN total na dieta. O efeito dos ácidos graxos de cadeia média nos alimentos é de grande importância, visto que os saturados pertencentes a este grupo (e.g. láurico, mirístico e palmítico) são potencialmente hipercolesterolêmicos (Willians, 2000).

A magnitude da redução de AGCC foi proporcional ao aumento da concentração dos AGCL de acordo com o aumento do nível de FDN na ração. Esta resposta pode ser uma consequencia do padrão de fermentação ruminal resultante do fornecimento de dietas com alto teor de concentrado.

Os ácidos graxos C18:0, C18:1 e C18:3 apresentaram efeito linear positivo conforme o aumento do nível de volumoso na ração, esses resultados estão de acordo com os observados por Le Doux et al. (2002), para cabras alimentadas com níveis altos de forragem, que produziram conteúdo mais elevado do ácidos graxos C4:0, C18:0, C18:1, C18:3 e C20:0. Todavia, segundo Costa et al. (2009), níveis mais elevados de alfafa produzem valores mais baixos dos trans C18:1. Assim, diminuindo-se o conteúdo de fibra e

aumentando-se percentagem de grãos na ração diária dos animais, produzem-se teores mais elevados destes ácidos graxos. Na Tabela 8, nota-se que os valores mais altos para trans totais (trans-1,C18:1 + rumênico) ocorreram-se nas dietas com maior proporção de concentrado.

A elevação da concentração de oléico no leite de acordo com o aumento de fibra na dieta, possivelmente foi devido a biohidrogenação parcial do linoléico e linolênico, representantes principais dos ácidos graxos das plantas forrageiras (Kozloski, 2009), sendo que nas rações com alta fibra tiveram a maior participação (Tabela 2).

Observou-se a presença de ácidos graxos (C18:2 e C18:3) que através da ação de microorganismos no rúmen, podem ser convertidos a ácidos linoléico conjugado (CLA) ou outros isômeros do ácido linoléico, através da biohidrogenação incompleta, assim como o C18:1 (oleico), que pode ser convertido a CLA através da ação da enzima delta 9-dessaturase no tecido adiposo da glândula mamária.

A presença do ácido esteárico (C18:0) em dietas com alta quantidade de concentrado (23% FDN), demonstram que o teor de concentrado na dieta não alterou significativamente o pH do rúmen, consequentemente não afetou a etapa final da biohidrogenação ruminal, que converte o C18:1 (oléico) em ácido esteárico, possibilitando assim que mais ácidos graxos insaturados cheguem ao intestino, onde poderão ser absorvidos e incorporados ao leite.

A biohidrogenação de ácidos graxos poliinsaturados no rúmen para 18:2 trans-10, cis-12 parece ser favorecida em alguns tipos específicos de dietas. Segundo alguns autores (Baumgard et al., 2000; Oliveira et al., 2004) dietas com alto teor de concentrado, baixo teor de forragens, presença de forragens finamente picadas e adição de ionóforos tem resultados em valores mais elevados de 18:2 t10, c12. Nesse experimento, apenas a dieta com baixa fibra e menor tamanho de partícula (23% de FDN total e 62,78% partículas <1,17mm) apresentou esse ácido graxo no seu perfil.

Foi observado efeito quadrático na concentração do ácido linoléico (C18:2 n-6) e linear positivo para o linolênico (C18:3 n-3) com adição de FDN na ração, ambos, são ácidos graxos poliinsaturados e classificados como essenciais, ou seja, devem ser ingeridos

na alimentação, pois as células dos mamíferos não tem a capacidade de sintetizá-los (Moreira et al., 2003).

Os ácidos graxos desejáveis (poliinsaturados + esteárico) constituem 35,48% do perfil de ácidos graxos do presente experimento. Resultados semelhantes foram obtidos por Queiroga (2004), que ao avaliar o leite de cabra Saanen, alimentadas com dietas compostas de concentrado e feno de tifton, verificou a presença de 37,72% de ácidos graxos desejáveis.

A relação média entre ácidos graxos poliinsaturados e ácidos graxos saturados (MUFA:AGS), foi de 0,06; semelhante a média obtida por Pereira (2009), que foi de 0,06, para cabras alimentadas com relação concentrado:volumoso de 50:50. Segundo HMSO (1994) a razão MUFA:AGS na dieta humana deveria estar em torno de 0,45 para evitar problemas de coração. Contudo, essa razão geralmente é menor nos lipídios de ruminantes devido a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados da dieta pelo microorganismo do rúmen (French et al., 2000).

Conclusão

O aumento dos níveis de fibra na ração (FDN) diminuiu a produção de leite total, porém não alterou as características químicas do leite. Contudo, o consumo de matéria seca foi maximizado ao nível de 37,8% de FDN na ração. O período em que a ovelha foi ordenhada influenciou a quantidade de leite produzida, mas não a composição do mesmo.

Quanto ao perfil de ácidos graxos do leite, a quantidade de fibra na dieta afetou a composição dos ácidos graxos, sendo que os maiores níveis de fibra proporcionaram aumento nos teores de ácidos graxos insaturados, monoinsaturados e poliinsaturados, porém menores teores de CLA linoléico.

Deste modo, sob os aspectos produtivos e nutricionais, recomenda-se níveis de fibra em torno de 37% de FDN para a formulação de dietas para ovelhas leiteiras, quando o tamanho de partículas for finamente picado.

Referências

ARAUJO, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; PACKER, I.U.; EASTRIDGEI, M.L. Milk yield, composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (Cynodon species) hay**. Journal of Animal Science.** v.86, p.3511-3521, 2008.

BAUMGARD, L.H.; CORL, B.L.; DWYER, D.A.; SAEBO, A.; BAUMAN, D.E. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. **American Journal Physiology**, v.278, p,179-185, 2000.

BENCINI, R., PULINA, G. The quality of sheep milk: a Review. **Wool Technology and Sheep Breeding,** v.45, p.182 – 220, 1997.

BULL, L.S.; BAUMGARDT, B.R.; CLANCY, M. Influence of calorie density on energy intake by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.59, p.1078-1086, 1976.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. Consumo de nutrients, produção e composição do leite de cabras Alpinas alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p. 1153-1161, 2006. (supl.)

CHOUINARD, P.Y.; GIRARD,V.; VRISSON, G.J. Fatty acids profile and physical properties of milk fat from cows fed calcium salts of fatty acids with varying unsaturation. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.471-481, 1998.

CHRISTIE, W.W. Asimple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and colesteryl esters. **Journal of Lipid Research**, v.23, p.1072-1075, 1982.

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

GORDON & WHITLOCK. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council of Scientific and Industrial Research**, v.12, p.50-52, 1939.

EMEDIATO, R.M.S. **Efeito da gordura protegida sobre parâmetros produtivos de ovelhas da raça Bergamácia e na elaboração de queijos**. 2007, 95p. Dissertação (Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu-SP, 2007.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.;O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; MOLONEY, A.P. Fatty acid composition, including conjugated

linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2849-2855, 2000.

HARA, A.; RADIM, N.S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, v.90, p.420-426, 1978.

HMSO. Nutritional aspects of cardiovascular disease. London: Dep. of Health, 1994, 46p.

HÜBNER, C.H.; PIRES,C.C.; GALVANI, D.G., et al. Consumo de nutriente, produção e composição do leite de ovelhas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1882-1888, 2007.

KOZLOSKI, G.V.; TREVISAN, L.M.; BONNECARRÈRE, L.M; HÄRTER, C.J.; FIORENTINI, G.; GALVANI, D.B. Níveis de fibra em detergente neutro na dieta de cordeiros: consumo, digestibilidade e fermentação ruminal. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p. 893-900, 2006.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2ª. (Ed)- Santa Maria: Ed. Da UFMS. 2009, 216p.

LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D.R.; HEINRICHS, A.J. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.922- 928, 1996.

LE DOUX, M.; ROUZEAU, A.; BAS, P. Occurrence of trans C18:1 fatty acid isomers in goat Milk: effect of dietaryregimens. **Journal of Dairy Science**,v.85, p.190-197, 2002.

MEDEIROS, S.R. **Ácidos linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite, com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificados.** 2002, 98p. Tese (Doutorado). ESALQ-Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP, 2002

MERTENS, D.R. **Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages**. Ithaca: Cornell University, p.60-69, 1983.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society Agronomy, p.450-493, 1994.

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

MOONEY, C.S.; ALLEN, M.S. Physical effectiveness of the neutral detergent fiber of whole cottonseed relative to that of alfalfa silage at two lengths or cut. **Journal of Dairy Science**, v.80, p. 2052, 1997.

MOREIRA, F.B.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus x Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, p.609-616, 2003.

NATEL, A.S.; SIQUEIRA, E.R.;QUEIROZ, E.O.; BOLCINHAS, C.; FERNANDES, S.; RIBEIRO, T.M.D. Composição do leite de ovelhas Bergamácia em pasto de capim Tanzânia (Panicum maximum, cv. Tanzânia) ou confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Maringa, 2009,**Anais...** Maringá, PR: SBZ, 2009. CD-ROM (a).

NATEL, A.S. **Produção, composição do leite e comportamento de ovelhas da raça Bergamácia sob dietas com níveis crescentres de FDN.**, 2010 (Cap., 3). Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista. UNESP-SP, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants. Washington, D.C.: **National Academy of Science**, 2007. 292 p.

NEGRÃO, J. A., MARNET, P. G., LABUSSIÈRE, J. Effect of milking frequency on oxytocin release and milk production in dairy ewes. **Small Ruminant Research**, v.39, p.181-187, 2001.

NUDDA, A.; BATTACONE, G.; BENCINI, R.; PULINA,, G. Nutrition and milk quality. In: PULINA, G. (Ed.). **Dairy sheep feeding and nutrition**. Bologna: Avenue media, Chap.8, p.197-228, 2002.

NUSSIO, L.G., CAMPOS, F.P., LIMA, M.L. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, G.S. **Nutrição de ruminantes**,FUNEP: Jaboticabal, 2006, 583p.

OLIVEIRA, S.G.; SIMAS, J.M.C.; SANTOS, F.A.P. Principais aspectos relacionados às alterações no perfil de ácidos graxos na gordura do leite de ruminantes. **Archives of Veterinary Science**, v.9, p.73-80, 2004.

OSMARI, E.K. **Produção e qualidade do leite em cabras ½ Boer-Sannen, em lactação, suplementadas com diferentes volumosos.** 2007, 70 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá, UEM/Pr, 2007.

PEREIRA, G.F.; GRACINDO, A.P.A.C.; TINOCO, A.F.F; OLIVEIRA, P.H.M.; RANGEL, A.H.N. Perfil de ácidos graxos no leitede cabras alimentadas com níveis crescentes de feno de flor-de -seda. **Revista Caatinga,** v.22, p.206-210, 2009.

POPPI, D.P.; HENDRICKSEN, R.E.; MINSON, D.J. The relative resistance to escape of leaf and stem particles from the rumen of cattle and sheep. **Journal of Agriculture Science**, v.105, p.9, 1985.

PULINA, G.; NUDDA,A. Milk production. In: PULINA, G. (Ed.) **Dairy sheep nutrition**, CABI Publishing, Chap. 1, p.11-27, 2004.

QUEIROGA, R.C.R.E. **Caracterização nutricional, microbiológica, sensorial e aromática do leite de cabra Saanen, em função do manejo do rebanho, higiene da ordenha e fase de lactação.** 2004, 148 p. Universidade Federal de Pernanbuco, Tese (Doutorado) Recife, 2004.

QUEIROZ, E.O.; SIQUEIRA, E.R.; NATEL, A.S.; NASCIMENTO,E.M.; BOLCINHAS, C.; FERNANDES, S.; RIBEIRO, T.M.D. Produção de leite e incidência de mastite em ovelhas da raça Bergamácia em pasto ou confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Maringa, 2009,**Anais...** Maringá, PR: SBZ, 2002. CD-ROM (a).

