

## Parâmetros nutricionais, metabólicos e comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com concentrado extrusado

Karla Alves Oliveira<sup>1\*</sup>; Marco Túlio Santos Siqueira<sup>2</sup>; Lucas Eduardo Gonçalves Vilaça<sup>3</sup>; Érica Beatriz Schultz<sup>4</sup>; Luciano Fernandes Sousa<sup>5</sup>; Gilberto de Lima Macedo Júnior<sup>6</sup>

DOI: <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2022.41411>

### Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito da utilização de níveis de concentrado extrusado sobre os parâmetros nutricionais, metabólicos e comportamento ingestivo em cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês. Vinte cordeiros com aproximadamente cinco meses de idade foram distribuídos aleatoriamente em gaiolas metabólicas e receberam dietas com duas relações volumoso:concentrado, sendo 30% de volumoso e 70% de concentrado extrusado (30V:70C) ou 70% de volumoso e 30% de concentrado extrusado (70V:30C). O volumoso utilizado foi silagem de milho e o concentrado extrusado foi o Beef Agnus® (Nutratta Nutrição Animal, Itumbiara-GO, Brasil). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e dez repetições (animal) por tratamento. O consumo de matéria seca expresso por peso corporal e metabólico foi maior nos animais que receberam 70% de concentrado extrusado. Esses animais também tiveram menor tempo de ingestão e maior tempo em ócio e mastigação. Dentre os metabólitos energéticos e proteicos mensurados, houve efeito do nível de concentrado extrusado somente sobre a concentração de colesterol sérica, sendo que os animais que receberam o maior nível de concentrado tiveram maior concentração sérica. Houve relação linear positiva entre o tempo de coleta e a concentração de glicose sanguínea. Conclui-se que cordeiros alimentados com 70% de concentrado extrusado e 30% de silagem de milho apresentam maior consumo de matéria seca e redução no tempo em mastigação. E também, conseguem manter seu metabolismo energético e proteico controlado sem desenvolvimento de disfunções hepática e renal.

**Palavras-chave:** Consumo. Digestibilidade. Ração Extrusada. Ruminantes.

## Nutritional parameters, metabolic and feeding behavior of lambs fed with extruded concentrate

### Abstract:

The objective was to evaluate the effect of the use of extruded concentrate levels on nutritional, metabolic parameters and feeding behavior in crossbred Dorper x Santa Inês lambs. Twenty lambs with approximately five months of age were randomly distributed in metabolic cages and fed diets with two roughage:concentrate ratios, 30% roughage and 70% extruded concentrate (30R:70C) or 70% roughage and 30% concentrate. extruded (70R:30C). The roughage

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – campus Jaboticabal.  
<https://orcid.org/0000-0002-7792-2615>

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-2098-8568>

<sup>3</sup>Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG. Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-4901-4775>

<sup>4</sup>Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0003-1916-2117>

<sup>5</sup>Universidade Federal do Tocantins. Palmas, TO. Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-6072-9237>

<sup>6</sup>Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG. Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0001-5781-7917>

\*Autor para correspondência: [karla.alves.oliveira@hotmail.com](mailto:karla.alves.oliveira@hotmail.com)

used was corn silage and the extruded concentrate was Beef Agnus® (Nutratta Nutrição Animal, Itumbiara-GO, Brazil). A completely randomized design was used with two treatments and ten replications (animal) per treatment. The dry matter intake expressed by body and metabolic weight was higher in animals that received 70% of extruded concentrate. These animals also had shorter ingestion time and longer resting and chewing time. Among the energetic and protein metabolites measured, there was an effect of the extruded concentrate level only on the serum cholesterol concentration, and the animals that received the highest concentrate level had the highest serum concentration. There was a positive linear relationship between collection time and blood glucose concentration. It is concluded that lambs fed with 70% extruded concentrate and 30% corn silage have higher dry matter intake and reduced chewing time. Also, they manage to keep their energy and protein metabolism under control without the development of liver and kidney dysfunctions.

**Keywords:** Digestibility. Extruded Feed. Intake. Ruminants.

## Introdução

Algumas técnicas de processamento dos alimentos podem ser utilizadas com o objetivo de promover melhorias na ração do animal, em termos de teor e aproveitamento dos nutrientes, com respostas no consumo e produção animal (Mourão et al., 2012). O processo de extrusão caracteriza-se pelo cozimento em 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) (Gobesso e Fagundes, 2011), promovendo alterações que provocam melhorias na digestibilidade do amido, proteínas e fibras. Além disso, é um processo que apresenta como produto final, o alimento mais uniforme e de fácil manejo alimentar, podendo assim, diminuir as perdas com transporte, manejo e mão de obra. Varga e Prigge (1982) verificaram que alimentos extrusados apresentam maior uniformidade dos ingredientes da ração, melhor aceitação dos ingredientes e redução da seletividade pelos animais.

O Beef Agnus® é um produto que busca substituir o concentrado na dieta, na forma extrusada, e seu nível de inclusão pode gerar mudanças no desempenho dos animais e no custo de produção. Tendo em vista que grande parte das propriedades produz seu próprio concentrado, a utilização do concentrado extrusado em substituição aos convencionais torna-se boa alternativa para eliminar os erros advindos do processo de produção dos concentrados convencionais nas fazendas, como pesagem e mistura dos ingredientes, e até mesmo durante o fornecimento no cocho, garantindo dessa forma que a mesma ração formulada adequadamente para atender as exigências de determinado grupo de animais será oferecida aos mesmos.

