

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**RAÇÃO EXTRUSADA COM  
DIFERENTES RELAÇÕES VOLUMOSO:  
CONCENTRADO PARA OVINOS EM  
CRESCIMENTO**

**Karla Alves Oliveira**  
Zootecnista

**UBERLÂNDIA – MG**  
**ABRIL/2018**

**Karla Alves Oliveira**

**Raçao extrusada com diferentes relações volumoso:  
concentrado para ovinos em crescimento**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias - UFU, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Junior.

**UBERLÂNDIA – MG  
ABRIL/2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.**

---

O48r Oliveira, Karla Alves, 1992  
2018 Ração extrusada com diferentes relações volumoso: concentrado para ovinos em crescimento / Karla Alves Oliveira. - 2018.  
92 f. : il.

Orientador: Gilberto de Lima Macedo Junior.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.  
Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.783>  
Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Ruminantes - Alimentação e rações - Teses.  
3. Ruminantes - Nutrição - Teses. 4. Nutrição animal - Teses. I. Macedo Junior, Gilberto de Lima. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

---

CDU: 619

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**



Ata da defesa de Dissertação de **MESTRADO ACADÉMICO** junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de: Dissertação de mestrado acadêmico nº **PPGCV/005/2018**

Data: 18/04/2018

Discente: **Karla Alves Oliveira** – Matrícula – 11612MEV012

Título da Dissertação: **RAÇÃO EXTRUSADA COM DIFERENTES RELAÇÕES VOLUMOSO: CONCENTRADO PARA OVINOS EM CRESCIMENTO**

Área de concentração: PRODUÇÃO ANIMAL

Linha de pesquisa: PRODUÇÃO DE FORRAGENS, NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Projeto de Pesquisa de vinculação: AVALIAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS

No dia 18 de abril do ano de 2018 às 07:30 horas no Auditório do Bloco 4K - Campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, reuniu-se a Comissão Julgadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, composta pelos Professores(as)/Doutores(as): **Simone Pedro Silva** – UNIVERSIDADE DE UBERLÂNDIA; **Iran Borges** – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS e **Gilberto de Lima Macedo Júnior** orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da comissão Dr./Dra. Gilberto de Lima Macedo Júnior concedeu a palavra ao(a) candidato(a) para uma exposição do seu trabalho, contando com o tempo máximo de 50 minutos. A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a argüir o(a) candidato(a), durante o prazo máximo de (30) minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para resposta. Ultimada a argüição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Comissão Julgadora, em sessão secreta, considerou o(a) candidato(a) APROVADA.

Esta defesa de dissertação de mestrado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme Regulamento do Programa, Legislação e a Regulamentação Interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar o(a) Presidente encerrou os trabalhos às 11 horas e 30 minutos, lavrou esta ata que será assinada por todos os membros da Comissão Examinadora. Uberlândia, 18 de Abril de 2018.

Profa. Dra. Simone Pedro Silva

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Prof. Dr. Iran Borges

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior  
ORIENTADOR

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço e dedico a conclusão deste trabalho a minha família, absolutamente disposta a me ajudar em todas as dificuldades. À Universidade Federal de Uberlândia, à Faculdade de Medicina Veterinária e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado e auxiliar na busca pelo conhecimento. A meu orientador Gilberto de Lima Macedo Junior por ter me proporcionado esta oportunidade de aprender com sabedoria e paciência. E, aos amigos do Gepnutri, por estarem ao meu lado durante toda essa trajetória.

## Ração extrusada com diferentes relações volumoso: concentrado para ovinos em crescimento

### RESUMO

O fornecimento de ração como mistura total aos animais favorece uma relação volumoso: concentrado mais adequada, evitando que o animal estabeleça proporção indesejada entre os alimentos e garantindo o atendimento de sua exigência nutricional para manutenção e produção. Objetivou-se comparar o consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, e o desempenho produtivo e fisiológico de cordeiros alimentados com ração extrusada em diferentes relações volumoso (V): concentrado (C), sendo 70V:30C e 30V:70C. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Fazenda Experimental Capim Branco, entre os meses de outubro de 2016 e fevereiro de 2017. Para o estudo de consumo e digestibilidade foram utilizados 10 cordeiros, mestiços (Santa Inês x Dorper), com idade entre quatro e cinco meses, e peso médio de 25 kg. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas providas de comedouro, bebedouro, saleiro e piso ripado de madeira. Os tratamentos consistiam de ração extrusada nas relações 30V: 70C e 70V: 30C, distribuídas inteiramente ao acaso com dois tratamentos e cinco repetições sendo fornecidas ao animal de forma a obter 10% de sobras do total ofertado de ração. As médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Foram analisados o consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, o consumo de água pelos animais, e, o balanço de nitrogênio. O tratamento 30V: 70C apresentou menor consumo de matéria seca, de proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose e nutrientes digestíveis totais, e apresentou maior digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro. Também apresentou menor consumo e excreção fecal de nitrogênio, consequentemente estabelecendo maior relação entre nitrogênio retido e nitrogênio ingerido. Já para o estudo de desempenho produtivo e fisiológico foram utilizadas 30 borregas, com idade de três meses e peso médio de 20kg. Os animais foram alocados em baías coletivas, sendo seis baías com cinco animais em cada, providas de comedouro, bebedouro, saleiro e piso ripado suspenso de madeira. Os tratamentos consistiam de ração extrusada nas relações 30V: 70C e 70V: 30C, distribuídas inteiramente ao acaso com dois tratamentos e 15 repetições. As médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Tukey e estudo de regressão ao nível de significância de 5%. Foram analisados o consumo de matéria seca, comportamento ingestivo, movimentação ruminal, crescimento corporal, ganho de peso, avaliação de carcaça via ultrassonografia, avaliação da concentração de metabólitos sanguíneos energéticos, proteicos e minerais, e avaliação da concentração sanguínea de enzimas que indicam a atividade hepática e muscular. Houve menor CMS para o tratamento 30V: 70C, e redução do CMS em relação ao peso corporal no final do experimento. Os animais apresentaram redução no tempo gasto com ruminação e mastigação total e, também menor movimentação ruminal para as duas rações analisadas ao longo do período experimental. Porém, no início de experimento houve menor tempo gasto com ruminação e mastigação total para o tratamento 30V: 70C. Com relação aos metabólitos energéticos houve diferença apenas para o período analisado com redução do colesterol e consequente aumento da HDL (lipoproteína de alta densidade), e também redução na frutosamina no fim do período experimental. Houve interação entre tratamento e horário de avaliação para a concentração de glicose, e redução deste metabólito no fim do período experimental. Sobre os metabólitos proteicos somente a ureia sofreu efeito dos tratamentos com maior concentração nos

animais consumindo a ração extrusada com maior teor de concentrado. As enzimas de atividade hepática aspartato aminotransferase (AST) e fosfatase alcalina sofreram influência do período de avaliação, sendo que a AST sofreu aumento linear positivo e a fosfatase alcalina teve redução no fim do período experimental, enquanto a gammaglutamiltransferase (GGT) sofreu interação entre tratamentos e período de avaliação. Os metabólitos minerais fósforo e cálcio tiveram redução de suas concentrações no fim do período experimental, e o fósforo teve maior concentração no tratamento com 70% de volumoso. Observou-se efeito quadrático para as variáveis de crescimento altura do posterior, altura do anterior, comprimento corporal, circunferência torácica e do barril, indicando que os animais apresentaram crescimento corporal adequado, com intenso desenvolvimento durante o período experimental e estabilização ao fim do experimento. Não observou-se diferença no ganho de peso dos animais, sendo o ganho médio diário de 182,79 g/dia. Com relação a avaliação de carcaça observou-se diferença no período de avaliação, com maior área de olho de lombo, escore de condição corporal e espessura de gordura subcutânea no final do período experimental.

Palavras Chave: Extrusão. Nutrição. *Ovis aries*. Ruminantes.

## **Extruded ration with different roughage: concentrate ratios for growing sheep**

### **ABSTRACT**

The provision of total ration to the animals favors a better roughage: concentrated -+985 ratio, preventing the animal from establishing an undesired proportion between the food and ensuring that it meets its nutritional requirement for maintenance and production. The objective was to compare the intake and digestibility of dry matter and nutrients, and the productive and physiological performance of lambs fed with extruded ration in different roughage (R): concentrated (C) ratios, being 30R:70C and 70R: 30C. The experiment was carried out at the Federal University of Uberlândia (UFU), Experimental Farm Capim Branco, between October 2016 and February 2017. For the study of consumption and digestibility were used 10 lambs, mixed races (Santa Inês x Dorper), aged between four and five months, and mean weight of 25 kg. The animals were placed in metabolic cages equipped with feeder, drinking fountain, salt shaker and wooden slatted floor. The treatments consisted of extruded ration in 30R: 70C and 70R: 30C ratios, completely randomized to two treatments and five replicates. The means of treatments were evaluated by the Tukey test at a significance level of 5%. Consumption and digestibility of dry matter and nutrients, water consumption by animals, and nitrogen balance were analyzed. The 30R: 70C treatment showed lower intake of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, hemicellulose and total digestible nutrients, and presented higher dry matter and neutral detergent fiber digestibility. It also presented lower intake and faecal excretion of nitrogen, consequently establishing a greater relation between nitrogen retained and ingested nitrogen. For the study of productive and physiological performance, 30 lambs were used, with age of three months and average weight of 20kg. The animals were allocated in collective stalls, being six stalls with five animals each, with a feeder, drinking fountain, salt shaker and suspended wooden floor. The treatments consisted of extruded ration in 30R: 70C and 70R: 30C ratios, completely randomized to two treatments and 15 replicates. The means of the treatments were evaluated by the Tukey test and a regression study at the significance level of 5%. The dry matter intake, ingestive behavior, ruminal movement, body growth, weight gain, ultrasound carcass evaluation, concentration of energy metabolic, protein and mineral metabolites, and blood concentration of enzymes that indicate hepatic and muscular activity were analyzed. There was lower CMS for 30R: 70C treatment, and reduction of CMS relative to body weight at the end of the experiment. The animals presented a reduction in the time spent with rumination and total chewing and also lower ruminal movement for the two rations analyzed during the experimental period. However, at the beginning of the experiment there was less time spent with rumination and total mastication for the 30R: 70C treatment. Regarding energetic metabolites, there was difference only for the analyzed period with reduction of cholesterol and consequent increase of HDL (high density lipoprotein), as well as reduction in fruits at the end of the experimental period. There was interaction between treatment and time of evaluation for glucose concentration, and reduction of this metabolite at the end of the experimental period. On protein metabolites only urea was affected by treatments with higher concentration in the animals consuming the extruded ration with higher concentrate content. Liver enzymes aspartate aminotransferase (AST) and alkaline phosphatase were influenced by the evaluation period, with AST increased linearly positive and alkaline phosphatase decreased at the end of the experimental period, while gamma globulin (GGT) was interacted between treatments and evaluation period. The mineral metabolites

phosphorus and calcium had a reduction of their concentrations at the end of the experimental period, and the phosphorus had a higher concentration in the treatment with 70% of roughage. It was observed a quadratic effect for growth variables height of the posterior, height of the anterior, body length, chest circumference and barrel, indicating that the animals presented adequate body growth, with intense development during the experimental period and stabilization at the end of the experiment. There was no difference in the animals weight gain, with the average daily gain of 182.79 g/day. Regarding the carcass evaluation, a difference was observed in the evaluation period, with a larger loin eye area, body condition score and subcutaneous fat thickness at the end of the experimental period.

Keywords: Extrusion. Nutrition. *Ovis aries*. Ruminants.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	10
1 Introdução .....	10
2 Objetivo .....	11
3 Hipótese .....	11
4 Revisão de Literatura.....	11
4.1 Influência da relação volumoso: concentrado em ruminantes.....	11
4.2 Processamento físico dos alimentos .....	13
4.2.1 Processo de extrusão de alimentos .....	14
4.2.2 Etapas do processo de extrusão .....	16
4.2.3 Alterações nos nutrientes .....	17
4.3 Consumo e digestibilidade de nutrientes .....	19
4.4 Perfil metabólico e comportamento ingestivo como ferramenta de avaliação nutricional .....	20
Referências .....	23
 CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM RAÇÃO EXTRUSADA EM DIFERENTES RELAÇÕES VOLUMOSO: CONCENTRADO .....	29
Resumo .....	29
Abstract.....	29
Introdução.....	30
Material e Métodos .....	31
Resultados e Discussão.....	35
Conclusão .....	44
Referências .....	45
 CAPÍTULO 3- DIFERENTES RELAÇÕES VOLUMOSO: CONCENTRADO DE RAÇÃO EXTRUSADA E OS PARÂMETROS METABÓLICOS E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BORREGAS EM CRESCIMENTO. ....	49
Resumo .....	49
Abstract.....	50
Introdução.....	50
Material e Métodos .....	52
Resultados e Discussão.....	55
Conclusão .....	70

Referências .....	71
CAPÍTULO 4 – PARÂMETROS PRODUTIVOS DE BORREGAS EM CRESCIMENTO ALIMENTADAS COM RAÇÃO EXTRUSADA EM DIFERENTES RELAÇÕES VOLUMOSO: CONCENTRADO .....	75
Resumo .....	75
Abstract.....	75
Introdução.....	76
Material e Métodos.....	78
Resultados e Discussão.....	81
Conclusão .....	88
Referências .....	89

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1 Introdução

A nutrição é fundamental para a sobrevivência, manutenção e desenvolvimento de todos os seres vivos, e, ainda mais importante, é que esta seja feita de forma adequada e balanceada, com o objetivo de atender às exigências nutricionais do animal para manutenção e produção.

Para garantir que o animal receba uma alimentação de qualidade e que atenda suas exigências faz-se necessário o estudo de consumo e digestibilidade dos alimentos. De acordo com Zanine e Macedo Junior (2006) a medição desses parâmetros faz-se necessária, pois, estes possuem alta correlação com a ingestão de matéria seca e eficiência na absorção e aproveitamento dos nutrientes.

Um dos principais fatores que pode influenciar no consumo e digestibilidade dos alimentos é a relação volumoso: concentrado utilizada na dieta de animais ruminantes. Esta relação tem influência na cinética de digestão dos alimentos e, consequentemente na utilização dos mesmos, sendo fundamental no balanceamento de dietas visando sua máxima eficiência (RESENDE et al., 2001).

Outros fatores que podem ter impacto na nutrição animal são as técnicas de processamento dos alimentos que podem ser utilizadas para melhorar a dieta, em termos de teor e aproveitamento dos nutrientes, com respostas na produção e consumo de matéria seca pelos animais (WHITLOCK, 2002), e, dentre as principais técnicas de processamento dos alimentos está a extrusão. Este processo consiste em submeter o alimento a variações de pressão e temperatura em um curto espaço de tempo, causando uma expansão da matéria. Devido a estas características, durante este processo, ocorre alterações que provocam melhoria na digestibilidade do amido, proteínas e fibras, sendo consequentemente, benéfico para animais ruminantes e, diferenciando este processo dos demais. Também é um processo que, apresenta como produto final um alimento uniforme e de fácil manejo alimentar (BEHNKE, 1996).

A extrusão ainda não é muito utilizada na produção de ração para ruminantes, porém este processamento é amplamente utilizado na produção de rações para peixes, cães e gatos. O estudo da extrusão na produção de rações para ruminantes é muito importante, pois essa provoca transformações físicas que expõem os nutrientes

melhorando o processo digestivo dos animais. Além disso, a ração extrusada facilita muito o manejo da propriedade por ser um alimento pronto e balanceado, devendo somente ser pesado e fornecido aos animais. Além de facilitar o armazenamento e possui maior tempo de prateleira devido ao seu baixo teor de umidade.

No presente trabalho avaliamos duas rações extrusadas, com diferentes relações volumoso: concentrado, sendo 30V: 70C e 70V: 30C. Essa ração extrusada possui volumoso e concentrado no mesmo grânulo, sendo a parte volumosa composta por forragens do gênero Urochloa e a parte concentrada por farelo de milho, farelo de soja, amido, minerais e monensina.

## 2 Objetivo

O objetivo foi analisar digestibilidade dos nutrientes, consumo de matéria seca e nutrientes, desempenho e crescimento, parâmetros metabólicos e comportamento ingestivo de cordeiros em crescimento, comparando duas rações extrusadas com diferentes relações volumoso: concentrado 70V: 30C e 30V: 70C.

## 3 Hipótese

É possível alimentar cordeiros utilizando ração extrusada com distintas relações volumoso: concentrado sem causar distúrbios ou desordens nutricionais no animal.

## 4 Revisão de Literatura

### 4.1 Influência da relação volumoso: concentrado em ruminantes.

A ingestão de matéria seca é o principal fator que afeta o desempenho animal, uma vez que influencia diretamente na quantidade de nutrientes que o animal necessita para crescimento e produção. Essa ingestão de matéria seca pode variar de acordo com as características do animal (peso corporal, nível de produção, estado fisiológico e escore de condição corporal), do alimento (conteúdo de fibra, capacidade de enchimento, densidade energética e necessidade de mastigação), das condições de alimentação (disponibilidade de alimento, tamanho de cocho, tempo de acesso ao

alimento, frequência de alimentação) e com as condições climáticas (MERTENS, 1994; GESUALDI JR et al., 2000).

Os ingredientes que compõem a dieta, bem como suas respectivas digestibilidades, são muito importantes na determinação e regulação do consumo de matéria seca. O consumo de dietas com alto teor de fibra é controlado por fatores físicos como enchimento ruminal e taxa de passagem da digesta (CONRAD et al., 1984; MERTENS, 1987), ao passo que as dietas com altos teores de concentrado (alta densidade energética) têm seu consumo controlado pela demanda energética do animal e por fatores metabólicos (VAN SOEST, 1994). Logo, para se alcançar a produtividade planejada, é de grande importância a definição da relação concentrado: volumoso adequada no balanceamento de dietas para ruminantes.

O balanceamento de dietas e a proporção volumoso: concentrado adotada vão depender da qualidade do volumoso e da ração concentrada utilizados e também da necessidade de ganho de peso dos animais ou produção de leite (CARDOSO, 1996), uma vez que, maiores taxas de ganho de peso ou produção leiteira requerem maior concentração energética da ração.

As mudanças na relação volumoso: concentrado nas dietas podem afetar as características do metabolismo ruminal tais como o pH e a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC, SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, et al. 2003), os quais exercem efeitos sobre a atividade dos microorganismos ruminais (PALMONARI, et al. 2010). Dietas com baixo teor de fibra e altas taxas de digestão e produção de AGCC geram um pH ruminal baixo (<6,0), que exerce efeitos negativos nos microrganismos celulolíticos do rúmen, podendo inclusive diminuir a população de bactérias amilolíticas (MARTIN, FONTY e MICHALET-DOREAU, 2002). Assim, dietas com alta proporção de concentrado além de influenciar a população de microrganismos ruminais, podem também diminuir a digestibilidade da dieta e o consumo de alimento (STOCK, et al. 1995; OWENS, et al., 1998).

Por se fornecer alimentos de naturezas diferentes (palatabilidade, granulometria, composição bromatológica, entre outros) deve-se ter bastante cuidado no fornecimento da mistura entre concentrado e volumoso, a fim de garantir que o animal realize o consumo de forma mais homogênea possível, atendendo à sua exigência nutricional. Portanto, o uso da mistura entre volumoso e concentrado, quando feita de forma homogênea, pode apresentar diversas vantagens: animais conseguem consumir uma dieta balanceada, com maior capacidade de atendimento das exigências nutricionais;

minimização da seleção de ingredientes concentrados, contribuindo para saúde ruminal e melhor produção (seja carne ou leite); o risco de problemas digestivos é reduzido, já que não há seleção de ingredientes concentrados, que uma vez no rumem são fermentados e liberam grandes quantidades de ácidos graxos de cadeia curta, causando acidose; o uso de volumosos e concentrados na mesma ração permite aumentar a utilização de matérias primas que, fornecidas isoladamente, apresentam algumas restrições nutricionais, principalmente as relacionadas com a palatibilidade e o sabor (FREITAS, 2008).

Assim sendo, quando associamos a relação volumoso: concentrado ao processo de extrusão obtemos um produto de fácil manejo alimentar, uma vez que, em um grão da ração extrusada contém de forma totalmente balanceada a relação concentrado:volumoso, bem como a quantidade de nutrientes requerida para atender a exigência nutricional dos animais, reduzindo totalmente a possibilidade de seleção do alimento.

#### 4.2 Processamento físico dos alimentos

Na produção de ruminantes é de grande importância que seja feita a correta combinação de alimentos para que sejam fornecidos adequadamente os nutrientes necessários para maximização do desempenho produtivo. Com o objetivo de otimizar cada vez mais o fornecimento de dietas平衡adas, surge o processamento de alimentos como forma de homogeneizar e aumentar a disponibilidade dos nutrientes aos animais (FAGUNDES, 2005).

O processamento de alimentos envolve um conjunto de operações que são necessárias para obter o máximo potencial nutricional do alimento já que a nutrição é a fração mais onerosa de um sistema de produção e deve ser explorada ao máximo. São processos que envolvem redução do tamanho de partículas, aglomeração, mistura, tratamento por calor, pressão, mudanças na estrutura do amido, proteína e outros nutrientes (WERNERSBACH FILHO, 2003; FAGUNDES, 2005), e, de acordo com Esminger (1985) o principal objetivo é promover alterações no teor de umidade, na palatabilidade dos nutrientes, na densidade do alimento, do conteúdo e digestibilidade dos nutrientes e para redução de fatores antinutricionais, melhorando assim a qualidade do alimento.

Dentre as principais técnicas de processamento dos alimentos estão: extrusão, peletização, laminação e floculação. A extrusão é um processo de cozimento de alta pressão (30 a 60 atm), umidade (19 até 25%) e temperatura (130 a 140°C), em curto espaço de tempo (10 a 30 segundos) (FAGUNDES, 2005). Devido a estas características, durante este processo, ocorre alterações que provocam melhoria na digestibilidade do amido, proteínas e fibras, sendo consequentemente, benéfico para animais ruminantes e, diferenciando este processo dos demais. Também é um processo que, apresenta como produto final um alimento uniforme e de fácil manejo alimentar.

A peletização é um processo no qual as partículas dos alimentos se agregamumas com as outras formando um grânulo compacto, de fácil manejo e maior tamanho, chamado *pellet*. Quando a mistura de alimentos é levada para o processo de peletização, ocorre ação de uma câmara de propulsão e ali é peletizada por um período de 20 segundos, podendo ter sua temperatura elevada até 92°C, o que resulta na gelatinização superficial do amido (MADEIRA, 2004), ou seja, é um método semelhante à extrusão, porém ocorre em menor intensidade.

O processo de laminação ocorre quando os grãos são prensados através de passagem por dois rolos sob alta pressão, podendo variar no tamanho, tipo de esmagamento e velocidade de passagem e, também podendo ocorrer de duas formas: a seco ou a vapor (FRANCISCO et al., 2010) sendo a seco a compressão do alimento pelos rolos, alterando apenas a forma física e, a vapor além do efeito físico sobre o alimento, ocorre aumento da umidade e da temperatura, por meio de exposição ao vapor d'água, o que potencializa o efeito da gelatinização do amido (MOURÃO et al., 2012; SILVA, 2012).

Na floculação, o alimento é mantido em um condensador por 30 a 60 minutos, com a temperatura entre 90 e 105°C, o que eleva a umidade para 20 a 24% e intensifica o processo de gelatinização do amido. Além dos rolos laminadores, há uma passagem por um segundo par de rolos, ajustados de forma a comprimirem com maior intensidade o alimento, deixando-os com espessura próxima de 0,9 a 1,1 mm (PEREIRA e ANTUNES, 2007).

#### 4.2.1 Processo de extrusão de alimentos

A extrusão de alimentos é definida como um processo de tratamento térmico dos alimentos do tipo HTST (*High Temperature Short Time*) que por uma combinação de

calor, umidade e trabalho mecânico, modifica profundamente as matérias primas, proporcionando novos formatos e estruturas com diferentes características funcionais e nutricionais (GUERREIRO, 2007).