QUEIROZ, E. O.; SIQUEIRA, E. R.; NATEL, A.S.; FERNANDES, S.; NASCIMENTO, E. M. Efeito do período de ordenha na composição centesimal do leite de ovelhas da raça Bergamácia mantidas em pasto. **Revista Biodiversidade**, v. 35, UFMT/Nov., 2009(b).

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; ALENCAR, C.A.A. et al. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.366-376, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS systems for Windows**: Version 9.0. Cary, 2002.

SERRÃO, L. **Produção de leite e desempenho de ovelhas e cordeiros da raça Bergamácia em três sistemas de manejo**. 2008. 89p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista,UNESP, Botucatu-Sp, 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. (Ed.3), Viçosa: UFV, 2002. 235p.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p.3583-3597, 1991.

WILLIANS, C.M. Dietary fatty acids and human health. **Annales Zootechnie**. v.49, p.165-180, 2000.

WOHLT, J.E.; KLEYN, D.H.; VANDERNOOT, G.W. et al. Effect of stage of lactation, age of ewe, sibling status, and sex of lamb on gross and minor constituents of Dorset ewe milk. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.2175-2184, 1981.

WOODFORD, S.T.; MURPHY, M.R. Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake, and rumen function of dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 674-686, 1988.

ZEPPENFELD, C.C.; PIRES, C.C.; MÜLLER, L.; VOLLENHAUPET, L.S.; CUNHA, M.A.; MEDEIROS, S.L.P. Efeito de diferentes níveis de concentrado no desempenho de ovelhas lactantes e suas cordeiras. **Revista Norte**, v. 4, p.8, 2005.

CAPÍTULO III

COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVELHAS DA RAÇA BERGAMÁCIA EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM TEORES CRESCENTES DE FDN NA RAÇÃO

Resumo: O presente estudo foi realizado para avaliar o efeito da inclusão de fibra em detergente neutro (FDN) sobre o comportamento ingestivo de ovelhas em lactação. Dezesseis ovelhas da raça Bergamácia foram distribuídas em quadrado latino 4x4, quádruplo. As dietas experimentais foram compostas por concentrado protéico e feno de alfafa. As proporções concentrado:volumoso variavam conforme o tratamento para se alcançar o nível de FDN exigido: (T1) 23%, (T2) 32%; (T3) 41% e (T4) 50% de FDN na ração total. As ovelhas foram submetidas à observação visual, durante 24 horas, a cada cinco minutos, para determinação dos tempos despendidos com ingestão, ruminação, ócio e outras atividades. Houve aumento do tempo gasto com mastigação (471, 536, 599, 689 min/dia) a medida que aumentou-se a fibra fisicamente efetiva na dieta (10,8; 17,27; 22,94; 28,35, respectivamente). A eficiência de alimentação, ruminação e mastigação de MS (min/gMS) apresentou efeito linear positivo ($P<0,01$) e para eficiência de mastigação de FDN foi observado efeito quadrático (0,96; 0,80; 0,77; 0,83 min/g FDN) com a inclusão de FDN na ração. Quanto a posição da atividade, ócio e ruminação, as ovelhas passaram 6,1 horas deitados e 11,5 horas em pé. Esses resultados indicam que as condições experimentais proporcionaram falta de conforto físico para os animais e a inclusão de FDN na ração influenciou o comportamento ingestivo.

Palavras - chave: eficiência, fibra, fibra fisicamente efetiva, mastigação, ruminação

INGESTIVE BEHAVIOR OF BERGAMÁCIA EWES IN LACTATION FED WITH FOUR LEVELS OF FDN IN THE RATION

Abstrat: This study was conducted to evaluate the effect of the inclusion of neutral detergent fiber (NDF) on dry matter intake and ingestive behavior of lactating ewes. Sixteen Bergamasca lactating ewes were assigned to four balanced Latin squares 4x4 according to milk yield and parity order. The experimental diets were composed of protein concentrate and alfalfa hay. The forage:concentrate ratio varied according to treatment to

attain the required levels of NDF: (T1) 23%, (T2) 32%, (T3) 41% and (T4) 50% NDF in the total ration. The ewes were submitted to visual observation recorded in a five-minutes intervals during 24 hours to determine the spent time in feeding, rumination, idleness and others activities. There was an increased time spent chewing ativities (471, 536, 599, 689 min/day) to increase effective physically fiber in the ration (10.8, 17.27, 22.94, 28.35, respectively). The efficiency of DM ingestion, rumination and chewing activities (min/g DM) showed a positive linear effect (P<0.01) and chewing efficiency of NDF was a quadratic effect (0.96, 0.80, 0.77, 0.83 min/g FDN) with increase NDF in the ration. As the position of the activity, entretaiment and rumination, sheeps spent lying 6.1 hour and standing 11.5 hours. The result indicate that the experimental conditions provided a bad physical comfort to the animals and inclusion of NDF in the ration influenced ingestive behavior.

Key words: dry matter intake, efficiency, fiber, eficienc phisical fiber, chewing, rumination

Introdução

O objetivo primário de todos os animais é de se alimentarem, assim, os conceitos básicos de alimentação, associados ao conhecimento do comportamento animal, devem ser utilizados para melhorar seu bem-estar e produtividade (Grant e Albrigth, 1995), considerando que há uma grande diversidade de ingredientes disponíveis assim como métodos de fornecimento das rações.

Entre os nutrientes essenciais na dieta de ruminantes, levando em consideração que esses animais devem consumir quantidades mínimas de fibra para estimular a atividade de mastigação, manter o fluxo de saliva e um ambiente ruminal favorável ao desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela digestão de carboidratos fibrosos. Rações de vacas em lactação com teor insuficiente de fibra, reduzem consideravelmente o pH do rúmen, diminuem o consumo de matéria seca, provocando queda no teor de gordura do leite e aumentam o risco de ocorrência de distúrbios metabólicos, como a acidose (Nussio et al., 2006).

A fibra em detergente neutro (FDN) é uma medida do conteúdo total de fibra do alimento e constitui o parâmetro mais usado para o balanceamento de dietas, uma vez que

interfere na qualidade da mesma e respectivamente no consumo dos animais, pois limitam a capacidade ingestiva, em virtude da repleção do retículo-rúmen. O comportamento ingestivo pode ser utilizado como uma ferramenta para avaliação dessas dietas, pois estabelece uma relação com o consumo voluntário.

De acordo com Van Soest (1994), o tempo despendido com ruminação é influenciado pela natureza da dieta, em que alimentos concentrados e fenos finamente triturados ou peletizados reduzem o tempo de ruminação. O tempo gasto com a ruminação é altamente correlacionado com o consumo de FDN (Welch & Hooper, 1988). Hübner et al. (2008) verificaram que ovelhas Santa Inês alimentadas com dieta com níveis crescentes de FDN (34, 43 e 52%), os tempos de ingestão, ruminação e mastigação total elevaram-se na medida em que se incrementou o nível de FDN da dieta, com valor máximo estimado ao nível de 43,5% de FDN, sendo reduzidos quando as ovelhas receberam dieta com nível de FDN superior a este.

O tempo de mastigação/kg de MS da ração ou tempo de mastigação/kg de FDN consumida são medidas biológicas que podem ser utilizadas para avaliar as características físicas da dieta. Turino (2003) observou que dietas com maior concentrações de FDN e de fibra fisicamente efetiva promovem aumento da atividade mastigatória em ovinos.

Assim, o estudo do comportamento ingestivo de animais ruminantes é fundamental para o entendimento dos processos de digestão dos alimentos, sua eficiência de utilização e absorção. Como ainda são escassas as informações na literatura referentes a requerimento de FDN para a espécie ovina na fase de lactação, o objetivo desse trabalho é estudar o comportamento ingestivo de ovelhas em lactação para que haja um melhor entendimento das atividades que podem interagir no consumo animal, afetando assim o comportamento alimentar e consequentemente seu desempenho e conforto.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu/SP, nas instalações da Unidade de Pesquisa em Produção de Leite Ovino, localizada a 42º 52’de latitude sul, 48º 25’de

longitude oeste e altitude aproximada de 597 metros. Durante os meses de julho a novembro de 2009.

Foram utilizadas 16 matrizes multíparas da raça Bergamácia, com idade média de três anos, peso corporal médio de 60 kg, com aproximadamente 30 dias de lactação e produção média diária de 0,4 kg de leite, arranjadas no delineamento em quadrado latino 4x4. Os animais foram agrupados conforme ordem de parição e produção, que foi mensurada no período que antecedeu o início do experimento.

Cada subperíodo experimental teve duração de 22 dias, sendo 14 dias para adaptação aos tratamentos experimentais, sete dias de colheitas das amostras e um dia para avaliação do comportamento ingestivo.

As ovelhas entraram em estação de acasalamento com monta controlada, entre os meses de novembro e dezembro de 2008. Durante a gestação permaneceram em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. No terço final da gestação, com aproximadamente 30 dias de antecedência da data prevista para o início dos partos, as ovelhas foram vacinadas contra salmonelose e pasteurelose (Prado® – Lab Prado S.A. – 2 mL via subcutânea) e clostridioses (Sintoxan® T Polivalente- Merial Saúde Animal Ltda.- 3 mL via subcutânea).

Quinze dias antes da data prevista para o parto, para adaptação às condições básicas experimentais, as ovelhas foram confinadas em baias cobertas individuais de 2,2 m^2, providas de piso concretado, bebedouro e comedouro.

Após o parto, os cordeiros foram devidamente pesados, identificados com tatuagem na região da paleta e tiveram o coto umbilical tratado com solução de iodo 5%. As matrizes foram pesadas, avaliadas quanto ao escore de condição corporal (ECC) e receberam tratamento com anti-helmmintico. Cordeiros e matrizes permaneceram juntos até 30 ± 3 dias após o parto, quando ocorreu o desmame e iniciaram-se as ordenhas.

As infecções endoparasitárias das ovelhas foram monitoradas por meio de coleta de amostras de fezes colhidas diretamente na ampola retal, a cada 21 dias. Os resultados do exame de ovos por grama de fezes (OPG) acima de 1000 denotaram necessidade de tratamento anti-helmíntico. O exame de fezes foi realizado pela técnica de Gordon e Whitlock (1939).

Durante as quatro primeiras semanas de lactação todas as ovelhas receberam o mesmo alimento, na forma de ração completa com 32% de FDN, e foram ordenhadas uma vez na semana para mensurar da produção de leite.

Na quinta semana de lactação, as matrizes foram agrupadas conforme produção e ordem de lactação, em quatro tratamentos, conforme o nível de FDN da dieta completa: 1) 23% FDN; 2) 32% de FDN; 3) 41% de FDN e 4) 50% de FDN na ração total. Seguiu-se então um período de adaptação de 14 dias, e posteriormente a coleta de dados com duração de oito dias, sendo cinco para a produção de leite, dois para a composição do leite e um para o registro do comportamento.

As rações totais, compostas de concentrado e feno de alfafa, eram fornecidas diariamente em cochos individuais. As rações foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais para ovelhas em lactação descritas pelo NRC (2007) após análise bromatológica dos ingredientes (Tabela 1). A relação volumoso:concentrado variou conforme o tratamento, de modo a se atingir o nível de FDN pretendido para as rações experimentais (Tabela 2). O feno de alfafa foi picado a 3 mm, para melhor homogenização da dieta completa e para evitar a maior seleção pelas ovelhas.

Tabela 1 - Composição química, em porcentagem da matéria seca (MS), dos ingredientes da ração completa

Item	Milho Moído*	Farelo de Soja	Feno de Alfafa*
Matéria Seca	86,68	87,32	84,18
Proteína Bruta	8,16	47,88	15,89
Extrato Etéreo	5,45	2,98	3,12
Matéria Mineral	0,95	5,97	7,85
FDN	15,38	16,85	63,88
FDA	3,51	6,42	34,97

*O milho e o feno, previamente processados em desintegradora, foram homogeneizados em um misturador horizontal (capacidade para 500 kg) juntamente com os outros componentes da ração.