A utilização dos parâmetros sanguíneos para controle do estado metabólico dos animais, sempre em conjunto com a avaliação da condição corporal, e com o conhecimento da fase do ciclo produtivo em que os animais se encontram e das dietas utilizadas, permite inferir sobre a adequação dos planos alimentares implementados em cada exploração (González, 2000), possibilitando realizar correções imediatas ou alterações das estratégias nos ciclos produtivos seguintes.

A hipótese deste trabalho é que animais alimentados com maior proporção de concentrado extrusado apresentem melhor aproveitamento dos nutrientes ingeridos, e para isto, objetivou-se avaliar o efeito da utilização de níveis de concentrado extrusado sobre os parâmetros nutricionais, metabólicos e comportamento ingestivo em cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido em dezembro de 2016 no setor de ovinos e caprinos da Fazenda Experimental Capim Branco da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais (CEUA/UFU) sob o protocolo 016/16.

Foram utilizados 20 cordeiros mestiços (Santa Inês x Dorper), com peso corporal médio de 22 kg e aproximadamente cinco meses de idade que foram alocados em gaiolas metabólicas (segundo os padrões do INCT), providas de comedouro, bebedouro e saleiro. O período experimental foi dividido em duas fases, com vinte dias de duração, sendo quinze dias destinados à adaptação dos animais e cinco dias de coleta, completando o período experimental de vinte dias.

Na composição das rações foi utilizada silagem de milho como volumoso e o concentrado extrusado Beef Agnus®, sendo dois tratamentos: 30% volumoso e 70% concentrado e 70% volumoso e 30% concentrado (Tabela 1), fornecidos duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 h).

O separador de partículas *PennState*® foi utilizado para quantificar o tamanho de partículas do alimento ofertado e das sobras e com isso calcular o índice de seletividade realizado pelos animais. A amostragem foi realizada durante o período de cinco dias de coleta, onde foi feita uma amostra composta tanto do alimento ofertado quanto das sobras de cada animal experimental. Para realização do peneiramento do alimento ofertado e das sobras 500g de amostra foram colocadas sobre a peneira superior em seguida foi realizada a agitação em

cinco movimentos suaves de ida e volta para cada um dos quatro lados da peneira, anotando o peso de retenção em cada malha e no fundo ao final do procedimento. Os

tamanhos das peneiras da *PennState*<sup>®</sup> são > 19 mm (peneira 1); 8 a 19 mm (peneira 2); 1,18 a 8 mm (peneira 3); <1,18 mm (peneira fundo).

Tabela 1 – Composição bromatológica do concentrado extrusado, silagem de milho e das dietas experimentais

Nutriente (%)	Concentrado Extrusado*	Silagem de milho
Matéria seca	88,1	30,0
Proteína bruta	18,2	6,3
Cinzas	6,9	5,5
Fibra em detergente neutro	17,0	55,4
Fibra em detergente ácido	9,9	32,8
Carboidrato não fibroso	69,2	xxx
Nutrientes digestíveis totais**	85,2	64,88**
Nutriente (%)	30V:70C	70V:30C
Matéria seca	70,67	47,43
Proteína bruta	14,63	9,87
Cinzas	6,48	5,92
Fibra em detergente neutro	28,52	43,88
Fibra em detergente ácido	16,77	25,93
Nutrientes digestíveis totais**	76,27	66,82

\*Valores fornecidos pelo fabricante Nutratta<sup>®</sup>. \*\* Valores calculados a partir de fórmula proposta por Rodrigues (2010) para silagens e ração total.

O índice de seletividade (IS) foi calculado pela divisão entre o ingerido e ofertado, para as partículas pequenas e grandes. O IS acima de 1 significa que o animal selecionou determinada fração da dieta, abaixo de 1 representa que o animal não selecionou e houve recusa por aquele tamanho de partícula. Para IS igual à 1, não houve seleção nem refuga, ou seja, tudo que foi ofertado foi consumido pelos animais (Hodgson, 1979).

Para determinação do consumo alimentar, as sobras foram pesadas e sempre que os valores foram iguais à zero, aumentou-se a quantidade de alimento fornecido em 10% até atingir sobras equivalente a 10% do ofertado. O cálculo de consumo de matéria seca (CMS) dos alimentos foi obtido por meio da diferença entre o ofertado e as sobras.

As fezes foram pesadas diariamente e coletada amostra de 100 gramas. Ao final do período de coleta determinou-se o teor de matéria seca, o que possibilitou calcular a digestibilidade da matéria seca dos alimentos através da fórmula:  $DMS = (CMS - PF) / CMS * 100$ , sendo DMS: digestibilidade da matéria seca, em %; CMS: Consumo de matéria seca, em kg/dia; PF: Produção fecal, em kg/dia.

O escore fecal foi avaliado através da escala proposta por Gomes (2012), sendo utilizada a seguinte

escala: 1- fezes ressecadas e sem brilho, 2- fezes normais, 3- fezes ligeiramente amolecidas, 4- fezes amolecidas, perdendo o formato e coladas umas às outras (cacho de uva), 5- fezes amolecidas e sem formato normal, 6- fezes diarreicas.