A extrusão é um processamento utilizado para transformação de alimentos e rações há mais de 70 anos. O processo de extrusão foi utilizado como método de cozimento pela primeira vez no final dos anos 1930. A primeira utilização comercial deste processamento ocorreu na década de 1940, expandindo *snacks* de farinha de milho. Hoje o processo de extrusão é amplamente utilizado na produção comercial de alimentos para animais aquáticos e já é utilizado em algumas aplicações para produção de alimentos para gado (ROKEY; PLATTNER; SOUZA, 2010).

A técnica de extrusão tem sido muito utilizada nas últimas décadas pela indústria alimentícia, tanto humana como animal, pois apresenta diversas vantagens como: baixo custo com investimento; produção contínua em larga escala e por unidade de área; reduzida mão de obra e energia gastas; melhor qualidade dos produtos obtidos em reação às suas características funcionais, sensoriais e nutricionais; e, é um processo que não gera efluentes, não contribuindo para poluição do meio ambiente (GUERREIRO, 2007).

Porém a maior vantagem, quando levado em consideração o manejo alimentar, é a facilidade em homogeneizar os nutrientes, e, consequentemente, garantir o fornecimento de uma dieta balanceada ao animal, uma vez que todos os ingredientes são consumidos de uma só vez, principalmente quando o volumoso e concentrado se encontram no mesmo grânulo da ração extrusada. O desempenho animal seja ele produtivo ou reprodutivo, está diretamente relacionado com um consumo adequado e balanceado de energia, gordura, vitaminas, minerais e proteínas (PIRES, RIBEIRO e MENDES, 2011), o que é possível ser alcançado com o uso de rações extrusadas, uma vez que a digestibilidade e fermentabilidade destes nutrientes aumentam com o processamento e, o processo de formulação permite que o produto apresente níveis de garantia de acordo com as exigências nutricionais dos animais.

O princípio fundamental do processo de extrusão é converter um material sólido em fluido pela aplicação de calor e trabalho mecânico e extrusá-lo através de uma matriz aumentando a digestibilidade das proteínas, amido e energia e elimina fatores antinutricionais, microrganismos e enzimas (KRABBE, 2007). Assim sendo, o processo de extrusão pode ser dividido nas seguintes etapas: moagem, mistura, extrusão e secagem (LIMA, 2013).

#### 4.2.2 Etapas do processo de extrusão

##### *Moagem e mistura*

A moagem é utilizada para reduzir o tamanho das partículas dos alimentos visando uma melhor homogeneidade e facilidade durante a extrusão, e também melhorar a qualidade final do produto (FRAILHA, 2005), sendo esta realizada principalmente com moinhos de martelos (COWELL et al., 2000). De acordo com Bazolli (2007), esta etapa é responsável pelo maior gasto de energia elétrica durante todo o processo, e, vão influenciar diretamente no processo de moagem o ingrediente utilizado, a área da peneira, a velocidade periférica dos martelos, a configuração dos martelos e a velocidade do alimentador.

Após a moagem é feita a mistura dos alimentos, a qual permanece armazenada a espera da extrusão. Esta etapa deve ser feita com cautela, pois se feita de maneira inadequada pode alterar os níveis de garantia e exigências nutricionais do produto final (COUTO, 2010).

##### *Extrusão*

No processo de extrusão dos alimentos a matéria prima utilizada é cozida em um tubo, com a presença de umidade, pressão, temperatura e fricção mecânica. Este processo é composto por um silo de alimentação, condicionador, extrusor e conjunto de matriz e corte. O silo de alimentação tem como função garantir que a mistura seca tenha um fluxo contínuo e controlado de alimentação para o condicionador e, consequentemente, ao canhão extrusor. Quando essa mistura passa para o condicionador, são adicionados água e vapor com o objetivo de aumentar a temperatura e umidade da mistura para aumentar a estabilidade da extrusora e qualidade do produto final (LIMA, 2013). A umidade da matéria prima fica em torno de 10 a 25% e a temperatura entre 70 e 90°C (RIAZ, 2003).

Após sair do condicionador, a mistura passa para o canhão extrusor onde ocorre a maior alteração do material que foi parcialmente cozido no condicionador, determinando as características finais do produto. O extrusor é dividido em três fases: setor de alimentação, setor de cisalhamento e setor final ou cocção. O setor de alimentação tem a função de transportar o material condicionado para o interior do canhão. Já o setor de cisalhamento é responsável pela transformação da mistura em uma

massa amórfica. Por fim, o setor de cocção é a parte imediatamente anterior ao sistema de matriz e corte. O canhão é um tubo com sistema de rosca-sem-fim que tem o intuito de comprimir a massa e dessa maneira gerar energia mecânica e energia térmica através do atrito. Quando isso acontece, a temperatura da massa é elevada e ocorre a gelatinização do amido (CHUANG & YEH, 2004).

Finalizando o processo de extrusão, ocorre o sistema de matriz e corte. A matriz possui duas funções: restringir a saída da mistura para criar a pressão necessária para a aplicação da energia mecânica e alterar o formato final do extrusado através do formato do orifício da matriz e da velocidade de corte das facas (COWELL et al., 2000).

### *Secagem*

A etapa de secagem é realizada com o objetivo de reduzir a umidade do produto. De acordo com Lima (2013) esta umidade final deve ser menor ou igual a 10%, a fim de evitar formação fúngica, evitar reação de Maillard e crescimento de microrganismos indesejáveis. No início do processo de secagem o alimento apresenta alta pressão de vapor e ao final do processo, baixa pressão de vapor. Portanto, quando a massa e o ar que a envolve apresentam pressões de vapor desiguais, a umidade se movimenta do ponto de maior pressão para o de menor pressão. Isso significa que a umidade se movimenta do alimento para o ar presente dentro do secador até atingir o equilíbrio. Assim é dado o processo de secagem do produto.

#### 4.2.3 Alterações nos nutrientes

O processo de extrusão de alimentos provoca modificações físicas e químicas nos nutrientes. Devido ao fato de ser processo de alta temperatura e curto tempo de processamento, as perdas de nutrientes são menores e o cozimento melhora a digestibilidade do produto, devido à desnaturação das proteínas e gelatinização do amido.

O amido é o principal componente energético dos grãos de cereais e no processo de extrusão, devido a suas características, contribui na expansão e coesão do produto final, além de ser gelatinizado. Quando ocorre a gelatinização do amido, este se torna solúvel e absorve grande quantidade de água (ROKEY; PLATTNER; SOUZA, 2010), o que resulta em melhor digestão enzimática devido a maior facilidade para absorção das enzimas. Segundo Thomas e Van der Poel (1998), o principal fator que contribui para

mudanças do amido é o vapor. Aumentando-se a pressão de vapor, aumenta-se o grau de gelatinização do amido e, com tempo maior de permanência da mistura no canhão, ocasiona-se melhor absorção da umidade e aumento no tamanho da partícula do amido, devido à dilatação pela hidratação.

Com relação à proteína dos alimentos, após o processo de extrusão, ocorre sua desnaturação, sendo um conjunto de alterações na conformação da molécula, provocando modificações relacionadas à tecnologia de alimentos (AMARAL, 2002). A proteína desnaturada é mais sensível à hidrólise pelas enzimas proteolíticas e, em muitos casos sua digestibilidade e utilização aumentam (ARAÚJO, 1999). Esse processo é benéfico para os alimentos, quando provoca desnaturação parcial na molécula proteica.

O processo de extrusão raramente é severo o suficiente para afetar a digestibilidade da fibra nos alimentos (ROKEY; PLATTNER; SOUZA, 2010). Uma mudança que pode ocorrer na fibra é o aumento da sua solubilidade, devido a ruptura de ligações entre carboidratos e proteínas associados à fibra, resultando em maior fragmentação da mesma, tornando-a mais solúvel (McDOUGALL et al., 1996; RAMACHANDRA e THEJASWINI, 2015). E, de acordo com Svanberg (1997) o processo de extrusão tem a capacidade de degradar polissacarídeos de fibras alimentares que resultam em menor peso molecular e menor viscosidade.

Nyombaire (2012) acrescentou que os efeitos termo-mecânicos durante o processamento de extrusão podem provocar efeitos intensos na composição da fibra uma vez que, a aplicação de alta temperatura e cisalhamento pode enfraquecer e quebrar as ligações glicosídicas que mantêm os monômeros de polissacarídeos juntos. Como resultado, a estrutura da fibra pode ser alterada e permitir aumento da fibra solúvel em relação a fibra insolúvel.

Resultados contraditórios também foram publicados. Artz et al. (1990) relataram que o cozimento pela extrusão não resultou em mudanças significativas na quantidade de fibras solúveis e insolúveis em farelo de trigo. No entanto, é importante notar que a fonte de fibra, a forma como é preparada antes do processamento e as próprias condições de processamento são cruciais quando se estuda o efeito do cozimento pela extrusão e outras técnicas de processamento sobre as propriedades físico-químicas das fibras alimentares (GUILLOU E CHAMP, 2000).

#### 4.3 Consumo e digestibilidade de nutrientes

A resposta produtiva dos animais depende do consumo, digestibilidade e metabolismo dos nutrientes dietéticos. O consumo voluntário é o fator mais importante para determinar a performance animal, pois é o primeiro fator influenciador do aporte de nutrientes, principalmente, energia e proteína, as quais são necessárias ao atendimento das exigências de manutenção e produção animal (SOUTO et al., 2004).

A digestibilidade do alimento é definida pela sua capacidade de permitir que o animal utilize os seus nutrientes em maior ou menor escala, sendo essa capacidade expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente, logo é uma característica do alimento e não do animal (SILVA e LEÃO, 1979). Devido a dificuldade de se quantificar a digestibilidade real, utiliza-se comumente a digestibilidade aparente, que é obtida pela diferença entre a quantidade de alimento consumido e as fezes produzidas. E, de acordo com Mertens (1992), o consumo voluntário de alimento é responsável por 70% da variação no potencial de produção animal; os 30% restantes ficam por conta da digestibilidade e eficiência de utilização dos alimentos.

Vários fatores podem interferir nos coeficientes de digestibilidade dos alimentos, principalmente a maturidade da planta, quando se trata de alimentos volumosos, uma vez que há redução do teor de proteína e aumento da lignificação da parede celular, a medida que a planta fica mais “velha”, exercendo um efeito negativo sobre a digestibilidade dos nutrientes (SOUTO et al., 2004). O nível de consumo e idade do animal também podem influenciar o coeficiente de digestibilidade dos alimentos de acordo com Silva e Leão (1979). Outros fatores, como o processamento químico e o cozimento, também podem afetar o coeficiente de digestibilidade ou modificar o local onde se processam a digestão e a absorção. Logo, o processo de extrusão pode modificar a digestibilidade dos nutrientes, assim como também melhorá-las. Porém, existem poucos trabalhos que avaliam o consumo e a digestibilidade de rações extrusadas pelos ovinos, sendo então uma tecnologia inovadora para este sistema de produção.

Amaral (2002), trabalhou com cabritos da raça Saanen após o desmame, utilizando ração total extrusada na relação 40% volumoso (feno da parte aérea do milho) e 60% concentrado (milho grão moído, farelo de soja, melâço, óleo de soja, calcário calcítico e núcleo mineral) e encontrou valores de digestibilidade de 69,33%,

69,05%, 64,22%, 47,60% e 42,70% respectivamente para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.

#### 4.4 Perfil metabólico e comportamento ingestivo como ferramenta de avaliação nutricional

Para o sucesso do sistema de produção, em que a alimentação é um dos fatores que mais oneram o custo de produção, é imprescindível o aprofundamento no segmento nutricional. No entanto, a intensificação nos sistemas de produção animal tem levado a um aumento do risco de apresentação de transtornos metabólicos nos animais, uma vez que o desafio metabólico imposto pela maior demanda produtiva favorece o desequilíbrio entre o ingresso de nutrientes ao organismo, a capacidade para metabolizar esses componentes e os níveis de produção alcançados (GONZÁLEZ, 2000).

A análise do perfil metabólico sanguíneo como ferramenta de diagnóstico começou a ser utilizada na década de 1960 tanto pela medicina humana, como pela veterinária (PAYNE e PAYNE, 1987). O sangue é o fluido mais utilizado para determinação da concentração de indicadores do estado nutricional ou metabólico, tanto pela qualidade das informações quanto pela facilidade de colheita (CALDEIRA, 2005). O perfil metabólico em ruminantes pode ser usado para monitorar a adaptação metabólica e diagnosticar desequilíbrios metabólico-nutricionais. Russel (1991) afirmou que o método mais rápido de avaliar o equilíbrio nutricional de ovinos, em períodos críticos, é a determinação de alguns metabólitos na circulação. Os constituintes do plasma sanguíneo têm relação direta com a composição química e a digestibilidade dos componentes da dieta, uma vez que as variações da concentração sanguínea de um metabólito podem ser provocadas pelo excesso ou deficiência de um nutriente na alimentação (CONTRERAS, WITTWER E BÖHMWALD, 2000).

De acordo com González (2000), o monitoramento dos padrões proteico e energético em ovinos é ferramenta importante para a adequação alimentar e da condição metabólica de ovelhas no processo de intensificação da produtividade, que em muitos casos promove desequilíbrios entre o ingresso e o egresso dos nutrientes, tornando-se assim entrave na produção animal. Analisar os metabólitos proteicos auxilia na avaliação de rebanhos com diferentes índices produtivos e reprodutivos. Pode também auxiliar a diagnosticar doenças do metabolismo. Uma das maiores dificuldades da utilização deste método é a sua interpretação, já que, ocorre uma variação de resultados, dependendo da idade do animal, raça, estado fisiológico, clima, entre outros fatores

(BEZERRA, 2006). A procura de indicadores da bioquímica sanguínea para avaliar o estado nutricional tem sido constante. Segundo Campos et al. (2007) os metabólitos mais úteis para avaliações metabólicas seriam aqueles que apresentam maiores intervalos de valores, já que a dispersão do valor fisiológico poderia dever-se a alterações nutricionais ou homeostáticas.

O estudo do perfil metabólico proteico pode ser compreendido como a determinação das concentrações séricas de proteínas totais, albumina, globulinas, hemoglobina, ácido úrico, creatinina e ureia. Como indicadores do metabolismo energético, estuda-se os níveis de glicose,  $\beta$ - hidroxibutirato, frutosamina, colesterol, triglicerídeos e ácidos graxos livres; enquanto para o metabolismo mineral avalia-se os níveis de cálcio, fósforo, potássio e magnésio, entre outros. Também pode ser incluída a determinação da concentração de algumas enzimas, como a aspartato aminotransferase a gammaglutamiltransferase, a fosfatase alcalina e a creatinoquinase que permitem avaliar o funcionamento hepático e muscular.

Ainda como ferramenta de avaliação nutricional de animais ruminantes pode-se utilizar o estudo de comportamento ingestivo destes animais, que é caracterizado pela distribuição desuniforme de uma sucessão de períodos definidos e discretos de atividades, comumente denominados ingestão, ruminação e ócio (FISCHER et al., 2000), os quais podem ser uma ferramenta de grande importância na avaliação de novos ingredientes para as dietas, pois possibilita ajustar o manejo alimentar dos animais às características dos alimentos (CAVALCANTI et al., 2008). Para isso, leva-se em consideração aspectos importantes para a nutrição animal tais como motilidade do pré-estômago, tempo de ruminação e mastigação, obtendo com os dados coletados, melhor desempenho, reduzindo custo de produção (FIGUEIREDO et al., 2013).

Segundo Macari et al. (2007), o tempo de ingestão é a principal variável a ser avaliada, sendo influenciada diretamente pela oferta de alimento, manejos dos animais e fatores relacionados ao animal, como estado nutricional, adaptação à dieta, estágio fisiológico e atividades dos animais em grupo. A ruminação é a segunda atividade em importância, ocorrendo principalmente durante a noite, ocupando em torno de oito horas/dia, com uma variação de quatro a nove horas, dividida em 15 a 20 períodos (VAN SOEST, 1994). E, o ócio seria o tempo em que os animais não estão nem em ingestão ou ruminação.

Geralmente, a ingestão ocorre de modo mais intenso durante o dia, de modo que a duração das refeições é mais variável que a duração dos períodos de ruminação ou

ócio. Sendo assim, os períodos de ruminação e ócio ocorrem entre as refeições, existindo diferenças entre indivíduos quanto à duração e repetição dessas atividades, que parecem estar relacionadas às condições climáticas e de manejo, ao apetite dos animais, à exigência nutricional e, principalmente, à relação volumoso:concentrado da dieta (SILVA et al., 2009).

Animais confinados tendem a concentrar seu período de ingestão logo após o fornecimento do alimento no cocho, com duração entre uma a três horas e apresentam intervalos variáveis de pequenas refeições (FISCHER et al., 1997). Segundo Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor da parede celular dos volumosos. Logo, alimentos concentrados e/ou finamente triturados, peletizados ou extrusados reduzem o tempo de ruminação, enquanto volumosos com alto teor de parede celular tendem a elevar o tempo de ruminação.

Então o comportamento ingestivo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho produtivo. E, de acordo com Albright (1993) pode ajudar a solucionar problemas relacionados à diminuição do consumo em épocas críticas, atribuída aos efeitos das práticas de manejo e dimensionamento das instalações, da qualidade e da quantidade da dieta fornecida.

## Referências

- ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485-498, 1993. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77369-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77369-5)
- AMARAL, C. M. C. **Extrusão e peletização de ração completa: efeitos no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos Saanen.** 2002. 57 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: teoria e prática.** 2. ed. Viçosa: UFV, 1999. 282 p.
- ARTZ, W. E.; WARREN, C. C.; MOHRING, A. E.; VILLOTA, R. Incorporation of corn fiber into sugar snap cookies. **Cereal Chemistry**, v.67, n.3, p.303-305, 1990.
- BAZOLLI, R. S. **Influência do grau de moagem de ingredientes amiláceos utilizados em rações extrusadas sobre os aspectos digestivos e respostas metabólicas em cães.** 2007. 71 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- BEHNKE, K. C. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v.62, p.49-57, 1996.  
[https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(96\)01005-X](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01005-X)
- BEZERRA, L. R. **Desempenho e comportamento metabólico de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes concentrações de Spirulina platensis diluída em leite de vaca.** 2006. 41f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris no semiárido) –Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.
- CALDEIRA, R. M. Monitoração da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v.100 n. 555-556, p.125-139, 2005.
- CAMPOS, R.; GONZÁLEZ, F.; COLDEBELLA, A.; LACERDA, L. Indicadores do metabolismo energético no pós-parto de vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 241-249. 2007.
- CARDOSO, G. E. Engorda de bovinos em confinamento. Campo Grande: Embrapa Gado De Corte. 1996.
- CAVALCANTI, M. C. A.; BATISTA, A. M. V.; GUIM, A.; LIRA, M. A. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 2, p. 173-179, 2008.
- CHUANG, G. C.; YEH, A. Effect of screw profile residence time distribution and starch gelatinization of rice flour during single screw extrusion cooking. **Journal of Food Engineering**, v. 63, p. 21-31, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00278-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00278-4)

CONRAD, H. R.; WEISS, W. P.; ODWONGO, W. O.; SHOCKEY, W. L. Estimating net energy lactation from components of cell solubles and cell walls. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.2, p.427-436, 1984. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81320-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81320-X)

CONTRERAS, P. A.; WITTWER, F.; BÖHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional de ovinos. In: In: GONZÁLEZ, H.D.; BARCELLOS, J.; PATINÓ, H.O.; RIBEIRO, L. A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 75-84.

COUTO, H. P. **Fabricação de Rações e Suplementos para Animais**. Editora: Aprenda Fácil. 2010. 263 p.

COWELL, C. S. et al. Making commercial pet food. In: HAND, M. et al. **Small animal clinical nutrition**. 4. ed. Kansas: Mark Morris Institute, 2000. p. 127-146.

ESMINGER, M.E. Processing effects. In: **Feed Manufacturing Technology III**. AFIA. 1985. Cap. 66. pp. 529-533.

FAGUNDES, M. H. R. **Efeito do sistema de fornecimento de alimentos e processamento do concentrado sobre a digestibilidade da dieta e resposta glicêmica plasmática, em equinos**. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

FIGUEIREDO, M.R.P.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, I.; REBOUÇAS, G. M. N.; AGUIAR E SILVA, F.; SÁ, H. C. M. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, p.485-489, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000200026>

FISCHER, V.; DESWYSEN,A.G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P. A.; LOBATO, J. F. P. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dieta a base de feno durante um período de seis meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1032-1038. 1997.

FISCHER, V.; DUTILLEUL, P.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L.; LOBATO, J. F. P. Aplicação de probabilidades de transição de estado dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos - Parte I. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1811-1820, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-3598200000600030>

FRAILHA, M. Benefício do investimento energético na redução do tamanho de partículas na alimentação animal. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 9., 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2005.

FRANCISCO, N. S.; ÍTAVO, C. C. B. F.; SAPATERRO, S. A.; FELIX, G. A.; BELONI, M.; LIMA, L. R. Processamento de grãos para ruminantes. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP – DRACENA, 6., 2010, Dracena. **Anais...** Dracena: UNESP, 2010. 3 p.

FREITAS, A. B. Sistema de alimentação Unifeed: rações completas. **Notícias Limousine**, n. 17, p. 33-36, 2008.

GESUALDI JÚNIOR, A.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHOS, S. C.; SILVA, J. F. C.; VELOSO, C. M.; CECON, P. R. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: Consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 5, p.1458 – 1466, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000500026>

GONZÁLEZ, F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, H.D.; BARCELLOS, J.; PATINÓ, H.O.; RIBEIRO, L. A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p.31-51.

GUERREIRO, L. **Produtos extrusados para consumo humano, animal e industrial. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro – REDETEC**, 2007. 24 p. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTcy>>. Acesso em: 21 abr. 2016.

GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibers, and consequences of processing on human physiology. **Food Research International**, v. 33, p. 233-245, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00038-7](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00038-7)

KRABBE, E.L. **Aspectos críticos do processo de secagem de pet food**. 2007. Disponível em: <<http://elementarsolucoes.com.br/wp-content/uploads/2012/03/Aspectos-Criticosdo-Processo-de-Secagem-de-Pet-Food.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2016.

LIMA, D. C. **Estágio em processamento de rações extrusadas: Estabilidade de alimentos extrusados para cães armazenados em embalagens abertas e fechadas**. 2013. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MACARI, S.; ROCHA, M.G.; PÖTTER, L.; ROMAN, J.; BREMM, C.; COSTA, V.G.; Comportamento ingestivo diurno de novilhas de corte recebendo níveis de suplemento. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1746-1752, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000600038>

MADEIRA, B. C. **Diferentes formas físicas da ração para vacas holandesas**. 2004. 59 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

MARTIN, C.; FONTY, G.; MICHALET-DOREAU, B. Factors affecting the fibrolytic activity of the digestive microbial ecosystems in ruminants. In: MARTIN, S. A. (ed.). **Gastrointestinal microbiology in animals**. Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India. 2002. p. 1-17.

McDOUGALL, G. J.; MORRISON, I. M.; STEWART, D.; HILLMAN, J. R. Plant cell walls as dietary fiber: Range, structure, processing and function. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 70, p. 133-150, 1996. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199602\)70:2%3C133::AID-JSFA495%3E3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199602)70:2%3C133::AID-JSFA495%3E3.0.CO;2-4)

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p.1548-1558, 1987.  
<https://doi.org/10.2527/jas1987.6451548x>

MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., Lavras, 1992. **Anais...** Lavras: SBZ. p. 188-219.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: National Conference on Forage Quality. Evaluation and Utilization, 1994. **Anais...** Lincoln: University of Nebraska. p. 450-493, 1994.

MOURÃO, R.C.; PANCOTI, C. G.; MOURA, A. M.; FERREIRA, A. L.; BORGES, A. L. C. C.; SILVA, R. R. Processamento do milho na alimentação de ruminantes. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia - PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 5, Ed. 192, Art. 1292, 2012.

NYOMBAIRE, G. **Extrusion of wheat washed bran: physicochemical and functional properties.** 2012. 165F. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Michigan State University, East Lansing, 2012.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v.76, n.1, p. 275–286, 1998.  
<https://doi.org/10.2527/1998.761275x>

PALMONARI, A.; STEVENSON, D. M.; MERTENS, D. R.; CRUYWAGEN, C. W.; WEIMER, P. J. pH dynamics and bacterial community composition in the rumen of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.1, p.279–287, 2010.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2009-2207>

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile.** 1 ed. Oxford: Oxford University Press, 1987, 179p.