O alimento foi fornecido, em cocho individual, uma vez ao dia, às 9:00 h, após a ordenha da manhã e revolvido às 17:00 h, após a ordenha da tarde; a quantidade ofertada foi ajustada de acordo com as sobras diárias, evitando-se sobras superiores a 10% do total ofertado, para garantir o consumo voluntário máximo pelos animais e evitar desperdícios.

O consumo de MS por animal foi verificado, diariamente, através da diferença entre a quantidade fornecida e as sobras. As sobras foram quantificadas, amostradas (10%) e congeladas durante o período de coleta (7 dias) e, ao final de cada subperíodo, foram compostas por animal. Também foram coletadas amostras das rações fornecidas e então congeladas juntamente com as sobras a -18^{o} C, para posterior análise bromatológica.

Tabela 2 - Composição química, proporção dos ingredientes e relação volumoso: concentrado das rações experimentais

	Tratamentos*				
	23%	**32%**	**41%**	**50%**	**SO[1]**
Composição Bromatológica					
MS	83,07	81,54	80,88	80,02	80,7
FDN	24,14	32,8	40,8	50,7	28,77
FDNfe[2]	10,8	17,27	22,94	34,41	-
FDA	8,7	14,65	22,02	28,35	7,33
LIG	1,18	2,59	4,14	6,32	0,73
PB	16,05	16,2	16,8	16,9	17,05
EE	4,1	3,7	2,5	2,2	3,07
MM	7,96	7,82	8,4	9,4	10,67
MO	75,11	73,72	72,48	70,62	70,03
CHT	71,58	71,95	71,06	70,46	66,48
CNE	46,44	39,13	28,45	19,75	37,71
Proporção dos Ingredientes					
Feno de Alfafa	18,2	39,35	63,75	88,1	-
Milho Grão	65,01	48,2	28,8	9,45	10,79
Farelo Soja	12,7	9,42	5,63	1,85	4,8
Farelo Algodão	-	-	-	-	84,1
Calcário	1,64	1,21	0,73	0,24	0,31
Sal Mineral**	2,45	1,82	1,09	0,36	-
Relação Volumoso: Concentrado					
Volumoso	18	40	65	88	-
Concentrado	82	60	35	12	100

*Tratamento: Porcentagem de FDN na ração completa: 23%, 32%, 41% e 50%.
[1]: Ração fornecida na sala de ordenha (100gr/dia/animal).
**Composição: Ca-140g, Na-133g, P-80g, S-12g, Mg-7g, Zn-4200mg, Fe-1500mg, F-800mg, Mn-800mg, Cu- 300mg, I-1500mg, Co- 100mg, Se-15 mg.

As determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) foram realizadas segundo protocolo proposto pela metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e

fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos por Van Soest et al. (1991) utilizando-se α-amilase (Ankom Tecnology, Tecnoglobo Equipamentos Ltda) e sulfito de sódio. A matéria orgânica (MO) foi calculada pela diferença entre MS e MM. Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que CHOT = 100 - (PB + EE + CINZAS) e os teores de carboidratos não-estruturais (CNE), foram calculados pela diferença entre CHOT – FDN (Tabela 2).

Foram coletadas amostras de cada ração experimental (cerca de 200 g) para determinação do tamanho de partícula através de agitação manual em peneiras com crivo de 19; 8 e 1,18 mm e bacia sólida no fundo (Pen State Particle Separator). Na Tabela 3 são apresentados os valores de tamanho das partículas de cada tratamento. A FDN fisicamente efetiva foi estimada multiplicando-se a concentração de FDN (% MS) do alimento pela porcentagem de partículas retidas em peneiras maiores do que 1,18 mm, conforme proposto por Mertens (1997).

Tabela 3 – Tamanho das partículas das rações experimentais (%MS[1])

	Tratamentos*			
	23%	**32%**	**41%**	**50%**
Tamanho da Partícula				
>19 mm	0,06	0,27	0,61	2,86
>8 mm	1,39	2,89	6,10	15,49
>1,18 mm	43,27	49,51	49,51	49,52
<1,17mm	62,78	56,31	53,77	41,84

[1] MS%: Matéria Seca.
[*] Tratamento: 22% FDN, 32% FDN, 42% FDN, 52% FDN na dieta total.

Ao fim de cada subperíodo, no 22º dia, foi realizada a avaliação do comportamento ingestivo individual. Foram mensurados os tempos gastos com ingestão, ruminação, ócio e outras atividades em minutos/dia, por um período de 24 horas, com observações visuais, em intervalos de cinco minutos (Weidner e Grant, 1994). O tempo despendido em cada atividade foi calculado, multiplicando-se o número total de observações por cinco. A atividade de mastigação foi obtida através do somatório das atividades de ingestão e ruminação, conforme Armentano e Pereira (1997).

As atividades de ingestão, mastigação e ruminação foram também expressas em minutos/g MS consumida e minutos/g FDN consumido.

Para as observações noturnas, luzes externas, ao redor da instalação foram utilizadas para a visualização dos animais, vale ressaltar que as luzes permaneceram acesas durante todo o período experimental, o que garantia que os animais estivessem adaptados a essa luminosidade.

As condições climáticas do ambiente foram registradas diariamente às 8:00h e às 17:00h, durante cada subperíodo (7dias), através da utilização de termômetro, para medir as temperaturas máxima e mínima, e termo higrômetro para temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido. Posteriormente, foi calculado o índice de conforto térmico: índices de temperatura e umidade (ITU), conforme equação proposta por Johnson (1980).

ITU= Ts -0,36 To +41,2

Sendo:

Ts= temperatura de bulbo seco (ºC)

Ts= temperatura do ponto de orvalho

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4x4, quádruplo, totalizando 16 animais. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o PROC GLM e PROC REG do pacote estatístico SAS (2002). Teste para polinômio ortogonais (linear, quadrático e cúbico) foram aplicados quando detectou-se efeito de tratamento, ao nível de 5% de probabilidade.

O modelo estatístico utilizado foi:

$Y_{ijkl}= \mu+Q_i + P_j + T_k + Q_i*T_k + E\ (_{ijk})$

Onde,

Y_{ijk}= variável dependente

μ = média geral das observações

Q_i = efeito do quadrado i

P_j = efeito do período j

T_k = efeito do tratamento k

Q_i*T_k = interação entre quadrado e tratamento

$E_{(ijkl)}$ = erro experimental associado a cada observação

Resultados e Discussões

As médias da temperatura máxima e mínima durante todo o período experimental foram 26,14 ^{o}C e 16,1^{o}C, respectivamente. As médias referentes às demais variáveis ambientais avaliadas encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores médios de temperatura, temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar e ITU, referentes aos dias de observação de comportamento ingestivo ao longo do período experimental

Variável	P1[1]	P2[1]	P3[1]	P4[1]
Temperatura (^{o}C)	22,3	20,7	24,2	18,7
TBS[2] (^{o}C)	20,1	19,2	22,5	19
UR[3] (%)	72,1	85	55	80
ITU[4]	66,7	65,4	69,7	64,5

[1]P1 (Julho), P2 (Agosto), P3 (Setembro), P4(Outubro) = subperíodo experimental; [2]TBS = temperatura de bulbo seco; [3]UR = umidade relativa; [4]ITU = índices de temperatura e umidade.

Verificou-se que os valores médios encontrados neste estudo não interferiram nas condições de bem-estar dos animal, pois estiveram dentro da faixa de conforto térmico para ovelhas adultas, entre 15 e 30^{o}C (Baêta e Souza, 1997). No entanto, a umidade relativa (UR) mostrou-se elevada em todos os subperíodos. De maneira geral, os níveis de UR acima de 50% reduzem os fatores produtivos em qualquer faixa de temperatura (Nääs e Souza, 2003).

Para o índice de temperatura e umidade (ITU), utilizado para descrever o conforto térmico para animais, o valor considerado normal para que as ovelhas expressem um bom potencial produtivo, seria igual a 70 unidades ou inferior (Hahn, 1993); nas condições experimentais, tais situações foram verificadas.

Os resultados de consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e comportamento ingestivo são apresentados na Tabela 5.

Os tempos despendidos com ingestão, ruminação e mastigação apresentam acréscimo com o aumento do nível de FDN na dieta. Verificou-se efeito linear positivo no CFDN,expresso em kg/dia e efeito quadrático no CMS, com o aumento do nível de fibra na dieta (Figura 1). Foi observado aumento da ingestão nos animais submetidos a dietas com até 32% de FDN, com maximização do consumo ao nível de 37,8% de FDN na dieta, a partir disto, houve decréscimo no consumo.

Tabela 5 – Consumo de matéria seca, de fibra em detergente neutro e comportamento ingestivo de ovelhas Bergamácia em lactação submetidas a dietas sob quatro teores de FDN

Variável	Tratamento[1]					CV%[3]	Efeito[2]	
	23%	32%	41%	50%	Média		L	Q
Consumo MS[4]								
kg/cab	1,69	1,71	1,58	1,32	-	16,18	<0,01	0,03
Consumo FDN[5]								
kg/cab	0,51	0,70	0,82	0,85	-	15,18	<0,01	ns
Ingestão								
min/dia	192	210	267	276	-	22,30	<0,01	ns
min/g MS	0,12	0,13	0,18	0,21	-	26,28	<0,01	ns
min/g FDN	0,39	0,32	0,35	0,33	0,35	26,31	ns	ns
Ruminação								
min/dia	279	325	332	413	-	18,61	<0,01	ns
Pé	204	243	254	319	-	25,45	<0,01	ns
Deitado	75	83	78	94	82	36,13	ns	ns
min/g MS	0,17	0,19	0,22	0,32	-	26,30	<0,01	ns
min/g FDN	0,56	0,48	0,42	0,49	-	26,88	ns	0,03
Mastigação								
min/dia	471	536	599	689	-	15,68	<0,01	ns
min/g MS	0,28	0,33	0,40	0,53	-	22,69	<0,01	ns
min/g FDN	0,96	0,80	0,77	0,83	-	21,30	ns	0,02
Ócio								
min/dia	780	766	717	616	-	11,73	<0,01	0,06
Pé	473	482	430	362	-	21,24	<0,01	ns
Deitado	307	384	287	254	-	20,06	0,02	ns
Outras								
min/dia	180	139	123	135	-	42,80	<0,04	ns
Consumo de Água								
min/ato	1,33	1,05	0,68	0,77	0,96	35,35	ns	ns

[1]Tratamento: 23% FDN, 32% FDN, 41% FDN, 50% FDN na dieta total; [2] Efeito:Valor de P para teste de polinômio ortogonal apresentar resposta linear ou quadrática; [3] CV: Coeficiênte de variação; [4] MS: Matéria seca; [5] FDN: Fibra em detergente neutro.

Hübner et al. (2008), tal qual esse experimento, observaram comportamento quadrático para a ingestão de MS, ao testarem dietas com teores crescentes de FDN (34, 43 e 52%) e o máximo de CMS estimado correspondeu ao nível de 42,7% de FDN na dieta.

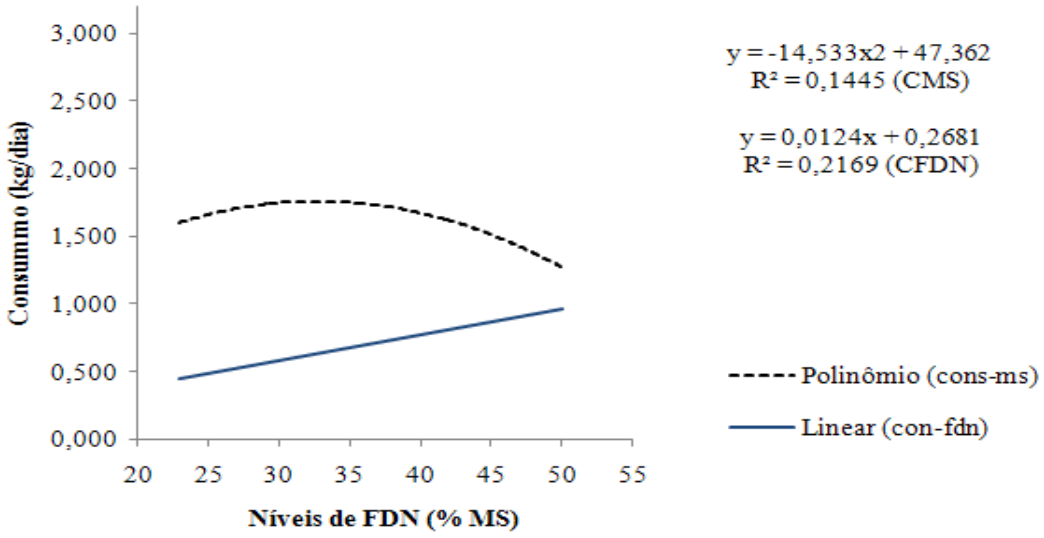


Figura 1 – Curva do consumo de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro (CFDN) de ovelhas Bergamácia, de acordo com o teor de FDN na ração.