A coleta de urina foi realizada diariamente durante os cinco dias destinados à coleta de dados, no período de manhã, antes do fornecimento da alimentação. Para isto, foram utilizados baldes plásticos com volume de seis litros, sendo a abertura do balde protegida com equipamento para separação das fezes, posicionados logo abaixo das gaiolas metabólicas. O volume de urina foi medido com o auxílio de uma proveta graduada e a densidade através de um refratômetro manual.

O consumo de água oferecido foi feito com base na diferença entre o ofertado (6 litros/animal) e as sobras ambos medidos com proveta graduada, e, o cálculo do consumo de água total foi feito somando-se a água consumida no balde com a água contida no alimento ingerido. Foi colocado também diariamente um balde posicionado na área experimental com a mesma quantidade de água ofertada aos animais, para que, através da sobra deste balde no dia seguinte fosse calculada a quantidade de água evaporada e esta quantidade descontada do consumo de água destes animais.

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 último dia de cada fase da digestibilidade. 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. Foram verificados, a cada cinco minutos, se os animais estavam realizando ingestão do alimento e de água (ING), ruminação (RUM) ou ócio (ÓCIO), de acordo com metodologia proposta por Fischer et al. (1998). Os cálculos das atividades foram feitos em minutos por dia, admitindo que, nos cinco minutos subsequentes a cada observação, o animal permaneceu na mesma atividade. Já o tempo total gasto em mastigação (MAST) foi determinado somando-se os tempos gastos em ingestão (ING) e ruminação (RUM). As eficiência de ingestão (EIng), mastigação (EMast) e ruminação (ERum) foram obtidas segundo Polli et al. (1996), de acordo com as equações:  $EIng (g \text{ min}^{-1}) = CMS/Tal$ ;  $EMast (g \text{ min}^{-1}) = CMS/Tmast$  e  $ERum (g \text{ min}^{-1}) = CMS/Trum$ ; em que CMS é consumo de MS ( $g \text{ MS dia}^{-1}$ ), Tal é o tempo de alimentação ( $h \text{ dia}^{-1}$ ), Tmast é o tempo em mastigação ( $h \text{ dia}^{-1}$ ) e Trum é o tempo em ruminação ( $h \text{ dia}^{-1}$ ).

As colheitas de sangue para avaliação dos componentes bioquímicos foram realizadas por venopunção jugular com auxílio de tubos Vacutainer® sem anti-coagulante, nos dias um, três e cinco do período de coleta. Todas as colheitas de sangue foram realizadas no período da manhã, antes do fornecimento da primeira alimentação. As amostras de sangue coletadas foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos, sendo os soros separados em alíquotas, guardados em microtubos e armazenados em freezer a  $-5^{\circ}\text{C}$  para posterior análise laboratorial. Os componentes bioquímicos para determinação do metabolismo energético foram: triglicerídeos, colesterol e VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade); e, para determinação do metabolismo proteico foram: proteína total, albumina, globulina, ácido úrico, ureia e creatinina.

A avaliação glicêmica foi feita no dia seguinte ao comportamento ingestivo. Esta coleta foi feita após o término do período de coleta devido ao manejo alimentar necessário para sua ocorrência: no dia desta avaliação os animais recebem a primeira alimentação logo após a primeira coleta de sangue e a segunda alimentação ocorre após a última coleta de sangue. As coletas de sangue foram realizadas às 8:00, 11:00, 14:00, 17:00 e 20:00 horas, sendo as amostras coletadas por venopunção jugular com auxílio de Vacutainer®. Todas as amostras foram processadas em analisador bioquímico automatizado (Bioplus® 2000), usando kit comercial da GT Lab®.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos e dez repetições (animal) por tratamento. Os dados obtidos no ensaio foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk, 1965) e homocedasticidade (Cochran, 1941). Para variáveis que

apresentaram dados normais e com variâncias homogêneas foi realizada análise de variância seguida de teste F com 0,05 de probabilidade de erro tipo I, sendo utilizado 0,10 de probabilidade apenas para os dados de tamanho de partícula devido a grande variação apresentada. Nas variáveis que não foram normais foi feita transformação radical ( $\sqrt{x + 1}$  ou  $(x + 1)^{1/2}$ ) para normalizá-las e nas variáveis que não foram homocedásticas foi feita transformação logarítmica ( $\text{Log}(x + 1)$ ) para torná-las homocedásticas, seguindo posteriormente os procedimentos supracitados.

## Resultados e Discussão

Os animais alimentados com 70% de concentrado extrusado tiveram maior consumo de matéria seca (CMS) expresso em quilos por dia, em relação ao peso corporal (%PC) e metabólico do que os animais alimentados com 30% de concentrado extrusado ( $P \geq 0,05$ ; Tabela 2). Provavelmente, animais alimentados com maior teor de fibra e menor teor de proteína bruta (Tabela 1), apresentaram consumo limitado devido à repleção ruminal, enquanto os animais alimentados com maior teor de proteína bruta e menor teor de fibra conseguiram consumir até atender sua demanda energética (Alves et al., 2016). A melhor palatabilidade da ração concentrada também pode exercer influência no CMS, possibilitando que este seja maior nos animais alimentados com a ração com maior teor de concentrado (Santos, 2018). O uso de dietas que possuem alta digestibilidade, como os concentrados, a regulação do consumo de matéria seca é em função das exigências de energia do animal, regulado por mecanismos fisiológicos, até o ponto que o consumo de energia se fará constantes e o consumo de matéria seca começar a decrescer (Berchielli et al., 2011; NRC, 2000). Por outro lado, a ingestão de alimento de baixa digestibilidade resulta em menor taxa de passagem pelo trato digestivo, elevando o consumo de matéria seca (Berchielli et al., 2011). O rúmen-retículo e o abomaso possuem receptores que regulam o consumo de matéria seca em relação ao volume e peso do alimento neles retido. Assim a baixa taxa de digestão da fração FDN, é o principal fator associado ao efeito de enchimento (saciedade) ou regulação física do consumo. Além disso, alimentos concentrados possuem uma dinâmica de fermentação mais rápida no rúmen, possibilitando maior taxa de passagem do alimento e estimulando o consumo de matéria seca (Ferreira et al., 2013). Entretanto, podemos observar que o maior CMS não provocou redução na digestibilidade da matéria seca (DMS) uma vez que não observou-se diferença para esta variável entre os dois tratamentos avaliados (Tabela 2).