PEREIRA, L. G. R.; ANTUNES, R. C. O milho na alimentação de gado de leite. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 4., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2007. p. 49-70.

PIRES, A. V.; RIBEIRO, C. V. M.; MENDES, C. Q. Aspectos nutricionais relacionados à reprodução. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Editores). **Nutrição de ruminantes.** 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011. p. 537-563.

RAMACHANDRA, H. G.; THEJASWINI, M. L. Extrusion technology: a novel method of food processing. **International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology**, v. 2, n. 4, p. 358-369, 2015.

RESENDE, F. D.; QUEIROZ, A. C.; OLIVEIRA, J. V.; PEREIRA, J. C.; MÂNCIO, A. B. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar.

**Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 261-269, 2001.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000100037>

RIAZ, M. N. Extrusion basics. In: KVAMME, J. L.; PHILLIPS, T. D. **Pet Food technology**. Illinois Mt Morris, 2003. p. 347-360.

ROKEY, G. J.; PLATTNER, B.; SOUZA, E. M. Feed extrusion process description. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 510-518, 2010.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300055>

RUSSEL, A. J. F. Nutrition of pregnant ewe. In: BODEN, D. (Ed). **Sheep and goat practice**. London: Baillière Trindall, p.29-39, 1991.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; BEAUCHEMIN, K. A.; GIBB, D. J.; CREWS, D. H.; HICKMAN, D. D.; STREETER, M.; MCALLISTER, T. A. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal ácidosis and performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v.81 (E. Suppl. 2), p. 149–158, 2003.

SILVA, J. F. C; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380 p.

SILVA, T.S.; BUSATO, K.C.; ARAGÃO, A.S.L.; CHIZZOTTI, M. L.; PEREIRA, L. G. R.; BARBOSA, L. D.; SILVA, S. L. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes níveis de manga em substituição ao milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. (CD ROOM).

SILVA, C. J. **Processamento de grãos de milho para uso na alimentação de vacas leiteiras**. 2012. 86 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SOUTO, J. C. R.; ARAÚJO, G. G. L.; MOREIRA, J. N.; SILVA, D. S.; COSTA, R. G.; PORTO, E. R. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em dietas para ovinos, com diferentes níveis de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 1, p. 116-122, 2004.

STOCK, R. A.; LAUDERT, S. B.; STROUP, W. W.; LARSON, E. M.; PARROTT, J. C.; BRITTON, R. A. Effect of monensin and monensin and tylosin combination on feed intake variation of feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v.73, n.1, p. 39-44, 1995. <https://doi.org/10.2527/1995.73139x>

SVANBERG, S. J. M.; NYMAN, E. M. G. L.; ANDERSSON, R.; NILSSON, T. Effects of boiling and storage on dietary fiber and digestible carbohydrates in various cultivars of carrots. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 73, p. 245-254, 1997. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199702\)73:2%3C245::AID-JSFA716%3E3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199702)73:2%3C245::AID-JSFA716%3E3.0.CO;2-P)

THOMAS, M.; VAN DER POEL, A. F. B. Physical quality of pellet animal feed. 1. Criteria for pellet quality. In: **Physical quality of pellet animal feed: a feed model study**. Wageningen: Wageningen Agricultural University, 1998. p.19-46.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p, 1994.

WERNERSBACH FILHO, H. L. **Rações farelada, peletizada e extrusada na alimentação e produção de vacas leiteiras**. 2003. 45 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

WHITLOCK, L. A.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPEN, A. R.; KALSCHEUR, K. F.; BAER, R. J.; RAMASWAMY, N.; KASPERSON, K. M. Fish oil and extruded soybeans fed in combination increase conjugated linoleic acids in milk of dairy cows more than when fed separately. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 234-243, 2002.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74072-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74072-1)

ZANINE, A. M.; MACEDO JUNIOR, G. L. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 4, 2006.

## CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM RAÇÃO EXTRUSADA EM DIFERENTES RELAÇÕES VOLUMOSO: CONCENTRADO

**Resumo:** A digestibilidade e o consumo de matéria seca são dois dos principais componentes que determinam a qualidade de um alimento. Objetivou-se comparar o consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, e o balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com ração extrusada em diferentes relações volumoso (V): concentrado (C). O experimento foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Fazenda Experimental Capim Branco, no período de 07 de dezembro de 2016 a 06 de janeiro de 2017. Foram utilizados 10 cordeiros, mestiços (Santa Inês x Dorper), com idade entre quatro e cinco meses, e peso médio de 25 kg. Os animais foram alocados em gaiolas metabólicas providas de comedouro, bebedouro, saleiro e piso ripado de madeira. Os tratamentos consistiram de ração extrusada nas relações 30V:70C e 70V:30C, distribuídas inteiramente ao acaso com dois tratamentos, cinco repetições e dois períodos de avaliação. As médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Foram analisados o consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, o consumo de água pelos animais, e, o balanço de nitrogênio. O tratamento 30V:70C apresentou menor consumo de matéria seca, de proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose e nutrientes digestíveis totais, e apresentou maior digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro. Também apresentou menor consumo e excreção fecal de nitrogênio, consequentemente estabelecendo maior relação entre nitrogênio retido e nitrogênio ingerido. Logo, a ração extrusada com relação 30V:70C proporciona menor consumo e melhor aproveitamento dos nutrientes pelo animal.

**Palavras chave:** Consumo de matéria seca. Digestibilidade aparente. Extrusão. Nutrição. *Ovis aries*.

## CHAPTER 2 - EVALUATION OF NUTRITIONAL PARAMETERS OF LAMBS FED WITH EXTRUDED RATION IN DIFFERENT RELATIONS OF ROUGHAGE: CONCENTRATED

**Abstract:** The digestibility and the consumption of dry matter are two of the main components that determine the quality of a food. The objective was to compare the intake and digestibility of dry matter and nutrients, and the nitrogen balance of lambs fed with extruded ration in different roughage (R): concentrated (C) ratios. The experiment was carried out at the Federal University of Uberlândia (UFU), Experimental Farm Capim Branco, from December 7, 2016 to January 6, 2017. Ten lambs (Santa Inês x Dorper) were used, aged four and five months, and mean weight of 25 kg. The animals were placed in metabolic cages equipped with feeder, drinking fountain, salt shaker and wooden slatted floor. The treatments consisted of extruded ration in the 30R: 70C and 70R: 30C ratios, distributed completely randomly with two treatments, five replicates and two evaluation periods. The means of treatments were evaluated by the Tukey test at a significance level of 5%. Consumption and digestibility of dry matter and nutrients, water consumption by animals, and nitrogen balance were analyzed. The 30R: 70C treatment showed lower intake of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, hemicellulose and total digestible nutrients, and presented higher dry matter and neutral detergent fiber digestibility. It also presented lower intake and faecal

excretion of nitrogen, consequently establishing a greater relation between nitrogen retained and ingested nitrogen. Therefore, the ration with 30R: 70C ratio provides lower consumption and better utilization of nutrients by the animal.

**Keywords:** Apparent digestibility. Dry matter intake. Extrusion. Nutrition. *Ovis aries*.

## Introdução

A digestibilidade e o consumo de matéria seca são dois dos principais componentes que determinam a qualidade de um alimento. De todos os nutrientes necessários às exigências nutricionais para manutenção, crescimento e ou produção de ruminantes, a energia, principalmente sob a forma de celulose e hemicelulose, constitui a principal contribuição dos alimentos para esta categoria animal. Logo, torna-se necessária a avaliação completa do valor nutritivo de um alimento com os efeitos do consumo, digestão, absorção e metabolismo pelo animal junto com a sua composição bromatológica (LEITE, 2013).

Portanto, os ingredientes que compõem a dieta, bem como suas respectivas digestibilidades, são muito importantes na determinação e regulação do consumo de matéria seca. O consumo de dietas com alto teor de fibra é controlado por fatores físicos como enchimento ruminal e taxa de passagem da digesta (CONRAD et al., 1984; MERTENS, 1987), ao passo que as dietas com altos teores de concentrado (alta densidade energética) têm seu consumo controlado pela demanda energética do animal e por fatores metabólicos (VAN SOEST, 1994). Uma das formas de garantir que o animal receba a quantidade de nutrientes necessária para atender a exigência nutricional de sua categoria e alcance a produtividade esperada é a definição da relação concentrado: volumoso adequada no balanceamento de dietas para ruminantes.

E, ainda, para incrementar a eficiência de utilização da dieta, pode-se utilizar o processamento de rações, como por exemplo, a extrusão de alimentos. O processo de extrusão ocorre através de uma combinação de calor, umidade e pressão, alterando a matéria prima e modificando o consumo e digestibilidade dos nutrientes (amido, proteínas e fibras). Andrigueto et al. (1981) afirmam que este processo melhora a palatabilidade das rações, o que associado à facilidade de apreensão da mesma pode reduzir o consumo de matéria seca. E, devido ao fato de ser um processo que envolve alta temperatura e curto tempo de processamento, as perdas de nutrientes são menores e o cozimento melhora a digestibilidade do produto, devido à desnaturação das proteínas

e gelatinização do amido. Portanto, para melhorar a utilização de uma dieta é necessário estudar as propriedades nutricionais e o efeito das mesmas no processo metabólico do animal.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi comparar o efeito de duas relações concentrado: volumoso (30V:70C e 70V:30C) em ração extrusada sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca dos nutrientes por cordeiros em crescimento.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Fazenda Experimental Capim Branco, localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais. O período de realização foi de 07 de dezembro de 2016 a 06 de janeiro de 2017. O protocolo experimental deste trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA) da UFU sob o número 139/16.

Foram utilizados dez cordeiros mestiços (Santa Inês x Dorper), com peso médio de 25 kg e idade entre quatro e cinco meses. Todos os animais foram pesados e vermifugados com Levamisol e Monepantel no primeiro dia do experimento, e posteriormente alocados em gaiolas metabólicas equipadas com comedouro, bebedouro, saleiro, piso ripado e artefato de separação de fezes e urina, localizadas em galpão de alvenaria.

A dieta do experimento foi composta por ração extrusada, própria para cordeiros em crescimento, possuindo concentrado e volumoso no mesmo *pellet*, onde a parte fibrosa do alimento é composta por forragem do gênero Urochloa, e a parte concentrada composta por farelo de milho, farelo de soja, amido, minerais e monensina. Logo, os tratamentos foram divididos de acordo com a relação concentrado: volumoso da dieta, sendo 70% de volumoso e 30% de concentrado (70V:30C) e, 30% de volumoso e 70% de concentrado (30V:70C). A composição bromatológica dos tratamentos se encontra na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos tratamentos

Nutriente	70V:30C	30V:70C
Matéria Seca (MS)*	92,07%	92,05%
Proteína Bruta (PB)*	10,82%	13,64%
Fibra em Detergente Neutro (FDN)*	34,48%	29,64%
Fibra em Detergente Ácido (FDA)*	20,63%	16,41%
Carboidrato Não Fibroso (CNF)*	47,60%	49,57
Extrato Etéreo (EE)**	2,09%	2,21%
Matéria Mineral (MM)*	4,88%	5,06%
Amido **	33,84%	39,36%
Monensina **	17,04 mg/kg	39,76 mg/kg

\* Valores obtidos após análises feitas no laboratório de nutrição animal do curso de Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia e parceria com o Instituto Federal do Triângulo Mineiro – campus Uberaba; \*\*Dados fornecidos pelo fabricante.

O experimento foi dividido em duas fases de quinze dias cada, onde dentro de cada fase os dez primeiros dias se referiam à adaptação do animal à dieta, e os cinco dias posteriores à coleta de sobras (alimento e água), fezes e urina, para avaliação da digestibilidade. Ao final da primeira fase os animais foram trocados de tratamento, e logo após feita nova adaptação e posterior coleta de dados referente a segunda fase. Os animais foram pesados no início e no final de cada período de coleta, para cálculo do consumo de alimento em relação ao peso corporal e obtenção do peso médio.

A ração extrusada foi fornecida duas vezes ao dia, sendo pela manhã às oito horas e às 16 horas, pesadas logo antes do fornecimento em balança com precisão de cinco gramas. As sobras foram mensuradas e sempre que os valores eram iguais à zero, aumentou-se a quantidade fornecida até atingir sobre equivalente a 10% do ofertado. O cálculo do consumo de matéria seca (CMS) dos alimentos foi obtido por meio da diferença do ofertado em relação às sobras.

As fezes na matéria natural foram pesadas diariamente em balança com precisão de cinco gramas. Foi avaliado também o escore fecal, de acordo com escala proposta por Gomes (2008), sendo que na escala um (1) as fezes são ressecadas e sem brilho; na escala dois (2) as fezes são normais; na escala três (3) as fezes são ligeiramente amolecidas; na escala quatro (4) as fezes são amolecidas, perdendo o formato e coladas umas às outras (cacho de uva); na escala cinco (5) as fezes são amolecidas e sem formato normal (fezes de suínos); e na escala seis (6) as fezes são diarréicas.

Todos os dias foram colhidas amostras de sobras e fezes de cada animal, onde ao final do período de colheita, as mesmas eram homogeneizadas e formada amostra composta, para posteriores análises bromatológicas e cálculo do consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes. Após o final do período de coleta, estas amostras eram armazenadas em freezers horizontais a -15 °C, para conservação dos nutrientes. Posteriormente foi feita a pré-secagem das amostras em estufa de circulação forçada de ar, a 55°C por 72 horas, até obter peso constante. Feito isto, as amostras foram trituradas, em moinho de facas do tipo Willey, em partículas de 1 mm. Logo após as amostras foram levadas ao laboratório onde foi feita determinação da matéria seca das amostras de sobras e fezes, em estufa a 105 °C por 24 horas, sendo então possível calcular a matéria seca definitiva das mesmas e teor dos nutrientes, e posteriormente, a digestibilidade aparente dos nutrientes e matéria seca através das seguintes fórmulas (Maynard et al., 1984):

$$CN = (Cons \times \%cons) - (Sob \times \%sob) // DA = \frac{CN - (Fez \times \%fez)}{CN} \times 100$$

Onde:

CN = consumo do nutriente (kg); Cons = quantidade de alimento consumido (kg); %cons = teor do nutriente no alimento fornecido (%); Sob = quantidade de sobra retirada (kg); %sob = teor do nutriente nas sobras (%); DA = digestibilidade aparente (%); Fez = quantidade de fezes coletada (kg); %fez = teor do nutriente nas fezes (%).

Os nutrientes analisados foram: proteína bruta (PB) determinando-se o nitrogênio total através do método Kjeldahl, usando 6,25 como fator de conversão para PB (AOAC, 1990/ 954.01), matéria mineral (MM) feita com a queima da amostra a 600°C por 3 horas (AOAC, 1990/ 942.05), e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) fibra em detergente neutro corrigido para cinzas (FDNc) de acordo com metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). E através dos teores dos nutrientes, foi possível calcular consumo de proteína bruta (CPB), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) e consumo de matéria seca (CMS), através da diferença entre ofertado e sobras. Também foi calculado o consumo de hemicelulose (CHEMI) através da diferença entre FDA e FDN.

O cálculo do consumo de água bebida foi feito com base na diferença entre o ofertado e as sobras. Todos os dias foi ofertado para cada animal a quantidade padrão de

seis litros de água, sendo acrescentado maior quantidade quando necessário. Foi utilizado um balde de água para controlar a evaporação a cada 24 horas, sendo adicionados seis litros de água e no dia seguinte contabilizado a sobra. A quantidade de água evaporada foi descontada do consumo de água de cada animal.

Para a coleta total de urina, foram utilizados baldes plásticos cobertos com telas, para evitar contaminação com pelos, ração e fezes, sendo os baldes alocados abaixo das gaiolas de metabolismo. Foi adicionado em cada balde, 100 mL de ácido sulfúrico a 2N ( $H_2SO_4$ ) para evitar a volatilização do nitrogênio (N) como também possível fermentação microbiana presente no ambiente. A coleta de urina foi realizada diariamente pela manhã. O volume total de urina foi medido através de uma proveta graduada (plástico) com precisão de 20mL e a densidade da urina foi determinada através de refratômetro manual Megabrix®. Amostras de 20% do total de urina foram acondicionadas em uma garrafa plástica, devidamente identificada por animal, em cada período experimental e armazenadas em freezer a -15 °C, para posteriores análises.

O teor de N na urina foi calculado pelo método Kjeldahl (SILVA e QUEIROZ, 2002), com as seguinte adaptações:

- Foi adicionado 1 mL de amostra de urina, 5 mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e mistura catalítica em um tubo de ensaio;
- Iniciou-se a digestão das amostras em 50°C, aumento a temperatura de 50°C em 50°C, até ocorrer a mudança de cor da amostra;
- Posteriormente, fez-se a destilação das amostras, adicionando um pouco de água destilada à amostra digerida. No aparelho de destilação adicionou-se 25 mL de hidróxido de sódio 50% (NaOH) e 20 mL de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) em erlenmeyer. O volume de amostra destilada coletada foi de 100 mL;
- Após a destilação, a amostra foi titulada utilizando ácido clorídrico (HCl) a 0,1N, adicionando o ácido até a amostra mudar de cor;
- A quantidade de ácido gasto na titulação é utilizada para calcular o teor de N da amostra, através da fórmula:

$$\frac{\%N = (V \times FC \times N \times 0,014) \times 100}{P}$$

Onde:

V = volume de HCl 0,1N gasto na titulação;

FC = fator de correção do HCl 0,1N;

N = normalidade do ácido utilizado na titulação;

0,014 = miliequivalente-grama do nitrogênio;

P = peso da amostra em gramas.

O balanço de N, ou nitrogênio retido foi obtido utilizando-se a fórmula: BN = [(N fornecido g – N das sobras g) – (N nas fezes g + N na urina g)] conforme descrito por Zeoula et al. (2006). Consequentemente, foi calculado o consumo de N (CN) e a relação entre N ingerido e N retido (NING/NRET) através das fórmulas: CN = N fornecido g – N das sobras g e NRET/NING = BN/CN.

Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com dois tratamentos e dez repetições por tratamentos. O experimento foi feito em duas fases blocando fase. As médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. As médias de escore fecal foram avaliadas pelo teste não paramétrico de Kruskal e Wallis (1952). Para todas as variáveis foram testadas a normalidade e homogeneidade dos dados.

## **Resultados e Discussão**

Os animais alimentados com ração extrusada com menor teor de fibra (30V:70C) apresentaram menor consumo de matéria seca (CMS) em kg dia<sup>-1</sup>, em porcentagem do peso corporal e peso metabólico, e maior digestibilidade na matéria seca (DMS, Tabela 2). O CMS médio encontrado foi de 1,10 kg dia<sup>-1</sup>, o qual se encontra dentro do recomendado para a categoria animal analisada que é de 1,0-1,3 kg dia<sup>-1</sup> (NRC, 2007). Já o valor CMS em relação ao peso corporal (CMS%PC) recomendado pelo NRC (2007) é de 3,51%, logo os valores de CMS%PC encontrados estão 4,84% e 23,36% acima do recomendado respectivamente para os tratamentos 30V:70C e 70V:30C.

**Tabela 2.** Efeito da relação volumoso: concentrado sobre o consumo de matéria seca (CMS) expresso em kg dia<sup>-1</sup>, em relação ao peso corporal (%PC) e peso metabólico (PC<sup>0,75</sup>) e digestibilidade da matéria seca (DMS, %) em ovinos

Tratamento	CMS (kg dia <sup>-1</sup> )	CMS (%PC)	CMS (PC <sup>0,75</sup> )	DMS
30V:70C	1,001 B	3,68 B	84,04 B	73,58 A
70V:30C	1,212 A	4,33 A	99,65 A	61,14 B
MG	1,100	4,01	91,85	67,36
CV (%)	9,330	9,46	8,34	9,84

MG: média geral; CV: coeficiente de variação; Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%.

A regulação metabólica do CMS pode ocorrer de acordo com a exigência energética do animal. Quando a dieta não possui fibra em detergente neutro (FDN) suficiente para limitar o consumo fisicamente, este consumo é regulado de maneira a atender à exigência metabólica de energia, ou seja, se a dieta possui quantidades de energia e proteína superiores à exigida para manutenção e produção, mecanismos fisiológicos atuam deprimindo o apetite e consequentemente reduzindo o consumo de alimento (OLIVEIRA et al., 2017), podendo explicar o menor CMS observado para os animais que receberam dieta com maior teor de concentrado.

Outro mecanismo metabólico importante na regulação do CMS é o controle da pressão osmótica dentro do rumen (SUAREZ, 2014). Dietas mais concentradas possuem maior densidade de suas partículas, e, a passagem dos carboidratos (monossacarídeos ou dissacarídeos) para o interior das células ocorre através de transporte ativo, ou seja, com gasto de energia e contra o gradiente de concentração (KOZLOSKI, 2002). Logo, quanto maior a concentração de solutos maior será a pressão osmótica necessária pra mantê-los dentro da célula, e consequentemente, há maior exposição da matriz da ração aos microorganismos do rumen acelerando a fermentação, aumentando a digestibilidade e reduzindo o CMS.

Ainda, é possível explicar o CMS destes animais de acordo com as características fermentativas dos carboidratos estruturais e não estruturais. A ração utilizada, para os dois tratamentos, possuía partículas da fibra de 2 mm, fato que proporciona maior capacidade de fermentação desta ração no rumen. Porém a composição dos tratamentos era diferente, sendo que no tratamento 70V:30C havia maior quantidade de carboidratos estruturais cuja fermentação é mais lenta, particularmente de celulose e hemicelulose por serem estruturas mais complexas,

consequentemente é necessário maior consumo para atender às exigências nutricionais. Já o tratamento com 30V:70C, possuía maior quantidade de concentrado e consequentemente de amido que é uma estrutura de rápida fermentação no rumen, reduzindo assim o CMS pelos animais. Quanto mais concentrado o alimento, maior a digestibilidade dos seus nutrientes, uma vez que, em alimentos concentrados há menor teor de fibra em detergente neutro (FDN) e maior teor de carboidratos não fibrosos (CNF), sendo estes últimos mais rapidamente fermentados no rúmen (CABRAL et al., 2006), e necessário menor CMS para atendimento das exigências nutricionais dos animais.

A granulometria do alimento fornecido ao animal influencia na taxa de passagem da dieta e na fermentação ruminal. Dietas finamente moídas, ou com alto teor de concentrado apresentam maior densidade das partículas, e possuem alto grau de fermentação, permanecendo nos estratos mais líquidos do rumen, onde por serem de alta fermentabilidade acabam desaparecendo na estratificação ruminal (OLIVEIRA, SANTANA NETO E VALENÇA, 2013) e, neste caso, com menor tempo de retenção da digesta, maior digestibilidade dos nutrientes e consequentemente elevada produção de ácidos graxos voláteis. E também em dietas com valores de digestibilidade menores que 66% a ingestão de alimentos é determinada por fatores físicos, ou seja, estão relacionados à distensão física do rumen-retículo. Já em dietas com valores superiores a 66% de digestibilidade, são os fatores fisiológicos que controlam a ingestão de alimentos, ou seja, pelo balanço energético ou nutricional da dieta (CONRAD et al., 1964; MERTENS, 1994).

Evidenciando esta teoria, observou-se que os animais alimentados com a ração extrusada com 70% de concentrado apresentaram DMS superior a 73%, onde ocorreu regulação metabólica da ingestão de alimentos, sendo a DMS deste tratamento aproximadamente 20% maior que a DMS do tratamento 70V:30C. Henrique et al. (2003) encontraram DMS média de 71,8% utilizando dieta com 80% de concentrado farelado (a base de farelo de milho, farelo de soja e inclusão de polpa cítrica peletizada) para cordeiros mestiços em crescimento. Já os animais alimentados com a ração extrusada com 70% de volumoso apresentaram DMS de aproximadamente 61%, e, mesmo que não tenha ocorrido efeito de enchimento ruminal já que o tamanho de partícula da ração é reduzido, ainda assim em sua composição há maior quantidade de carboidratos estruturais em relação aos não estruturais (Tabela 1), explicando o maior CMS necessário para atender às exigências nutricionais dos animais.