O menor CMS observado nos animais submetidos a dieta com menor relação volumoso: concentrado (23% de FDN), pode estar relacionado ao nível energético da dieta, que desencadeou um controle fisiológico, nas quais os animais ingeriram alimento até satisfazer suas demandas energéticas.

Questões arroladas com pH, também podem explicar a queda no CMS dos animais tratados com dietas com baixo teor de FDN total, Animais submetidos a dietas com alta porcentagem de concentrado e baixa fibra (ex.23% FDN), apresentaram menor tempo gasto com mastigação, menor efeito tampão e queda do pH ruminal para abaixo de 6,0, afetando a fermentação ruminal, consequentemente o CMS.

Já o aumento do CMS em animais submetidos a dieta com nível de 32%, pode estar relacionado a característica física da ração, o tamanho de partículas, nas dietas com níveis iguais ou inferiores a 32% foi observado maior quantidade de partículas de menor tamanho, 50% das partículas das rações passaram pela peneira de 1,18 mm (Tabela 3). Sendo este tamanho que determina se uma partícula possui passagem rápida (<1,18mm) ou lenta

(>1,18mm) pelo rúmen, sendo este valor tanto para ovinos como bovinos. Assim, o menor tamanho de partícula possibilitou o rápido escape ruminal e o menor efeito de enchimento.

A nova queda no CMS, em dietas com alta fibra, pode estar correlacionada com o conteúdo de FDN da ração, quando comparado a outras substâncias analisadas no alimento. As rações compostas por alta quantidade de volumoso (Tabela 2) possivelmente apresentaram menor digestibilidade da MS em relação as rações com alto concentrado (amido), indicando maior acúmulo de material indigestível no rúmen nas dieta com maior porcentagem de FDN total. Consequentemente, causando aumento do volume e peso do rúmen, que estimula receptores existentes na parede ruminal a enviarem sinais ao centro da saciedade no sistema nervoso central (Allen, 2000), limitando o CMS.

Salientando que o tempo total gasto com alimentação é altamente variável e depende da espécie; idade (Forbes, 1995; Van et al., 2002); categoria animal (Das et al., 1999), qualidade do alimento e do modo de alimentação (Araujo et al., 2008). A quantidade de fibra na dieta alterou significativamente os tempos de ingestão, de ruminação e de mastigação, aumentando conforme o teor de FDN na ração era acrescido.

Estes resultados crescentes, possivelmente, estão associados àqueles referentes aos CFDN (Tabela 5), uma vez que, segundo Van Soest (1994), quanto maior a ingestão diária de fibra, maiores são os tempos despendidos pelos animais em ingestão e ruminação. Consequentemente, os tempos de mastigação total aumentaram linearmente com a elevação dos níveis de FDN na ração, visto que essa variável é obtida por meio da soma das variáveis ingestão e ruminação, implicando em redução do tempo de permanecia em ócio e outras atividades (Tabela 5).

Comportamento semelhante aos resultados deste trabalho foram relatados por Cardoso et al. (2006) que, em experimento com cordeiros alimentados com níveis crescentes de FDN (25, 31, 37 e 43% FDN), verificaram elevação do tempo de ruminação e mastigação total e decréscimo no tempo destinado a atividade ócio, à medida que se incrementou o nível de FDN da dieta. Por outro lado, Hübner et al.(2008), também trabalhando com ovelhas em lactação, relataram comportamento quadrático dos tempos gasto em ingestão, ruminação, ócio e mastigação total, em função do nível de FDN na dieta (32, 42 e 51%), com ponto de máxima, para ingestão, estimado ao nível de 43,5% de FDN.

De acordo com Araujo et al. (2008), o tamanho de partícula é, em grande parte, responsável pela queda nos tempos de ingestão, ruminação e mastigação. Sendo o tamanho de partículas de 1,18 mm considerado o limiar entre um alimento estimular ou não a ruminação e a mastigação (Mertens, 1997). No presente estudo, rações com baixo nível de fibra (23% FDN) apresentaram, aproximadamente, 20% a menos de partículas maiores que 1,18 mm quando comparada as rações com alta fibra (50% FDN), essa diferença pode ter proporcionado passagem mais rápida das partículas pelo rúmen, ficando menor quantidade de material aprisionado neste compartimento, para o processo de ruminação (Tabela 5).

Os valores de FDN fisicamente efetiva (FDNfe) aumentaram com o acréscimo de fibra da dieta (Tabela 2), o que pode ser um indicativo do aumento do tempo de ruminação e mastigação, já que o conceito de FDNfe, está relacionado à característica física da fibra em estimular a atividade mastigatória, visto a alta correlação entre tempo despendido com mastigação e efetividade da fibra (0,88; Mertens,1997).

Segundo Dado e Allen (1995), o tempo de mastigação por unidade de MS ou FDN aumenta conforme quantidades adicionais de FDN são inseridas na dieta. No presente experimento a eficiência de mastigação por unidade MS (Tabela 5), aumentou de forma linear na medida que aumentou os teores de FDN da dieta, portanto, a melhor eficiência foi obtida com o nível de 23% de FDN total. Por outro lado a eficiência de mastigação por unidade de FDN (Tabela 5) apresentou comportamento quadrático ($P<0,02$) em função aos níveis de FDN da dieta, melhorando em níveis intermediários de fibra, em razão da maior ingestão de FDN e de menores tempos de mastigação (min/kg FDN), o que resultou em valores menores.

Já as taxas de ingestão, ruminação e mastigação, expressas em g MS/min apresentaram acréscimo (Figura 2), com a elevação do nível de FDN da dieta. Alguns autores (Woodford e Murphy, 1988; Grant, 1997) sugerem que animais em lactação dispõem de um mecanismo adaptativo (aumento na eficiência de ruminação) para corrigir baixo pH ruminal, aumentar a taxa de passagem de partículas e fluido através do rúmen e/ou diminuir a taxa pela qual a ruminação é deprimida pela redução no consumo de FDN efetiva. Assim, segundo Hübner et al. (2008) faz-se necessário um maior período de tempo

para que os animais possam ingerir e ruminar uma mesma quantidade de alimento, quando aumenta a concentração de FDN na dieta.

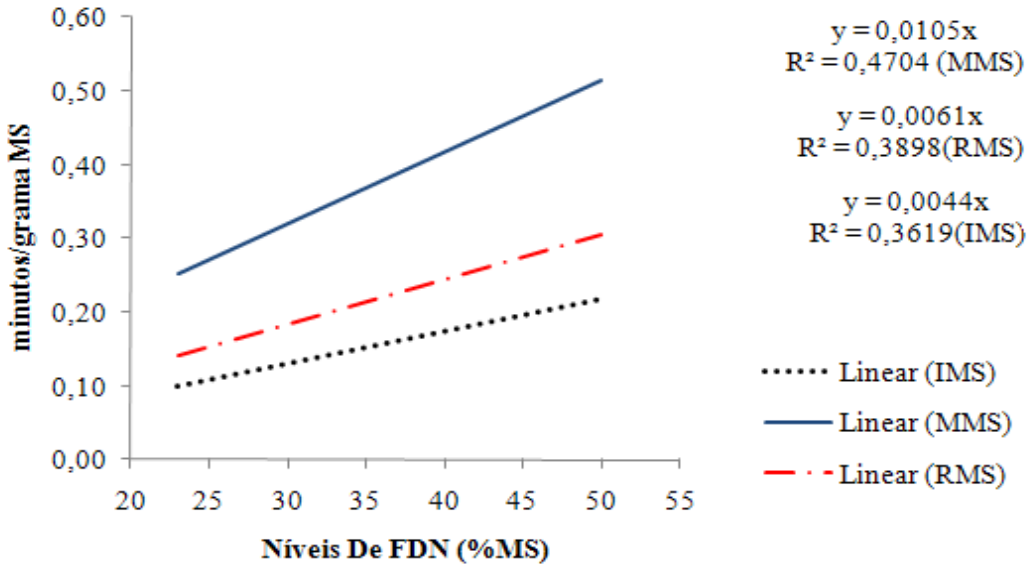


Figura 2 – Curva da eficiência de ingestão, ruminação e mastigação de matéria seca (MS) de ovelhas Bergamácia, de acordo com o teor de FDN na ração.

A eficiência de ingestão, ruminação e mastigação da FDN (min/gFDN) apresentaram comportamento quadrático, em função dos níveis de fibra, o que está associada à concentração desta fração na dieta, e consequentemente ao seu maior consumo (Tabela 4), corroborando os trabalhos de Burger et al. (2000) e Hübner et al. (2008).

A Figura 3 apresenta as curvas de variável de comportamento alimentar de ovelhas Bergamácia em lactação em função do tratamento.

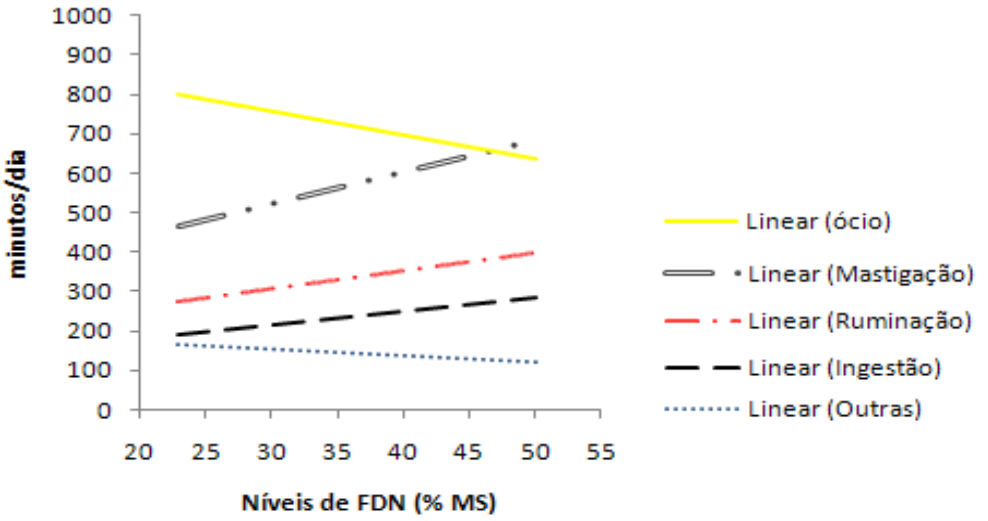


Figura 3 – Curva das variáveis de comportamento ingestivo de ovelhas Bergamácia, em minutos por dia, de acordo com o teor de FDN na ração.

A curva linear foi a que melhor se enquadrou de acordo com o critério de curva polinomial utilizados pelo PROC REG (SAS, 2002). A Tabela 6 apresenta as equações que geraram essas curvas.

Tabela 6– Equações de regressão para comportamento ingestivo de ovelhas Bergamácia, em minutos por dia, de acordo com o teor de FDN na ração

Comportamento (min/dia)	Equações	R^{2*}
Ingestão	112,25 + 3,87 x nível	0,2917
Ruminação	173,95 + 5,11 x nível	0,1939
Mastigação	286,20 + 8,99 x nível	0,3415
Ócio	936,14 -6,76 x nível	0,2343
Outras	204,81 - 1,89 x nível	0,0518
Consumo de Água	106,71 + 1,54 x nível	0,5420

*Valor P significativo (P<0,05).