O CMS em kg/dia e %PC recomendado pelo NRC (2007) para a categoria animal analisada é de 1,0-1,3 kg/dia e 3,51 %PC, respectivamente. No tratamento em que os animais consumiram a relação 30V:70C a média para CMS diário se encontra dentro do recomendado e em relação à %PC está 10,2% abaixo da recomendação. Já no tratamento em que os animais consumiram a relação

70V:30C a média de CMS diário e em relação ao %PC se encontram 19,6% e 21,4% abaixo do recomendado, fato

que pode ser explicado também pelo efeito de enchimento do rúmen devido ao maior consumo de volumoso.

Tabela 2 – Consumo de matéria seca expresso em kg dia<sup>-1</sup>, em relação ao peso corporal e peso metabólico e digestibilidade na matéria seca em ovinos alimentados com níveis de concentrado extrusado

Tratamento	30V:70C	70V:30C	P	Média	CV
CMS, kg dia <sup>-1</sup>	1,01 A	0,884 B	0,0025	0,947	15,27
CMS, %PC	3,15 A	2,76 B	0,0013	2,960	12,85
CMS, PC <sup>0,75</sup>	74,84 A	65,76 B	0,0018	70,35	12,54
DMS, %	64,45	65,07	0,8523	64,76	10,85

CMS: consumo de matéria seca; PC: peso corporal; DMS: digestibilidade da matéria seca; CV: coeficiente de variação; Letras distintas na linha são diferentes entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

De acordo com Gale e Knight (1979) a diminuição no tamanho de partícula pode ocasionar aumento da taxa de passagem e redução na digestibilidade. No entanto, no presente estudo não houve efeito do nível de concentrado extrusado sobre a digestibilidade da matéria seca (Tabela 2), uma vez que, pequenas depressões na digestibilidade *in vivo* aparente são difíceis de serem detectadas. Por outro lado, um efeito da extrusão sobre o concentrado é uma modificação dos nutrientes já que o processo envolve uma combinação de calor, pressão e umidade, o que pode provocar a gelatinização do amido

e desnaturação da proteína, fatores que podem ter contribuído para que não houvesse redução na digestibilidade do produto (Oliveira et al., 2018).

Os animais que receberam maior nível de concentrado extrusado selecionaram (P=0,08; Tabela 3) as partículas maiores (>19 mm) do alimento ofertado. Provavelmente, esta pode ter sido uma estratégia adotada pelos animais como forma de evitar distúrbios metabólicos, principalmente no tratamento com maior nível de inclusão de concentrado.

Tabela 3 – Índice de seletividade para diferentes tamanhos de partícula em cordeiros alimentados com níveis de concentrado extrusado

Tratamento	30V:70C	70V:30C	P	Média	CV
TP > 19 mm	1,41 x	1,11 y	0,008	1,26	28,78
TP 8-19 mm	0,981	1,01	0,52	0,997	10,69
TP 1,18-8 mm	1,01	0,965	0,28	0,992	22,55
TP<1,18 mm	0,898	1,088	0,22	0,993	33,69

<sup>xy</sup> Letras distintas na linha são diferentes entre si pelo Teste de Tukey (0,05< P<0,10). TP: tamanho de partícula; CV: coeficiente de variação.

O tamanho de partícula dos alimentos para ruminantes pode ser um determinante na qualidade e quantidade de nutrientes que estão disponíveis para os animais e, a modificação da forma física do alimento pode influenciar na efetividade da fibra e alterar por consequência tempo de retenção, perfil de fermentação e digestibilidade do alimento (Silva e Neumann, 2012). Ou seja, a maior seleção de partículas ocorrida pelos animais no tratamento com maior inclusão de concentrado é uma estratégia para balancear a ingestão de carboidratos fibrosos e não fibrosos, evitando assim a ocorrência de distúrbios metabólicos.

Não houve efeito da utilização dos níveis de concentrado extrusado sobre o consumo de água (P≥0,05; Tabela 4). De acordo com o NRC (2007), para cada 1 kg de matéria seca ingerida, o animal deve beber aproximadamente 2,78 litros de água. Esta relação foi superior no presente trabalho, o que pode ser explicado pelo fato

da ração extrusada apresentar maior teor de MS (Tabela 1), o que fez com que os animais ingerissem maior quantidade de água no bebedouro. O estado fisiológico do animal também pode influenciar nesta relação, sendo que ovinos jovens geralmente apresentam maior consumo de água por quilograma de MS ingerida que animais mais velhos (ARC, 1980). Diversos estudos têm mostrado a relação entre CMS e consumo de água (Souza et al., 2013; Bispo et al., 2007). Outro fator que pode exercer influência no maior consumo de água pelos animais é a digestibilidade dos alimentos, sendo que quanto maior esta digestibilidade, maior é a fermentação dentro no rúmen o que também eleva a produção de ácidos graxos de cadeia curta, ou seja, ocorre aumento na quantidade de soluto em relação ao solvente (aumento na pressão osmótica), logo é necessário maior ingestão de água para balanceamento destes fatores durante a fermentação ruminal (Gonçalves et al., 2009; Medeiros e Marino, 2015).

