

**UNIVERSIDADE FEREAL DO NORTE DO TOCANTINS**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA NOS**  
**TRÓPICOS**

**TAYS RANIELLEN MIRANDA FEITOSA**

**LEVEDURAS COMO ADITIVO PARA OVINOS CONFINADOS**

**ARAGUAÍNA, TO**

**2024**

**TAYS RANIELLEN MIRANDA FEITOSA**

**LEVEDURAS COMO ADITIVO PARA OVINOS CONFINADOS**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação integrado em Zootecnia nos Trópicos da Universidade Federal do Norte do Tocantins como requisito à obtenção do grau de doutora.**

**Orientador: Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa**

**Coorientador: Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior**

**ARAGUAÍNA, TO**

**2024**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

F3111 Feitosa, Tays Raniellen Miranda.  
Leveduras como aditivo para ovinos confinados. / Tays Raniellen Miranda  
Feitosa. – Araguaína, TO, 2024.  
84 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus  
Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Ciência  
Animal Tropical, 2024.

Orientador: Luciano Fernandes Sousa  
Coorientador: Gilberto de Lima Macedo Júnior

1. Aditivos. 2. Alto concentrado. 3. Nutrição. 4. Ovinos. I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer  
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.  
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184  
do Código Penal.


**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da  
UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

LEVEDURAS COMO ADITIVO PARA OVINOS CONFINADOS

Tese apresentada a Universidade Federal do Norte do Tocantins – UFNT, Campus universitário de Araguaína, Programa de Pós-graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos, avaliada para obtenção do título de doutora e aprovada em sua forma final pelo Coorientador e pela Banca Examinadora.


Data de aprovação: 10/04/2024

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 GILBERTO DE LIMA MACEDO JUNIOR  
Data: 08/06/2024 12:04:57-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Junior (Coorientador), UFU

Documento assinado digitalmente  
 KALIANDRA SOUZA ALVES  
Data: 05/06/2024 11:16:10-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Profa. Dra. Kaliandra Souza Alves (Presidente), UFRA

Documento assinado digitalmente  
 DEBORAH ALVES FERREIRA  
Data: 05/06/2024 10:27:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---


Profa. Dra. Deborah Alves Ferreira, UFNT

Documento assinado digitalmente  
 JOSE NEUMAN MIRANDA NEIVA  
Data: 06/06/2024 09:36:37-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, UFNT

---



Prof. Dr. Robert Emilio Mora Luna, PUCC



Universidade Federal de Uberlândia  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA)  
Rua Ceará, S/N - Bloco 2T, sala 113 – CEP 38405-315  
Campus Umuarama – Uberlândia/MG – Ramal (VoIP) 3423;  
e-mail: ceua@propp.ufu.br, [www.comissoes.propp.ufu.br](http://www.comissoes.propp.ufu.br)

**ANÁLISE FINAL Nº 022/17 DA COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEUA/UFU 145/16**

Projeto Pesquisa: "Inclusão de níveis crescentes de levedura viva (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre a digestibilidade, comportamento e bioquímica sanguínea de ovinos".

Pesquisador Responsável: Gilberto de Lima Macedo Junior

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com animais nos limites da redação e da metodologia apresentadas. Ao final da pesquisa deverá encaminhar para a CEUA um relatório final.

Situação: PROTOCOLO DE PESQUISA APROVADO.

OBS: O CEUA/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEUA PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

Uberlândia, 22 de fevereiro de 2017.

Prof. Dr. Lúcio Vilela Carneiro Girão  
Coordenador da CEUA/UFU

Dedicado à memória de  
Luciano Fernandes Sousa.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Uberlândia, à Universidade Federal do Norte do Tocantins, ao Departamento de Zootecnia, ao Programa de Pós-graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo fomento à pesquisa.

À Deus e à Nossa Senhora, que durante todo o percurso estiveram comigo e me mantiveram firme na fé, me fazendo acreditar que eu seria capaz de continuar mesmo nos momentos em que cogitei desistir.

À minha família, razão pela qual eu busco alcançar meus objetivos, por todo o apoio financeiro, mas principalmente emocional, foram e são combustíveis para a alma. Meu eterno agradecimento ao meu esposo Donizete Melo, meu filho Leonardo Luís, minha irmã Lais Mikaellen, meu pai Helio Dantas e minha mãe Maria Zilma (*in memorian*). A eles devo tudo.

Ao meu orientador professor Dr. Luciano Fernandes (*in memorian*) pela oportunidade e privilégio em tê-lo como meu mestre. Ele acreditou em mim mais do que eu mesma, como sempre demonstrando sua leveza, seu alto astral e acima de tudo sua positividade. Serei eternamente grata.

Aos demais professores Doutores do colegiado da pós-graduação, aos membros internos e externos da banca examinadora, ao meu coorientador Gilberto Macedo, agradeço a disponibilidade, os apoios moral e emocional, e não só por terem me ensinado sobre produção animal, mas também sobre a vida.

Ao meu colega Jhone Talisson por ter executado toda a parte experimental e algumas análises. Agradeço também por todo o suporte dado a mim para que eu desse prosseguimento e finalizasse com a minha assinatura este projeto.

Aos meus amigos da instituição, que tornaram o ambiente de trabalho um lugar de agradável convivência. Meus colegas da pós-graduação, bolsistas PIBIC e PET, secretário Jeekysson, técnicos de laboratório Josimar e Adriano, agradeço, pois sem sua ajuda e companheirismo a trajetória com certeza seria mais árdua.