O consumo de água apresenta alta correlação com o consumo de alimentos (Moret et al., 1983, Hamilton e Webster, 1987) e nesse experimento verificou-se diferença entre os tratamentos no CMS. Entretanto, no presente experimento, tal influência não foi verificada, pois os valores para tempo de ingestão de água das ovelhas não apresentaram nenhum

efeito significativo. O que pode ser elucidado pelos teores de água da ração, já que elas continham teores semelhantes de MS (Tabela 2). Nesse experimento foi observado que a duração de cada ato de ingestão de água durou em média 0,96 minutos, mostrando-se semelhante ao tempo encontrado por Das et al. (1999) que verificaram ovelhas em lactação estabuladas gastaram de 1,03 a 1,08 minutos com a ingestão de água.

Os tempos médios que os animais permaneceram em ócio e em outras atividades para os tratamentos 23, 32, 41 e 50% de FDN na ração, respectivamente (Tabela 5), perfazem juntos uma média de 14,5 horas/dia, o que corresponde a 61% do tempo observado. Esses valores estão acima dos verificados por outros autores (Fraser, 1980; Orr et al., 2001; Phillips e Rind, 2001) que observaram a variação dessas atividades entre 9 e 12 horas/dia. Vacas confinadas em freestall permaneceram 47,2% do tempo em ócio (Matarazzo et al., 2003).

O ócio e outras atividades apresentaram comportamento linear negativo, sendo que os menores tempos observados para esses comportamentos, provavelmente estão ligados ao CFDN que, consequentemente, estimulou um maior tempo de ingestão, mastigação e ruminação. Com tudo, entre todas as atividades estudadas, o comportamento de ócio foi o que tomou maior parte do tempo dos animais, provavelmente pelo fato dos mesmos estarem confinados.

Dentre os padrões fixos de comportamento, o de deitar é considerado de grande importância para rebanhos leiteiros. A privação do descanso pode induzir à frustração que se manifesta por comportamentos estereotipados. Outras consequências incluem lesões traumáticas e outros danos físicos, resultando em problemas sanitários (Krohn e Munksgaard, 1993). Quando avaliada a posição do comportamento, ou seja, em pé ou deitada, foi observado efeito linear positivo para ruminação em pé e efeito negativo para ócio, em pé e deitado, conforme aumentavam os teores de fibra da ração (Tabela 5).

Embora, segundo Albrigth (1993), geralmente os ruminantes prefiram ruminar deitados, em decúbito lateral esquerda, como uma estratégia para otimizar o posicionamento do rúmen e obter, assim, uma ruminação mais eficiente. No presente experimento, na atividade de ruminação deitado, os animais passaram em média 1,4 horas, enquanto ruminando em pé 4,3 horas (Figura 4).

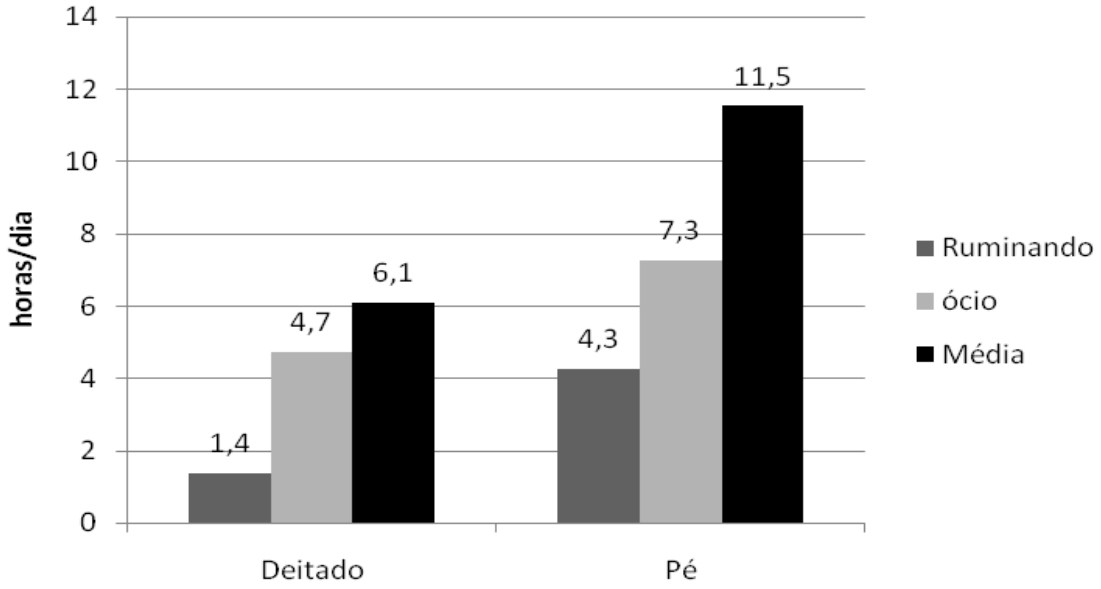


Tabela 4 – Tempo, em horas por dia, que as ovelhas permaneceram deitadas ou em pé.

Ao analisar a posição da atividade de ócio, foi verificado que os animais dispenderam 4,7 horas deitados e 7,3 horas em pé.

O tempo total das atividades de ruminação e ócio, em que as ovelhas permaneceram deitadas e em pé foi de 6,1 e 11,5 horas, respectivamente. Segundo Krohn e Munksgaard (1993), animais em boas condições de bem-estar e conforto, permanecem na posição deitada, num período de 24 horas, em torno de 8 a 14 horas. Pode-se observar que no presente experimento o tempo que os animais passaram na posição deitado foi inferior (6,1 horas), o que pode estar relacionado a menor condição de conforto físico do ambiente. Durante o período experimental foi verificada altas taxas de umidade relativa (Tabela 4), o que podem ter ocasionando camas mais úmidas, diminuindo o conforto físico animal, além do fato das ovelhas estarem isoladas dos outros animais na baia, o que representa um fator estressante, já que ovinos tem comportamento gregário.

Ressalta-se que o ambiente físico onde os animais estão inseridos, deve ser levado em consideração, uma vez que pode afetar o bem-estar e consequentemente a produtividade animal. Assim o estudo do comportamento é fundamental para a eficiência econômica da

produção, já que pode ser empregado como ferramenta auxiliar na solução de problemas que afetam os animais (Pires et al., 2000).

Conclusões

As rações testadas apresentaram aceitável percentagem de fibra efetiva, pois proporcionaram tempos suficientes de ruminação e mastigação, suficiente para manter a saúde ruminal.

No entanto, para as condições experimentais testadas, não são recomendadas formulações de dietas com níveis superiores a 41% de FDN, por proporcionarem limitação do consumo de matéria seca.

As ovelhas confinadas permaneceram a maior parte do tempo observado em pé, o que se atribui a falta de conforto no ambiente físico.

Referências

ABIJAOUDÉ, J.A.; MORAND-FEHR, P.; TESSIER, J.; SCHMIDELY, P.; SAUVANT, D. Diet effect on daily feeding behavior, frequency and characteristics of meals in dairy goats. **Livestock Production Science**, v.64, p.29-37, 2001.

ALBRIGHT, J. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.485-498, 1993.

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624,2000.

ARAUJO, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; PACKER, I.U.; EASTRIDGEI, M.L. Milk yield, composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (Cynodon species) hay**. Journal of Animal Science,** v.86, p.3511-3521, 2008.

ARMENTANO, L.; PEREIRA., M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1416–1425, 1997.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiencia em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, UFV, 1997, 246p.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.206-214, 2000.

CARDOSO, A.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.P.; JOCHIMS, M.H.; WOMMER, T.P. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, p.215-221, 2006.

DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber on inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.118-133, 1995.

DAS, N.;MAITRA, D.N.; BISHT,G.S. Genetic and non-genetic factors influencing ingestive behavior of sheep under stall-feeding conditions. **Small Ruminant Research**, v.32, p.129-136, 1999.

FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals.** Walingford: CAB International, 1995, 572p.

GORDON & WHITLOCK. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council of Scientific and Industrial Research**, v.12, p.50-52, 1939.

GRANT, R.J. Interactions among forages and nonforagesfiber sources. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1438, 1997.

GRANT, R.J.; ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2791-2803, 1995.

HAHN, G.L. **Bioclimatologia e instalações zootécnicas: aspectos teóricos e aplicados**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 28p.

HAMILTON, J.A.; WEBSTER, M.E.D. Food intake, water intake, urine output, growth rate and wool growth of lambs accustomed to high or low intake of sodium chloride. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.38, p. 187-194, 1987.

HÜBNER, C.H.; PIRES, C.C.; GALVANI, D.B.; CARVALHO, S.; JOCHEMS, F.; WOMMER, T.P.; GASPERIN, B.G. Comportamento ingestivo de ovelhas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de FDN**. Ciência Rural**, v.38, p.1078-1084, 2008.

JOHNSON, H.D. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change. **International Journal Biometeorology**, v.24, p.65-78, 1980.

KROHN e MUNKSGAARD, L. Behaviour of cows kept in extensive (loose housing/pasture) or intensive (tiestall) environment. **Applied Animal Behaviour Science**, v.37, p.1-6, 1993.

MATARAZZO, S.V.; PERISSINOTTO, M.; SILVA I.J.O. Water intake and behavior of cows in response to environmental conditions (Compact disc.). In: INTERNATIONAL DAIRY HOUSING CONFERENCE, 5., Fort Worth, 2003. **Proceedings...** Fort Worth: ASAE, 2003.

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

MORET.; HOWARD, B.; SIEBERT, B.D. Effect of level of water intake on water energy nitrogen balance and thyroxine secretion in sheep and goat. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.34, p.441-446, 1983.

NÄÄS, I.A.; SOUZA, S.R.L. Desafios para a produção de leite nos trópicos – conforto térmico. In: Zootec, Uberaba, 2003. **ANAIS...** Uberaba:FAZU, p.64-74, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants. Washington, D.C.: **National Academy of Science**, 2007. 292 p.

NUSSIO, L.G., CAMPOS, F.P., LIMA, M.L. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, G.S. **Nutrição de ruminantes**,FUNEP: Jaboticabal, 2006, 583p.

ORR, R.J.S.; RUTTER, S.M.; PENNING, P.D. et al. Matching grass supply to grazing patterns for dairy cows. **Grass and Forage Science**, v.56, p. 352-361, 2001.

PHILLIPS, C.J.; RIND, M.I. The effects of social dominance on the production and behavior of grazing dairy cows offered forage supplements. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.51-59, 2001.

PIRES, M.F.A.; TEODORO, R.L.; CAMPOS, A.T. Efeitos do estresse térmico sobre a produção de bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2. Teresina, 2000. **ANAIS...**Teresina:SNPA, P.87-104, 2000.

SAS INSTITUTE. **SAS systems for Windows**: version 9.0. Cary, 2002.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

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

TURINO, V.F. **Substiruição da fibra em detergente neutro (FDN) do bagaço de cana-de-açúcar in natura pela FDN de casca de soja em dietas contendo alta proporção de concentrados para cordeiros confinados**. 2003. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 2003.

VAN, D.T.T.; LEDIN, I.; MUI, N.T. Feed intake and brhaviour of kids and lambs fed sugar cane as the sole roughage with or without concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v.100, p.79-91, 2002.

VAN SOEST, P. Fiber and physicochemical properties of feeds. In: **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd Edition, Cornell University Press, Ithaca, NY, USA, p. 141-155, 1994.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p.3583-3597, 1991.

WEIDNER, S.J.; GRANT, R.J. Altered ruminal mat consistency by high percentages of soybean hulls fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.522-532, 1994

WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion de alimentos y água. In: CHURCH, D.C. **El ruminante: fisiologia digestiva y nutrición.** Zaragoza: Acribia, Cap.5, p.117-126, 1988.

WOODFORD, S.T.; MURPHY, M.R. Effect of forage physical formo n chewing activity, dry matter intake, and rumen fuction of dairy cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.71, p. 674, 1988.