Geron et al. (2013) analisaram dietas tradicionais (silagem de milho com concentrado a base de farelo de milho e soja) para cordeiros com inclusão de 20%, 40%, 60% e 80% de concentrado na dieta e encontraram valores de DMS de 55,29%, 61,09%, 59,97% e 58,26%, respectivamente. Logo, os valores encontrados para a ração extrusada avaliada no tratamento com 70% de concentrado foram altos em relação a dietas tradicionais. Ustuner, Dikmen e Turkmen (2012) trabalharam com concentrado extrusado (milho, cevada, farelos de girassol, soja, trigo e arroz) e feno de alfafa em cordeiros e encontraram DMS de  $84,8\% \pm 0,5$ , resultados ainda maiores aos aqui obtidos.

Portanto, é possível observar na Tabela 2 que, quando o animal consome uma dieta com maior teor de concentrado ou carboidratos não estruturais, é necessário menor consumo para atender suas exigências nutricionais, uma vez que a digestibilidade é maior e, por outro lado, quando o animal consome dietas com maior teor de volumoso ou carboidratos estruturais é necessário maior consumo de matéria para atender suas exigências, uma vez que esse maior consumo é compensado pela menor digestibilidade do alimento.

Os resultados referentes aos consumos e digestibilidades dos nutrientes são apresentados na Tabela 3. Os consumos de proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e hemicelulose (CHEMI) foram maiores para o tratamento com 70% de volumoso e 30% de concentrado, uma vez que o consumo de matéria seca também foi maior para este tratamento (Tabela 2). A mesma relação pode ser feita para a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) que foi maior para o tratamento 30V:70C, assim como a DMS (Tabela 2).

**Tabela 3.** Efeito da relação volumoso: concentrado sobre o consumo de proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, nutrientes digestíveis totais, e digestibilidades da proteína bruta e fibra em detergente neutro

Tratamento	CPB	CFDN	CFDN%PC	CFDA	CHEMI	DPB	DFDN
30V:70C	0,111 B	0,288 B	1,05 B	0,151 B	0,137 B	63,37	47,54 A
70V:30C	0,130 A	0,429 A	1,53 A	0,248 A	0,181 A	56,22	34,25 B
MG	0,121	0,359	1,29	0,199	0,159	59,79	40,90
CV	7,68	9,52	8,94	9,90	11,31	15,62	38,02

CPB: consumo de proteína bruta, em kg dia<sup>-1</sup>; CFDN: consumo de fibra em detergente neutro, em kg dia<sup>-1</sup>; CFDN%PC: consumo de fibra em detergente neutro em relação ao peso corporal, em %; CFDA: consumo de fibra em detergente ácido, em kg dia<sup>-1</sup>; CHEMI: consumo de hemicelulose, em kg dia<sup>-1</sup>; DPB: digestibilidade da proteína bruta, em %; DFDN: digestibilidade da fibra em detergente neutro, em %; MG: média geral; CV: coeficiente de variação; Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%.

O CPB recomendado pelo NRC (2007) é de 0,137 kg/dia para a categoria animal analisada, indicando que o CPB pelos animais estava 18% menor que o recomendado no tratamento 30V:70C e, 5% menor no tratamento 70V:30C. Porém, vale ressaltar que a ração extrusada possui a quantidade de proteína bruta necessária para suprir as exigências deste nutriente (Tabela 1) e que o NRC (2007) se baseia em condições climáticas e animais geneticamente distintos dos utilizados no Brasil para definir a exigência de nutrientes, portanto, muitas vezes essas exigências podem ser superestimadas para os animais utilizados no Brasil.

Com relação ao CFDN, Mertens (1987) propôs que animais ruminantes devem manter a ingestão de FDN próximo de  $1,2\% \pm 0,1$  do peso corporal. Sendo assim, os animais consumindo a ração com 30V:70C tiveram CFDN apenas 4% abaixo do recomendado, e os animais consumindo a ração com 70V:30C tiveram CFDN 18% acima do recomendado, podendo este efeito ser diretamente relacionado com a quantidade de frações fibrosas na composição das rações e com o CMS de cada tratamento (Tabela 2).

Os valores de digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) encontrados neste trabalho estão abaixo do recomendado por Valadares Filho (1985) que deve ser de aproximadamente 50%, sendo que o mesmo autor também explica que dietas com maior quantidade de carboidratos não estruturais tende a possuir maior digestibilidade que aquelas que possuem maior quantidade de carboidratos estruturais. O que pode ser

observado nas médias de DFDN encontradas neste trabalho, uma vez que, o tratamento 30V:70C obteve DFDN aproximadamente 28% maior que o tratamento 70V:30C. Essa superioridade também pode ser explicada associando-se a proporção de carboidratos solúveis neste tratamento (Tabela 1) ao processo de extrusão, que expande a matriz do alimento tornando-o mais digestível e facilmente fermentado no rumen, aumentando a atividade da microbiota ruminal e, consequentemente a digestibilidade.

Os resultados de consumo dos nutrientes e DFDN podem então ser totalmente associados ao resultado do CMS e DMS encontrados nesse trabalho (Tabela 2), pois, quando houve maior CMS no tratamento com 70% de volumoso consequentemente houve maior CPB, CFDN, CFDA e CHEMI e com menor DFDN, que pode ser associado à composição da ração que possui maior fração fibrosa (Tabela 1), proporcionando regulação física do consumo de matéria seca.

Os dados relacionados ao consumo de água e excreção de fezes e urina se encontram na Tabela 4, onde não observou-se diferença entre os tratamentos para consumo de água, consumo de água em relação ao CMS, volume de urina, densidade de urina e escore fecal. A média observada para o consumo de água ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) dos animais foi de 3,40 litros de água por dia. Forbes (1968) propôs equação que possibilita calcular exigência para ingestão de água diária para ovelhas através do CMS, sendo esta:  $\text{CH}_2\text{O} = 3,86 \times \text{CMS} - 0,99$ . Utilizando a média do CMS encontrado para os dois tratamentos, têm-se que a ingestão de água recomendada é de 3,26 litros por dia, ou seja, os animais ingeriram quantidade de água suficiente.

O NRC (2007) estabeleceu relação entre o consumo de água bebida e a quantidade de matéria seca ingerida para ovinos, devendo ser duas a três vezes maior que o CMS, logo de acordo com esta recomendação o  $\text{CH}_2\text{O}$  dos animais neste experimento se encontram dentro da normalidade. A água pode ser obtida pelos animais a partir de três fontes, a água de beber, a água contida nos alimentos e a água metabólica derivada do catabolismo dos nutrientes (ESMINGER, OLDFIELD e HEINEMANN, 1990). Isso explica o maior  $\text{CH}_2\text{O}$  em relação ao CMS quando utilizada a ração extrusada em cordeiros, uma vez que a matéria seca deste alimento é alta (Tabela 1), sendo necessária maior ingestão de água por quilograma de alimento consumido.

**Tabela 4.** Efeito da relação volumoso: concentrado sobre o consumo de água ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), consumo de água em relação ao consumo de matéria seca ( $\text{CH}_2\text{O}/\text{CMS}$ ), volume de urina (VU), densidade da urina (DU), teor de matéria seca nas fezes (MSF), massa de fezes na matéria natural (MFMN), e escore fecal (EF) em ovinos

Tratamento	$\text{CH}_2\text{O} (\text{L dia}^{-1})$	$\text{CH}_2\text{O}/\text{CMS} (\text{L kg}^{-1} \text{dia}^{-1})$	$\text{VU} (\text{L dia}^{-1})$	$\text{DU} (\text{g mL}^{-1})$
30V:70C	3,27	3,26	1,22	1,0159
70V:30C	3,54	2,92	0,85	1,0155
MG	3,40	3,09	1,03	1,0157
CV	32,72	32,84	34,60	1,07
Tratamento	MSF (%)	MFMN ( $\text{kg dia}^{-1}$ )	EF*	
30V:70C	35,48 B	0,748 B	2,30	
70V:30C	39,32 A	1,176 A	2,70	
MG	37,40	0,958	2,50	
CV	6,00	17,01	Xxx	

\*Estatística não paramétrica; MG: média geral; CV: coeficiente de variação; Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%.

A urina é uma das formas de perdas de água realizadas pelos animais, e o volume produzido pode ser influenciado pela idade e tamanho do animal, bem como por fatores externos, como por exemplo, a ingestão de água, calor excessivo, desidratação e outros (CARVALHO, 2008). Reece (2006) recomenda que a excreção de urina fique entre 100-400 mL para cada 10 kg de peso vivo em ovinos, assim sendo, como o peso médio dos animais neste experimento foi de aproximadamente 28kg pode-se afirmar que a excreção de urina média de 1.030 mL dia<sup>-1</sup> dos mesmos estava dentro do recomendado. A densidade urinária é definida como a taxa de concentração da solução comparada com a concentração de igual volume de água e é útil quando se deseja avaliar a capacidade dos rins de concentrar e diluir a urina, uma vez que reflete a ação dos túbulos renais e ductos coletores sobre o filtrado glomerular, sendo, portanto, medida de função renal (MEYER, COLES e RICH, 1992; ARAÚJO et al., 2009). Os valores de densidade urinária se mantiveram dentro do padrão de normalidade para ovinos (1,015 – 1,045 g mL<sup>-1</sup>), nos dois tratamentos utilizados, conforme descrito em Carvalho (2008) e Reece (2006), indicando que os animais do experimento tiveram hidratação de forma adequada e suficiente e sem alteração renal.

De acordo com a escala proposta por Gomes (2008) o escore fecal normal é 2, logo os valores encontrados neste experimento se encontram dentro da normalidade. A avaliação do escore fecal (forma e consistência) é importante na indicação de alterações no trato gastrointestinal e suas implicações na saúde e desempenho dos animais (FERREIRA et al., 2013). Os animais alimentados com a relação 30V:70C apresentaram menor massa de fezes na matéria natural e matéria seca das fezes (Tabela 4), resultado que pode ser associado ao menor CMS e à maior digestibilidade observada para este tratamento (Tabela 2), e, consequentemente, maior aproveitamento dos nutrientes da dieta. Ferreira et al., (2013) também afirmaram que a presença de fibra na dieta deixa as fezes com consistência mais firme, assim como também aumenta a quantidade de fezes excretada pelo animal, o que foi observado no tratamento 70V:30C, onde observa-se maior consumo das frações FDN, FDA e hemicelulose e, consequentemente, peso de fezes na matéria natural e maior matéria seca fecal.

Pode-se perceber com os resultados da Tabela 4, que não houve alteração fisiológica nos animais do experimento, logo pode-se afirmar que os resultados obtidos para o consumo e digestibilidade dos nutrientes podem ser explicados pela composição da dieta e pela relação volumoso: concentrado adotada com influência direta das características de cada nutriente.

Avaliando a excreção e absorção do nitrogênio (N) observa-se que a excreção fecal de nitrogênio (N) e o consumo de nitrogênio foram maiores para o tratamento 70V:30C, o qual apresentou a menor relação entre nitrogênio retido e ingerido (Tabela 5). O uso de dietas com alto teor de concentrado promovem menor CMS e maior digestibilidade dos nutrientes (Tabelas 2 e 3). Alimentos concentrados possuem nutrientes mais fermentescíveis no rumen, aumentando a produção de ácidos graxos voláteis, sendo necessária menor ingestão de nutrientes, explicando o menor consumo de N para o tratamento com 70% de concentrado. Geron et al. (2015) trabalhando com inclusão de concentrado na ração de cordeiros (20 a 80%) mostraram que também há queda no consumo de N a medida que se aumenta o teor de concentrado na dieta.

**Tabela 5.** Efeito da relação volumoso: concentrado sobre a excreção de nitrogênio (N) na urina (NU) e fezes (NF), consumo de nitrogênio (CN), nitrogênio retido (NR) e reação entre N retido e N ingerido (NRET/NING)

Tratamento	NU (g kg <sup>-1</sup> )	NF (g kg <sup>-1</sup> )	CN (g dia <sup>-1</sup> )	NR (g dia <sup>-1</sup> )	N RET/ N ING
30V:70C	2,66	4,61 B	17,84 B	10,75	0,60 A
70V:30C	2,20	9,39 A	20,91 A	9,97	0,47 B
MG	2,43	7,00	19,38	10,34	0,53
CV	22,30	18,22	7,69	26,22	25,39

MG: média geral; CV: coeficiente de variação; Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%.

A média encontrada para excreção de N na urina esteve aproximadamente 33% abaixo da encontrada na literatura, que varia entre 4,0 e 8,5 gramas por dia (HENRIQUE et al., 2003; MORENO et al., 2010; BRINGEL et al, 2011; MORGADO et al., 2014). O nitrogênio excretado via urina se encontra na forma de ureia, que é formada no fígado proveniente do excesso de N que foi rapidamente convertido em amônia no rumen (VAN SOEST, 1994), ou seja, houve gasto de energia para que fosse metabolizado e posteriormente não aproveitado, sendo então descartado. Logo, quanto menor for a concentração de N na urina, maior será a retenção do mesmo, indicando que o animal conseguiu aproveitar grande parte da proteína presente na dieta.

Com relação à excreção fecal, o valor médio encontrado na literatura varia entre entre 2,8 e 12,3 gramas por dia (HENRIQUE et al., 2003; MORENO et al., 2010; BRINGEL et al, 2011; MORGADO et al., 2014). Medeiros e Marino (2015) explicam que existe uma parte do nitrogênio que se associa à fração fibrosa dos alimentos, ligada aos polissacarídeos da parede celular provavelmente através de ligações covalentes, o que explica sua baixa solubilidade. A baixa solubilidade, por sua vez, seria a razão para essa fração apresentar menores taxas de degradação, em relação às demais frações proteicas, ou seja, a parte que não é degradada passa pelo trato digestivo e são excretadas nas fezes. Essas frações são definidas como Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (NIDN) e Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA). Este fato explica a maior excreção de N nas fezes observada para o tratamento 70V:30C, uma vez que, é o tratamento com maior teor de fibra na composição da ração (Tabela 1), com maior CMS e menor DMS (Tabela 2) e, maior CFDN e menor DFDN (Tabela 3).

Foi observada maior relação entre N retido pelo N ingerido no tratamento 30V:70C, demonstrando que houve melhor aproveitamento do nutriente neste tratamento uma vez que a excreção fecal também foi menor. Esse maior aproveitamento do N pode ser característico da composição da ração (Tabela 1) que apresenta maior concentração de carboidratos não estruturais para este tratamento, pode ser associado ao processo de extrusão, que ao cozinhar o alimento, expande a matriz do nutriente tornando-a mais digestível, e, também está diretamente relacionado com a maior DMS observada para esse tratamento (Tabela 2).

Moreno et al. (2010) explicaram que o aumento do teor de concentrado, independente do tipo de volumoso, reflete em maior absorção e retenção de nitrogênio, uma vez que, enquanto o consumo e a digestibilidade relacionam-se mais com proporção de volumoso na dieta, o balanço de nitrogênio ou nitrogênio retido é altamente influenciado pelo teor de concentrado na dieta. Tal fato pode explicar a maior relação entre nitrogênio retido pelo ingerido encontrada no tratamento 30V:70C.

### **Conclusão**

O uso de ração extrusada com 30% de volumoso e 70% de concentrado proporciona menor consumo de alimento, com maior digestibilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro, e melhor uso do nitrogênio.

## Referências

- ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal.** 4 ed. São Paulo: Nobel, 1981, v. 1, 395 p.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis.** 15thed, Washington: 1990.
- ARAÚJO, P. B.; PEREIRA, D. S.; TEIXEIRA, M. N.; COELHO, M. C. O. C.; ALENCAR, S. P. Urinálise como instrumento auxiliar no diagnóstico de enfermidades em pequenos ruminantes. **Medicina Veterinária**, v.3, n.2, p.30-38, 2009.
- BRINGEL, L. M. L.; NEIVA, J. N. M.; ARAÚJO, V. L.; BOMFIM, M. A. D.; RESTLE, J.; FERREIRA, A. C. H.; LÔBO, R. N. B. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio em borregos alimentados com torta de dendê em substituição à silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 9, p. 1975-1983, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000900019>
- CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; MALAFAIA, P. A. M.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; VELOSO, R. G.; NUNES, P. M. M. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 2406-2412, 2006.
- CARVALHO, M. B. Semiologia do Sistema Urinário. In: FEITOSA, F.L. **Semiologia Veterinária.** São Paulo: Roca, 2008. p.389-409.
- CONRAD, H.R., PRATT, A.D., HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, p.54-, 1964.
- CONRAD, H. R.; WEISS, W. P.; ODWONGO, W. O.; SHOCKEY, W. L. Estimating net energy lactation from components of cell solubles and cell walls. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.2, p.427-436, 1984. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81320-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81320-X)
- ESMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. L.; HEINEMANN, J. J. **Feeds and nutrition** 2. ed. Clovis, CA: Esminger Publishing, 1990. 1552 p.
- FERREIRA, S. F.; GUIMARÃES, T. P.; MOREIRA, K. K. G.; ALVES, V. A.; LEMOS, B. J. M.; SOUZA, F. M. Caracterização fecal de bovinos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v. 11, n. 20, 22p, 2013.
- FORBES, J. M. The water intake of ewes. **British Journal of Nutrition**, v. 22, p. 33-43, 1968. <https://doi.org/10.1079/BJN19680006>
- GERON, L. J. V.; MEXIA, A. A.; CRISTO, R. L.; GARCIA, J.; CABRAL, L. S.; TRAUTMANN, R. J.; MARTINS, O. S.; ZEOULA, L. M. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e características ruminais de cordeiros alimentados com níveis crescentes

de concentrado em ambiente tropical no Vale do Alto Guaporé – MT. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2497-2510, 2013. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2497>

GERON, L. J. V.; COSTA, F. G.; SANTOS, R. H. E.; GARCIA, J.; TRARUTMANN-MACHADO, R. J.; SILVA, M. I. L.; ZEOULA, L. M.; SILVA, D. A. Balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com rações contendo diferentes teores de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1609-1622, 2015. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3p1609>

GOMES, S. P. **Tamanho de partícula do volumoso e frequência de alimentação sobre aspectos nutricionais e do metabolismo energético em ovinos**. 2008, 83 f. Tese de Doutorado em Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M. S.; LEME, P. R.; ALLEONI, G. F.; LANNA, D. P. D.; MALHEIROS, E. B. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, suplemento 2, p.2007-2015, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000800026>

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Editora UFSM, 2002. 140 p.

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal American Statistical Association**, v. 47, 1952. p. 583-621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>

LEITE, D. F. L. **Consumo e digestibilidade aparente de dietas com níveis crescentes do subproduto do caju em ovinos**. 2013, 35f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2013.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. **Nutrição animal**. 3. ed. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1984. 726 p.

MEDEIROS, S. R.; ALBERTINI, T. Z. Partição de energia e sua determinação na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (Editores). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 17-26.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (Editores). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 27-44.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p.1548-1558, 1987. <https://doi.org/10.2527/jas1987.6451548x>

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

MEYER, D. J.; COLES, E. H.; RICH, L. J. **Veterinary laboratory medicine: interpretation and diagnosis**. Philadelphia: Linda Mills, 1992.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L.; ROSSI, R. C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou canade-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010.

MORGADO, E. S.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALZERANO, L.; SANTOS, V. C. Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com alto teor de amido ou fibra solúvel em detergente neutro associados ao óleo de girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 457-466, 2014.  
<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p457>

NACIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D. C.: National Academy Press, 2007. 384 p.

OLIVEIRA, V. S.; SANTANA NETO, J. A.; VALENÇA, R. L. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo – revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, ano 11, n. 20, 2013.

OLIVEIRA, B. C.; CAETANO, G. A. O.; CAETANO JÚNIOR, M. B.; MARTINS, T. R.; OLIVEIRA, C. B. Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte: Fatores físicos, fatores químicos, fatores psicogênicos, ingestão de água. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 14, n. 4, p. 6066-6075, 2017.

REECE, W. O. Função Renal nos Mamíferos. In: REECE, W. O. **DUKES – Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 68-96.

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

SUAREZ, S. L. B. **Fatores envolvidos no consumo de material seca**. 2014, 48 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

USTUNER, H.; DIKMEN, S.; TURKMEN, I. I. Effect of feed processing on the fattening performance and carcass traits of Awassi ram lambs. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 7, n. 12, p. 1331-1339, 2012.  
<https://doi.org/10.3923/ajava.2012.1331.1339>

VALADARES FILHO, S. C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. 1985. 148 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1985.

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, n.10, p.3583-3597, 1991.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p, 1994.

ZEOULA, L. M.; FERELI, F.; PRADO, I. N.; GERON, L. J. V.; CALDAS NETO, S. F.; PRADO, O. P. P.; MAEDA, E. M. Digestibilidade e balanço de nitrogênio com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2179-2186, 2006.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000700039>

## **CAPÍTULO 3- DIFERENTES RELAÇÕES VOLUMOSO: CONCENTRADO DE RAÇÃO EXTRUSADA E OS PARÂMETROS METABÓLICOS E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE BORREGAS EM CRESCIMENTO.**

**Resumo:** O desempenho animal está diretamente relacionado à qualidade do alimento e ao consumo do mesmo pelo animal. A análise do comportamento ingestivo e perfil metabólico são ferramentas importantes para melhor avaliação da eficiência da dieta adotada. Objetivou-se avaliar o consumo de matéria seca, comportamento ingestivo, movimentação ruminal e parâmetros metabólicos e cordeiros alimentados com ração extrusada em diferentes relações volumoso (V): concentrado (C). O experimento foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Fazenda Experimental Capim Branco, no período de 07 de dezembro de 2016 a 22 de março de 2017. Foram utilizados 30 borregas, mestiças (Santa Inês x Dorper), com idade de três meses, e peso médio de 20 kg. Os animais foram alocados em baías coletivas providas de comedouro, bebedouro, saleiro e piso ripado de madeira. Os tratamentos consistiam de ração extrusada nas relações 30V: 70C e 70V:30C, distribuídas inteiramente ao acaso com dois tratamentos e 15 repetições. As médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Tukey e estudo de regressão ao nível de significância de 5%. Foram avaliados o consumo de matéria seca (CMS), comportamento ingestivo durante 24 horas, movimentação ruminal durante 5 minutos, concentração sanguínea dos metabólitos energéticos, proteicos e minerais e concentração sanguínea de enzimas indicadoras de atividade hepática e muscular através de coleta de sangue por venopunção da jugular. Houve menor CMS para o tratamento 30V:70C, e redução do CMS em relação ao peso corporal no final do experimento. Os animais apresentaram redução no tempo gasto com ruminação e mastigação total e, também menor movimentação ruminal para as duas rações analisadas. Porém, no início de experimento houve menor tempo gasto com ruminação e mastigação total para o tratamento 30V:70C. Com relação aos metabólitos energéticos houve diferença apenas para o período analisado com redução do colesterol e consequente aumento da HDL (lipoproteína de alta densidade), e também redução na frutosamina no fim do período experimental. Houve interação entre tratamento e horário de avaliação para a concentração de glicose, e redução deste metabólito no fim do período experimental. Sobre os metabólitos proteicos somente a ureia sofreu efeito dos tratamentos com maior concentração nos animais consumindo a ração com maior teor de concentrado. As enzimas de atividade hepática aspartato aminotransferase (AST) e fosfatase alcalina sofreram influência do período de avaliação, sendo que a AST sofreu aumento linear positivo e a fosfatase alcalina teve redução no fim do período experimental, enquanto a gamaglutamiltransferase (GGT) sofreu interação entre tratamentos e período de avaliação. Os metabólitos minerais fósforo e cálcio tiveram redução de suas concentrações no fim do período experimental, e o fósforo teve maior concentração no tratamento com 70% de volumoso. A relação volumoso: concentrado da ração extrusada exerce influencia sobre o consumo de matéria seca, movimentação ruminal e comportamento ingestivo de ovinos, sem alterar negativamente seu perfil metabólico.

Palavras chave: Energético. Extrusão. *Ovis aries*. Proteico. Ruminação.