## RESUMO

### Leveduras como aditivo para ovinos confinados

A presente pesquisa foi dividida em dois experimentos, nos quais foram avaliados os efeitos de dois produtos de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em níveis crescentes de adição sobre consumo, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio e de energia, comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos de borregas alimentadas com dietas de alto concentrado. Os experimentos foram conduzidos no setor de ovinos e caprinos da fazenda Capim Branco - Universidade Federal de Uberlândia, entre novembro de 2015 e janeiro de 2016. Os tratamentos consistiram em dieta controle (sem levedura) mais quatro níveis de adição de levedura ativa e da combinação de levedura ativa e inativa, sendo 0, 0,15, 0,3, 0,45 e 0,6% da matéria seca (MS) ofertada. Os animais utilizados foram alojados em gaiolas metabólicas individuais, durante 75 dias, onde receberam dieta com proporção 20: 80 de volumoso: concentrado. Os experimentos foram conduzidos em delineamento de quadrado latino 5 x 5, com cinco tratamentos e cinco repetições (períodos), totalizando vinte e cinco unidades experimentais. No experimento I avaliou-se adição de levedura ativa (Active Flora<sup>®</sup> - ICC, Louisville, Kentucky, Estados Unidos,  $2,0 \times 10^{10}$  UFC – Unidades formadoras de colônia). Foram utilizadas 5 borregas, com peso corporal (PC) inicial médio de  $54,06 \pm 1,41$  kg e 8 meses de idade. Os consumos de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) não foram afetados pelos níveis de levedura ativa ( $P \geq 0,05$ ), no entanto houve efeito quadrático positivo ( $P < 0,05$ ) sobre os consumos de MS (matéria seca), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) e carboidratos totais (CT) em  $\text{g animal}^{-1} \text{dia}^{-1}$ , e efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) sobre os consumos de MS e MO em % PC e em  $\text{g kg}^{-1} \text{PC}^{0,75}$ , e de PB (proteína bruta) e carboidratos não fibrosos (CNF) em  $\text{g animal}^{-1} \text{dia}^{-1}$ . As digestibilidades aparentes não foram influenciadas pelos tratamentos ( $P \geq 0,05$ ). Houve efeito quadrático positivo ( $P < 0,05$ ) dos níveis de levedura ativa sobre o nitrogênio (N) ingerido e N urinário, enquanto o N fecal e o N absorvido aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ). Não houve efeito dos tratamentos sobre a energia bruta (EB) fecal, energia digestível (ED) e EB urinária ( $P \geq 0,05$ ). Houve efeito quadrático positivo dos tratamentos sobre a EB ingerida, energia metabolizável (EM) e coeficiente de metabolizabilidade ( $P < 0,05$ ). A ingestão de água (IA) em  $\text{L dia}^{-1}$  foi influenciada de forma quadrática positiva pelos tratamentos ( $P < 0,05$ ), contudo, não foi verificado efeito sobre a IA em  $\text{L kg}^{-1}$  de MS, volume e densidade da urina ( $P \geq 0,05$ ). Os tempos de ingestão, ruminação e mastigação não foram influenciados pelos níveis de levedura ativa ( $P \geq 0,05$ ), mas houve efeito quadrático negativo dos tratamentos sobre o tempo em ócio ( $P < 0,05$ ). A eficiência de mastigação aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ). Não foi detectado efeito sobre os metabólitos sanguíneos ( $P \geq 0,05$ ). A adição de levedura ativa entre 0,31 e 0,36% na matéria seca de ração aumenta os padrões de consumo, a absorção de nitrogênio, a disponibilidade de energia metabolizável e metabolizabilidade, e melhora a eficiência de mastigação, sem alterar a digestibilidade aparente, o comportamento ingestivo e o perfil metabólico de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado. No experimento II foi avaliado adição de levedura ativa mais inativa (Milk Sacc X<sup>®</sup> - Alltech<sup>®</sup>, Maringá, Paraná, Brasil,  $5,0 \times 10^8$  UFC). Foram utilizadas cinco borregas, com peso vivo inicial médio de  $40,40 \pm 0,15$  kg e oito meses de idade. Não foram detectados efeitos dos tratamentos sobre as variáveis de consumo, ademais, houve significância para falta de ajuste do modelo (FAM) ( $P < 0,05$ ), o que infere que os dados não se ajustaram ao modelo de regressão. Não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis de digestibilidade aparente ( $P \geq 0,05$ ). As variáveis de balanço de N não foram afetadas pelos níveis de levedura ativa mais inativa, pois efeito para FAM ( $P < 0,05$ ) indica que os dados não se ajustaram ao modelo de regressão. As variáveis de balanço energético não foram influenciadas pelos tratamentos ( $P \geq 0,05$ ). Os dados de EB ingerida, ED, EM e metabolizabilidade não se ajustaram ao modelo de regressão ( $P < 0,05$ ). Não foi detectado efeito

dos tratamentos sobre as variáveis de IA, volume e densidade da urina e peso das fezes, pois significância para FAM ( $P < 0,05$ ) infere que os dados não foram ajustados ao modelo. O tempo de ingestão não foi influenciado pelos tratamentos ( $P \geq 0,05$ ). No entanto, houve efeito linear decrescente sobre os tempos de ruminação e mastigação, e linear crescente para a variável ócio ( $P < 0,05$ ). As variáveis de eficiência alimentar tiveram significância para FAM ( $P < 0,05$ ). Não houve efeito dos tratamentos sobre os metabólitos sanguíneos dos animais ( $P \geq 0,05$ ). A combinação de levedura ativa e inativa não altera o consumo, digestibilidade de nutrientes, balanço de N e de energia, ingestão de água e indicadores sanguíneos, mas reduz o tempo de ruminação e mastigação e aumenta o tempo em ócio de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado.