CAPITULO IV

CONCENTRAÇÃO DE FDN NA RAÇÃO DE OVELHAS BERGAMÁCIA EM LACTAÇÃO: CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES

Resumo: O objetivo foi avaliar o efeito da inclusão de fibra em detergente neutro (FDN) sobre o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes da ração de ovelhas em lactação. Quatro ovelhas Bergamácia foram distribuídas em quadrado latino 4x4, em quatro tratamentos: 23% (T1), 32% (T2); 41% (T3) e 50% (T4) de FDN na ração total. O consumo foi mensurado diariamente, por meio da diferença entre a quantidade fornecida e a sobra. A digestibilidade aparente foi calculada por coleta parcial de fezes, utilizando-se oxido crômico como marcador. O CMS, expresso em kg/dia, apresentou efeito quadrático (1,74; 1,82; 1,82; 1,35) com ponto de máxima estimado para 44% de FDN na ração. Para o consumo de FDN e fibra em detergente ácido (FDA), foi observado efeito linear positivo com inclusão de fibra. Os valores obtidos para digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestório total não apresentaram efeito significativo, exceto para a digestibilidade dos carboidratos não estruturais (CNE). Assim como o consumo de CNE, a digestibilidade destes nutrientes apresentou efeito linear negativo conforme se aumentava o nível de FDN na ração. Esses resultados indicam que a quantidade de FDN na ração não alterou a digestibilidade da fibra, porém, a inclusão de FDN a níveis superiores a 41% limita o CMS.

Palavras – chave: digestão, fibra alimentar, fibra em detergente neutro, pH

CONCENTRATION OF NDF IN THE RATION OF BERGAMÁCIA EWES IN LACTATION: INTAKE AND NUTRIENTS DIGESTIBILITY

Abstrat: In this study, the effect of the inclusion of neutral detergent fiber (NDF) on intake and nutrient digestibility of the rations of lactating ewes were evaluated. Four Bergamácia ewes were distributed in 4x4 balanced Latin Square in four treatment: 23% (T1), 32% (T2), 41% (T3) and 50% (T4) of NDF in the total ration. The dry matter intake (DMI) was measured daily by the difference between the quantity supplied and the leftover. Apparent digestibility was calculated by partial collection of faeces, using chromic oxide as marker. The DMI, in kg/day, showed a quadratic (1.74, 1.82, 1.82, 1.35) effect with point of maximum estimated for 44% NDF in the ration. For the NDF and acid detergente fiber

(ADF) consumption, a positive linear effect was observed with the inclusion of fiber. Values obtained for apparent digestibility of nutrients in the total digestive tract showed no significant effect, except for digestibility of nonstructural carbohydrates (NSC). As the NSC consumption, the digestibility of these nutrients showed a linear effect as the level of NDF increased in the ration. These results indicate that the inclusion of NDF in the ration does not alter the digestibility of fiber, however, the inclusion of NDF at levels above 41% limit the DMI.

Key word: digestion, dietary fiber, neutral detergent fiber, pH

Introdução

Os carboidratos são a principal fonte de energia para microrganismos ruminais e para os ruminantes. Contudo, a natureza química e física desses carboidratos pode variar grandemente (Allen, 1997). A fibra é fonte de carboidratos usada como energia pelos microrganismos do rúmen e uma fração essencial do alimento, já que os ácidos graxos voláteis produzidos pela digestão da fibra durante a fermentação ruminal são as principais fontes de energia para o animal (Mertens, 2001).

No entanto, por caracterizar-se como componente nutricional de baixa digestibilidade, a fibra pode limitar o consumo de matéria seca afetando negativamente o desempenho animal quando incluída em quantidade excessiva na dieta.

A digestibilidade da fibra tem sido definida como a proporção do ingerido que não é excretada nas fezes. A extensão da digestão da fibra depende da quantidade indigestível e da relação entre taxa de degradação e a taxa de passagem. A digestibilidade ruminal da fibra de forragens e outras fontes de alimento, variam de forma muito ampla, de 13 a 78% (Vargas et al. 1998). Sendo a fração da FDN é a que mais afeta a utilização da fibra. Huhtanen e Khalili (1991) mostraram relação negativa entre a digestibilidade *in vivo* da FDN e a quantidade de FDN total no rúmen.

O consumo de alimentos pelo ruminante é regulado por fatores físicos e metabólicos (Romney e Gill, 2000). Portanto, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes são parâmetros fundamentais para qualquer sistema de avaliação de alimentos.

Geralmente, os fatores físicos são tomados como referência na ingestão de alimento, por influenciarem diretamente o volume ruminal. Conrad et al. (1984) relataram que em dietas com alta proporção de FDN, o consumo torna-se função das características da dieta. Desta forma, o animal consome o alimento até atingir a capacidade máxima de ingestão e há, assim, limite na fermentação ruminal que determina a interrupção do consumo (Baile e Forbes, 1974).

A concentração de FDN na dieta está negativamente correlacionada com o CMS em rações da fermentação mais lenta e de maior tempo de permanência no rúmen (Neumman, 2002). Porém, fibras mais digestíveis podem estimular o consumo, pelo aumento na taxa de passagem, criando espaço para outra refeição.

A combinação de alimentos (volumoso, concentrados e combinações de volumosos) interfere na digestibilidade aparente, podendo ter importância nutritiva verdadeira, pois as variações ocorridas na composição poderão ocasionar dificuldades na atuação microbiana no processo digestivo (Campos et al., 2001).

O pH ruminal também é um dos principais fatores que podem acarretar decréscimo na ingestão da MS, na digestibilidade da fibra e na produção microbiana ruminal (Allen, 1997). Em rações ricas em concentrados, o pH do líquido ruminal oscila entre 5,5 e 6,5, desfavorecendo o crescimento de microrganismos celulolíticos, afetando a degradação da fibra. Segundo Hoover (1986), a faixa de pH ideal para a ótima digestão da fibra varia de 6,2 a 7,0. Entretanto Van Soest (1994) sugere que este valor seria de 6,7 para não afetar o consumo de MS.

O teor adequado de fibra para ruminantes deve permitir que o animal maximize a fermentação ruminal dos carboidratos, ao mesmo tempo que mantém pH ruminal desejável; e, esta estratégia, deve aumentar a eficiência da fermentação, aumentando o consumo de energia e a produção. Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito dos níveis de fibra sob o consumo e a digestibilidade das ovelhas em lactação.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu/SP, nas instalações da Unidade

de Pesquisa em Produção de Leite Ovino, localizada a 42º 52'de latitude sul, 48º 25'de longitude oeste e altitude aproximada de 597 metros, e entre os meses de agosto a dezembro de 2009.

Foram utilizadas quatro matrizes multíparas da raça Bergamácia, com idade média de três anos, peso corporal médio de 60 kg, com aproximadamente 30 dias de lactação e produção média diária de 0,4 kg de leite. As ovelhas foram arranjadas no delineamento em quadrado latino 4x4, simples, para avaliar o efeito de quatro níveis de FDN na ração completa: 1) 23% de FDN; 2) 32% de FDN; 3) 41% de FDN e 4) 50% de FDN da matéria seca.

O período experimental compreendeu 104 dias, sendo dividido em 4 subperíodos, cada subperíodo experimental teve duração de 26 dias, sendo 21 dias para adaptação aos tratamentos (contando 15 dias de administração de óxido crômico), quatro dias de colheitas das amostras e um dia para avaliação do pH ruminal.

As infecções endoparasitárias das ovelhas foram monitoradas por meio de coleta de amostras de fezes diretamente na ampola retal, a cada 21 dias. Os resultados do exame de ovos por grama de fezes (OPG) acima de 1000 denotaram necessidade de tratamento anti-helmíntico. O exame de fezes foi realizado pela técnica de Gordon e Whitlock (1939).

As rações foram compostas por concentrado e feno de alfafa, e elaboradas conforme exigências preconizadas pelo NRC (2007), para ovelhas em lactação, após análise bromatológica dos ingredientes (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química, em porcentagem da matéria seca (MS), dos ingredientes da ração completa

Item	Milho Moído*	Farelo de Soja	Feno de Alfafa*
Matéria Seca	86,68	87,32	84,18
Proteína Bruta	8,16	47,88	15,89
Extrato Etéreo	5,45	2,98	3,12
Matéria Mineral	0,95	5,97	7,85
FDN	15,38	16,85	63,88
FDA	3,51	6,42	34,97

*O milho e o feno, previamente processados em desintegradora, foram homogeneizados em um misturador horizontal (capacidade para 500 kg) juntamente com os outros componentes da ração.

A relação volumoso:concentrado variou conforme o tratamento, de modo a se atingir o nível de FDN pretendido para as rações experimentais (Tabela 2). O feno de alfafa foi picado a 3mm, para melhor homogenização da dieta completa e para evitar a maior seleção pelas ovelhas.

Tabela 2 - Composição química, proporção dos ingredientes e relação volumoso: concentrado das rações experimentais

	Tratamentos*				
	23%	**32%**	**41%**	**50%**	**SO[1]**
Composição Bromatológica					
MS	83,07	81,54	80,88	80,02	80,7
FDN	24,14	32,8	40,8	50,7	28,77
FDNfe[2]	10,8	17,27	22,94	34,41	-
FDA	8,7	14,65	22,02	28,35	7,33
LIG	1,18	2,59	4,14	6,32	0,73
PB	16,05	16,2	16,8	16,9	17,05
EE	4,1	3,7	2,5	2,2	3,07
MM	7,96	7,82	8,4	9,4	10,67
MO	75,11	73,72	72,48	70,62	70,03
CHT	71,58	71,95	71,06	70,46	66,48
CNE	46,44	39,13	28,45	19,75	37,71
Proporção dos Ingredientes					
Feno de Alfafa	18,2	39,35	63,75	88,1	-
Milho Grão	65,01	48,2	28,8	9,45	10,79
Farelo Soja	12,7	9,42	5,63	1,85	4,8
Farelo Algodão	-	-	-	-	84,1
Calcário	1,64	1,21	0,73	0,24	0,31
Sal Mineral**	2,45	1,82	1,09	0,36	-
Relação Volumoso: Concentrado					
Volumoso	18	40	65	88	-
Concentrado	82	60	35	12	100

*Tratamento: Porcentagem de FDN na ração completa: 23%, 32%, 41% e 50%.
[1]: Ração fornecida na sala de ordenha (100gr/dia/animal).
**Composição: Ca-140g, Na-133g, P-80g, S-12g, Mg-7g, Zn-4200mg, Fe-1500mg, F-800mg, Mn-800mg, Cu- 300mg, I-1500mg, Co- 100mg, Se-15 mg.

A ração foi fornecida uma vez ao dia, às 9:00 h, em cochos individuais e a quantidade ofertada foi calculada com base no consumo anterior, evitando-se sobras superiores a 10%. O consumo de MS por animal/dia foi obtido pela diferença entre a

quantidade de alimento fornecida e a sobra. As sobras foram quantificadas, amostradas (10%) e congeladas durante o período de colheita (4 dias) e, ao final de cada subperíodo, foram compostas por animal para posterior análise bromatológica.

As determinações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) foram realizadas segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos por Van Soest et al. (1991) utilizando-se α-amilase (Ankom Tecnology, Tecnoglobo Equipamentos Ltda) e sulfito de sódio. A matéria orgânica (MO) foi calculada pela diferença entre MS e MM. Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), em que CHOT = 100 - (PB + EE + CINZAS) e os teores de carboidratos não-estruturais (CNE), foram calculados pela diferença entre CHOT – FDN (Tabela 2).

Foram colhidas amostras de cada ração experimental (cerca de 200 g) para determinação do tamanho de partícula através de agitação manual em peneiras com crivo de 19; 8 e 1,18 mm e bacia sólida no fundo (Pen State Particle Separator). Na Tabela 3 são apresentados os valores de tamanho das partículas de cada tratamento. A FDN fisicamente efetiva foi estimada multiplicando-se a concentração de FDN (% MS) do alimento pela porcentagem de partículas retidas em peneiras maiores do que 1,18 mm, conforme proposto por Mertens (1997).