**CHAPTER 3 - DIFFERENT ROUGHAGE: CONCENTRATED RATIOS IN EXTRUDED RATION AND METABOLIC PARAMETERS AND FEEDING BEHAVIOR OF GROWING LAMBS**

**Abstract:** Animal performance is directly related to the quality of the food and its consumption by the animal. The analysis of feeding behavior and metabolic profile are important tools to better evaluate the dietary efficiency adopted. The objective was to evaluate the intake of dry matter, feeding behavior, ruminal movement and parameters metabolites in lambs fed with extruded ration in different roughage (R): concentrated (C) ratios. The experiment was carried out at the Federal University of Uberlândia (UFU), Fazenda Experimental Capim Branco, from December 7, 2016 to March 22, 2017. 30 lambs, mixed races (Santa Inês x Dorper), aged three months, and average weight of 20 kg. The animals were allocated in collective stalls provided with feeder, drinking fountain, salt shaker and wooden slatted floor. The treatments consisted of extruded ration in 30R:70C and 70R:30C ratios, completely randomized to two treatments and 15 replicates. The means of the treatments were evaluated by the Tukey test and a regression study at the significance level of 5%. It was evaluated the dry matter intake (DMI), feeding behavior during 24 hours, ruminal movement during five minutes, blood concentration of energetic, protein and mineral metabolites and blood concentration of enzymes indicative of hepatic and muscular activity through venipuncture blood collection of the jugular. There was lower DMI for 30R:70C treatment, and reduction of DMI relative to body weight at the end of the experiment. The animals presented a reduction in the time spent with rumination and total chewing and also lower ruminal movement for the two rations analyzed during the experimental period. However, at the beginning of the experiment there was less time spent with rumination and total mastication for the 30R:70C treatment. Regarding energetic metabolites, there was difference only for the analyzed period with reduction of cholesterol and consequent increase of HDL (high density lipoprotein), as well as reduction in frutosamine at the end of the experimental period. There was interaction between treatment and time of evaluation for glucose concentration, and reduction of this metabolite at the end of the experimental period. On protein metabolites only urea was affected by treatments with higher concentration in the animals consuming the extruded ration with higher concentrate content. Liver enzymes aspartate aminotransferase (AST) and alkaline phosphatase were influenced by the evaluation period, with AST increased linearly positive and alkaline phosphatase decreased at the end of the experimental period, while gamma globulin (GGT) was interacted between treatments and evaluation period. The mineral metabolites phosphorus and calcium had a reduction of their concentrations at the end of the experimental period, and the phosphorus had a higher concentration in the treatment with 70% of roughage. The roughage: concentrated ratio of extruded ration has influence on dry matter intake, ruminal movement and ingestive behavior of sheep, without adversely affecting its metabolic profile.

Keywords: Energetic. Extrusion. *Ovis aries*. Protein. Rumination.

## Introdução

O desempenho animal é função direta do consumo de matéria seca digestível, e, a ingestão de alimentos varia em função do animal (peso vivo e sua variação, nível de produção, estado fisiológico e tamanho), do alimento (fibra, volume, capacidade de enchimento, densidade energética e necessidade de mastigação) e das condições de

alimentação (disponibilidade de alimento, espaço no cocho, tempo de acesso ao alimento, frequência de alimentação, etc), além das condições climáticas (MERTENS, 1994; GESUALDI JR et al., 2000).

O consumo de dietas com altos teores de fibra é controlado por fatores físicos, como a taxa de passagem e enchimento ruminal, ao passo que dietas com altos teores de concentrado (alta densidade energética) têm consumo controlado pela demanda energética e por fatores metabólicos (CONRAD et al., 1984; MERTENS, 1987; VAN SOEST, 1994). Portanto, a demanda energética do animal define o consumo de dietas de alta densidade calórica, ao passo que a capacidade física do trato gastrintestinal determina o consumo de dietas de baixas qualidade e densidade energética. Assim, é necessário definir adequada relação volumoso: concentrado no balanceamento de dietas, sendo esta influenciada idade, a qualidade do volumoso e do próprio concentrado, e a produtividade que se espera alcançar.

Uma das maneiras de se avaliar a eficiência da dieta é através do estudo de comportamento ingestivo, que se faz necessário para melhor definir a resposta animal à dieta submetida e a formas de manejo utilizadas com o objetivo de melhorar cada vez mais o desempenho produtivo. Os pequenos ruminantes possuem a capacidade de adaptação às mais diversas condições de alimentação, manejo e ambiente, modificando seus parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo compatível com as exigências nutricionais (CIRNE et al., 2014). Logo, a relação concentrado:volumoso adotada pode influenciar diretamente no comportamento ingestivo de ruminantes.

De acordo com Van Soest (1994) os fatores que mais afetam o comportamento ingestivo dos animais são: a quantidade de fibra, matéria seca e tamanho de partícula do alimento; digestibilidade dos nutrientes (velocidade de fermentação e colonização bacteriana); e, fatores inerentes aos animais e ambiente. Logo, alimentos concentrados e/ou finamente triturados, peletizados ou extrusados reduzem o tempo de ruminação, enquanto que, volumosos com alto teor de parede celular tendem a elevar o tempo de ruminação (FIGUEIREDO et al., 2013).

A avaliação de parâmetros fisiológicos ruminais também é uma maneira de predizer a qualidade do alimento ingerido, como por exemplo a movimentação ruminal, que garante a mistura do alimento no rumen para que possam ser mais eficientemente digeridos e também, para que circulem de forma a sair do rúmen quando atingirem

tamanho de partícula adequado, interferindo então na taxa de passagem do alimento (THIAGO, GILL e SISSONS, 1992).

Outra forma de se avaliar se a nutrição ofertada ao animal está adequada e atende às exigências nutricionais dos mesmos, é através da avaliação do perfil metabólico do animal, onde são quantificadas as concentrações sanguíneas de alguns metabólitos, que, se aumentam ou diminuem podem indicar excesso ou deficiência de nutriente na dieta, e ainda, segundo Contreras e Phil (2000) também podem diagnosticar alterações bioquímicas que diminuem a produção, a fertilidade ou são ainda responsáveis por doenças ou levar a morte desses animais.

Dentre os metabólitos mais utilizados para avaliação do perfil nutricional de um ruminante, estão os energéticos e os proteicos. Os metabólitos energéticos mais utilizados são a glicose, o beta-hidroxibutirato, os ácidos graxos livres, o colesterol e os triglicerídeos, auxiliando na avaliação da fermentação dos carboidratos no rumen, principalmente no que se refere à parte fibrosa da dieta. Os metabólitos proteicos mais utilizados são as proteínas totais, albumina e ureia, e ajudam a identificar se a quantidade de proteína ofertada na dieta está adequada, uma vez que é o nutriente de maior peso econômico utilizado. Vale ressaltar que além de considerar o perfil metabólico na avaliação nutricional do animal, também deve-se levar em consideração aspectos de manejo, saúde e estado fisiológico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de duas relações volumoso: concentrado (30V:70C e 70V:30C) sobre o comportamento ingestivo, movimentação ruminal e a concentração sanguínea de metabólitos energéticos, proteicos e minerais, e também de enzimas hepáticas e musculares de borregas em crescimento.

## **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Fazenda Experimental Capim Branco, localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais. O período de realização foi de 07 de dezembro de 2016 a 22 de março de 2017. O protocolo experimental deste trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA) da UFU sob o número 140/16.

Foram utilizadas 30 borregas mestiças (Santa Inês e Dorper), com peso médio de 20 kg e três meses de idade. Todos os animais foram pesados e vermifugados com Levamisol (via oral) no primeiro dia do experimento. Antes do início do experimento os

animais estavam consumindo dieta a base de silagem de milho e concentrado farelado (farelo de milho, farelo de soja, ureia e sal mineral).

O experimento teve duração de 105 dias sendo os primeiros quinze dias utilizados para adaptação dos animais às baias e à dieta, e os 90 dias posteriores para coleta de dados. Os animais foram divididos em seis baias coletivas (cada baia com cinco animais), sendo três baias para cada tratamento avaliado. Essas baias possuíam aproximadamente 20m<sup>2</sup> e ficavam localizadas em galpão de alvenaria sob local coberto (telha de barro), e cada baia era equipada com comedouro externo, bebedouro, saleiro e piso ripado suspenso. Os animais possuíam acesso a bebedouro com água e cocho com sal mineral à vontade.

A alimentação dos animais do experimento era composta apenas por ração extrusada, possuindo volumoso e concentrado no mesmo *pellet*, onde a parte fibrosa do alimento é composta por forragens do gênero Urochloa, e a parte concentrada composta por farelo de milho, farelo de soja, amido, minerais e monensina. Logo, os tratamentos foram divididos de acordo com a relação volumoso: concentrado da dieta, sendo 70% de volumoso e 30% de concentrado (70V:30C) e, 30% de volumoso e 70% de concentrado (30V:70C). A composição bromatológica dos tratamentos se encontra na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos tratamentos

Nutriente	70V:30C	30V:70C
Matéria Seca (MS) <sup>*</sup>	92,07%	92,05%
Proteína Bruta (PB) <sup>*</sup>	10,82%	13,64%
Fibra em Detergente Neutro (FDN) <sup>*</sup>	34,48%	29,64%
Fibra em Detergente Ácido (FDA) <sup>*</sup>	20,63%	16,41%
Carboidrato Não Fibroso (CNF) <sup>*</sup>	47,60%	49,57
Extrato Etéreo (EE) <sup>**</sup>	2,09%	2,21%
Matéria Mineral (MM) <sup>*</sup>	4,88%	5,06%
Amido <sup>**</sup>	33,84%	39,36%
Monensina <sup>**</sup>	17,04 mg/kg	39,76 mg/kg

\* Valores obtidos após análises feitas no laboratório de nutrição animal do curso de Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia e parceria com o Instituto Federal do Triângulo Mineiro – campus Uberaba; \*\*Dados fornecidos pelo fabricante.

A ração extrusada foi fornecida duas vezes ao dia (oito e 16 horas). As sobras foram mensuradas diariamente e sempre que os valores eram iguais à zero, aumentou-se

a quantidade fornecida até atingir sobre equivalente a 10% do ofertado. Todos os dias as sobras eram pesadas, permitindo realizar o cálculo do consumo de matéria seca (CMS), através da fórmula: CMS = (ofertado de alimento x % matéria seca do ofertado) – (sobras de alimento x % matéria seca das sobras). Como o alimento ofertado e as sobras eram relativos à baia, para calcular o CMS de cada animal, pegou-se o resultado do CMS da baia e dividiu por cinco (quantidade de animais por baia). O CMS em relação ao peso vivo foi obtido através da relação entre o CMS e o peso corporal médio dos animais durante todo o período de avaliação.

A avaliação de comportamento ingestivo ocorreu no início do experimento (dia 5) e, posteriormente a cada 30 dias (dias 35, 65 e 95), totalizando quatro avaliações. Um dia antes da avaliação os animais foram pintados com bastão marcador colorido para facilitar a identificação dos mesmos. Para a mensuração do comportamento ingestivo, os animais foram submetidos à observação visual por pessoas treinadas, em sistema de revezamento, dispostas de maneira a não incomodar os animais, por vinte e quatro horas. No período noturno, o ambiente recebeu iluminação artificial, e as luzes foram mantidas acesas durante cinco dias antes da avaliação para promover a adaptação dos animais às luzes. Foram verificados, a cada cinco minutos, se os animais estavam realizando ingestão do alimento, água ou sal mineral (ING), ruminação (RUM) ou ócio (ÓCIO), de acordo com a metodologia proposta por Fischer et al. (1998). Já o tempo total gasto em mastigação (MAST) foi determinado somando-se os tempos gastos em ingestão (ING) e ruminação (RUM).

A movimentação ruminal foi determinada por auscultação, sendo feita uma vez por semana, nas últimas 5 semanas do experimento, sempre pela manhã aguardando uma hora após o fornecimento do primeiro trato para iniciar a avaliação. A auscultação foi feita com auxílio de estetoscópio durante cinco minutos seguindo método de Radostits et al. (2007).

As colheitas de sangue para avaliação da curva glicêmica e componentes bioquímicos foram feitas nos dias 0 (primeiro dia da adaptação), e posteriormente nos dias 30, 60, 90 e 105 do experimento. As colheitas sempre foram feitas antes da primeira alimentação, com o animal em jejum.

Para a avaliação glicêmica a primeira colheita foi feita às 8h (antes da primeira refeição), 11h, 14h, 17h e às 20h. No dia da avaliação glicêmica a segunda refeição somente foi ofertada após a colheita das 20h. As amostras foram colhidas por

venopunção da jugular com auxílio de tubos Vacutainer® de 5 mL contendo fluoreto e EDTA, sendo devidamente identificados para cada animal.

Para avaliação dos componentes bioquímicos foram feitas colheitas de sangue por venopunção da jugular com auxílio de tubos Vacutainer® sem anti-coagulante.

Os componentes bioquímicos para determinação do metabolismo energético foram: triglicerídeos, colesterol, VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade, calculado dividindo-se o valor de triglicerídeos por 5), HDL (lipoproteína de alta densidade), LDL (lipoproteína de baixa densidade, calculado através da fórmula proposta por Friedewald, Levv e Fredrickson (1972):  $LDL = \text{colesterol total} - \text{HDL} - \text{VLDL}$ ) e frutosamina; para determinar função hepática foram: gama glutamiltransferase (GGT), aspartato aminotransferase (AST) e fosfatase alcalina (FA); para determinação do metabolismo proteico foram: proteína total (PT), ureia, albumina, ácido úrico e creatinina; para determinação mineral foram: magnésio (Mg), cálcio (Ca), fósforo (P) e a relação Ca:P, e para determinar função muscular mediu-se a creatinoquinase (CK-NAC).

As amostras de sangue coletadas foram centrifugadas a 3000 rotações por minuto por 10 minutos, sendo os soros separados em alíquotas, guardados em microtubos e armazenados em *freezer* a -5°C para posterior análise laboratorial. Todas as amostras foram processadas em analisador bioquímico automatizado (Bioplus® 2000), usando *kit* comercial da Lab Test®.

Utilizou-se delineamento ao acaso com medidas repetidas no tempo com dois tratamentos e quinze repetições para a avaliação metabólica e movimentação ruminal. Para avaliação do consumo de matéria seca utilizou-se as baias como repetição, sendo assim, cada tratamento teve três baias como unidade de repetição. A avaliação dos dados de glicemia foram em parcelas sub – subdivididas. As médias dos tratamentos foram avaliadas por teste de Tukey e estudo de regressão ao nível de significância de 5% para as avaliações do período.

## **Resultados e Discussão**

O consumo de matéria seca (CMS) em relação ao peso corporal foi maior para o tratamento 70V:30C, sendo que para o consumo em quilogramas por animal não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2). O CMS médio encontrado foi de 1,13 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, o qual se encontra dentro do recomendado para a categoria animal

analizada que é entre 1,0-1,3 kg dia<sup>-1</sup> (NRC, 2007). O valor de CMS em relação ao peso corporal (CMS%PC) recomendado pelo NRC (2007) é de 3,51%, ou seja, os animais do tratamento 30V:70C apresentaram CMS%PC 3,4% acima do recomendado, enquanto os animais do tratamento 70V:30C apresentaram CMS%PC 13,9% acima do recomendado.

O menor consumo verificado para os animais consumindo 70% de concentrado pode ser explicado pela regulação metabólica de consumo, já que dieta possui quantidades de energia e proteína altamente fermentescíveis no rumen, consequentemente a quantidade ingerida para manutenção e produção pode ser superior a exigência nutricional, portanto mecanismos fisiológicos atuam deprimindo o apetite e consequentemente reduzindo o consumo de alimento (OLIVEIRA et al., 2017).

**Tabela 2.** Consumo de matéria seca (CMS) por animal e por peso corporal (CMS%PC) em função dos tratamentos e do período

Tratamento	CMS/Animal (kg dia <sup>-1</sup> )	CMS%PC (%)
30V:70C	1,08	3,63 B
70V:30C	1,18	4,00 A
Período	CMS/Animal <sup>1</sup> (kg dia <sup>-1</sup> )	CMS%PC <sup>2</sup> (%)
15	0,94	4,27
30	1,09	4,37
45	1,21	4,04
60	1,14	3,78
75	1,19	3,62
90	1,23	3,40
105	1,24	3,20
MG	1,13	3,81
CV	6,48	5,88

MG: média geral; CV: coeficiente de variação; <sup>1</sup>Y = 0,872929 + 0,006769x - 0,000031x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 94,91%; <sup>2</sup>Y = 4,613843 - 0,013276x, R<sup>2</sup> = 95,86%.

No período avaliado observou-se efeito quadrático no CMS por animal em quilos por dia, com maior consumo da metade para o final do experimento, e para o CMS expresso em %PC observou-se efeito linear negativo, com menor CMS%PC no final do período experimental. Um fato que pode explicar essa resposta do CMS%PC é o ganho de peso dos animais, que ao final do experimento estavam mais pesados, logo,

mesmo aumentando a quantidade em quilos ingerida, o CMS%PC é reduzido. Estes animais quando jovens possuem menor exigência nutricional para atender, e por serem mais leves mesmo que ingerindo menor quantidade de alimento por dia, quando esse consumo é relativo com o peso corporal encontra-se maiores valores de CMS%PC. Porém, à medida que estes animais crescem, a exigência nutricional também aumenta, sendo necessário maior ingestão diária para atendê-las, e, junto com o alto consumo os animais começam seu processo de engorda, ficando mais pesados, então, quando é feita a relação entre este consumo e o peso corporal deles esta medida é reduzida (ZANINE e MACEDO JUNIOR, 2006).

Na Tabela 3 se encontram-se os resultados referentes ao comportamento ingestivo dos animais, sendo que, todas as variáveis apresentaram interação entre o tratamento e o período analisado. Entre os tratamentos observou-se diferença apenas no início do experimento, onde os animais alimentados com a ração 30V:70C tiveram menor tempo de ruminação e mastigação total e, consequentemente, maior tempo em ócio. De acordo com Van Soest (1994), o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Portanto, alimentos concentrados, finamente moídos ou processados (peletizados ou extrusados) reduzem o tempo de ruminação, enquanto volumosos com alto teor de parede celular aumentam o tempo de ruminação. Logo, pode-se ressaltar também, que os animais alimentados com a ração com 70% de volumoso apresentaram maior tempo de ruminação e mastigação total devido ao maior teor de fibra na dieta, ainda que esta se apresente finamente moída no alimento (tamanho da partícula fibrosa de 2mm, dados do fabricante).

**Tabela 3.** Efeito de diferentes relações volumoso: concentrado na ração extrusada sobre o comportamento ingestivo (min dia<sup>-1</sup>), em ovinos, com interação entre tratamento e período

Tratamento	0 dias	30 dias	60 dias	90 dias
Ingestão				
30V:70C	223,66	177,33	182,85	161,07 <sup>1</sup>
70V:30C	234,66	191,33	152,00	161,66 <sup>2</sup>
MG				
CV			185,80	17,10
Ruminação				
30V:70C	104,66 B	75,00	77,14	77,85
70V:30C	203,00 A	91,33	100,66	110,33 <sup>3</sup>
MG				
CV			105,46	47,66
Ócio				
30V:70C	1111,66 A	1187,66	1180,00	1201,07 <sup>4</sup>
70V:30C	1002,33 B	1157,33	1187,33	1168,00 <sup>5</sup>
MG				
CV			1148,72	4,18
Mastigação Total				
30V:70C	328,33 B	252,33	252,66	238,92 <sup>6</sup>
70V:30C	437,66 A	282,66	260,00	272,00 <sup>7</sup>
MG				
CV			291,27	16,50

MG: média geral; CV: coeficiente de variação; Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%; <sup>1</sup>Y = 213,571429 - 0,607540x, R<sup>2</sup> = 78,16%; <sup>2</sup>Y = 236,916667 - 2,186111x + 0,014722x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 97,55%; <sup>3</sup>Y = 196,966667 - 3,928889x + 0,033704x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 90,92%; <sup>4</sup>Y = 1117,286905 + 2,241706x - 0,015258x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 86,78%; <sup>5</sup>Y = 1006,116667 + 6,115000x - 0,048426x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 98,69%; <sup>6</sup>Y = 322,713095 - 2,241706x + 0,015258x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 86,78%; <sup>7</sup>Y = 433,883333 - 6,115000x + 0,048426x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 98,69%.

Houve efeito linear decrescente para o tratamento com 70% de concentrado e efeito quadrático para o tratamento com 30% de concentrado sobre o período de avaliação para a ingestão de alimento, observando-se que ao final do experimento os animais reduziram o tempo gasto com esta atividade. O tempo gasto com a ingestão de

alimentos tem total relação com o CMS, uma vez que, junto com a queda no tempo de ingestão houve também queda no CMS%PC durante o período de avaliação (Tabela 2), ou seja, os animais se encontravam no seu limite de ingestão de alimentos para atender suas exigências nutricionais.

E, com relação as demais variáveis, observou-se efeito quadrático no tempo gasto com ruminação para o tratamento 70V:30C, que, quando associado ao CMS%PC que também reduziu no fim do período experimental (Tabela 2), indica que mesmo os animais ingerindo uma ração extrusada com maior teor de carboidratos estruturais, com essa queda no consumo há menor quantidade de fibra no rumen para estimular a ruminação. Observou-se para o tempo gasto com as atividades de mastigação total e ócio efeito quadrático sendo que, ao final do experimento, os animais reduziram o tempo de mastigação total e aumentaram o tempo em ócio, para os dois tratamentos. Ou seja, quando o consumo é reduzido, as atividades de ingestão e ruminação também diminuem, e consequentemente aumenta-se o tempo que o animal gasta com outras atividades, como o ócio.

Animais confinados tendem a concentrar seu período de ingestão logo após o fornecimento do alimento no cocho, com duração entre uma a três horas e apresentam intervalos variáveis de pequenas refeições (FISCHER et al., 1997). Van Soest, Robertson e Lewis (1991), relataram que a atividade de ruminação em animais adultos dura cerca de oito horas por dia com variações entre 4 e 9 horas, sendo esse comportamento influenciado principalmente pela natureza da dieta, ou seja, quanto mais concentrada a dieta menor é o tempo gasto com ruminação. No presente trabalho observou-se que os animais gastaram em média 3,7 horas com ingestão, 1,7 horas com ruminação e 18,6 horas em ócio quando consumindo a ração com 30V:70C, no início do experimento. E, ao final do experimento gastaram em média 2,7 horas com ingestão, 1,3 horas com ruminação e 20,0 horas em ócio para o mesmo tratamento. Grandis et al. (2015), trabalharam com relação volumoso e concentrado de 35V:65C (silagem de sorgo e concentrado a base de farelo de milho e soja, na forma natural) em ovinos e observaram tempo médio (em horas/dia) para as atividades de ingestão, ruminação e ócio de 3,2; 7,2 e 13,2, respectivamente. Barbosa et al. (2016) trabalharam com relação volumoso e concentrado de 70V:30C (feno de capim nativo e concentrado a base de farelo de milho e soja, na forma natural) em ovinos e relataram tempo médio (em horas/dia) para as mesmas atividades de 5,7; 9,1 e 8,8, respectivamente. Logo,

confirma-se que, dietas com menor teor de fibra, promovem redução dos tempos de mastigação total (ingestão + ruminação).

Os animais alimentados com a relação 30V:70C tiveram menor movimentação ruminal quando comparado aos animais que receberam relação 70V:30C (Tabela 4), o que se deve ao maior teor de CNF e menor de FDN do tratamento com maior quantidade de concentrado (Tabela 1). Essas características levam à redução no pH ruminal e com isso redução na motilidade ruminal (NOCEK et al., 1984). Entretanto, pode-se inferir que o uso da ração extrusada não provoca problemas digestivos nos animais, uma vez que, de acordo com Faria (2010), a movimentação ruminal de ovinos em conforto térmico é de 1 a 2 movimentos por minuto, e, os valores encontrados foram de 1,10 mov min<sup>-1</sup> no tratamento 30V:70C e 1,15 mov min<sup>-1</sup> no tratamento 70V:30C, portanto, os valores encontrados nesse trabalho estão dentro do recomendado.