**Palavras-chave:** Aditivos. Alto concentrado. Nutrição. Ovinos.

## ABSTRACT

### Yeasts as additive for confined sheep

The present research was divided into two experiments, in which the effects of two yeast products (*Saccharomyces cerevisiae*) were evaluated at increasing levels of addition on consumption, apparent digestibility, nitrogen and energy balance, ingestive behavior and blood metabolites of ewe lambs fed high concentrate diets. The experiments were prolonged in the sheep and goat sector of the Capim Branco farm – Universidade Federal de Uberlândia, between november 2015 and January 2016. The treatments consisted of a controlled diet (without yeast) plus four levels of addition of active yeast and the combination of active and inactive yeast, being 0, 0.15, 0.3, 0.45 and 0.6% of the dry matter (DM) offered. The animals used were housed in individual metabolic cages for 75 days, where they were fed a diet with a 20: 80 forage: concentrate ratio. The experiments were extended in a 5 x 5 Latin square design, with five treatments and five replications (periods), totaling twenty-five experimental units. In the experiment, the addition of active yeast (Active Flora<sup>®</sup> - ICC, Louisville, Kentucky, United States,  $2.0 \times 10^{10}$  CFU - Colony forming units) was evaluated. 5 lambs were used, with an initial body weight (BW) of  $54.06 \pm 1.41$  kg and 8 months of age. The intake of neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were not affected by the levels of active yeast ( $P \geq 0.05$ ), however there was a positive quadratic effect ( $P < 0.05$ ) on the intake of DM (dry matter), organic matter (OM), ether extract (EE) and total carbohydrates (TC) in  $\text{g animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$ , and increasing linear effect ( $P < 0.05$ ) on the intakes of DM and OM in % BW and in  $\text{g kg}^{-1} \text{ BW}^{0.75}$ , and of CP (crude protein) and non-fibrous carbohydrates (CNF) in  $\text{g animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$ . Apparent digestibilities were not influenced by the treatments ( $P \geq 0.05$ ). There was a positive quadratic effect of active yeast levels on ingested nitrogen (N) and urinary N, while fecal N and absorbed N increased linearly ( $P < 0.05$ ). There was no effect of treatments on fecal gross energy (GE), digestible energy (DE) and urinary EB ( $P \geq 0.05$ ). There was a positive quadratic effect of the treatments on the EB ingested, metabolizable energy (ME) and metabolizability coefficient ( $P < 0.05$ ). There was no effect of treatments on water intake (WI) in  $\text{L kg}^{-1} \text{ DM}$ , urine volume and density ( $P \geq 0.05$ ). Ingestion, rumination and mastication times were not influenced by active yeast levels ( $P \geq 0.05$ ), but there was a negative quadratic effect of treatments on time spent idle ( $P < 0.05$ ). The mastication efficiency increased linearly ( $P < 0.05$ ). No effect was detected on blood metabolites ( $P \geq 0.05$ ). The addition of active yeast between 0.31 and 0.36% to feed dry matter increases consumption patterns, nitrogen concentration, availability of metabolizable energy and metabolizability, and improves mastication efficiency, without altering apparent digestibility, behavior intake and metabolic profile of lambs fed a high-concentrate diet. In experiment II, the addition of active plus inactive yeast (Milk Sacc X<sup>®</sup> - Alltech<sup>®</sup>, Maringá, Paraná, Brazil,  $5.0 \times 10^8$  CFU) was evaluated. Five lambs were used, with an initial average live weight of  $40.40 \pm 0.15$  kg and eight months of age. No treatment effects were detected on the consumption variables, because there was significance for the lack of model fit (LFM) ( $P < 0.05$ ), which infers that the data did not fit the regression model. There was no effect of treatments on apparent digestibility variables ( $P \geq 0.05$ ). N balance variables were not affected by the levels of active plus inactive yeast, because effect for LFM ( $P < 0.05$ ) indicates that the data does not fit the regression model. Energy balance variables are not influenced by treatments ( $P \geq 0.05$ ). Data on ingested GE, DE, ME and metabolizability did not fit the regression model ( $P < 0.05$ ). No effect of treatments was detected on the AI variables, urine volume and density and fecal weight, because the significance for LFM ( $P < 0.05$ ) infers that the data were not fit to the model. Ingestion time was not influenced by treatments ( $P \geq 0.05$ ). However, there was a linear decreasing effect on rumination and chewing times, and a linear increasing effect for the idle variable ( $P < 0.05$ ). The feed efficiency variables were

significant for the LFM ( $P < 0.05$ ). There was no effect of the treatments on blood metabolites of the animals ( $P \geq 0.05$ ). The combination of active and inactive yeast does not alter consumption, nutrient digestibility, N and energy balance, water intake and blood indicators, but reduces rumination and chewing time and increases idle time of lambs fed a high concentrate diet.

**Keywords:** Additives. High concentrate. Nutrition. Sheep.

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO II – PARÂMETROS NUTRICIONAIS, METABÓLICOS E COMPORTAMENTAIS DE BORREGAS ALIMENTADAS COM DIETA DE ALTO CONCENTRADO CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE LEVEDURA ATIVA COMO ADITIVO**

Tabela 1 – Ingredientes do concentrado e composição bromatológica dos alimentos e da ração total misturada.....	34
Tabela 2 – Consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), carboidratos totais (CCT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) por borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.....	41
Tabela 3 – Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCT) e carboidratos não fibrosos (DCNF) em borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.....	44
Tabela 4 – Balanço de nitrogênio em borregas alimentadas com dietas de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.....	45
Tabela 5 – Balanço de energia em borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.....	47
Tabela 6 - Ingestão de água, volume e densidade da urina e peso das fezes de borregas alimentados com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.....	48
Tabela 7 – Comportamento ingestivo e eficiência de alimentação de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.....	49
Tabela 8 – Metabólitos sanguíneos de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.....	51
Tabela 9 – Glicemia em mg dL <sup>-1</sup> de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.....	52

### **CAPÍTULO III – PARÂMETROS NUTRICIONAIS, METABÓLICOS E COMPORTAMENTAIS DE BORREGAS ALIMENTADAS COM DIETA DE ALTO CONCENTRADO CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE LEVEDURA ATIVA MAIS INATIVA COMO ADITIVO**

Tabela 1 – Ingredientes do concentrado e composição bromatológica dos alimentos e da ração total misturada.....	63
Tabela 2 – Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), carboidratos totais (CCT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) por borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.....	69
Tabela 3 – Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCT) e carboidratos não fibrosos (DCNF) em borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.....	71
Tabela 4 – Balanço de nitrogênio em borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.....	72
Tabela 5 – Balanço de energia em borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.....	73

Tabela 6 - Ingestão de água, volume e densidade da urina e peso das fezes de borregas alimentados com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.....	73
Tabela 7 – Comportamento ingestivo e eficiência de alimentação de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.....	74
Tabela 8 – Metabólitos sanguíneos de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.....	76
Tabela 9 – Glicemia de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.....	77

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	14
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	16
REFERÊNCIAS .....	25
CAPÍTULO II – PARÂMETROS NUTRICIONAIS, METABÓLICOS E COMPORTAMENTAIS DE BORREGAS ALIMENTADAS COM DIETA DE ALTO CONCENTRADO CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE LEVEDURA ATIVA COMO ADITIVO .....	30
1 INTRODUÇÃO.....	32
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
4 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS .....	54
CAPÍTULO III – PARÂMETROS NUTRICIONAIS, METABÓLICOS E COMPORTAMENTAIS DE BORREGAS ALIMENTADAS COM DIETA DE ALTO CONCENTRADO CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE LEVEDURA ATIVA MAIS INATIVA COMO ADITIVO.....	58
1 INTRODUÇÃO.....	60
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	62
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	69
4 CONCLUSÃO.....	79
REFERÊNCIAS .....	80

## CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de confinamento são grandes aliados no aumento da produção de ovinos, pois possibilitam maior produção por área em menor tempo, além de gerar produtos de alta qualidade promovidos pelas dietas de alto concentrado, lotes de animais uniformes, manejo sanitário adequado e abate de animais jovens (DIAS et al., 2016). Porém, apesar da alta capacidade que os ruminantes têm de se adaptarem a diversas condições de alimentação, manejo e ambiente (KOZLOSKI, 2016), eles podem sofrer danos causados por dietas com alto teor energético, como a queda acentuada do pH ruminal, que gera acidoses subclínica e clínica, distúrbios que prejudicam o desempenho e saúde animal. Assim, faz-se necessário manejo nutricional estratégico que minimize os riscos desses impactos.

Os aditivos alimentares são importantes coadjuvantes na redução de complicações relacionadas ao pH do rúmen, pois auxiliam para que haja melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta pelos microrganismos por meio da manutenção da saúde ruminal, que consequentemente aumentará o aporte de energia e proteína para o animal. Dentre os variados tipos de aditivos para ruminantes, as leveduras são amplamente estudadas e se apresentam como uma opção promissora, pois são produtos naturais que, tanto em sua forma ativa com células vivas quanto inativa, proporcionam alterações positivas dos padrões ruminais de fermentação que influenciam diretamente no desempenho animal (AMIN; MAO, 2021).