Tabela 4 – Consumo de água no bebedouro, consumo de água total, consumo de água em relação ao consumo de matéria seca, produção fecal expresso na matéria natural e na matéria seca, matéria seca fecal, escore fecal, volume e densidade da urina de cordeiros alimentados com níveis de concentrado extrusado

Tratamento	30V:70C	70V:30C	P	Média	CV
Consumo H <sub>2</sub> O, L dia <sup>-1</sup>	3,35	3,37	0,6931	3,36	33,39
Consumo Total H <sub>2</sub> O, L dia <sup>-1</sup>	3,96	4,37	0,2569	4,16	36,91
CH <sub>2</sub> O/CMS, L kg <sup>-1</sup>	3,34	3,72	0,9987	3,53	35,91
Produção fecal MN, kg dia <sup>-1</sup>	0,935	0,871	0,4782	0,903	27,31
Produção fecal MS, kg dia <sup>-1</sup>	0,344	0,308	0,6589	0,326	25,67
Matéria seca fecal, %	36,93	36,04	0,7425	36,49	8,40
Escore Fecal	2,68	2,42	0,1896	2,55	-
Volume de urina, L dia <sup>-1</sup>	0,913	0,897	0,8896	0,905	37,48
Densidade de urina, g mL <sup>-1</sup>	1,0184	1,0140	0,9638	1,0162	0,84

Para a variável Escore Fecal foi utilizada estatística não paramétrica. CMS: consumo de matéria seca; MN: matéria natural; MS: matéria seca; CV: coeficiente de variação.

Cordeiros alimentados com níveis de concentrado extrusado não tiveram modificações no peso de fezes na matéria natural (PFMN), peso de fezes na matéria seca (PFMS), matéria seca fecal (MSF) e no escore fecal ( $P \geq 0,05$ ; Tabela 4). O peso das fezes pode estar relacionado com a composição e digestibilidade da dieta e também com a taxa de passagem, sendo que neste estudo pode-se observar que a ausência de diferença estatística entre os tratamentos para a quantidade de fezes excretada, tanto na matéria natural quanto na matéria seca, pode estar relacionada também com a ausência de diferença estatística na digestibilidade da matéria seca. Os valores de escore fecal encontrados no presente trabalho mantiveram-se próximo do ideal. Segundo Gomes (2012) o escore ideal seria 2, o que caracteriza as fezes como normais e são indicativos da condição de saúde dos animais dentro da normalidade. Dessa forma, podemos verificar que o concentrado na forma extrusada, apesar do reduzido tamanho de partícula não ocasionou problemas fisiológicos nos animais uma vez que o produto na sua forma extrusada proporciona maior fermentabilidade de seus ingredientes.

Sobre a excreção de urina diária é recomendado que seja entre 100-400 mL em ovinos para cada 10 kg de peso vivo (Reece, 2006), ou seja, a excreção de urina esperada para os animais neste estudo, com peso médio de 22 kg, seria entre 220-880 mL/dia. O valor médio para excreção de urina observado foi de 0,905 mL/dia, sendo 2,8% maior que o limite superior proposto, o que pode ser explicado pela maior ingestão de água observada pelos animais (Tabela 4).

Com relação ao comportamento ingestivo, os animais alimentados com maior quantidade de forragem tiveram maior tempo gasto em ingestão e mastigação do alimento ( $P < 0,05$ ; Tabela 5), devido à maior proporção de volumoso neste tratamento, é necessário maior tempo

de apreensão para se atingir as exigências nutricionais. Entretanto, a eficiência de ingestão ( $\text{g min}^{-1}$ ) foi menor nesses animais, o que se deve a dificuldade encontrada pelos animais em apreender o alimento volumoso quando comparado ao concentrado extrusado, explicando o menor CMS (Tabela 2) e maior seleção do alimento (Tabela 3) pelos animais neste tratamento.

Os animais no tratamento 30V:70C gastaram 3,9 horas em ingestão, 8,3 horas em ruminação e 12,2 horas em mastigação total, enquanto os animais no tratamento 70V:30C gastaram 4,8 horas em ingestão, 9,4 horas em ruminação e 14,0 horas em mastigação total. Isto é, os animais que receberam 70% de concentrado passaram menos tempo em processo de mastigação e ingestão do alimento. Este resultado tem relação direta com o índice de seletividade destes animais, que foi maior (Tabela 3), ocasionando redução no tempo de mastigação.

Em relação aos parâmetros metabólicos dos animais avaliados (Tabela 6), observa-se diferença apenas para a concentração sanguínea do colesterol, de modo que os animais que receberam o tratamento 70V:30C tiveram maior concentração sérica deste metabólito. Este resultado está relacionado à maior ingestão de volumoso na dieta e também à maior disponibilidade do amido presente na ração devido ao processo de extrusão. Os alimentos volumosos são responsáveis pela produção de ácido acético no rúmen, que é o principal precursor de gordura nos ruminantes e pode ter ocasionado aumento na concentração sanguínea de colesterol desses animais. E, o amido, como um representante da classe dos carboidratos, após sua degradação ruminal é reduzido ao piruvato, o qual pode ser reduzido à molécula de acetil-CoA que também é precursora da produção de colesterol em ruminantes (Kozloski, 2017).