**Tabela 4.** Efeito de diferentes relações volumoso: concentrado na ração extrusada sobre a movimentação ruminal (movimentos 5 minutos<sup>-1</sup>) em ovinos

Tratamento	Auscultação
30V:70C	5,49 B
70V:30C	5,77 A
Semana	Auscultação <sup>1</sup>
1	5,83
2	5,83
3	5,56
4	5,46
5	5,46
MG	5,63
CV	10,79

MG: média geral; CV: coeficiente de variação; <sup>1</sup>Y = 5,963333 - 0,1100x, R<sup>2</sup> = 86,43%. Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%;

A menor movimentação ruminal observada no tratamento 30V:70C pode ser explicada pelo menor CMS obtido por estes animais (Tabela 2). Quando consumindo a ração com maior teor de concentrado, os animais reduziram o CMS%PC devido a maior quantidade de nutrientes com maior capacidade de fermentação ruminal, reduzindo assim a movimentação ruminal e, consequentemente o tempo gasto com ruminação

(Tabela 3), uma vez que a fibra dietética promove o estímulo para que ocorra essa atividade. Por outro lado, o tratamento com 70% de volumoso apresentou maior movimentação ruminal, sendo explicado pelo maior CMS junto com o maior consumo de fibra que se apresenta em maior quantidade neste tratamento (Tabela 1), que influencia a atividade mastigatória e a natureza bifásica do conteúdo ruminal (o “match” ruminal flutuante constituído de grandes partículas e um “pool” de líquidos e pequenas partículas) (MERTENS, 1997). O *match* ruminal é um “colchão” logo abaixo da fase gasosa dentro do rumen formado por um emaranhado de partículas flutuantes do alimento, recém ingeridas e em processo de fermentação pelos microorganismos ruminais. Sua função é controlar o pH e por estímulo físico a movimentação ruminal, e, por consequência, a ruminação e salivação (OLIVEIRA et al., 2008).

Houve efeito linear negativo em relação ao período de avaliação para a movimentação ruminal, uma vez que no final do experimento os animais apresentaram os menores valores para esta variável (Tabela 4). Este padrão de resposta também pode ser associado à redução no consumo de matéria seca em função do peso corporal observado no período (Tabela 2), e a redução dos períodos gastos com ingestão, ruminação e mastigação total (Tabela 3).

Nota-se que o CMS, o comportamento ingestivo e a movimentação ruminal são totalmente influenciados pela relação concentrado:volumoso da dieta e a composição do alimento (forma física associada a quantidade de nutrientes). Pois, dietas concentradas promovem regulação metabólica do CMS, reduzindo a quantidade de alimento ingerido, e a maior solubilidade e fermentabilidade dos nutrientes promove menor movimentação ruminal o que consequentemente reduz a ruminação e mastigação total pelo animal. O contrário acontece em dietas com maior teor de fibra, uma vez que, o estímulo físico provocado pela fração fibrosa dentro do rumen aumenta movimentação ruminal e consequentemente a ruminação e mastigação total, e, como o alimento permanece mais tempo dentro do rumen para ser fermentado e degradado ocorre aumento no CMS, para que seja possível o atendimento das exigências nutricionais do animal.

Ainda avaliando a influência da ração extrusada com diferentes relações volumoso: concentrado na nutrição de cordeiros, não se observou diferença entre os tratamentos para as concentrações dos metabólitos energéticos (Tabela 5). Porém, para colesterol, lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), frutosamina e relação entre colesterol e HDL observou-se diferença para o período de utilização da ração extrusada.

**Tabela 5.** Efeito de diferentes relações volumoso: concentrado na ração extrusada e do período sobre a concentração sanguínea dos metabólitos energéticos dos animais experimentais

Trat.	COL	TRI	HDL	LDL	VLDL	CT/ HDL	LDL/ HDL	FRUT
30V:70C	31,73	16,65	23,13	12,05	3,31	1,41	0,54	205,06
70V:30C	32,26	15,40	21,46	12,61	3,08	1,56	0,64	209,25
Período	COL <sup>1</sup>	TRI	HDL <sup>2</sup>	LDL	VLDL <sup>3</sup>	CT/ HDL	LDL/ HDL	FRUT <sup>5</sup>
							HDL <sup>4</sup>	HDL
0	29,16	13,13	16,85	13,33	2,62	1,68	0,82	256,43
30	31,16	15,43	22,53	9,31	3,08	1,40	0,41	275,13
60	36,80	15,63	21,50	15,10	3,12	1,78	0,74	156,87
90	38,73	16,80	26,76	16,29	3,36	1,51	0,65	166,87
105	23,60	19,32	23,89	7,30	3,86	1,03	0,32	178,83
MG	32,00	16,02	22,28	12,33	3,20	1,49	0,59	207,91
CV	39,61	36,72	23,83	39,71	36,72	35,16	53,63	33,06
VR	52-76*	9-30*	49-53*	29,4-65,9**	3-4*			170 – 174*

VR: Valores de referência; \*valores de referência descritos por Kaneko, Harvey e Bruss (2008); \*\*Valores de referência descritos por Ghoreishi et al. (2007) e Espinoza et al. (2008); COL: colesterol ( $\text{mg dL}^{-1}$ ); TRI: triglicerídeos ( $\text{mg dL}^{-1}$ ); HDL: lipoproteína de alta densidade ( $\text{mg dL}^{-1}$ ); LDL: lipoproteína de baixa densidade ( $\text{mg dL}^{-1}$ ); VLDL: lipoproteína de muito baixa densidade ( $\text{mg dL}^{-1}$ ); CT/HDL: relação entre colesterol e lipoproteína de alta densidade; LDL/HDL: relação entre lipoproteína de baixa densidade e lipoproteína de alta densidade; FRUT: frutosamina ( $\mu\text{mg dL}^{-1}$ ); Trat.: Tratamento; MG: média geral; CV: coeficiente de variação; <sup>1</sup>Y = 27,328566 + 0,357717x - 0,003349x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 47,39%; <sup>2</sup>Y = 18,251087 + 0,071204x, R<sup>2</sup> = 70,83%; <sup>3</sup>Y = 2,651463 + 0,009849x, R<sup>2</sup> = 88,06%; <sup>4</sup>Y = 1,572572 + 0,006991x - 0,000103x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 52,90%; <sup>5</sup>Y = 264,635325 - 1,014425x, R<sup>2</sup> = 63,24%.

Os valores de colesterol, HDL e LDL se encontram 38%, 54% e 58% abaixo do valor de referência, respectivamente. Isto pode ter ocorrido devido ao baixo teor de extrato etéreo da ração extrusada (Tabela 1), exercendo influência na redução da concentração destes metabólitos no sangue. Villa et al. (2009) afirmam que os níveis de colesterol total plasmático são indicadores adequados do total de lipídeos no plasma, e tem uma relação direta com a alimentação do animal.

Houve aumento da concentração de HDL e redução da concentração de LDL no final do período, resultando em menor relação HDL/LDL, o que é benéfico ao animal uma vez que o HDL é responsável pelo transporte de colesterol dos tecidos extra hepáticos para o fígado, onde será metabolizado, já o LDL é responsável pelo transporte do colesterol no sentido contrário: do fígado para os demais tecidos do corpo, onde é acumulado e pode causar comprometimento de veias e artérias sanguíneas.

(CAMPBELL, 2001; SOUZA et al., 2006). A relação entre colesterol e HDL também reduziu no fim do período experimental, indicando que o animal teve alta capacidade de transporte de ácidos graxos até o fígado, que ao serem metabolizados geram mais energia para utilização pelo animal, e também explica a menor concentração do colesterol nestes animais.

Os triglicerídeos e VLDL se mantiveram dentro do valor de referência (Tabela 5) ao longo de todo período experimental, porém a VLDL sofreu efeito linear positivo, aumentando durante o período experimental. A VLDL é uma lipoproteína que transporta os triglicerídeos na corrente sanguínea, ou seja, houve maior capacidade de transporte de triglicerídeos ao final do experimento, o que associado com a maior capacidade de transporte do colesterol pela HDL, indica maior produção de energia para estes animais.

A frutosamina sofreu efeito linear negativo no período analisado, reduzindo sua concentração ao final do experimento. A frutosamina é uma cetoamina estável e formada quando a glicose reage não enzimaticamente com grupos aminas das proteínas, principalmente a albumina e a imunoglobulina e sua concentração no plasma ou sérica é controlada pelo balanço entre a síntese e eliminação destes compostos proteicos e de glicose (GOUVEIA et al., 2015). Logo, pode-se associar essa queda da concentração de frutosamina, com a queda no CMS%PC (Tabela 2) e na concentração de glicose no final do período (Tabela 6).

Houve interação entre tratamento e horário de avaliação para a concentração da glicose (Tabela 6). Houve efeito quadrático para o tratamento 30V:70C, uma vez que era o tratamento com maior teor de carboidratos não fibrosos (Tabela 1), disponibilizando maior quantidade de carboidratos solúveis com alta capacidade de fermentação, gerando maior quantidade de energia para o animal. Em animais ruminantes a glicose plasmática possui como precursor compostos que não são carboidratos, como por exemplo, o ácido graxo volátil (AGV) propionato. Após absorção do propionato pelo epitélio ruminal este segue através da corrente sanguínea para o fígado, onde é convertido em glicose através de gliconeogênese para ser usado como fonte de energia pelo animal (GONZÁLEZ, 2000b). Um aporte elevado de carboidrato solúvel na dieta leva a incremento na produção de ácido propiônico, que é o único dos AGV's precursor de glicose no ruminante, consequentemente aumentando a concentração de glicose no plasma.

Ainda, houve resposta linear positiva para o tratamento 70V:30C, com menor valor às 11 horas. A menor concentração de glicose observada neste horário se deve ao fato que estes animais haviam consumido a alimentação fornecida pela manhã e estavam em processo de degradação e fermentação da ração extrusada no rumen, o que demanda alto gasto de energia, reduzindo a concentração de glicose neste período.

**Tabela 6.** Interação entre tratamento e horário de avaliação, e período de confinamento sobre a concentração de glicose ( $\text{mg dL}^{-1}$ )

Tratamento	8 horas	11 horas	14 horas	17 horas	20 horas
70C:30V <sup>1</sup>	87,00	77,40	97,49	93,70	89,60
30C:70V <sup>2</sup>	88,18	81,60	98,36	92,62	98,37
MG			90,42		
CV			16,07		
VR*			50-80		
Período		Glicemia <sup>3</sup>			
0		73,82			
30		86,65			
60		114,25			
90		84,96			
105		92,26			

\*Valores de referência por Kaneko, Harvey e Bruss (2008); MG: média geral; CV: coeficiente de variação; <sup>1</sup>Y = 60,783274 + 3,583565x - 0,102391x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 24,95%; <sup>2</sup>Y = 77,176000 + 1,046667x, R<sup>2</sup> = 48,33%; <sup>3</sup>Y = 73,648107 + 0,764514x - 0,005394x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 50,92%.

Houve efeito quadrático para a concentração de glicose quando avaliado o período de utilização da ração, com queda dos valores ao final do período experimental. Esse perfil de resposta pode ser associado ao CMS%PC desses animais (Tabela 2), com menor concentração da glicose e menor CMS%PC no mesmo período, e também à concentração de frutosamina que teve redução durante o período experimental, sendo este um metabólito indicativo da presença de glicose no organismo.

É possível associar o padrão de resposta dos metabólitos energéticos com a composição da dieta e o CMS deste trabalho (Tabelas 1 e 2), uma vez que os ingredientes com maior capacidade fermentativa devido o processo de extrusão associados com o maior CMS ao longo do período experimental, foram capazes de proporcionar maior produção de energia para o animal, uma vez que, aumentou-se a

capacidade de transporte de colesterol e triglicerídeos, e concentrações de frutosamina e glicose sanguínea acima do recomendado para a categoria animal.

Dos metabólitos proteicos apenas a ureia sofreu efeito do tratamento, apresentando concentração 31% maior no tratamento 30V:70C em relação ao 70V:30C (Tabela 7). Esse efeito se deve provavelmente ao fato de ser o tratamento com maior teor de concentrado e, consequentemente possuir maior teor de proteína bruta na ração (Tabela 1), associado a maior solubilidade do nutriente provocada pelo processo de extrusão. Pois, de acordo com Contreras e Phil (2000) quanto maior for à ingestão de proteína na ração maior será a concentração sanguínea deste metabólito. Também o nitrogênio presente no concentrado é mais solúvel, ocorrendo maior produção de amônia no rumen, que se não for utilizada para produção de proteína microbiana, esta escapa do rumen para o fígado, onde ocorre produção de ureia, aumentando a concentração deste metabólito no sangue.

**Tabela 7.** Efeito de diferentes relações volumoso: concentrado na ração extrusada sobre a concentração sanguínea dos metabólitos proteicos

Tratamento	PT	ALB	CREAT	UREIA	AU
30V:70C	4,39	2,93	0,86	53,88 A	0,152
70V:30C	4,53	3,03	0,88	41,22 B	0,176
Período	PT <sup>1</sup>	ALB	CREAT <sup>2</sup>	UREIA <sup>3</sup>	AU <sup>4</sup>
0	3,80	3,02	0,93	38,73	0,153
30	4,29	2,59	0,92	46,90	0,113
60	5,10	2,77	0,97	57,86	0,040
90	4,87	3,95	0,74	56,96	0,186
105	4,21	2,54	0,77	34,82	0,332
MG	4,46	2,98	0,87	47,22	0,164
CV	11,18	16,77	19,05	31,58	47,48
VR*	6-7,9	2,4-3	1,2-1,9	17,1-42,8	0,1-2

\*Valores de referência por Kaneko, Harvey e Bruss (2008); PT: proteína total (g dL<sup>-1</sup>); ALB: albumina (mg dL<sup>-1</sup>); CREAT: creatinina (mg dL<sup>-1</sup>); AU: ácido úrico (mg dL<sup>-1</sup>); MG: média geral; CV: coeficiente de variação; Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%; <sup>1</sup>Y = 3,685671 + 0,040036x - 0,000319x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 83,00%; <sup>2</sup>Y = 0,930049 + 0,001753x - 0,000033x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 73,82%; <sup>3</sup>Y = 36,099060 + 0,757685x - 0,006821x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 68,72%; <sup>4</sup>Y = 0,171571 - 0,005468x + 0,000065x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 90,67%.

Com relação ao período de utilização da ração apenas não se observou diferença para a albumina. A ureia, creatinina e proteínas totais apresentaram efeito quadrático, que pode ser associado ao CMS%PC destes animais (Tabela 2) uma vez que a maior concentração destes metabólitos coincidiu com o período de maior consumo.

O ácido úrico também apresentou resposta quadrática, porém com maiores valores no início e final do experimento. Como podemos observar, quando houve maior

concentração de ácido úrico no sangue, houve menor concentração de ureia (Tabela 7). O ácido úrico está diretamente relacionado com a síntese de proteína microbiana pelos microrganismos ruminais, portanto quando há maior concentração deste metabólito, ocorre maior síntese microbiana e consequentemente, maior uso de amônia ruminal, diminuindo então o escape da mesma, promovendo redução da quantidade de ureia no fígado e consequentemente menor concentração de ureia no plasma.

A creatinina plasmática é derivada, praticamente em sua totalidade, do catabolismo da creatina presente no tecido muscular, sendo sua concentração no plasma proporcional à massa e atividade muscular (GONZÁLEZ e SILVA, 2006). A concentração de creatinina estava abaixo do valor de recomendação e diminuiu no fim do período experimental, podendo ser explicada pela baixa atividade muscular destes animais, já que se encontravam confinados em baias, e no final do experimento estavam próximos à puberdade, reduzindo o crescimento muscular, uma vez que, o crescimento de ovinos não é caracterizado de forma isométrica, onde o desenvolvimento do tecido ósseo ocorre com maior intensidade na fase inicial de vida, o tecido muscular na fase intermediária até a puberdade, e, o tecido adiposo em idade mais avançada (SANTOS et al., 2001).

Houve maior concentração sanguínea de fósforo para o tratamento 70V:30C (Tabela 8), porém os valores de ambos tratamentos se encontram acima do valor de referência. O fósforo existe em combinações orgânicas dentro da célula, contudo, o interesse principal no perfil metabólico é no fósforo inorgânico que se encontra no plasma, e seu valor pode ser influenciado pela quantidade reciclada via saliva e absorção no rúmen e intestino (GONZÁLEZ, 2000a). Um dado que pode ajudar a explicar esse resultado é o maior tempo gasto com ruminação pelos animais consumindo a ração extrusada com relação 70V:30C (Tabela 3), e consequentemente, maior tempo de mastigação total, indicando que estes animais tiveram maior produção de saliva. Quando o fluxo de saliva é maior há mais reciclagem de fósforo e consequentemente maior secreção deste mineral dentro do rumen, sendo utilizado pelos microorganismos ruminais principalmente pelas bactérias celulolíticas, aumentando a atividade ruminal (BORGES, 2007). González (2000a) também afirma que a concentração de fósforo no sangue diminui à medida que o animal fica mais velho, explicando as altas concentrações encontradas neste trabalho, uma vez que eram animais jovens.

**Tabela 8.** Efeito de diferentes relações volumoso: concentrado na ração extrusada sobre a concentração sanguínea dos metabólitos minerais e enzimas hepáticas

Tratamento	AST (U L <sup>-1</sup> )	FA (U L <sup>-1</sup> )	FÓSFORO (mg dL <sup>-1</sup> )	CÁLCIO (mg dL <sup>-1</sup> )
30V:70C	146,19	400,16	9,50 B	8,17
70V:30C	139,14	456,82	10,37 A	8,24
Período	AST <sup>1</sup>	FA <sup>2</sup>	FÓSFORO <sup>3</sup>	CÁLCIO <sup>4</sup>
0	116,30	374,50	8,86	7,95
30	118,33	445,40	10,02	8,32
60	169,03	439,56	11,76	9,07
90	161,03	438,60	10,62	8,43
105	148,82	447,57	8,35	7,20
MG	142,62	428,87	9,94	8,21
CV	29,76	12,05	19,66	21,09
VR*	60-280	68-387	5-7,3	11,5-12,8

\*Valores de referência por Kaneko, Harvey e Bruss (2008); AST: aspartato aminotransferase; FA: fosfatase alcalina; MG: média geral; CV: coeficiente de variação. Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%; <sup>1</sup>Y = 118,448171 + 0,425546x, R<sup>2</sup> = 56,68%; <sup>2</sup>Y = 381,592160 + 1,923633x - 0,013145x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 82,92%; <sup>3</sup>Y = 8,539628 + 0,015894x - 0,000984x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 81,02%; <sup>4</sup>Y = 7,784817 + 0,046198x - 0,000470x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 78,79%.

Houve efeito quadrático da concentração de cálcio durante o período experimental, com redução ao fim do experimento (Tabela 8). A média de concentração de cálcio esteve 28% abaixo da recomendação para ovinos. O cálcio é um macromineral envolvido em diversas funções no organismo animal como por exemplo a excitabilidade neuromuscular, permeabilidade de membranas, contração muscular, atividade enzimática, liberação de hormônios, e coagulação sanguínea, além de ser um componente essencial para a estrutura do esqueleto (GONZÁLEZ, 2000a.; GÊNOVA e PAULINO, 2011). Estes autores ainda relatam que há um intercâmbio contínuo entre o cálcio do plasma sanguíneo e o dos ossos. O cálcio absorvido da alimentação e que faria aumentar a concentração sanguínea deste íon é depositado rapidamente no tecido ósseo, e, inversamente, o cálcio dos ossos é mobilizado quando diminui sua concentração no sangue. Portanto, como os animais neste experimento eram jovens e estavam em crescimento contínuo, o cálcio presente no plasma pode ter sido mobilizado para a estrutura óssea, reduzindo assim sua concentração sanguínea.

Observou-se efeito linear positivo para a enzima hepática aspartato aminotransferase (AST) quando se avaliou o período de utilização da ração. Porém estes valores se encontram dentro do valor de referência, indicando que não houve alteração hepática nestes animais. Houve efeito quadrático sobre a concentração da fosfatase alcalina, fósforo e cálcio durante o período de utilização, onde se observa maior concentração destes metabólitos no mesmo período em que houve maior CMS%PC por animal (Tabela 2), o que pode explicar a elevação de tais metabólitos.

Segundo Kaneko, Harvey e Bruss (2008), a fosfatase alcalina é uma enzima sintetizada em vários tecidos, sendo as maiores concentrações no intestino, rins, ossos e fígado. Aumento nos níveis de fosfatase alcalina no plasma sanguíneo é consequência de lesões nos tecidos hepáticos. Ao final do período experimental a concentração de fosfatase alcalina estava 15,6% acima do valor de referência (Tabela 8), assim como a concentração média da gamaglutamiltransferase (GGT) estava 82,7% acima do valor de referência, que também é uma enzima que indica atividade hepática. Como os animais não apresentaram nenhum distúrbio hepático, esse aumento na concentração destas enzimas indica que o fígado esteve em constante e intensa atividade, uma vez que o CMS foi elevado (Tabela 2).

Houve interação entre tratamento e período para a concentração sanguínea dos metabólitos gamaglutamiltransferase (GGT), creatinoquinase (CK NAC) e magnésio (Tabela 9). A GGT apresentou resposta linear positiva para o tratamento 30V:70C e resposta quadrática para o tratamento 70V:30C ao longo do período experimental. E, ainda, houve maior concentração de GGT para o tratamento 30V:70C no dia 105 do experimento. A GGT está presente em todas as células com exceção do músculo. Apresenta grande atividade nos rins e no fígado, mas somente aquela de origem hepática é normalmente encontrada no plasma, pois a de origem renal é excretada na urina. Aumentos séricos da GGT são verificados principalmente em animais com desordens hepáticas (KANEKO, HARVEY e BRUSS, 2008). Entretanto, houve aumento no CMS (Tabela 2), explicando a intensa atividade hepática, não observando distúrbios hepáticos nestes animais.

O comportamento dos dados de concentração de GGT no período analisado também é consequência da composição da dieta (Tabela 1). O aumento linear positivo da GGT observado na ração extrusada com relação 30V:70C é resultado do consumo de dieta com carboidratos não estruturais altamente fermentescíveis, provenientes do concentrado, que após fermentação e absorção ruminal são metabolizados no fígado,

aumentando a atividade hepática. Já para a ração com relação 70V:30C observou-se efeito quadrático para a GGT, com maior valor na metade do experimento, ou seja, devido a maior presença de carboidratos estruturais na alimentação, o tempo gasto para fermentação e absorção ruminal é maior, reduzindo posteriormente a atividade hepática.

**Tabela 9.** Interação entre tratamento e período sobre a concentração dos metabólitos gamaglutamiltransferase (GGT), creatinoquinase (CK NAC) e magnésio

Período	GGT ( $\text{U L}^{-1}$ )		CK NAC ( $\text{U L}^{-1}$ )		MAGNÉSIO ( $\text{mg dL}^{-1}$ )	
	30V:70C <sup>1</sup>	70V:30C <sup>2</sup>	30V:70C	70V:30C <sup>3</sup>	30V:70C <sup>4</sup>	70V:30C <sup>5</sup>
0	79,26	85,06	119,66	204,66	2,87	3,20
30	89,13	88,13	178,13	116,73	2,78	3,00
60	112,73	109,80	176,60	175,97	2,20	2,86
90	100,00	86,62	142,07	253,81	2,03	2,12
105	114,64 A	86,71B	132,14	135,28	1,67B	2,36 A
MG	95,04		164,66		2,51	
CV	22,15		56,31		20,77	
VR*	20-52				2,2-2,8	

\*Valores de referência por Kaneko, Harvey e Bruss (2008); MG: média geral; CV: coeficiente de variação; Letras distintas na linha diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%. <sup>1</sup>Y = 82,037805 + 0,300306x, R<sup>2</sup> = 72,27%; <sup>2</sup>Y = 82,501032 + 0,644270 - 0,005917x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 50,70%; <sup>3</sup>Y = Equação não ajustou ao modelo; <sup>4</sup>Y = 2,963783 - 0,011109x, R<sup>2</sup> = 91,98%; <sup>5</sup>Y = 3,268552 - 0,010062x, R<sup>2</sup> = 80,92%.

Observou-se interação entre o tratamento 70V:30C com efeito linear negativo sobre o período de avaliação (Tabela 9) para a concentração da enzima CK NAC no sangue. De acordo com González (2000b) são considerados normais valores de CK NAC até 200  $\text{U L}^{-1}$ . Logo, a média encontrada para os valores de CK NAC neste experimento se mantiveram dentro do valor recomendado. A CK NAC é uma enzima músculo esquelética específica de grande importância na avaliação da função muscular. A CK é a enzima mais sensível para indicar lesão muscular já que é uma enzima citoplasmática, sujeita a uma rápida liberação na circulação como resultado de uma pequena lesão (SOARES, 2004). Os valores de CK podem ser alterados em várias condições clínicas associadas à lesão muscular aguda ou a esforço muscular intenso. A enzima AST aumenta concomitante a CK NAC quando ocorrem danos musculares, porém como ambas se encontram dentro da normalidade (Tabelas 8 e 9), é possível afirmar que os animais não sofreram nenhum dano ou lesão muscular, não prejudicando

assim o crescimento dos mesmos, uma vez que eram animais jovens, em fase de maior desenvolvimento muscular.