Os suplementos com levedura para ruminantes geralmente são compostos por cepas da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. Estas cepas têm efeito especialmente sobre o tamponamento do pH ruminal associado a uma redução da acidez, devido a competição por amido com as bactérias que produzem ácidos e por meio do fornecimento de fatores de crescimento a bactérias utilizadoras de ácido lático (PINLOCHE et al, 2013). Outrossim, agem na redução da concentração de oxigênio ruminal, melhorando a eficiência dos processos anaeróbicos desempenhados pelas bactérias (KUTASI et al, 2004).

O conteúdo celular das leveduras apresenta aminoácidos essenciais, vitaminas do complexo B, lipídeos e minerais (ARAÚJO et al., 2009), e sua parede celular é composta por polissacarídeos como  $\alpha$ -D-manana, quitina e  $\beta$ -D-glucana (LI et al. 2006). Assim, as leveduras mesmo em sua forma inativa desempenham importante papel no desempenho animal, pois além de servirem como fator de crescimento aos microrganismos ruminais, ao passar pela degradação ruminal as células de leveduras podem desempenhar função intestinal, de modo a inibir toxinas

e microrganismos patogênicos (FOMENKY et al., 2017), o que confere maior capacidade de absorção de nutrientes.

No Brasil, as leveduras são mais utilizadas em dietas para bovinos, entretanto ainda são escassas e inconsistentes as pesquisas com produtos voltados para ovinos. Desta forma, faz-se indispensável o conhecimento sobre a atuação das leveduras em ovinos, compreender as consequências das interações destes microrganismos com a população em ambiente ruminal, sobre o metabolismo animal, tendo suma relevância no avanço de novas tecnologias na área de nutrição de ruminantes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Dietas de alto concentrado para ruminantes

A terminação de animais em sistemas de confinamento é de interesse dos produtores, porque fornece uma alimentação balanceada que atende a demanda nutricional, além de gerar animais de qualidade para abate independentemente da estação sazonal, com alto valor comercial, diferente do sistema a pasto. Na área de ovinos, que são animais de mais fácil manejo, o confinamento torna-se uma estratégia ainda mais vantajosa, fator este que implica em redução da mão de obra, um dos pontos limitantes da pecuária (CARVALHO et al., 2014).

Nos sistemas de produção de ruminantes, as forragens verdes, fenos e silagens constituem o ingrediente base da dieta, contudo os grãos de cereais ou oleaginosas são, neste sentido, acentuadamente utilizadas, principalmente na fase de terminação em sistemas de confinamento, onde preza-se por dietas ricas nesses ingredientes para que a exigência nutricional de animais de alta produção seja contemplada. Para tanto, os grãos de cereais são fontes ricas em amido, que é o principal carboidrato não fibroso (CNF) dessas dietas (KOZLOSKI, 2016).

Os CF são importantes não só como provedores de energia ao metabolismo animal, mas também são responsáveis por manter a saúde do rúmen. A fase sólida do conteúdo ruminal contém partículas maiores de alimentos, que geram aumento do fluxo de saliva para o rúmen. Na saliva contém bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e sais de fosfato, importantes fatores para manter o pH ruminal estável, favorecendo a atividade das bactérias celulolíticas. Além disso, a fibra é essencial para estimular a ruminação, processo pelo qual são favorecidas a quebra e fermentação dela (WATTIAUX; ARMENTANO, 2015).

O amido consolida-se como relevante fonte alimentar para animais ruminantes desde a fase neonatal, no desenvolvimento das papilas ruminais, ponto de partida para acelerar a transição de animal pré ruminante para ruminante (WATTIAUX; ARMENTANO, 2015), até a fase de terminação, como substrato altamente digestível e precursor energético para o animal, que associado a fontes de proteína forma a base alimentar de sistemas de confinamento, como meio de promover a engorda de animais em períodos mais curtos. Outrossim, culmina em produtos de alta qualidade, devido ao valor energético e proteico agregado (LEITE et al. 2020).

Entretanto, o amido se encontra nas partículas de CNFs, que são altamente fermentáveis, e em excesso na dieta podem interferir na degradação da fibra, pois diferente dos carboidratos fibrosos, não estimulam a ruminação e a salivação, e ainda geram queda do pH, devido a

produção de maiores quantidades de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) do que a taxa de absorção, e de ácido lático (OWENS; GOETSCH, 1988; WATTIAUX; ARMENTANO, 2015).

Ao implementar alimentação altamente concentrada para ruminantes, os nutricionistas objetivam maximizar o desempenho e eficiência alimentar, mantendo distúrbios digestivos, como a acidose ruminal dentro de limites aceitáveis por meio do bom gerenciamento nutricional (PUNIYA et al. 2015). Deste modo, os efeitos das dietas ricas em amido no rúmen são bastante investigados, e nesta perspectiva é demonstrado que alterações em dieta à base de forragem para alta concentração de cereais induz mudanças profundas sobre a população microbiana, com abundância de *Streptococcus bovis* e *Prevotella ruminicola*, atrelada ao declínio populacional de cópias de gene de bactérias fibrolíticas, como *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* e *F. flavefaciens* (TAJIMA et al., 2001).

Os CNFs representam a maior parte da composição de uma dieta rica em grãos. As bactérias que fazem a degradação desses componentes utilizam também amônia, aminoácidos e peptídeos como substratos para produzirem sua proteína, possuem taxa de crescimento relativamente mais elevada, que gera aumento na atividade sobre as partículas de alimento. Neste sentido, atuam na quebra das ligações  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6 do amido e liberam maltose, posteriormente glicose, que é utilizada como fonte de energia para o próprio crescimento. Durante esse processo há liberação de energia na forma de calor, bem como de gases (metano – CH<sub>4</sub> e dióxido de carbono – CO<sub>2</sub>) e produção de lactato. Além disso, são resultados da degradação de CNFs, os isoácidos e AGCC, principalmente acetato/ ácido acético, propionato/ ácido propiônico e butirato/ ácido butírico, sendo o propionato o principal precursor de glicose no fígado do animal ruminante, a ser utilizado em seu metabolismo (KOZLOSKI, 2016).

As quantidades AGCC produzidos dependem da espécie microbiana existente no rúmen, que por seu turno, para dietas mais concentradas e ricas em amido, as proporções podem chegar a 40:40:20 de acetato: propionato: butirato (GOULARTE et al., 2011; ANTUNES; RODRIGUEZ; SALIBA, 2011). Segundo Nussio, Campos e Lima (2011), em uma proporção de volumoso: concentrado igual a 20:80 as relações molares de acetato: propionato: butirato equivalem a 53,3:30,6:10,7.