Tabela 5 – Comportamento ingestivo, eficiência de ingestão, ruminação e mastigação total ( $g\ min^{-1}$ ) em cordeiros alimentados com níveis de concentrado extrusado

Tratamento	30V:70C	70V:30C	P	Média	CV
Ingestão, <i>min</i>	235,50 B	289,50 A	0,0015	262,50	15,27
Ruminação, <i>min</i>	498,00	561,50	0,2596	529,75	15,15
Ócio, <i>min</i>	706,50 A	589,00 B	0,0001	647,75	13,29
Mastigação, <i>min</i>	733,50 B	851,00 A	0,0085	792,25	10,86
Eficiência em ingestão, $g\ min^{-1}$	4,42 A	3,09 B	0,0025	3,75	23,35
Eficiência em ruminação, $g\ min^{-1}$	2,04 A	1,59 B	0,0078	1,81	18,13
Eficiência em mastigação, $g\ min^{-1}$	1,39A	1,03B	0,0041	1,21	16,98

Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey ( $P<0,05$ ). CV – coeficiente de variação.

Tabela 6 – Concentração sérica dos metabólitos energéticos e proteicos em cordeiros em alimentados com níveis de concentrado extrusado

Tratamento	30V:70C	70V:30C	P	Média	CV	VR <sup>1</sup>
<i>Metabólitos Energéticos</i>						
Colesterol, $mg\ dL^{-1}$	35,79 B	47,53 A	0,0031	41,66	22,90	15-139,9
Triglicerídeos, $mg\ dL^{-1}$	30,90	30,00	0,8899	30,45	20,86	5-78
VLDL, $mg\ dL^{-1}$	6,18	6,00	0,7485	6,09	20,87	1-17,4
Glicose, $mg\ dL^{-1}$	104,60	97,14	0,5636	100,87	10,57	33-98,1
<i>Metabólitos Proteicos</i>						
Prot. Totais, $g\ dL^{-1}$	6,47	6,75	0,9635	6,61	14,98	3,1-11,4
Albumina, $g\ dL^{-1}$	3,30	2,74	0,2589	3,02	25,59	1,12-5,38
Ácido Úrico, $mg\ dL^{-1}$	0,30	0,35	0,5563	0,33	28,64	0-2,9
Ureia, $mg\ dL^{-1}$	44,10	37,60	0,4139	40,85	21,20	12,8-100
Creatinina, $mg\ dL^{-1}$	0,74	0,74	0,4469	0,74	12,76	0,40-1,80
Globulinas, $g\ dL^{-1}$	3,61	4,00	0,6894	3,80	21,86	3,5 – 5,7 <sup>2</sup>

Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey ( $P<0,05$ ); CV: coeficiente de variação; VR: valor de referência. <sup>1</sup>Varanis (2021); <sup>2</sup>González (2000).

Não houve efeito dos níveis de concentrado extrusado sobre a glicose nos cordeiros, no entanto houve efeito linear crescente em relação ao tempo de coleta (Tabela 6, Gráfico 1), onde observou-se aumento na concentração de glicose ao longo do dia. Em ruminantes, ocorre um pico de concentração de glicose após alimentação, pois a glicose é sintetizada no fígado a partir de propionato, aminoácidos glicogênicos e outros precursores (Caldeira, 2005). A concentração média de glicose nos animais deste estudo manteve-se acima da faixa recomendada por Varanis (2021). De fato, valores elevados de glicose podem indicar resistência à insulina, o que é muito frequente em animais com condição corporal acima da média (Santos et al., 2011), sendo muito comum em animais mantidos em gaiolas metabólicas.

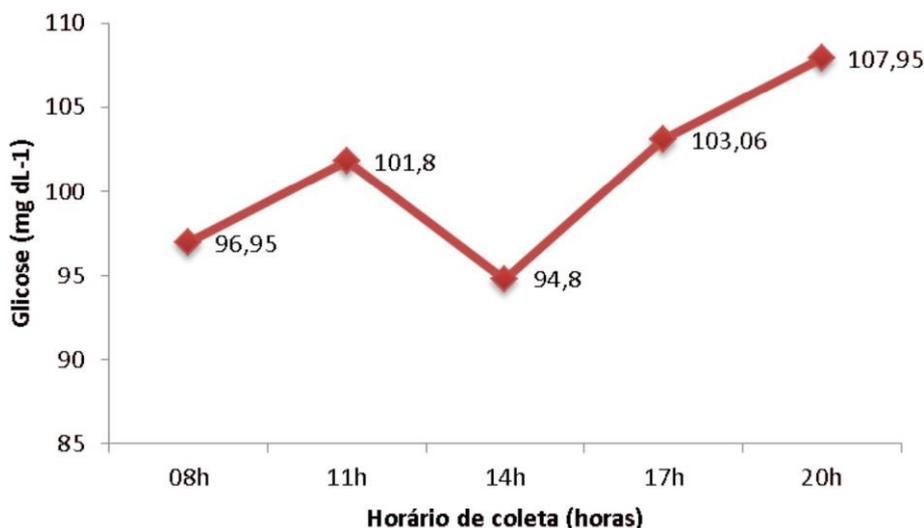
As proteínas plasmáticas são sintetizadas principalmente no fígado e a quantidade produzida indica o estado nutricional do animal, sendo que sua redução pode ocasionar falhas hepáticas, renais, intestinais hemorragias e deficiências nutricionais (González, 2000). Podemos verificar que os valores de proteínas totais se mantiveram dentro dos valores de referência, indicando bom estado nutricional dos animais em ambos os tratamentos (Tabela 6).