Tabela 3 – Tamanho das partículas das rações experimentais (%MS[1])

	Tratamentos*			
	23%	**32%**	**41%**	**50%**
Tamanho da Partícula				
>19 mm	0,06	0,27	0,61	2,86
>8 mm	1,39	2,89	6,10	15,49
>1,18 mm	43,27	49,51	49,51	49,52
<1,17mm	62,78	56,31	53,77	41,84

[1] MS%: Matéria Seca.
* Tratamento: 22% FDN, 32% FDN, 42% FDN, 52% FDN na dieta total.

No 14º e no 26º dia de cada subperíodo, para avaliação do desempenho, os animais foram pesados e determinou-se o escore de condição corporal (1,0 para animais muito

magros a 5,0 para animais excessivamente gordos, com fracionamento de 0,25; segundo Sañudo e Sierra, 1986).

Quinze dias antes do término de cada subperíodo iniciou-se o fornecimento, via oral, para cada animal, de cápsulas, elaboradas com papel vegetal, com 1,5 g de óxido crômico (Cr_2O_3).

Para determinação da digestibilidade dos nutrientes no trato digestório total (DNTDT) colheu-se, nos últimos quatro dias de cada subperíodo, amostras da ração fornecida, da sobra e das fezes que foram congeladas a -18^o C. As colheitas de fezes foram obtidas em intervalos de duas horas durante 48 horas. Ao final do experimento todas as amostras foram descongeladas e compostas por animal e por período para determinar MS, PB, EE, MM e FDN e determinação de crômico.

Amostras de líquido ruminal para avaliação do pH ruminal foram colhidas no último dia do período, imediatamente antes do fornecimento da ração (0 hora) e às 2, 4 e 8 horas após a alimentação. Após as coletas, as amostras foram filtradas em tecido de algodão e medido o pH em potenciômetro digital (DIGIMED® DM20).

As fezes colhidas foram secas em estufa de ventilação forçada (55^{o}C) por 72 horas e moídas em moinho tipo Willey providos de peneira com malha de um mm.

Para determinação do óxido cromico, utilizou-se 1,0g de fezes que foi colocada em uma cubeta de FRX (Chemplex Industries Inc., modelo 1530), levada diretamente para análise. O sinal analítico do Cr_2O_3 foi determinado pela área líquida dos picos de raio-X correspondente a emissão Ka característica do elemento.Na excitação da amostra utilizou-se um tubo de raio-X de Mo (Philips, modelo PW 1316/92), com filtro de Zr, acoplado a um gerador de alta tensão (Philips, modelo PW 1830) operado em 25 kV e 10 mA, com um tempo de aquisição de 200s. Com a finalidade de minimizar a radiação espalhada, colocou-se o colimador de prata de 3,8 mm de diâmetro sobre o detector (Korndorfer et al., 2001).

Após a determinação da recuperação fecal de óxido crômico, os valores foram aplicados na equação a baixo:

$$\text{DNTDT (\%)} = 100 - \frac{100 \times \text{\% de } Cr_2O_3 \text{ na dieta} \times \text{\% do nutriente nas fezes}}{\text{\% } Cr_2O_3 \text{ nas fezes} \qquad \text{\% do nutriente no alimento}}$$

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4x4, sendo quatro períodos e quatro dietas. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o PROC GLM e PROC REG do pacote estatístico SAS (2002). Teste para polinômios ortogonais (linear, quadrático e cúbico) foram aplicados quando detectou-se efeito de tratamento, ao nível de 5% de probabilidade.

O modelo estatístico utilizado foi:

$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + P_j + T_k + Q_i*T_k + E\ (_{ijk})$

Onde,

Y_{ijk}= variável dependente

μ = média geral das observações

Q_i = efeito do quadrado i

P_j = efeito do período j

T_k = efeito do tratamento k

Q_i*T_k = interação entre quadrado e tratamento

$E_{(ijkl)}$ = erro experimental associado a cada observação

Resultados e Discussões

As variáveis referentes ao desempenho, pH ruminal, assim como os valores de consumo de nutrientes das ovelhas Bergamácia em lactação estão apresentadas na Tabela 4.

Para o desempenho das ovelhas verificou-se efeito quadrático para o ganho médio de peso diário (kg/dia), e não foi observado efeito da alimentação sobre as variáveis peso final e escore final, assim como não foi obtida diferença para o pH registrado após o fornecimento da ração. Embora, foi observado pH abaixo de 6,0 após o fornecimento de dieta com baixa fibra (23%), o que pode ter comprometer a digestibilidade da FDN e por sua vez limitado o consumo de alguns nutrientes, pois segundo Allen (2000) à medida que diminuiu a digestibilidade da FDN, ocorre maior distensão no trato gastrointestinal, limitando a ingestão de nutrientes.

Tabela 4 – Desempenho, escore de condição corporal (ECC), pH e consumo de nutrientes das ovelhas Bergamácia, de acordo com a concentração de FDN na ração

	Tratamento[1]						Efeito[2]	
Variável	**23%**	**32%**	**41%**	**50%**	**Média**	**CV%[3]**	**L**	**Q**
Peso Inicial(kg)	62,5	61,8	59,5	60,0	61,0	-	-	-
Peso Final (kg)	71,4	77,0	67,4	63,5	69,3	13,82	ns	ns
CCI[4]	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	-	-	-
CCF[5]	3,37	3,31	3,25	3,12	3,23	6,53	ns	ns
GMD[6] (kg/dia)	0,18	0,23	0,19	0,09	-	21,33	ns	0,02
pH =0,h	6,26	6,43	6,49	6,36	6,38	1,27	ns	ns
pH >8,h	5,84	6,06	6,09	6,16	6,04	5,21	0,06	ns
Consumo Matéria Seca (CMS)								
kg/cab	1,74	1,82	1,82	1,35	-	18,9	ns	0,02
g/kg $PV^{0,75}$	77	78,1	81,7	62,9	74,9	17,6	ns	0,06
% PV[7]	2,7	2,7	2,9	2,3	2,7	17,5	ns	0,09
Consumo Fibra em Detergente Neutro (CFDN)								
Kg/cab	0,53	0,74	0,91	0,88	-	17,1	<0,01	0,06
g/kg $PV^{0,75}$	23,4	31,6	41,2	40,7	-	16,2	<0,01	0,05
% PV	0,8	1,1	1,5	1,5	-	16,2	<0,01	0,07
Consumo Fibra em Detergente Ácido (CFDA)								
g/dia	0,19	0,34	0,50	0,51	-	20,4	<0,01	ns
g/kg $PV^{0,75}$	8,3	14,6	21,9	23,5	-	19,9	<0,01	ns
Consumo Proteína Bruta (CBP)								
g/dia	0,38	0,42	0,43	0,34	0,40	19,6	ns	ns
g/kg $PV^{0,75}$	16,6	18,3	19,4	15,7	-	18,9	ns	0,03
Consumo Extrato Etério (CEE)								
g/dia	0,11	0,10	0,09	0,06	-	29,3	<0,01	ns
g/kg $PV^{0,75}$	4,7	4,5	4,2	3	-	28,1	0,03	ns
Consumo Carboidratos Totais (CCHT)								
g/dia	1,50	1,62	1,62	1,21	1,50	18,8	ns	0,08
g/kg $PV^{0,75}$	66,6	69,8	73,1	56,1	-	17,6	ns	0,02
Consumo Carboidratos Não Fibrosos (CNF)								
g/dia	0,95	0,86	0,63	0,30	-	27,8	<0,01	ns
g/kg $PV^{0,75}$	42	36,9	28,1	13,8	-	26,2	<0,01	ns

[1]Tratamento: 23% FDN, 32% FDN, 41% FDN, 50% FDN na dieta total;[2] Efeito:Valor de P para teste de polinômio ortogonal apresentar resposta linear ou quadrática; [3] CV: Coeficiênte de variação; [4] CCI: Condição corporal inicial; [5] CCF: Condição corporal final; [6] GMD: Ganho de peso médio diário, [7] PV: Peso vivo.

O efeito observado para o ganho de peso médio diário (GMD) seguiu padrão semelhante do consumo de matéria seca, logo, todos os tratamentos possibilitaram GMD para as ovelhas durante o período experimental, permitindo-se inferir que todas as rações

foram adequadas não havendo restrição alimentar severa. O escore de condição corporal final (ECC) não foi influenciado pelos tratamentos, verificou-se ao final do experimento valores em torno de 3,0. Segundo Hübner et al. (2007) a manutenção de um bom ECC durante a lactação garante melhor eficiência reprodutiva posterior, com reflexos positivos sobre a economicidade do sistema produtivo.

Não houve influencia do nível de FDN da dieta sobre o consumo de matéria seca (CMS % PV e g/kg $PV^{0,75}$), consumo de proteína (PB), matéria orgânica (MO) e carboidratos totais (CHT), expressos em kg/dia, porém foi observado efeito quadrático quando o consumo da PB, da MO e dos CHT foram calculados considerando-se o peso metabólico.

Os valores de CMS, expresso em kg/dia, observados estão de acordo com os verificados na literatura (Carvalho et al., 2006; Cardoso et al., 2006; Hübner et al., 2007) para dietas com níveis crescentes de FDN, e dentro dos valores das tabelas de exigência do NRC (2007), que aponta para ovelhas em meio de lactação, com peso médio de 60 kg, o consumo diário de MS de aproximado de 2,68 a 2,3% PV. Esse consumo é atribuído ao fato das dietas estarem bem balanceadas, fornecendo todos os nutrientes necessários para essa categoria animal.

Hübner et al. (2007) verificou efeito quadrático no CMS, no qual o máximo consumo estimado de MS (kg/dia) correspondeu ao nível de 42,8% de FDN na dieta. No presente experimento a maximização do consumo de MS deu-se ao nível de 44,2% de FDN na ração. A elevação do consumo até este nível, segundo Mertens (1997), pode ser explicada, entre outros fatores, pela demanda fisiológica do animal, pois animais alimentados com níveis menores de FDN apresentam consumo limitado para manter uma ingestão constante de energia, e a ingestão de MS poderá decrescer com o aumento da digestibilidade e do teor energético do alimento. Logo, animais consumindo dietas com valores mais elevados de fibra, tiveram seu CMS limitado por fatores físicos, uma vez que a taxa de esvaziamento ruminal é dependente da digestão da fração fibrosa do alimento, essas estruturas são menos solúveis e ocupam mais espaço no rúmen (Nussio, 2006). Desta forma, segundo Bull et al. (1976) a relação entre ingestão de MS e conteúdo de FDN da ração pode ser interpretada de forma quadrática (Tabela 4).

Embora os dados de digestibilidade tenham sido semelhante entre as dietas testadas (Tabela 5), a queda no consumo de MS em alto nível de inclusão de FDN (50%), pode ter sido devido ao maior acúmulo de material indigestível no rúmen de acordo com o aumento de fibra. O que causou distensão do volume e do peso do mesmo, estimulando receptores existentes na parede ruminal a enviarem sinais ao centro da saciedade no sistema nervoso central (Allen, 2000), limitando o consumo pelo animal. Outra hipótese pode estar relacionada a seleção de alimento, os animais ingeriram mais concentrado que volumoso, que possui menores teores de MM que o feno (Tabela 2).

O consumo de PB (g/ kg $PV^{0,75}$) apresentou efeito quadrático com a inclusão de fibra na ração, acompanhando o verificado para o CMS e CMO. Isso se deve as dietas serem isoproteicas (Tabela 2), então o consumo de PB, acompanhou o consumo voluntário do animal. Tal comportamento também foi verificado por Araujo et al. (2008), no qual o consumo de PB acompanhou linearmente o CMS.

O aumento no consumo de extrato etéreo e carboidratos não fibrosos, com a diminuição da fibra na ração (efeito linear negativo), pode estar relacionado a maior ingestão de componentes mais energéticos pelos animais que receberam dietas com menores concentrações de FDN, uma vez que houve a maior participação do milho no concentrado, rica fonte de amido.