A produção de acetato a partir do piruvato proveniente da quebra de glicose ocorre em uma maior parcela em relação aos demais, tem como intermediário principal o acetil-Scoa e gera um saldo máximo de energia de quatro ATPs. As vias de produção que levam o piruvato até propionato são a do succinato, onde são gastos dois NADH e é produzido um ATP, e a via do acrilato, proveniente do lactato, a qual também gasta duas moléculas de NADH, porém não produz ATP. Já o butirato é gerado a partir de duas moléculas de piruvato, produzindo um ATP (NUSSIO; CAMPOS; LIMA, 2011; KOZLOSKI, 2016).

Animais de confinamento que recebem dietas com elevado teor de amido e açúcares solúveis, geralmente passam por uma condição metabólica denominada acidose subclínica, mais comumente chamada de SARA (subacute ruminal acidosis), sigla que traduzida do inglês significa acidose ruminal subaguda. A SARA se estabelece quando o pH do rúmen fica em torno de 5,8 por mais de 3 horas, associado ao acúmulo AGCC devido a limitada capacidade de absorção destes pelo epitélio ruminal (SAUVANT; MESCHY; MERTENS, 1999; BEAUCHEMIN et al., 2003).

O lactato é um importante produto da degradação de carboidratos provenientes de dietas concentradas, formado a partir do piruvato em uma reação de desidrogenação com a utilização de um NADH, pelas bactérias *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus sp.* A produção desse ácido depende da concentração de NADH, onde à medida que aumenta tal concentração, proporcionalmente se dará a conversão de piruvato em lactato. Uma quantidade excessiva desse ácido leva a queda do pH ruminal para cerca de 5,2, resultando em acidose clínica (OWENS et al., 1998; KOZLOSKI, 2016).

Apesar de ser considerada sutil, a SARA é um distúrbio metabólico considerável em ruminantes, pois pode afetar a saúde e reduzir o desempenho dos animais, contudo pode ser tratada. Já a acidose clínica é de complexo tratamento e na maioria dos casos leva o animal a morte. A fim de contornar e evitar tais distúrbios, várias estratégias têm sido usadas como meio de manipulação da ecologia ruminal, onde são utilizados aditivos e/ou suplementos dietéticos, incluindo tampões, enzimas alimentares, aminoácidos sintéticos, óleo essencial e suplementos microbianos (AZZAZ; MURAD; MORSY, 2015).

## **2.2 Leveduras: aspectos gerais e meios de produção**

As leveduras são fungos unicelulares não filamentosos, de morfologia ovalóide ou esférica, que podem desempenhar funções tanto benéficas quanto prejudiciais ao ambiente. São utilizadas nas indústrias como ferramenta biotecnológica em diversos setores, desde a panificação até a destilaria alcóolica. Entretanto, também são organismos naturalmente causadores de doenças e deterioração de alimentos (PELCZAR; CHAN; KRIEG, 1997; ARAÚJO et al., 2009; TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Deste modo, por serem considerados organismos heterotróficos, aqueles incapazes de utilizar compostos orgânicos simples ou energia solar para produzir compostos mais complexos, as leveduras executam seu metabolismo fermentativo por meio da infusão de monossacarídeos para dentro de sua célula (ARAÚJO et al., 2009). A maioria das leveduras são anaeróbicas facultativas, isto é, também podem utilizar oxigênio, o que permite que vivam em

vários ambientes. Na presença de oxigênio as leveduras metabolizam carboidratos a CO<sub>2</sub> e água, e em anaerobiose fermentam os carboidratos produzindo etanol e CO<sub>2</sub> (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

Na indústria de aditivos alimentares para animais domésticos, as leveduras são mais conhecidas em seu uso tanto como probióticos, em sua forma viva ou ativa, quanto como prebióticos, na sua forma seca ou inativa - derivada da parede de suas células. As cepas mais conhecidas pertencem aos gêneros *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Hansenula*, *Pichia* e *Candida*. Dentro destes gêneros, estão as espécies *S. boulardii*, *S. cerevisiae*, *K. fragilis*, *K. lactis*, *C. saitoana* e *C. pintolopesii* (KUMURA et al. 2004).

Contudo, a levedura mais comumente estudada e melhor compreendida é a *Saccharomyces cerevisiae*, uma espécie anaeróbica facultativa que se reproduz vegetativamente por brotamento multilateral capaz de rápida divisão (VILJOEN; HEARD, 1999). Em seu conteúdo celular contém aminoácidos essenciais como lisina, leucina e treonina, vitaminas do complexo B (piridoxina, tiamina, biotina, riboflavina, niacina e ácido pantotênico), lipídeos e minerais como magnésio e zinco (ARAÚJO et al., 2009). Além das manoproteínas (COSTA; MAGNANI; CASTRO-GOMEZ, 2012), a parede celular da *S. cerevisiae* contém cerca de 69, 15 e 2% dos polissacarídeos β-D-glucana, α-D-manana e quitina, respectivamente, e essa composição pode variar de acordo com a deformação, estágio de crescimento e meio ambiente (LI et al. 2006; ELGHANDOUR et al. 2022).

A levedura pode ser obtida em altas concentrações de células vivas industrialmente nos processos de produção de bioetanol e bebidas alcoólicas, que tem como substratos o melão e os inoculantes de *S. cerevisiae*. A produção de bioetanol gera resíduos com cerca de 65% de levedura ativa ao longo do ano (DAGA EW et al., 2021). Assim, existe uma grande disponibilidade deste coproduto no mercado brasileiro, onde cada litro de álcool produzido gera cerca de 30 g de levedura. Tendo o Brasil produzido em 2015 mais de 15 bilhões de litros de álcool, estima-se que a produção de *S. cerevisiae* seja em torno de 450 mil toneladas por ano (MELO et al. 2015).

Os produtos comumente utilizados na alimentação animal são compostos por células secas vivas que são misturadas a um transportador para alimentação, ou cultura de levedura, que contém células vivas e mortas misturadas a um meio de cultura, que as células vivas utilizam para produzirem metabólitos considerados subprodutos da fermentação. A produção da cultura de levedura envolve a fase líquida, com ingredientes em sua forma crua (geralmente de grãos de cereais), que são fermentados com células vivas de levedura, e a fase pós-fermentativa, onde o conteúdo passa pelo processo de secagem (LINN; RAETH-KNIGHT, 2006).