A concentração sérica de albumina e globulina manteve-se dentro dos valores de referência para a espécie ovina, tais metabólitos constituem as principais proteínas plasmáticas, desempenhando várias funções no organismo do animal: manutenção da pressão osmótica e viscosidade do sangue, transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios e produtos de excreção, regulação

do pH sanguíneo e coagulação sanguínea (González, 2006). Planos alimentares que satisfaçam plenamente as necessidades em aminoácidos dos animais permiti-

rão níveis máximos de síntese da albumina, originando concentrações séricas maiores, dentro do intervalo da normalidade (Caldeira, 2005).

Figura 1 – Concentração sanguínea de glicose ( $\text{mg dL}^{-1}$ ) nos diferentes horários de coleta em cordeiros alimentados com níveis de concentrado extrusado.



A concentração de ácido úrico denota correlação positiva com a quantidade de proteína microbiana disponível para a digestão intestinal no animal (Giesecke, 1994). No presente estudo, as concentrações de ácido úrico ficaram dentro da faixa considerada referência para a espécie ovina, o que nos permite inferir que os animais tiveram adequada disponibilidade de proteína microbiana para ser aproveitada no intestino delgado (Tabela 6).

Segundo González e Scheffer (2002) a ureia é um indicador sensível e imediato da ingestão de proteína e é sintetizada em quantidades proporcionais a concentração de amônia produzida no rúmen (Wittwer, 1993), sendo que a amônia em altas concentrações se torna tóxica para os ruminantes. Como os valores de ureia se encontraram dentro do valor de referência proposto podemos inferir que as dietas proporcionaram quantidades de proteína adequadas para os animais neste estudo.

Níveis elevados de creatinina podem indicar problemas de funcionalidade renal (González e Scheffer, 2002) Os valores encontrados neste trabalho para a concentração de creatinina no sangue e volume de urina excretada indicam que os animais alimentados com diferentes níveis de concentrado extrusado apresentaram bom funcionamento dos rins (Tabelas 4 e 6).

### Conclusões

Cordeiros alimentados com a relação 30V:70C de concentrado extrusado apresentam maior consumo de matéria seca sem redução da digestibilidade do alimento, além de apresentarem estabilidade no metabolismo energético e proteico, sendo indicado para uso em dietas de ovinos em crescimento.

### Referências

Alves, A. R.; Pascoal, L. A. F.; Cambuí, G. B.; Trajano, J. S.; Silva, C. M.; Gois, G. C. 2016. Fibras para ruminantes: aspecto nutricional, metodológico e funcional. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia - PUBVET, 10 (7): 568-579. Doi: <https://www.pubvet.com.br/uploads/e1142e0e16dd9d3280d9ab0508c86149.pdf>.

Agricultural Research Council – ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. 1. ed. Commonwealth Agricultural Bureaux, London.

Berchielli, T. T.; Vega-Garcia, A.; Oliveira, S. G. 2011. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. p. 565-600. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. eds. Nutrição de Ruminantes. Funep, Jaboticabal, SP, Brasil.

Bispo, S. V.; Ferreira, M. A.; Vêras, A. S. C.; Batista, A. M. V.; Pessoa, R. A. S.; Bleuel, M. P. 2007. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. Revista Brasileira de Zootecnia, 36(6): 1902-1909. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000800026>.

Caldeira, R. M. 2005. Monitorização da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias. 100(555-556): 125-139. Disponível em: [http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf6\\_2005/100\\_125-139.pdf](http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf6_2005/100_125-139.pdf).

Cochran, W.G. 1941. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. Annals of Human Genetics, 11(1): 47-52. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.14691809.1941.tb02271.x>.