Houve interação entre tratamento e período para a concentração sanguínea do metabólito mineral magnésio (Tabela 9), com efeito linear negativo durante o período de avaliação e maior concentração de magnésio no tratamento com 70V:30C no fim do período experimental, porém ao longo de todo experimento as médias se encontraram dentro do valor de referência, indicando que a suplementação deste mineral na ração extrusada foi suficiente.

Portanto, pode-se observar que houve intensa atividade hepática dos animais através das concentrações das enzimas AST, GGT e fosfatase alcalina, porém não indicando que os animais tiveram desordens hepáticas, e sim, intensa atividade no fígado uma vez que, o maior CMS associado a característica da extrusão, gera maior quantidade de nutrientes a serem metabolizados no fígado após a fermentação ruminal.

### **Conclusão**

A relação volumoso: concentrado da ração extrusada exerce influência sobre o consumo de matéria seca, movimentação ruminal e comportamento ingestivo de ovinos, sendo estes regulados de acordo com a quantidade de carboidratos estruturais e não estruturais da ração, além de não alterar o perfil metabólico dos animais.

## Referências

- BARBOSA, J. S. R.; ROGÉRIO, M. C. P.; GALVANI, D. B.; ALVES, A. A.; POMPEU, R. C. F. F.; VASCONCELOS, A. M. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo sementes de urucum. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 2, p. 187-198, 2016.
- BORGES, E. E. S. **Fluxo de fósforo em ovinos alimentados com diferentes níveis deste mineral.** 2007. 74f. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2007.
- CAMPBELL, M. K. **Bioquímica.** Porto Alegre, 2001. v.3, 751p.
- CIRNE, L. G. A.; OLIVEIRA, G. J. C.; JAEGER, S. M. P. L.; BAGALDO, A. R.; LEITE, M. C. P.; ROCHA, N. B.; MACEDO JUNIOR, C. M.; OLIVEIRA, P. A. Comportamento ingestivo de cordeiros em confinamento, alimentados com dieta exclusiva de concentrado com diferentes porcentagens de proteína. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 1, p. 229-234, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352014000100031>
- CONRAD, H. R.; WEISS, W. P.; ODWONGO, W. O.; SHOCKEY, W. L. Estimating net energy lactation from components of cell solubles and cell walls. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.2, p.427-436, 1984. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81320-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81320-X)
- CONTRERAS, P. A. PHIL, M. Indicadores do metabolismo proteico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H. O.; RIBEIRO, L. A. (Eds.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** 1. ed. Porto Alegre, 2000. p. 23-30.
- ESPINOZA, J. L.; PALACIOS, A.; ORTEGA, R.; GUILLÉN, A. Efecto de la suplementación de grasas sobre las concentraciones séricas de progesterona, insulina, somatotropina y algunos metabolitos de los lípidos en ovejas Pelibuey. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.40, p. 135-140, 2008. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2008000200004>
- FARIA, W. G. **Aspectos fisiológicos de ovelhas Santa Inês alimentadas com distintas dietas durante dois períodos climáticos em Pedro Leopoldo – MG. 2010.** 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2010.
- FIGUEIREDO, M. R. P.; SALIBA, E. O. S.; BORGES, I.; REBOUÇAS, G. M. N.; AGUIAR E SILVA, F.; SÁ, H. C. M. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 2, p. 485-489, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000200026>
- FISCHER, V.; DESWYSEN,A.G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P. A.; LOBATO, J. F. P. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dieta a base de feno durante um período de seis meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1032-1038. 1997.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J. F. P. Padrões nectemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 362-369, 1998.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVV, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clin Chem**, v. 18, p. 499-502, 1972.

GÊNOVA, L. G.; PAULINO, V. T. Aspectos relacionados a cálcio e fósforo em equídeos e ruminantes. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia – PUBVET**, v. 5, n. 24, art. 1155, 2011.

GESUALDI JÚNIOR, A.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHOS, S. C.; SILVA, J. F. C.; VELOSO, C. M.; CECON, P. R. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: Consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 5, p.1458 – 1466, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-3598200000500026>

GONZÁLEZ, F. H. D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H. O.; RIBEIRO, L. A. (Eds.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. 1. ed. Porto Alegre, 2000a. p. 31-51.

GONZÁLEZ, F. H. D. Uso do perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H. O.; RIBEIRO, L. A. (Eds.). **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. 1. ed. Porto Alegre, 2000b. p. 89-106.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. Perfil Bioquímico no Exercício. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.

GHOREISHI, S.M.; ZAMIRI, M.J.; ROWGHANI, E.; HEJAZI, H. Effect of a calcium soap of fatty acids on reproductive characteristics and lactation performance of fat-tailed sheep. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.10, n.14, p.2389-2395, 2007. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.2389.2395>

GOUVEIA, L. N. F.; MACIEL, M. V.; SOARES, P. C.; SILVA NETO, I. F.; GONÇALVES, D. N. A.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R. Perfil metabólico de ovinos em crescimento alimentados com dietas constituídas de feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, supl. 1, p. 5-9, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015001300002>

GRANDIS, F. A.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I, Y.; SILVA, L. D. F.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; PRADO, O. P. P.; CONSTANTINO, C.; FERNANDES JUNIOR, F.; MANGILLI, L. G.; PEREIRA, E. S. Desempenho, consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com diferentes teores de torta de soja em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Saúde e Produção**

**Animal**, Salvador-BA, v. 16, n. 3, p. 558-570, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000300008>

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6. ed. San Diego: Academic Press, 2008. 928p.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p.1548-1558, 1987.  
<https://doi.org/10.2527/jas1987.6451548x>

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: National Conference on Forage Quality. Evaluation and Utilization, 1994. **Anais...** Lincoln: University of Nebraska. 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. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76075-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2)

NACIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D. C.: National Academy Press, 2007. 384 p.

NOCEK, J. E.; HEALD, C. W. AND POLAN, C. E. Influence of ration of physical form and nitrogen availability on ruminal morphology of growing bull calves. **Journal of Dairy Science**. v.67, n.2, p.334-343, 1984. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81306-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81306-5)

OLIVEIRA, T. S.; AGUIAR, E. F.; MENEZES, G. C. C.; MENEZES, M. A. C. Efetividade da fibra na nutrição de ruminantes. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 2, n. 44, art. 432, 2008.

OLIVEIRA, B. C.; CAETANO, G. A. O.; CAETANO JÚNIOR, M. B.; MARTINS, T. R.; OLIVEIRA, C. B. Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 14, n. 4, 2017.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W. **Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats**. 10th ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2007. 2180p.

SANTOS, C. L.; PÉREZ, J. R. O.; SIQUEIRA, E. R.; MUNIZ, J. A.; BONAGÚRIO, S. Crescimento alométrico dos tecidos ósseo, muscular e adiposo na carcaça de cordeiros santa inês e bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 493-498, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200028>

SOARES, E. C. **Indicadores hematológicos e bioquímicos na avaliação da performance de equinos atletas**. UFRGS. 2004

SOUZA, M. I. L.; URIBE-VELÁSQUEZ, L. F. RAMOS, A. A.; OBA, E. Níveis plasmáticos de colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL) e cortisol, e sua

biorritmidade, em carneiros Ideal-Polwarth. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 4, p. 433-438, 2006.

THIAGO, L. R. L.; GILL, M.; SISSONS, J. W. Studies of method of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle: 2. Eating behaviour, rumen motility and rumen fill. **British Journal of Nutrition**, v. 67, p. 319-336, 1992.

<https://doi.org/10.1079/BJN19920038>

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.3, p.3583-3597, 1991.

[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VILLA, N. A.; PULGARÍN, E.F.; TABARES, P. A.; ANGARITA, E.; CEBALLOS, A. Medidas corporales y concentración sérica y folicular de lípidos y glucosa en vacas Brahman fértiles y subfértiles. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.9, p.1198-1204, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000900019>

ZANINE, A.; MACEDO JÚNIOR, G. L. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 2, 2006.

## **CAPÍTULO 4 – PARÂMETROS PRODUTIVOS DE BORREGAS EM CRESCIMENTO ALIMENTADAS COM RAÇÃO EXTRUSADA EM DIFERENTES RELAÇÕES VOLUMOSO: CONCENTRADO**

**Resumo:** O consumo de alimentos exerce grande influência no crescimento e desempenho dos animais visto que, será a partir da ingestão de matéria seca que ocorrerá o fornecimento da quantidade de nutrientes necessários para atender os requerimentos de manutenção e de produção dos mesmos. Objetivou-se avaliar o consumo de matéria seca, crescimento corporal, ganho de peso e carcaça via ultrassonografia de cordeiros alimentados com ração extrusada em diferentes relações volumoso (V): concentrado (C). O experimento foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Fazenda Experimental Capim Branco, no período de 07 de dezembro de 2016 a 22 de março de 2017. Foram utilizados 30 borregas, mestiças (Santa Inês x Dorper), com idade de três meses, e peso médio de 20 kg. Os animais foram alocados em baías coletivas providas de comedouro, bebedouro, saleiro e piso ripado de madeira. Os tratamentos consistiam de ração extrusada nas relações 30V:70C e 70V:30C, distribuídas inteiramente ao acaso com dois tratamentos e 15 repetições. As médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Tukey e estudo de regressão ao nível de significância de 5%. Foram avaliados o consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso, crescimento corporal através de medidas biométricas e avaliação de carcaça através de ultrassonografia. Houve redução do CMS em relação ao peso corporal ao longo do período experimental e menor CMS pelos animais no tratamento 30V:70C. Observou-se efeito quadrático para as variáveis de crescimento altura do posterior, altura do anterior, comprimento corporal, circunferência torácica e do barril, indicando que os animais apresentaram crescimento corporal adequado, com intenso desenvolvimento durante o período experimental e estabilização ao fim do experimento. Não observou-se diferença no ganho de peso dos animais, sendo o ganho médio diário de 182,79 g dia<sup>-1</sup>. Com relação a avaliação de carcaça observou-se diferença no período de avaliação, com maior área de olho de lombo, escore de condição corporal e espessura de gordura subcutânea no final do período experimental. O uso da ração extrusada com relação 30% volumoso e 70% concentrado promove melhor eficiência alimentar nos animais, uma vez que alcançou o mesmo ganho de peso e desenvolvimento corporal com menor consumo de matéria seca pelos animais.

**Palavras chave:** Biometria. Extrusão. Nutrição. *Ovis aries*.

## **CHAPTER 4 - PRODUCTIVE PARAMETERS OF GROWING LAMBS FED WITH EXTRUDED RATION WITH DIFFERENT ROUGHAGE: CONCENTRATED RATIOS**

**Abstract:** The consumption of food has a great influence on the growth and performance of the animals since it will be from the intake of dry matter that will occur the supply of the quantity of nutrients necessary to meet the requirements of maintenance and production of these animals. The objective was to evaluate dry matter intake, body growth, weight gain and carcass by ultrasonography of lambs fed with extruded ration in different roughage (R): concentrated (C) ratios. The experiment was carried out at the Federal University of Uberlândia (UFU), Fazenda Experimental Capim Branco, from December 7, 2016 to March 22, 2017. 30 lambs, mixed races (Santa Inês x Dorper), aged three months, and average weight of 20 kg. The animals were allocated in collective stalls provided with feeder, drinking fountain, salt shaker

and wooden slatted floor. The treatments consisted of extruded ration in 30R:70C and 70R:30C ratios, completely randomized to two treatments and 15 replicates. The means of the treatments were evaluated by the Tukey test and a regression study at the significance level of 5%. The dry matter intake (DMI), weight gain, body growth through biometric measurements and carcass evaluation were evaluated by ultrasonography. There was a reduction of DMI in relation to body weight during the experimental period and lower DMI by the animals in the treatment 30R:70C. It was observed a quadratic effect for growth variables height of the posterior, height of the anterior, body length, chest circumference and barrel, indicating that the animals presented adequate body growth, with intense development during the experimental period and stabilization at the end of the experiment. There was no difference in the animals' weight gain, with the average daily gain of 182.79 g day<sup>-1</sup>. Regarding the carcass evaluation, a difference was observed in the evaluation period, with a larger loin eye area, body condition score and subcutaneous fat thickness at the end of the experimental period. The use of extruded ration with a 30% roughage and 70% concentrated promotes better feed efficiency in the animals, since it achieved the same weight gain and body development with lower dry matter consumption by the animals.

**Keywords:** Biometry. Extrusion. Nutrition. *Ovis aries*.

## Introdução

O desempenho animal é função direta do consumo de matéria seca digestível, e, a ingestão de alimentos varia em função do animal (peso vivo e sua variação, nível de produção, estado fisiológico e tamanho), do alimento (fibra, volume, capacidade de enchimento, densidade energética e necessidade de mastigação) e das condições de alimentação (disponibilidade de alimento, espaço no cocho, tempo de acesso ao alimento, frequência de alimentação, etc), além das condições climáticas (GESUALDI JR et al., 2000; MERTENS, 1994).

Os principais fatores físicos que controlam o consumo de matéria seca em dietas com alto teor de fibra são a taxa de passagem e o enchimento, e, no caso de dietas com alto teor de concentrado a regulação do consumo de matéria seca ocorre através da demanda energética e por fatores metabólicos (CONRAD et al., 1984; MERTENS, 1987; VAN SOEST, 1994). Usualmente, as rações são compostas por alimentos volumosos e concentrados, logo é de grande importância que seja feito o correto balanceamento dessas rações, o que consequentemente determina a relação concentrado: volumoso adequada para atender às exigências nutricionais dos animais. E, tanto o balanceamento de dietas quanto a proporção volumoso: concentrado adotada vão depender da qualidade do volumoso e da ração concentrada utilizados, da idade e peso dos animais, e também da necessidade de ganho de peso dos animais ou produção de

leite (CARDOSO, 1996), uma vez que, maiores taxas de ganho de peso ou produção leiteira requerem maior concentração energética da ração.

Com o objetivo de melhorar a qualidade dos alimentos ofertados, é possível a realização de processamentos físicos dos mesmos, como por exemplo, o processo de extrusão. Extrusão é um processo de cozimento à alta pressão, umidade e temperatura, em curto espaço de tempo. Tal processo promove aumento da digestibilidade dos nutrientes do alimento e consequentemente aumento do peso e eficiência alimentar dos animais e, em alguns casos, melhoram significativamente a palatabilidade dos ingredientes ou rações (ANDRIGUETO et al., 1981).

Dentre as ferramentas utilizadas para mensurar a produtividade de pequenos ruminantes, tem-se destacado a biometria corporal (como forma de avaliação do crescimento dos animais), que, quando analisada juntamente com outros índices zootécnicos, constitui uma importante base de dados para a avaliação individual dos animais e para determinar a evolução do sistema produtivo (YÁÑEZ et al., 2004). Ainda, essas medidas biométricas obtidas de animais *in vivo*, possuem alta correlação com as medidas de carcaça e, junto com outros índices zootécnicos, podem auxiliar na predição de algumas características produtivas como peso, rendimento e conformação da carcaça, proporção de músculos e tecido adiposo, assim como o rendimento dos cortes orientando os produtores quanto ao melhor momento de abate dos animais (MORENO et al., 2010; PINHEIRO et al., 2007).

A ultrassonografia também pode ser uma ferramenta utilizada na avaliação da produtividade, permitindo analisar a composição da carcaça de forma não invasiva, permitindo quantificar diferentes tecidos em animais vivos. Na produção de carne ovina, a carcaça junto com suas características quantitativas é de fundamental importância, uma vez que se relacionam diretamente com o produto final. Sendo considerada como carcaça ideal a que apresenta máxima proporção de músculo, mínima de osso e adequada quantidade de gordura para atender as exigências dos consumidores (OSÓRIO; OSÓRIO, 2005). A composição das carcaças pode ser estimada por meio da mensuração da área de olho de lombo e da espessura da gordura subcutânea tomadas na altura da inserção da 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, que apresentam correlação alta e positiva com a distribuição de músculos e com o teor de gordura na carcaça, respectivamente (MCMANUS et al., 2013). Essas estimativas obtidas por ultrassonografia têm apresentado alta repetibilidade e também altas correlações com as medidas correspondentes tomadas na carcaça após o abate dos animais (WILLIAMS, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características morfológicas *in vivo* e da carcaça (utilizando ultrassom) como forma de se avaliar o desempenho em borregas mestiças (Dorper x Santa Inês) que receberem ração extrusada em duas relações volumoso: concentrado.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Fazenda Experimental Capim Branco, localizada no município de Uberlândia, Minas Gerais. O período de realização foi de 07 de dezembro de 2016 a 22 de março de 2017. O protocolo experimental deste trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA) da UFU sob o número 140/16.

Foram utilizadas 30 borregas ½ sangue (Santa Inês e Dorper), com peso médio de 20 kg e três meses de idade, sendo estes animais desmamados no dia 28/09/2016. Todos os animais foram pesados e vermifugados com Levamisol e monepantel (via oral) no primeiro dia do experimento, e posteriormente alocados em baías coletivas equipadas com comedouro, bebedouro, saleiro e piso ripado. Antes do início do experimento os animais estavam consumindo dieta a base de silagem de milho e concentrado farelado (farelo de milho, farelo de soja, ureia e sal mineral).

O experimento teve duração de 105 dias sendo os primeiros quinze dias utilizados para adaptação dos animais às baías e à dieta, e os 90 dias posteriores para coleta de dados. Os animais foram divididos em seis baías coletivas (cada baia com cinco animais), sendo três baias para cada tratamento avaliado. Essas baias possuíam 20m<sup>2</sup> cada e ficavam localizadas em galpão de alvenaria sob local coberto. Os animais possuíam acesso a bebedouro com água e cocho com sal mineral à vontade.

A alimentação dos animais do experimento era composta apenas por ração extrusada, possuindo volumoso e concentrado no mesmo *pellet*, onde a parte fibrosa do alimento é composta por forragens do gênero Urochloa, e a parte concentrada composta por farelo de milho, farelo de soja, amido, minerais e monensina. Logo, os tratamentos foram divididos de acordo com a relação volumoso: concentrado da dieta, sendo 70% de volumoso e 30% de concentrado (70V:30C) e, 30% de volumoso e 70% de concentrado (30V:70C). A composição bromatológica dos tratamentos se encontra na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição bromatológica dos tratamentos

Nutriente	70V:30C	30V:70C
Matéria Seca (MS)*	92,07%	92,05%
Proteína Bruta (PB)*	10,82%	13,64%
Fibra em Detergente Neutro (FDN)*	34,48%	29,64%
Fibra em Detergente Ácido (FDA)*	20,63%	16,41%
Carboidrato Não Fibroso (CNF)*	47,60%	49,57
Extrato Etéreo (EE)**	2,09%	2,21%
Matéria Mineral (MM)*	4,88%	5,06%
Amido **	33,84%	39,36%
Monensina **	17,04 mg/kg	39,76 mg/kg

\* Valores obtidos após análises feitas no laboratório de nutrição animal do curso de Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia e parceria com o Instituto Federal do Triângulo Mineiro – campus Uberaba; \*\*Dados fornecidos pelo fabricante.

A ração foi fornecida duas vezes ao dia (8 e 16 horas). As sobras foram mensuradas diariamente e sempre que os valores eram iguais à zero, aumentou-se a quantidade fornecida até atingir sobre equivalente a 10% do ofertado. Todos os dias as sobras eram pesadas, permitindo realizar o cálculo do consumo de matéria seca (CMS), através da fórmula: CMS = (ofertado de alimento x % matéria seca do ofertado) – (sobras de alimento x % matéria seca das sobras). Como o alimento ofertado e as sobras eram relativos à baia, para calcular o CMS de cada animal, pegou-se o resultado do CMS da baia e dividiu por cinco (quantidade de animais por baia). O CMS em relação ao peso vivo foi obtido através da relação entre o CMS e o peso corporal médio dos animais durante todo o período de avaliação.

Para avaliação do desempenho foram analisados o ganho de peso, escore de condição corporal (ECC), crescimento corporal e avaliação de carcaça. As avaliações foram feitas a cada 15 dias, sendo no primeiro dia do experimento (0), durante a adaptação e posteriormente nos dias 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105, totalizando oito avaliações. A avaliação de carcaça foi realizada no início (dia 03/11/2016) e no final (dia 17/01/2017) do experimento, sendo duas avaliações. Todas as avaliações foram realizadas no período da manhã antes da primeira alimentação. Nos mesmos dias da avaliação de carcaça via ultrassom também foi avaliado o ECC dos animais.

Para avaliação de carcaça *in vivo* foi realizado ultrassom com o aparelho Mindray DP 2200. Cada animal foi contido, procedendo-se à tricotomia da área de

medição situada, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> vértebras lombares. Foram retiradas via ultrassom a espessura de gordura (ESPG) e altura e comprimento do músculo *Longissimus dorsi*, possibilitando calcular a área de olho de lombo (AOL) através da fórmula proposta por Silva Sobrinho (1999):

$$\text{AOL} = (\text{C}/2 \times \text{A}/2) \times \pi$$

Onde:

C = comprimento do músculo; A = altura do músculo;  $\pi = 3,1415926\dots$

Para avaliar o peso dos animais foi utilizada balança digital Wei Heng® com precisão de 10 gramas. As pesagens foram realizadas nos mesmos dias da avaliação biométrica, sempre antes do fornecimento da primeira alimentação.

O ECC foi feito sempre pelo mesmo avaliador (devido a subjetividade da análise) por pessoa treinada através da apalpação das 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> vertebrae lombares permitindo avaliar à deposição de gordura no animal, em escala proposta por Russel, Doney e Gunn (1969): 1- muito magra; 2- magra; 3- normal; 4- gorda; 5- obesa. Ambas avaliações foram feitas no período da manhã antes da primeira alimentação.

Para avaliação do crescimento corporal dos animais foram retiradas as medidas biométricas. As medidas biométricas foram feitas com auxílio de fita métrica. Para mensuração o animal era mantido calmo e contido em uma superfície plana com as quatro patas apoiadas no chão e postura alinhada. As variáveis analisadas foram:

- Altura do anterior (AA): distância vertical entre o ponto mais alto (no sentido da escápula) e o solo;
- Altura do posterior (AP): distância vertical entre o ponto mais alto (no sentido do osso ílio) e o solo;
- Comprimento corporal (CC): distância entre a base da cauda (osso ísquio) e a base do pescoço (face lateral da articulação escápulo-umeral);
- Circunferência torácica (CT): aferida na parte posterior das escápulas junto às axilas;
- Largura de peito (LP): distância entre as faces laterais das articulações escápulo-umerais do lado direito e esquerdo;
- Circunferência do barril (CB): circunferência da parte inferior às costelas onde se localiza o vazio.

Utilizou-se delineamento ao acaso com medidas repetidas ao tempo com dois tratamentos e quinze repetições. As médias dos tratamentos foram avaliadas por teste de

Tukey e estudo de regressão ao nível de significância de 5% para as avaliações do período. Para avaliação do consumo utilizou-se as baias como repetição, sendo assim, cada tratamento teve três baias como unidade de repetição. As médias de ECC foram avaliadas pelo teste não paramétrico de Kruskal e Wallis (1952). Todas as variáveis foram testadas para normalidade e homogeneidade dos dados.

### **Resultados e Discussão**

O consumo de matéria seca (CMS) em relação ao peso corporal foi maior para o tratamento 70V:30C, sendo que para o consumo em quilogramas por animal não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 2). O CMS médio encontrado por animal foi de  $1,13 \text{ kg dia}^{-1}$ , o qual se encontra dentro do recomendado para a categoria animal analisada que é entre  $1,0\text{-}1,3 \text{ kg dia}^{-1}$  (NRC, 2007). O valor de CMS em relação ao peso corporal (CMS%PC) recomendado pelo NRC (2007) é de 3,51%, ou seja, os animais do tratamento 30V:70C apresentaram CMS%PC 3,4% acima do recomendado, enquanto os animais do tratamento 70V:30C apresentaram CMS%PC 13,9% acima do recomendado.

O menor consumo verificado para os animais consumindo 70% de concentrado pode ser explicado pela regulação metabólica de consumo, já que dieta possui quantidades de energia e proteína altamente fermentescíveis no rumen, consequentemente a quantidade ingerida para manutenção e produção pode ser superior a exigência nutricional, portanto mecanismos fisiológicos atuam deprimindo o apetite e consequentemente reduzindo o consumo de alimento (OLIVEIRA et al., 2017).