### 2.3 Modo de ação das leveduras em ruminantes

As leveduras e os subprodutos contendo leveduras têm sido utilizadas em ruminantes adultos desde 1925, como complemento alimentar e fonte de proteína dietética. Já as dosagens abaixo de 1% da MS da dieta, consideradas aditivas, como alternativa aos promotores de crescimento químicos, começaram a ser estudadas foram utilizadas do fim da década 1980 ao início de 1990 (WALLACE; NEWBOLD, 1995). A partir de então, este probiótico tornou-se comum na nutrição de ruminantes, e já é comprovada sua eficiência no equilíbrio da microflora ruminal, que auxilia desde a redução de distúrbios metabólicos relacionados a acidose ruminal, proveniente de dietas ricas em grãos, até a manutenção da saúde do rúmen como um todo, melhorando a utilização de carboidratos fibrosos pelos microrganismos que irá resultar em aumento da digestibilidade e desempenho animal (AMIN; MAO, 2021).

Os efeitos dos produtos de leveduras sobre os ruminantes são variados e dependem de diversos fatores, tanto bióticos como o tipo de cepa de levedura, a dosagem e sua viabilidade, quanto abióticos como a composição da dieta, a espécie animal e seu estado fisiológico. Os produtos de levedura ativa contêm geralmente, um nível de células vivas maior que  $1,0 \times 10^9$  UFC g<sup>-1</sup> de matéria seca (MS), e esse número permanece viável por até 24 horas (KUNG JR et al., 1997) em condições ruminais. São utilizados para melhorar o ambiente ruminal e desempenho animal por meio de vários fatores, dentre eles o fornecimento de nutrientes, provenientes do conteúdo contido no meio intracelular e na parede de suas células, que servem como substrato para os microrganismos, favorecendo sua proliferação e atividade (CHAUCHEYRAS-DURAND, WALKER e BACH, 2008; SALES, 2011; ALZAHAL et al., 2014; MALEKKHAHI et al., 2016).

Zapata et al. (2021) apontam que probióticos (microrganismos vivos benéficos) e prebióticos (fibra, material da parede celular, polissacarídeos de manano derivados da hidrólise das paredes celulares das leveduras) são aditivos alimentares que podem ter propriedades que trazem benefícios nutricionais, bem como farmacêuticos e metabólicos, que resultam em melhora no desempenho e saúde do animal.

As leveduras podem atravessar o rúmen sem serem degradadas e ao longo do trato digestivo alteram moderadamente a microbiota intestinal e a expressão gênica do cólon (FOMENKY et al., 2017; BACH et al., 2018; BACH et al., 2019), o que confere um potencial efeito a nível intestinal. *S. cerevisiae* pode inibir toxinas e microrganismos patogênicos, melhorando a microflora intestinal, a digestibilidade alimentar e o fornecimento de nutrientes. As leveduras adsorvem as bactérias patogênicas gram-negativas, numa interação chamada

lecitina-manana, carregando-as para fora do trato digestivo de modo a impedir sua fixação na mucosa intestinal (ARAÚJO et al., 2009).

Em dietas ricas em amido e açúcares solúveis a produção excessiva de lactato pelas bactérias *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus sp.* pode causar acidose clínica por redução do pH para abaixo de 5,5 por mais de três horas. *S. bovis* produz L-lactato em pH moderadamente ácido, porém quando o pH diminui, seu metabolismo é modificado para a produção D-lactato, a forma mais tóxica (CHAUCHEYRAS-DURAND et al., 2012).

As leveduras podem servir como fonte de nutrientes, tais como aminoácidos, peptídeos e ácidos orgânicos, que são essenciais para as bactérias que utilizam ácido lático (*Megasphaera elsdenii* e *Selenomonas ruminantium*), aumentando sua atividade, tanto de conversão de lactato a propionato via acrilato como de consumo de açúcares solúveis, o que permite menor variação do pH ruminal (FONTY; CHAUCHEYRAS-DURAND, 2006; AMIN; SHENGYONG, 2021). Ademais, *Saccharomyces cerevisiae* também pode estimular protozoários ruminais, especialmente os ciliados *Entodiniom orphid*, que rapidamente engolfam grânulos de amido e ajudam estabilizar o pH ruminal (BROSSARD et al., 2006).

De acordo com Beauchemin et al. (2003) a acidose subclínica é resultado do acúmulo de AGCC, quando a produção é maior que a absorção, e nessa condição o pH encontra-se na faixa 5,8. Portanto, ainda em associação com a estabilização do pH ruminal, as leveduras têm a capacidade de competir com as bactérias produtoras de AGCC (*Streptococcus bovis* e *Lactobacillus sp*) por carboidratos fermentáveis, de modo que elas utilizam o amido dentro do rúmen para privar *S. bovis*, que também está ligada a produção de lactato, de ter acesso a substrato suficiente para executar sua atividade metabólica (CHAUCHEYRAS-DURAND; WALKER; BACH, 2008; SHENGYONG, 2021).

O efeito quanto ao fornecimento de nutrientes que promovem o crescimento microbiano também são comprovados quando se utilizam dietas ricas em fibra. Entretanto, um dos principais fatores que podem explicar o efeito benéfico das leveduras ativas sobre bactérias que degradam carboidratos fibrosos é a eliminação do oxigênio (O<sub>2</sub>) do meio ruminal. Este efeito foi verificado por Ogunade et al. (2019), quando observaram aumento na expressão de genes associados à fosforilação oxidativa (ubiquinol-citocromo bc redutase e citocromo c oxidase), sugerindo que a levedura é capaz de buscar oxigênio no rúmen.

Em estudo *in vitro*, apontou-se que as levedura ativa extraem rapidamente O<sub>2</sub> do líquido ruminal e que as condições anaeróbicas não afetam sua capacidade de consumo de oxigênio (KUTASI et al., 2004). A redução do O<sub>2</sub> melhora as condições para a atividade microbiana no rúmen, uma vez que são favorecidos o crescimento e atividade de bactérias que degradam principalmente celulose, o que corrobora para a elevação a digestibilidade da fibra. Sabe-se que

o rúmen funciona em anaerobiose, no entanto o oxigênio pode entrar durante a ingestão de alimento e água, além da ruminação ou da salivação (FONTY; CHAUCHEYRAS-DURAND, 2006).

A levedura inativa funciona como um prebiótico e apresenta efeitos menos aparentes que a ativa. Devido à ausência de atividade biológica, a principal função da suplementação com levedura inativa como aditivo é o fornecimento de fatores de crescimento contidos tanto na parede quanto no seu conteúdo celular. Cunha et al. (2019) avaliaram os efeitos da suplementação com 15 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de levedura inativa (AI 15) ou 30 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de levedura inativa (AI 30) sobre o consumo voluntário de bovinos de corte, digestibilidade aparente de nutrientes, pH ruminal, concentrações de AGCC e amônia ruminal. Como resultados, encontraram que tais produtos não são recomendados como aditivos alimentares para bovinos alimentados por meio de dietas com 80% de concentrado, pois permitem que os animais selecionem partículas fibrosas da ração total, e não garantem ganhos representativos nos parâmetros ruminais e digestibilidades.