- Ferreira, S. F.; Freitas Neto, M. D.; Pereira, M. L. R.; Melo, A. H. F.; Oliveira, L. G.; Neto, J. T. N. 2013. Fatores que afetam o consumo alimentar de bovinos. *Arquivos de Pesquisa Animal*, 2 (1): 9-19; Disponível em: <https://www2.ufrb.edu.br/apa/component/phocadownload/category/13ano13vol2?download=162:fatores-que-afetam-o-consumo-alimentar-de-bovinos>.
- Fischer, V.; Deswysen, A. G.; Despres, L.; Dutilleul, P.; Lobato, J. F. P. 1998. Padrões neotemerais do comportamento ingestivo de ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27: 362-369. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/2021.pdf>.
- Gale, G. E.; Knight, A. C. 1979. Apparatus and procedure for the accurate assessment of forage chop length. *Anais de "Conference on forage conservation in the 80"*. Londres, Reino Unido.
- Giesecke, D.; Ehrentreich, L.; Stangassinger, M. 1994. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 77(8): 2376-2381. Doi: [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(94\)77180-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(94)77180-0).
- Gobesso, A. A. O.; Fagundes, M. H. R. 2011. Efeito do sistema de fornecimento do concentrado sobre a digestibilidade da dieta e resposta glicêmica plasmática em equinos. *Revista Brasileira de Medicina Equina*, 6: 4-7.
- Gomes, S. P.; Borges, I.; Borges, A. L. C. C.; Macedo Junior, G. L.; Campos, W. E.; Brito, T. S. 2012. Tamanho de partícula do volumoso e frequência de alimentação sobre o metabolismo energético e protéico em ovinos, considerando dietas com elevada participação de concentrado. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13: 73-744. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402012000300013>.
- Gonçalves, L. C.; Borges, I.; Ferreira, P. D. S. 2009. Alimentação de gado de leite. 1. ed. FEPMVZ, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- González, F. H. D. 2000. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. p. 32-72. In: González, F. H. D.; Barcellos, J. O.; Patiño, H. O.; Ribeiro, L. A. O Perfil metabólico em uso em nutrição e doenças nutricionais. UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
- González, F. H. D.; Silva, S. C. 2006. Introdução à bioquímica clínica veterinária. UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
- González, F. H. D.; Scheffer, J. F. S. 2002. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. *Anais do Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária*, Gramado, RS, Brasil, 29.
- Hodgson, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. *Grass and Forage Science*, 34(1): 11-18. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1979.tb01442.x>.
- Kozłowski, G. V. 2017. Bioquímica dos ruminantes. 3. ed. UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.
- Medeiros, S. R.; Marino, C. T. 2015. Carboidratos na nutrição de ruminantes. P. 45-62. In: Medeiros, S. R.; Gomes, R. C.; Bungenstab, D. J. Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações. Embrapa, Brasília, DF, Brasil.
- Mourão, R. C.; Pancoti, C. G.; Moura, A. M.; Ferreira, A. L.; Borges, A. L. C. C.; Silva, R. R. 2012. Processamento do milho na alimentação de ruminantes. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, 6 (5), art. 1292, 1-27. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/3051/processamento-do-milho-na-alimentaccedilatilideo-de-ruminantes>.
- National Research Council - NRC. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7. National Academy Press, Washington, D. C, Estados Unidos da América.
- National Research Council - NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Academy Press, Washington, D. C, Estados Unidos da América.
- Oliveira, K. A.; Macedo Junior, G. L.; Silva, S. P.; Araújo, C. M.; Varanis, L. F. M.; Sousa, L. F. 2018. Nutritional and metabolic parameters of sheep fed with extruded roughage in comparison with corn silage. *Semina: Ciências Agrárias*, 39 (4): 1795-1804. Doi: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n4p1795>.
- Polli, V. A.; Restle, J.; Senna, D. B.; Rosa, C. E.; Aguirre, L. F.; Silva, J. 1996. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 25(5), 987-993. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/revista/artigos/287.pdf>.
- Reece, W. O. 2004. *Dukes' Fisiologia de animais domésticos*. 12. Cornell University Press, Ithaca, Estados Unidos da América.
- Santos, F. C. O.; Mendonça, C. L.; Silva Filho, A. P.; Carvalho, C. C. D.; Soares, P. C. 2011. Indicadores bioquímicos e hormonais de casos naturais de toxemia da prenhez em ovelhas. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31 (11): 974-980. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2011001100006>.
- Santos, G. J. P. Palatabilidade e preferência de ovinos a alimentos concentrados alternativos. 2018. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.
- Shapiro, S. S.; Wilk, M. B. 1965. An Analysis of Variance Test for Normality, (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3-4): 591-611. Doi: <https://doi.org/10.2307/2333709>.
- Silva, M. R. H.; Neumann, M. 2012. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. *FAZU em Revista*, 9, 69-84.
- Souza, R. A.; Voltolini, T. V.; Araújo, G. G. L.; Pereira, L. G. R.; Moraes, S. A.; Mistura, C.; Belem, K. V. J.; Moreno, G. M. B. 2013. Consumo, digestibilidade aparente de nutrientes e balanços de nitrogênio e hidrônio de ovinos alimentados com silagens de cultivares de capim-búfel. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65(2): 526-536. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000200032>.
- Varanis, L. F. M.; Schultz, E. B.; Oliveira, K. A.; Sousa, L. F.; Cruz, W. F. G.; Macedo Junior, G. L. 2021. Intervalos de referência de bioquímicos séricos para cordeiros do nascimento a um ano nos trópicos. *Semina: Ciências Agrárias*, 42 (3), Supl. 1, 1725-1740. Doi: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n3Supl1p1725>.
- Varga, G. A.; Prigge, E. C. 1982. Influence of forage species and level of intake on ruminal turnover rates. *Journal of Animal Science*, 55(6): 1498-1504. Doi: <https://doi.org/10.2527/jas1982.5561498x>.
- Wittwer, F.; Reyes, J. M.; Optiz, H.; Contreras, P. A.; Bohmwald, T. M. 1993. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. *Archivo Medico Veterinario*, 25: 165-172. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/286270560\\_Determinacion\\_de\\_urea\\_en\\_muestras\\_de\\_leche\\_de\\_rebanos\\_bovinos\\_para\\_el\\_diagnostico\\_de\\_desbalance\\_nutricional](https://www.researchgate.net/publication/286270560_Determinacion_de_urea_en_muestras_de_leche_de_rebanos_bovinos_para_el_diagnostico_de_desbalance_nutricional).