**Tabela 2.** Consumo de matéria seca (CMS) por animal e por peso corporal (CMS%PC) em função dos tratamentos e do período

Tratamento	CMS/Animal (kg dia <sup>-1</sup> )	CMS%PC (%)
30V:70C	1,08	3,63 B
70V:30C	1,18	4,00 A
Período	CMS/Animal <sup>1</sup> (kg dia <sup>-1</sup> )	CMS%PC <sup>2</sup> (%)
15	0,94	4,27
30	1,09	4,37
45	1,21	4,04
60	1,14	3,78
75	1,19	3,62
90	1,23	3,40
105	1,24	3,20
MG	1,13	3,81
CV	6,48	5,88

MG: média geral; CV: coeficiente de variação; <sup>1</sup>Y = 0,872929 + 0,006769x - 0,000031x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 94,91%;

<sup>2</sup>Y = 4,613843 - 0,013276x, R<sup>2</sup> = 95,86%.

No período avaliado observou-se efeito quadrático no CMS por animal, com maior consumo da metade para o final do experimento, e para o CMS%PC observou-se efeito linear negativo, com menor CMS no final do período experimental. Um fato que pode explicar essa resposta do CMS é o ganho de peso dos animais, que ao final do experimento estavam mais pesados, logo, mesmo aumentando a quantidade em quilos ingerida, o CMS%PC é reduzido. Estes animais quando jovens possuem uma menor exigência nutricional para atender, e por serem mais leves mesmo que ingerindo menor quantidade de alimento por dia, quando esse consumo é relativo com o peso corporal encontra-se maiores valores de CMS%PC. Porém a medida que estes animais crescem, a exigência nutricional também aumenta, sendo necessário maior ingestão diária para atendê-las, e, junto com o alto consumo os animais começam seu processo de engorda, ficando mais pesados, então, quando é feita a relação entre este consumo e o peso corporal deles esta medida é reduzida (ZANINE; MACEDO JUNIOR, 2006).

Os resultados referentes à avaliação de crescimento corporal se encontram na Tabela 3. Não houve efeito da utilização de diferentes relações volumoso: concentrado sobre as medidas biométricas (P<0,05) altura do anterior (AA), altura do posterior (AP), circunferência torácica (CT), circunferência do barril (CB) e comprimento corporal (CC), sobre o escore de condição corporal (ECC). Logo, pode-se afirmar que os dois tratamentos são eficazes para promover desenvolvimento corporal adequado dos

animais. Os ovinos apresentam curva de crescimento do tipo sigmoide, ou seja, após ao nascimento durante a fase inicial, esses animais apresentam crescimento lento, o qual aumenta rapidamente logo a seguir acelerando até a puberdade, e, após a puberdade quando atinge estágios mais avançados a taxa de crescimento é reduzida, anulando-se na maturidade (SILVA, 2017). Logo, os animais que estavam nos dois tratamentos, apresentaram crescimento constante, como esperado, já que eram animais próximos da puberdade ao fim do experimento.

Moreno et al. (2010) trabalharam com cordeiros em crescimento (peso inicial de 15 kg), utilizando duas relações volumoso: concentrado (60V:40C e 40V:60C) sendo o volumoso silagem de milho ou cana de açúcar picada e concentrado a base de milho moído e farelo de soja, e avaliaram as medidas biométricas AA, AP, CT e CC, encontrando valores de 57,50, 58,45, 76,35 e 56,80 cm respectivamente para o tratamento com menor teor de concentrado e, 57,35, 58,65, 77,15 e 56,00 cm respectivamente para o tratamento com maior teor de concentrado. O ECC médio encontrado por estes autores foi de 3,85 para o tratamento 60C:40V e 3,5 para o tratamento 60V:40C.

**Tabela 3.** Efeito de diferentes relações volumoso: concentrado na ração total extrusada e do período sobre peso, medidas biométricas e escore de condição corporal em borregas mestiças

Tratamento	AA (cm)	AP (cm)	CT (cm)	CB (cm)	CC (cm)	ECC
30V:70C	54,80	56,20	71,79	82,28	63,61	3,19
70V:30C	55,06	56,52	71,73	82,66	62,99	3,12
Período	AA <sup>1</sup> (cm)	AP <sup>2</sup> (cm)	CT <sup>3</sup> (cm)	CB <sup>4</sup> (cm)	CC <sup>5</sup> (cm)	ECC*
0	48,60	50,23	59,96	67,40	55,33	2,81 B
15	52,33	53,43	63,26	72,83	57,53	2,81 B
30	53,63	55,13	66,80	77,80	59,96	2,76 B
45	54,56	55,83	72,03	83,70	63,10	2,88 B
60	55,76	57,13	74,90	86,00	65,23	3,00 B
75	56,90	58,53	76,77	87,93	66,36	3,33AB
90	58,55	60,00	79,68	90,51	69,06	3,81 A
105	59,41	60,89	81,27	94,06	70,20	3,87 A
MG	54,93	56,36	71,76	82,44	63,29	3,15
CV	4,59	4,55	4,79	4,97	4,47	11,03

\*Estatística não paramétrica; AA: altura do anterior; AP: altura do posterior; CT: circunferência torácica; CB: circunferência do barril; CC: comprimento corporal; ECC: escore de condição corporal; MG: média geral; CV: coeficiente de variação. <sup>1</sup>Y = 49,384291 + 0,138719x - 0,000431x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 97,39%; <sup>2</sup>Y = 50,838458 + 0,134678x - 0,000383x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 98,26%; <sup>3</sup>Y = 54,430747 + 0,303207x - 0,000892x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 99,43%; <sup>4</sup>Y = 67,537069 + 0,388917x - 0,001377x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 99,18%; <sup>5</sup>Y = 55,084100 + 0,187791x - 0,000404x<sup>2</sup>, R<sup>2</sup> = 99,52%.

Houve efeito quadrático do período sobre as medidas biométricas AA, AP, CT, CB e CC o que nos mostra que os animais ao final do experimento já estavam chegando à maturidade sexual (próximo dos 6-7 meses) desacelerando o crescimento. Ao final do experimento também, concomitante a estabilização do crescimento dos animais ocorreu queda no CMS%PC, indicando que os animais alcançaram o consumo ideal para suprir às suas exigências nutricionais, e que também estavam mais pesados (Figura 1B). A medida biométrica circunferência do barril está diretamente relacionada com o consumo de matéria seca (CMS) pelos animais, uma vez que quanto maior for à circunferência do barril, maior é a capacidade ingestiva do animal. Logo, quando houve estabilização do crescimento desta medida, houve queda no CMS (Tabela 2).

A partir dos 90 dias do experimento obteve-se maiores valores de ECC, uma vez que estes animais estabilizaram o crescimento muscular, e iniciaram a deposição de gordura na carcaça, já que estavam próximos da maturidade sexual. É observada diferença na velocidade de crescimento dos tecidos muscular, ósseo e adiposo devido a maturidade fisiológica de cada um: o tecido ósseo apresenta crescimento mais precoce; o muscular, intermediário; e o adiposo, mais tardio (HAMMOND, 1960; SANTOS et al., 2001). Ou seja, os músculos apresentam crescimento mais acelerado em animais mais jovens e a gordura apresenta deposição mais acentuada em animais mais maduros, sendo que os ossos apresentam menor velocidade de crescimento que os demais componentes.

Houve interação entre tratamento e período para a medida biométrica largura de peito (LP), onde houve aumento linear crescente da LP ao longo do período experimental para as duas relações concentrado:volumoso estudadas (Tabela 3).

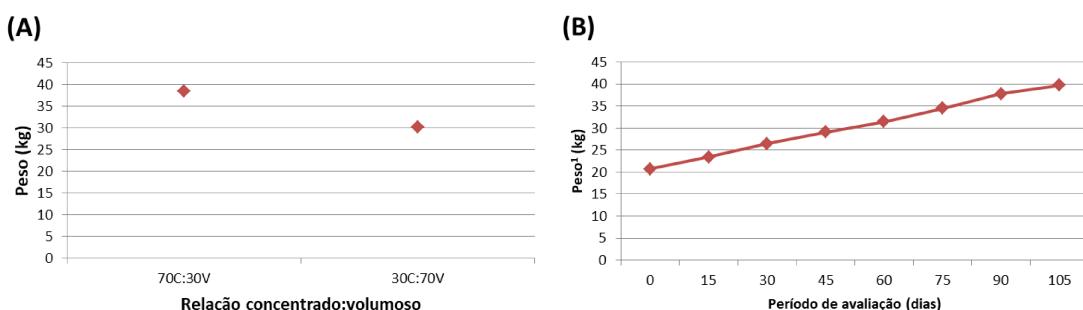
**Tabela 4.** Interação entre relações de volumoso: concentrado e período para Largura de Peito (cm)

Tratamento	0	15	30	45	60	75	90	105
<sup>1</sup> 30V:70C	16,46	17,53	18,93	20,00	21,20	20,06	23,53	24,53
<sup>2</sup> 70V:30C	15,93	17,20	17,86	19,46	20,26	22,33	24,07	24,35
MG				20,20				
CV					8,95			

MG: média geral; CV: coeficiente de variação; <sup>1</sup>Y = 16,488889 + 0,072275x, R<sup>2</sup> = 92,19%; <sup>2</sup>Y = 15,706746 + 0,085336x, R<sup>2</sup> = 98,30%.

De acordo com Marques et al. (2008) a LP é uma das medidas biométricas que pode ser utilizada para predizer o peso vivo ao abate em animais da raça Santa Inês. Porém, Souza et al. (2014) já mostraram que apesar da alta correlação da LP com o peso vivo de cordeiros, é uma medida menos indicada para predição de peso corporal nestes animais. Entretanto, neste trabalho o peso corporal (Figura 1B) dos animais e o crescimento em largura de peito apresentaram crescimento linear positivo, ou seja, a medida que se aumentou a largura do peito, houve aumento no peso corporal.

Com relação ao peso corporal, observou-se diferença apenas durante o período de avaliação, com crescimento linear positivo (Figura 1B). O peso corporal encontrado está totalmente relacionado com a resposta de CMS encontrada neste trabalho, pois ao final do período experimental os animais apresentaram maior CMS diário, porém quando relacionado com o peso corporal o CMS é reduzido já que os animais estavam mais pesados.



**Figura 1.** (A) Efeito da relação volumoso: concentrado sobre o peso corporal de borregas mestiças; (B) Efeito do período de avaliação sobre o peso corporal de borregas mestiças. MG = 30,31; CV = 6,95;  $^1Y = 20,740227 + 0,183808x$ ,  $R^2 = 99,82\%$ .

De acordo com a literatura (CARVALHO et al., 2007; MURTA et al., 2009; PIRES et al., 2000; SIQUEIRA; FERNANDES, 1999) o peso ideal de abate de cordeiros é entre 30-35 kg, pois é quando a proporção de músculos na carcaça é máxima e a gordura suficiente para proporcionar à carne propriedades sensoriais adequadas à preferência do mercado consumidor. Diante desta afirmativa observa-se que os animais deste trabalho estavam aptos ao abate entre os dias 60 e 75 do experimento, que equivale ao período em que os animais possuíam aproximadamente 5-6 meses de idade. Ou seja, a partir deste período os animais estavam estabilizando o crescimento muscular, e iniciando o acúmulo de gordura na carcaça, que é evidente através do maior ECC observado no fim do período experimental (Tabela 3).

Não se observou efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso médio diário (GMD, Tabela 5). O GMD encontrado para as borregas durante todo o experimento foi de 182,79 gramas (no período de 0 a 105 dias), sendo este ganho muito semelhante ao encontrado por Carvalho et al. (2007) que foi de 171 gramas, utilizando cordeiros em confinamento alimentados com feno de Tifton-85 e concentrado farelado na proporção 60V:40C.

**Tabela 5.** Efeito de diferentes relações volumoso: concentrado na ração extrusada sobre o ganho médio diário (GMD, em gramas dia<sup>-1</sup>) em borregas mestiças

Tratamento	0-15	15-30	0-30	30-45	0-45	45-60	0-60	
Período (dias)								
30V:70C	197,51	216,68	207,10	173,75	195,88	162,28	181,63	
70V:30C	168,97	194,91	181,94	179,24	176,06	206,28	185,64	
MG	183,24	205,80	194,52	176,49	186,02	184,28	183,63	
CV	36,30	29,02	23,60	36,81	21,91	34,04	19,00	
Tratamento	60-75	0-75	75-90	0-90	90-105	0-105		
Período (dias)								
30V:70C	235,31	186,04	211,75	193,28	155,57	183,54		
70V:30C	195,04	182,69	194,05	183,54	190,79	182,03		
MG	215,17	184,37	202,90	188,41	173,18	182,79		
CV	32,29	18,16	28,97	24,29	33,31	17,83		

MG: média geral; CV: coeficiente de variação.

Estudos demonstram que, o GMD esperado em animais criados a pasto ou seja com maior teor de volumoso na dieta e suplementados é entre 150-200 g dia<sup>-1</sup> (Carvalho et al., 2007; Fernandes et al., 2011; Ribeiro, 2010), enquanto cordeiros confinados, alimentados com maior proporção de concentrado, espera-se ganhos de 350-450 g dia<sup>-1</sup> (Poli et al., 2008; Ribeiro et al., 2009). Logo, o GMD dos animais no tratamento 70V:30C estão de acordo com o recomendado por estes autores, porém os animais do tratamento 30V:70C apresentaram GMD aproximadamente 48% menor em relação ao esperado. Porém, como os animais alimentados com 70% de concentrado apresentaram menor CMS e mesmo GMD que os animais alimentados com 30% de concentrado, podemos afirmar que a eficiência alimentar destes animais foi melhor.

Não se observou efeito das diferentes relações volumoso: concentrado sobre as características de carcaça avaliadas (Tabela 6). Já em relação ao período de avaliação, houve aumento no ECC, espessura de gordura (ESPG), área de olho de lombo (AOL) e comprimento do músculo *Longissimus dorsi* aos 90 dias do experimento. No fim do experimento o ECC e a ESPG estavam 35,5% e 63,8% respectivamente maiores em relação ao início do experimento. Como mencionado anteriormente, o maior ECC e também ESPG podem ser atribuídos à puberdade dos animais avaliados, uma vez que começaram a depositar gordura em detrimento da deposição muscular. De acordo com Luchiari Filho (2000) a medida da AOL também é utilizada como indicador da composição de carcaça, existindo correlação positiva entre a AOL e a porção comestível da carcaça, logo, à medida em que aumenta AOL, aumenta a porção comestível da carcaça e vice-versa.

**Tabela 6.** Efeito de diferentes relações volumoso: concentrado na ração extrusada sobre as características de carcaça *in vivo* em borregos mestiços

Tratamento	ECC	ESPG (mm)	AOL (cm <sup>2</sup> )	Altura (cm)	Comprimento (cm)
30V:70C	3,34	1,75	8,10	2,78	3,83
70V:30C	3,26	1,66	7,91	2,68	3,90
Período	ECC*	ESPG (mm)	AOL (cm <sup>2</sup> )	Altura (cm)	Comprimento (cm)
0	2,81 B	1,30 B	6,68 B	2,76	3,33 B
90	3,81 A	2,13 A	9,37 A	2,69	4,42 A
MG	3,30	1,71	8,00	2,73	3,87
CV	6,48	19,59	8,41	10,22	4,85

\*Estatística não paramétrica; ECC: escore de condição corporal; ESPG: espessura de gordura; AOL: área de olho de lombo; MG: média geral; CV: coeficiente de variação. Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%.

Ao final do experimento a AOL estava aproximadamente 29% maior em relação ao início do experimento. Cartaxo et al. (2011) comprovaram que quanto maior a concentração de energia na dieta maior a AOL e, consequentemente, a quantidade de músculo na carcaça. Logo é esperado que estes animais tenham maior AOL no final do período experimental uma vez que a ração extrusada que estavam consumindo era extrusada, com maior digestibilidade e fermentabilidade dos nutrientes (proteínas, carboidratos e fibra, Tabela 1).

O maior comprimento do músculo *Longissimus dorsi* observado aos 90 dias do experimento está totalmente relacionado com a resposta de crescimento destes animais (Tabela 3), pois os mesmos apresentaram crescimento uniforme das medidas de comprimento (comprimento corporal) e altura (altura de anterior e posterior).

Queiroz et al. (2015) observaram AOL de  $10,6 \pm 1,04 \text{ cm}^2$  para animais com 2 mm de ESPG, trabalhando com cordeiros Santa Inês com aproximadamente 100 dias de idade, alimentados com feno de aveia e concentrado a base de farelo de milho e soja.

### **Conclusão**

O uso da ração extrusada com relação 70% concentrado e 30% volumoso promove melhor eficiência alimentar nos animais, uma vez que alcançou o mesmo ganho de peso e desenvolvimento corporal com menor consumo de matéria seca pelos animais.

## Referências

ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal - os alimentos.** 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. v.1, p.23-6.

CARDOSO, G. E. **Engorda de bovinos em confinamento.** Campo Grande: Embrapa Gado De Corte. 1996.

CARTAXO, F. Q.; SOUSA, W. H.; COSTA, R. G.; CEZAR, M. F.; PEREIRA FILHO, J. M.; CUNHA, M. G. G. Características quantitativas da carcaça de cordeiros de diferentes genótipos submetidos a duas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, p. 2220-2227, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001000023>

CARVALHO, S.; BROCHIER, M. A.; PIVATO, J.; TEIXEIRA, R. C.; KIELING, R. Ganho de peso, características da carcaça e componentes não-carcaça de cordeiros da raça Texel terminados em diferentes sistemas alimentares. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.821-827, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000300034>

CONRAD, H. R.; WEISS, W. P.; ODWONGO, W. O.; SHOCKEY, W. L. Estimating net energy lactation from components of cell solubles and cell walls. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.2, p.427-436, 1984. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81320-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81320-X)

FERNANDES, S. R; MONTEIRO, A. L. G.; SILVA, C. J. A.; SILVA, M. G. B.; ROSSI JUNIOR, P.; SOUZA, D. F.; SALGADO, J. Á.; HENTZ, F. Desmame precoce e a suplementação concentrada no peso ao abate e nas características de carcaça de cordeiros terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, p. 527-537, 2011.

GESUALDI JÚNIOR, A.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHOS, S. C.; SILVA, J. F. C.; VELOSO, C. M.; CECON, P. R. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: Consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 5, p.1458 – 1466, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-3598200000500026>

HAMMOND, J. **Carne: Producción y tecnología: conferencias, observaciones.** Mesas redondas, s. l. CAFADE. 1960. 160p .

KRUSKAL, W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal American Statistical Association**, v. 47, 1952. p. 583-621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina.** 1.ed. São Paulo: 2000. 134p.

MARQUES, A. V. S. M.; COSTA, R. G.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA FILHO, J. M.; LIRA FILHO, G. E.; SANTOS, N. M. Feno de flor de seda (*Calotropis procera* SW) em dietas de cordeiros Santa Inês: Biometria e rendimento dos componentes não-

constituíntes da carcaça. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n.1, p. 85-89, 2008. <https://doi.org/10.5039/agraria.v3i1a296>

MCMANUS, C.; PAIM, T. P.; LOUVANDINI, H.; DALLAGO, B. S. L.; DIAS, L. T.; TEIXEIRA, R. A. Avaliação ultrassonográfica da qualidade de carcaça de ovinos Santa Inês. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 8-16, 2013.  
<https://doi.org/10.5216/cab.v14i1.12336>

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p.1548-1558, 1987.  
<https://doi.org/10.2527/jas1987.6451548x>

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: National Conference on Forage Quality. Evaluation and Utilization, 1994. **Anais...** Lincoln: University of Nebraska. p. 450-493, 1994.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; OLIVEIRA, R. V.; YOKOO, M. J. I.; SOUSA JÚNIOR, S. C.; PEREZ, H. L. Características morfológicas “*in vivo*” e da carcaça de cordeiros terminados em confinamento e suas correlações. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 3, p. 888-902, 2010.

MURTA, R. M.; CHAVES, M. A.; SILVA, F. V.; BUTERI, C. B.; FERNANDES, O. W. B.; SANTOS, L. X. Ganho em peso e características da carcaça de ovinos confinados alimentados com bagaço de cana hidrolisado com óxido de cálcio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 438-445, 2009.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D. C.: National Academy Press, 2007. 384 p.

OLIVEIRA, B. C.; CAETANO, G. A. O.; CAETANO JÚNIOR, M. B.; MARTINS, T. R.; OLIVEIRA, C. B. Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte: Fatores físicos, fatores químicos, fatores psicogênicos, ingestão de água. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 14, n. 4, p. 6066-6075, 2017.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina: Técnicas de avaliação “in vivo” e na carcaça**. 2.ed. Pelotas, 2005, 82 p.

PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MARQUES, C. A. T.; YAMAMOTO, S. M. Biometria *in vivo* e da carcaça de cordeiros confinados. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, n. 216, p. 955-958, 2007.

PIRES, C. C.; SILVA, L. F.; SCHLICK, F. E.; GUERRA, D. P.; BISCAINO, G.; CARNEIRO, R. M. Cria e terminação de cordeiros confinados. **Ciência Rural**, v. 30, n. 5, p. 875-880, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0103-8478200000500023>

POLI, C. H. E. C.; MONTEIRO, A. L. G.; BARROS, C. S.; MORAES, A.; FERNANDES, M. A. M.; PIAZZETTA, H. L. Produção de ovinos de corte em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 666- 673, 2008.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000400012>

QUEIROZ, L. O.; SANTOS, G. R. A.; MACÊDO, F. A. F.; MORA, N. H. A. P.; TORRES, M. G.; SANTANA, T. E. Z.; MACÊDO, F. G. Características quantitativas da carcaça de cordeiros Santa Inês, abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 3, p. 712-722, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402015000300021>

RIBEIRO, T. M. D.; MONTEIRO, A. L. G.; PRADO, O. R.; NATEL, A. S.; SALGADO, J. A.; PIAZZETTA, H. L.; FERNANDES, S. R. Desempenho e características das carcaças de cordeiros em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, p. 366-378, 2009.

RIBEIRO, T. M. D. **Produção intensiva de cordeiros Suffolk em pastagem com ou sem desmama e comportamento seletivo de ovelhas Coopworth em pastejo**. 2010. 91 f. Tese de Doutorado (Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.

RUSSEL, A. J. F.; DONEY, J. M.; GUNN, R. G. Subjective assessment of body fat in live sheep. **Journal Agricultural Science**, v. 72, p. 451-454, 1969.  
<https://doi.org/10.1017/S0021859600024874>

SANTOS, C. L.; PÉREZ, J. R. O.; MUNIZ, J. A.; GERASEEV, L. C.; SIQUEIRA, E. R. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 487-492, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000200027>

SILVA SOBRINHO, A. G. **Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter**. 1999. 54f. Dissertation (Post Doctorate in Sheep Meat Production) – Massey University, Palmerston North, 1999.

SILVA, S. N. **Crescimento e desenvolvimento de ovinos da raça Santa Inês**. 2017. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2017.

SIQUEIRA, E.R.; FERNANDES, S. Peso, rendimentos e perdas da carcaça de cordeiros Corriedale e mestiços Ile de France X Corriedale, terminados em confinamento. **Ciência Rural**, v. 29, n.1, p. 143-148, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0103-84781999000100026>

SOUZA, D. S.; SILVA, H. P.; CARVALHO, J. M. P.; MELO, W. O.; MONTEIRO, B. M.; OLIVEIRA, D. R. Desenvolvimento corporal e relação entre biometria e peso de cordeiros lactantes da raça Santa Inês criados na Amazônia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 6, p. 1787-1794, 2014.  
<https://doi.org/10.1590/1678-7364>

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

WILLIAMS, A.R. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal of Animal Science**, v.80 (e. suppl.2), p. 183-188, 2002.

YÁÑEZ, E. A.; RESENDE, K. T.; FERREIRA, A. C. D.; MEDEIROS, A. N.; SILVA SOBRINHO, A. G.; PEREIRA FILHO, J. M.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; ARTONI, S. M. B. Utilização de Medidas Biométricas para Predizer Características Cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n. 6, p.1564-1572, 2004.

<https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000600024>

ZANINE, A.; MACEDO JÚNIOR, G. L. Importância do consumo da fibra para nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 2, 2006.