Aumento linear positivo ($P < 0,01$), foi observado para consumo de FDN e FDA expressos em kg/dia e g/kg $PV^{0,75}$, esse aumento pode ter sido dependente da maior relação concentrado:volumoso, com o aumento de FDN na ração (Tabela 2). Embora o CMS tenha apresentado efeito quadrático, os CFDN e CFDA não seguiram a mesmo tendência em razão do feno de alfafa possuir maiores teores de FDN e FDA que os ingredientes do concentrado protéico (Tabela 1). Hübner et al. (2007), trabalhando com ovelhas mestiças em lactação, também observaram efeito linear positivo para CFDN e CFDA em função ao nível de fibra na dieta (34, 43 e 52% de FDN), ao passo que os demais nutrientes apresentaram comportamento quadrático, ressaltando o efeito da inclusão de fibra sobre o consumo de nutrientes. Segundo Van Soest (1994), uma vez o teor de parece celular é limitante da ingestão, a capacidade ingestiva máxima será constante.

A digestibilidade aparente da matéria seca (MS), da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não estruturais (CNE) das rações experimentais no trato digestório total são apresentadas na Tabela 5.

Não houve influência do tratamento sobre a digestibilidade dos nutrientes, exceto para digestibilidade dos CNE, que apresentaram efeito linear negativo conforme aumentaram os níveis de FDN da ração.

Tabela 5 - Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente neutro (FDA), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etétio (DEE), carboidratos totais e carboidratos estruturais das rações experimentais, no trato digestório total das ovelhas Bergamácia, de acordo com a concentração de FDN na ração

	Tratamento[1]						**Efeito[2]**	
Variável	**23%**	**32%**	**41%**	**505**	**Média**	**CV%[3]**	**L**	**Q**
DMS[4]	80,4	81,1	79,6	67,1	77,0	13,8	ns	ns
DFDN[5]	40	38,6	68,7	58,7	50,7	41,1	ns	ns
DFDA[6]	33,6	43,2	54,3	42,1	43,3	27,7	ns	ns
DPB[7]	61,8	52,8	73,6	72,1	65,1	26,7	ns	ns
DEE[8]	57,5	50,5	67,5	34	52,4	35,9	ns	ns
DCHT[9]	73,5	65,3	66,5	49	63,6	21,5	ns	ns
DCNE[10]	97,8	93,3	62,6	25,6	69,8	28,3	<0,01	ns

[1]Tratamento: 23% FDN, 32% FDN, 41% FDN, 50% FDN na dieta total;[2] Efeito:Valor de P para teste de polinômio ortogonal apresentar resposta linear ou quadrática; [3] CV: Coeficiênte de variação;Equações de regressão:[4]-0,46x+93,92, [5]0,14x+90,98, [6]0,57x+44,15, [7]0,59x+74,10, [8]0,80x+92,86, [9]2,75x+170,22, [10]0,40x+28,5

A digestibilidade da MS e MO não foi afetada pelos tratamentos, embora fosse esperado efeito linear negativo com o aumento de FDN na ração, devido ao aumento da fibra, parcela menos digestível, em virtude da MS do feno de alfafa puro apresentar uma menor digestibilidade em ovinos 56,5% (Moreira et al., 2001) em relação ao concentrado.

O nível de fibra na dieta também não influenciou a digestibilidade da FDN. Esse resultado pode estar relacionado ao fornecimento da dieta, o que pode ter levado as ovelhas a selecionarem o concentrado, parte da dieta que apresentava FDN com maior digestibilidade (Van Soest, 1994). Por ouro lado, rações com baixa fibra, numericamente, apresentaram menores valores para DFDN, isso pode estar relacionada a taxa de passagem.

Segundo Grant (1997) a rápida taxa de passagem ruminal do concentrado é o principal fator que explica a baixa digestibilidade de sua fração fibrosa.

O pH também é outro fator relevante na digestibilidade da fibra, segundo Orskov (1982), valores de pH igual a 6,2 já é suficiente para afetar a digestão ruminal da fibra, diminuída por inibição microbiana. Grant e Weidner (1992), analisando a digestibilidade *in vitro* de alguns alimentos entre eles o feno de alfafa, concluíram que a redução do pH de 6,8 para 5,5 promoveu redução na taxa de digestão da FDN para todos os alimentos, sendo mais drástica quando o pH foi inferior a 6,0. Entretanto, verificou-se neste experimento que os valores de pH não alteraram, significativamente, decorridas 8 horas da oferta de alimento, (Tabela 4), com isso, pelo menos parcialmente, o pH ruminal poderia estar atuando nas valores similares da digestibilidade das frações fibrosas entre as dietas testadas.

Assim, como não houve diferença significativa para a digestibilidade da fibra, nem mesmo em dietas com alta proporção de concentrado (23% de FDN), as quais resultaram em valores de pH, após do fornecimento da dieta inferiores a 6,0 (Tabela 4), o que segundo a literatura prejudicaria a microbiota ruminal. Esse resultados, sugerem possivelmente a maior adaptabilidade dos ovinos a altos teores de concentrado e a não-redução dos microrganismos, nem mesmo da atividade das enzimas.

Os carboidratos não estruturais (CNE) também tem um importante papel na taxa de digestão da fibra, uma vez que a interferem negativamente na digestão da mesma, reduzindo o pH ruminal (Tamminga et al., 1990), por decorrência da preferência dos microrganismos por CNE através da sobreposição amilolítica em relação àquelas que digerem a fibra, na competição pelos mesmo subtratos ou pelas enzimas que degradam a fibra, que podem ser inibidas pelos CNE ou pelos produtos de sua digestão (Hoover, 1986).

Contudo o efeito linear positivo na digestibilidade dos CNE, está relacionado ao maior consumo deste e maior presença nas dietas com menor quantidade de FDN, embora, não seja de suma inportância o fato dos CNE agirem negativamente na digestão da fibra.

Conclusão

O teor de fibra na dieta alterou o consumo de alguns nutrientes pelo animal, sendo que, níveis superiores a 41% de FDN total na ração limitaram o consumo de matéria seca.

A quantidade de fibra na ração não influenciou a digestibilidade da maioria dos nutrientes, exceto dos carboidratos não estruturais, que acompanhou o consumo desse nutriente.

O nível de FDN não alterou a digestibilidade da fibra nem interferiu no pH ruminal, constatando que as ovelhas sob essas condições experimentais apresentaram uma maior resistência a dietas com alto concentrado.

Referências

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1447–1462, 1997.

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.

ARAUJO, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; PACKER, I.U.; EASTRIDGEI, M.L. Milk yield, composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (Cynodon species) hay**. Journal of Animal Science.** v. 86, p.3511-3521, 2008.

BAILE, C.A.; FORBES, J.M. Control pf feed intake and regulation of energy balance in ruminants. **Physiology Review**, v.54, p.160-213, 1974.

BULL, L.S.; BAUMGARDT, B.R.; CLANCY, M. Influence of calorie density on energy intake by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.59, p.1078-1086, 1976.

CAMPOS, F.P. **Digestibilidade de alguns volumososatraves do monitoramento computadorizado de produção de gás *in vitro.*** Jaboticabal, 2001.111p. Tese (Doutorado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. UNESP, 2001.

CARDOSO, A.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, p.215-221, 2006.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas

contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1153-1161, 2006. (supl.)

CONRAD, H.R. Estimating net energy from componenets of cell soluble and cells walls. **Journal Dairy Science**, v.63, p.58-65, 1984.

GORDON & WHITLOCK. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council of Scientific and Industrial Research**, v.12, p.50-52, 1939.

GRANT, R.J. Interactions among forages and nonforages fiber sources. **Journal of Dairy Science**, v.80, p. 1438, 1997.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestiin. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2755, 1986.

HÜBNER, C.H.; PIRES, C.C.; GALVANI, D.B.; CARVALHO, S.; WOMMER, T.P**.** Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de ovelhas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p. 1882-1888, 2007.

HUTHANENE, P.; KHALILI, H. Sucrose supplements in cattle given grass silage based diet.3. Rumen pool size and digestion kinetics. **Animal Food Science Technology**, v.33, p.275, 1991.

KORNDÖRFER, C.M.; ABDALLA, A.L.; BUENO, I.C.S.; NASCIMENTO FILHO, V.F.; OWEN, E.; SUTTON, J.D. Estudos da cinética digestiva em ovinos alimentados com braquiária e alfafa, usando a técnica de fluorescência de raio X. **Veterinária Notícia,** v.7, p.113-121, 2001.

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

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

MOREIRA, A.L.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S.; MORAES, S.A.; ZERVOUDAKIS, J.T. Consumo e digestibilidade aparentre dos nutrientes da silagem de milho e dos fenos de alfafe e de capim-coastcross, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1099-1105, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants. Washington, D.C.: **National Academy of Science**, 2007. 292 p.

NEUMANN, M. **Avaliação, camposição, digestibilidade e aspectos metabólicos da fibra.** In: Seminário de Bioquímica do tecido animal.2002. Porto Alegre, PPG-UFRGS, 2002.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**, FUNEP: Jaboticabal, 2006, 583p.

ORSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. London. Academic Press, 1982. 175 p.

ROMNEY, D.L.; GILL, M. Intake of forages. In: GIVENS, D.I.; OWES, E.; AXFORD, R.F.E.; OMED, H.M. (Eds.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. Walligford: CAB International, p.43-62, 2000.

SAS INSTITUTE. **SAS systems for Windows**: version 9.0. Cary, 2002.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Calidad de la canal em especie ovina. **Ovino**, (Ed. 1)1986, 127p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, J.F.C. Mecanismos reguladores de consume. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, G.S. **Nutrição de ruminantes**, FUNEP, Jaboticabal/SP, 2006, 583p.

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

TAMMMINGA, S.; VAN VUUREN, A.M.; VAN DER KOELEN, C.J. Ruminal behavior of structural carbohydrates and crude protein from concentrate ingredients in dairy cows. **Neth. Journal Agricultura Science**, v.38, p.513-526, 1990.

VAN SOEST, P. Fiber and physicochemical properties of feeds. In: **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd Ed., Cornell University Press, Ithaca, NY, USA, p. 141-155, 1994

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p.3583-3597, 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.3036-3074, 1998.

WEIDNER, S.J.; GRANT, R.J. Altered ruminal mat consistency by high percentages of soybean hulls fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.522-532, 1994.

CAPÍTULO V
IMPLICAÇÕES

A ovinocultura de leite no Brasil é um setor com alto potencial de desenvolvimento, utilizada principalmente como renda secundária na produção de ovinos de corte, contudo informações, principalmente nutricionais, são de suma importância para o desenvolvimento do potencial genético destes animais.

Sabe-se que a fibra é um dos componentes principais da dieta de ruminantes, e tem forte ligação com o consumo de nutrientes, além de manter a saúde do animal. Dessa forma, estudos sobre as exigências de fibra para ovelhas em lactação são fundamentais para o correto balanceamento de dietas e para a perfeita melhora do desenvolvimento dessa atividade.

Dos métodos laboratoriais disponíveis, a FDN é a fração que apresenta maior correlação nutricional com o tipo de fibra a ser empregada na formulação de dietas para ruminantes. Neste estudo, a quantidade de inclusão de fibra na ração, em valores químicos (FDN), foi utilizada, como ponto inicial da pesquisa, para avaliar a resposta animal. Porém, ficou evidente que o conhecimento do tamanho de partículas na ração é essencial, uma vez que o fator físico é tão importante para a boa resposta de uma dieta quanto o conhecimento da característica química. Essa questão proporciona abertura para pesquisas mais aprofundadas na área de exigências de fibra para ovinos na fase de lactação, usando os conceitos de fibra efetiva e fisicamente efetiva.

Recomenda-se em estudos posteriores, a avaliação dos fatores metabólicos, visando complementar as informações referentes ao desempenho animal e consumo. Outro fator importante seria o beneficiamento do leite mensurando a resposta das dietas na viabilidade econômica, visto que o principal mercado do leite ovino é a fabricação de queijos.