#### **2.4 Efeitos da suplementação com leveduras em ovinos**

Fatores como dosagem e tipo de produto, densidade de energia da dieta e estratégias de alimentação fazem com que os resultados das pesquisas quanto ao efeito das leveduras em ovinos apresentem resultados inconsistentes. Em meta análise conduzida por Sales (2011), foi quantificada a magnitude dos efeitos da suplementação de levedura nos parâmetros ruminais, digestibilidade total dos nutrientes, crescimento e conversão alimentar em diferentes estudos com ovinos. As evidências mostraram que a adição de levedura ativa de *S. cerevisiae* às dietas não teve qualquer efeito no crescimento, conversão alimentar, parâmetros ruminais ou digestibilidade da fibra em ovinos.

O impacto de repetidos desafios de acidose e o efeito da suplementação com levedura ativa ( $4 \times 10^9$  UFC de *Saccharomyces cerevisiae*) foi investigado na fermentação ruminal, ecossistema microbiano e resposta inflamatória de ovelhas. Durante os desafios subsequentes ao primeiro, a suplementação com levedura contribuiu para a diminuição do tempo em que o pH ruminal permaneceu abaixo de 5,6, promoveu em  $0,9^{10}$  ml<sup>-1</sup> o número de protozoários e reduziu em  $0,25^{10}$  ml<sup>-1</sup> as bactérias produtoras de lactato (SILBERBERG et al., 2013).

Ghoneem e Mahmoud (2014) avaliaram os efeitos da suplementação com 5 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de levedura inativa sobre a digestibilidade, desempenho de crescimento, parâmetros ruminais e sanguíneos de cordeiros. Os autores observaram que os cordeiros suplementados ganharam em média 1,78 kg a mais que os animais do tratamento controle e concluíram que a

suplementação de levedura inativa poderia ser recomendada para melhorar o desempenho de crescimento dos cordeiros.

Pienaar et al. (2015), ao estudarem a influência da suplementação com 10 g de levedura ativa sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes de uma dieta rica em amido para cordeiros em terminação, não observaram efeitos significativos para tais parâmetros. Da mesma forma, em estudo mais recente, Siqueira et al. (2020), avaliaram a digestibilidade da matéria seca, consumo e perfil metabólico de borregas alimentadas com leveduras ativa, ativa mais inativa, e inativa na ração, nas dosagens de 1,5; 3,0 e 4,5 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Os autores não observaram influência dos aditivos nos parâmetros estudados.

Um estudo foi conduzido para avaliar os efeitos da suplementação dietética com 2 g kg<sup>-1</sup> de levedura ativa, 2 g kg<sup>-1</sup> de mananoligossacarídeos (parede celular/ levedura inativa) ou a combinação destes aditivos 2 g kg<sup>-1</sup> MS consumida, sobre a resposta inflamatória, parâmetros ruminais e morfologia ruminal de ovelhas alimentadas com uma dieta rica em grãos. O uso dos aditivos e suas combinações reduziu as concentrações de NH<sub>3</sub> de 36,54 para em média 27,52 ml dL<sup>-1</sup>, e a translocação de lipopolissacarídeos para a corrente sanguínea de 0,94 para em média 0,31 unidades de endotoxinas. Dietas contendo mananoligossacarídeos (MOS) e a combinação de levedura ativa + parede celular melhorou a saúde do epitélio ruminal; e dietas contendo levedura ativa e levedura ativa + parede celular diminuíram a incidência e gravidade de abscessos hepáticos (GARCIA DIAZ et al., 2018).

Leveduras ativa, inativa e sua combinação foram utilizadas por Rodrigues et al. (2021), nas dosagens de 1,5; 4,5 e 3,0 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente, para a avaliação de seus efeitos sobre os consumos de matéria seca e água, digestibilidade aparente da matéria seca, parâmetros urinários e metabólitos séricos de cordeiros. O estudo concluiu que tais aditivos podem ser utilizados como aditivos na dieta de cordeiros, mantendo o consumo e digestibilidade da matéria seca sem causar distúrbios metabólicos.

Zapata et al. (2021) também avaliaram os efeitos da suplementação única ou combinada de probióticos e prebióticos (3 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) na fermentação ruminal e na digestão total de cordeiros terminados com dieta rica em concentrado. Os resultados apresentados demonstram que os aditivos colaboram para a melhoria da digestão total e para o aumento da energia digestível de 78,79% para em média 81,49%. A redução de bactérias ruminais hiper-produtoras de amônia de 9,97<sup>10</sup> para 8,57<sup>10</sup> cópias ml<sup>-1</sup> com a combinação de probiótico e prebiótico pode contribuir para melhorar a economia de N na dieta e beneficia a digestão e fermentação ruminal.

Por sua vez, Siqueira et al. (2022), ao avaliarem a digestibilidade da matéria seca, o consumo e o perfil metabólico de borregas alimentadas com leveduras ativas, inativas ou ativas mais inativas na dieta contendo enzima fibrolítica, nas dosagens de 1,5; 4,5 e 3,0 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>, respectivamente, obtiveram que a inclusão destes aditivos reduz a digestibilidade da dieta de 85,57% para em média 82,50%, sem afetar o consumo de matéria seca, além de aumentar os níveis de ureia e proteína total sem causar danos hepáticos ou renais nas borregas.

Oliveira et al. (2020), avaliaram o efeito de diferentes aditivos, tais quais óleo essencial (0,55%), virginiamicina (30 mg kg<sup>-1</sup>), tanino (0,2%), levedura inativa não purificada (0,2%) e levedura inativa purificada (0,2%) – sendo todas as dosagens de acordo com a matéria seca consumida - sobre o consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo, parâmetros fisiológicos e pH ruminal de ovelhas não gestantes alimentadas com volumoso extrusado. Os resultados apontaram que dentre os aditivos utilizados a levedura inativa purificada foi a que mais influenciou positivamente o consumo de matéria seca pelas ovelhas, com 2,54 kg dia<sup>-1</sup>.

Por fim, Gloria-Trujillo et al. (2022) avaliaram o desempenho produtivo, digestibilidade aparente e características da carcaça e do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros confinados suplementados com quatro níveis de *Saccharomyces cerevisiae* (0, 3, 5 e 10 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Como resultado, os autores encontraram que a suplementação com 3 e 5 g de levedura melhora o desempenho produtivo sem afetar as características físico-químicas da carcaça ou músculo, com aumento no ganho de peso médio diário de 326 para 336 e 340 g dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- ALZAHAL, O.; DIONISSOPOULOS, L.; LAARMAN, A. H.; WALKER, N.; McBRIDE, B. W. Active dry *Saccharomyces cerevisiae* can alleviate the effect of subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 12, p. 7751-7763, 2014.
- AMIN, A. B.; MAO, S. Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. **Animal Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 31-41, 2021.
- ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. Capítulo 8, p. 239-263.
- ARAÚJO, L. F.; DIAS, M. V. C.; BRITO, E. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, S. Enriquecimento proteico de alimentos por levedura em fermentação semissólida: alternativa na alimentação animal. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 3, p. 47-53, 2009.
- AZZAZ, H. H.; MURAD, H. A.; MORSY, T. A. Utility of ionophores for ruminant animals: a review. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 9, n. 6, p. 254-265, 2015.
- BACH, A.; GUASCH, I.; ELCOSO, G.; CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; CASTEX, M., FÀBREGAS, F.; E. GARCIA-FRUITOS, E; ARIS, A. Changes in gene expression in the rumen and colon epithelia during the dry period through lactation of dairy cows and effects of live yeast supplementation. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 2631-2640, 2018.
- BACH, A.; LÓPEZ-GARCÍA, A.; GONZÁLEZ-RECIO, O.; ELCOSO, G.; FÀBREGAS, F.; CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; CASTEX, M. Changes in the rumen and colon microbiota and effects of live yeast dietary supplementation during the transition from the dry period to lactation of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 7, p. 6180-6198, 2019.
- BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z.; MORGAVI, D. P.; GHORBANI, G. R.; KAUTZ, W. et al. Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 6, p. 1628-1640, 2003.
- BROSSARD, L.; CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; MICHALET-DOREAU, B.; MARTIN, C. Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: new type of interaction. **Animal Science**, v. 82, n. 6, p. 829-836, 2006.
- CARVALHO, S.; DIAS, F. D.; PIRES, C. C.; BRUTTI, D. D.; LOPES, J. F.; SANTOS, D.; BARCELOS, R. D.; MACARI, S.; WOMMER, T. P.; GRIEBLER, L. Comportamento ingestivo de cordeiros texel e ideal alimentados com casca de soja. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 241, p. 55-64. 2014.
- CATTANEO, L.; LOPREIATO, V.; PICCIOLI-CAPPELLI, F.; TREVISI, E.; MINUTI, A. Effect of supplementing live *Saccharomyces cerevisiae* yeast on performance, rumen function, and metabolism during the transition period in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 106, n. 6, p. 4353-4365, 2023.
- CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; WALKER, N. D.; BACH, A. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 5-26, 2008.

CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; CHEVAUX, E.; MARTIN, C.; FORANO, E. Use of yeast probiotics in ruminants: effects and mechanisms of action on rumen pH, fibre degradation, and microbiota according to the diet. In: RIGOBELLO, E.C. (Ed.), **Probiotic in Animals**. InTech, Rijeka, Croatia, p. 119–162, 2012.

COSTA, A. G.; MAGNANI, M.; CASTRO-GOMEZ, R. J. H. Obtenção e caracterização de manoproteínas da parede celular de leveduras de descarte em cervejaria. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 34, n. 1, p. 77-84, 2012.

CUNHA, C. S.; MARCONDES, M. I.; SILVA, A. L. D.; GIONBELLI, T. R. S.; NOVAES, M. A. S.; KNUPP, L. S.; VIRGINIO JÚNIOR, G. F.; VELOSO, C. M. Do live or inactive yeasts improve cattle ruminal environment? **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, 2019.

DAGAEW, G.; CHERDTHONG, A.; WONGTANGTINTHARN, S.; WANAPAT, M.; SUNTARA, C. Manipulation of *in vitro* ruminal fermentation and feed digestibility as influenced by yeast waste-treated cassava pulp substitute soybean meal and different roughage to concentrate ratio. **Fermentation**, v. 7, n. 3, p. 196, 2021.

LEITE, H. M.; BATISTA, N. V.; DE LIMA, A. F.; DA SILVA, L. A.; FIRMINO, S. S.; SILVA, M. R. L.; DE OLIVEIRA LIMA, P. Desempenho e comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dieta de alto grão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e2559108443-e2559108443, 2020.

DIAS, A. M.; OLIVEIRA, L. B.; ÍTAVO, L. C. V.; MATEUS, R. G.; GOMES, E. N. O.; COCA, F. O. C. G.; ÍTAVO, C. C. B. F.; NOGUEIRA, E.; MENEZES, B. B.; MATEUS, R. G. Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 45-54, 2016.

ELGHANDOUR, M. M. Y.; TAN, Z. L.; ABU HAFSA, S. H.; ADEGBEYE, M. J.; GREINER, R.; UGBOGU, E. A.; MONROY, C.; SALEM, A. Z. M. *Saccharomyces cerevisiae* as a probiotic feed additive to non and pseudo-ruminant feeding: a review. **Journal of Applied Microbiology**, v. 128, n. 3, p. 658-674, 2019.

FOMENKY, B. E.; CHIQUETTE, J.; BISSONNETTE, N.; TALBOT, G.; CHOUINARD, P. Y.; IBEAGHA-AWEMU, E. M. Impact of *Saccharomyces cerevisiae* boulardii CNCMI-1079 and *Lactobacillus acidophilus* BT1386 on total lactobacilli population in the gastrointestinal tract and colon histomorphology of Holstein dairy calves. **Animal Feed Science and Technology**, v. 234, p. 151-161, 2017.

FONTY, G.; CHAUCHEYRAS-DURAND, F. Effects and modes of action of live yeasts in the rumen. **Biologia**, v. 61, n. 6, p. 741-750, 2006.

GARCIA DIAZ, T.; FERRIANI BRANCO, A.; JACOVACI, F. A.; CABREIRA JOBIM, C.; BOLSON, D. C.; PRATTI DANIEL, J. L. Inclusion of live yeast and mannan-oligosaccharides in high grain-based diets for sheep: Ruminal parameters, inflammatory response and rumen morphology. **PLoS One**, v. 13, n. 2, p. e0193313, 2018.

GHONEEM, W. M. A.; MAHMOUD, A. E. M. Effect of inactivated and dried yeast on productive performance of Barki lambs. **Asian Journal Animal and Veterinary Advances**, 2014.

GLORIA-TRUJILLO, A. G.; HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, D.; CROSBY-GALVÁN, M. M.; HERNÁNDEZ -MENDO, O.; MATA-ESPINOSA, M. A. et al. Performance and carcass characteristics of lambs fed diets supplemented with different levels of *Saccharomyces cerevisiae*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, 2022.

GOULARTE, S.R.; ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; ÍTAVO, C.C.B.F.; OLIVEIRA, L.C.S.; TORRES JUNIOR, R.A.A.; BITTAR, C.M.M. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.1479-1486, 2011.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. UFSM, Santa Maria, 2011, 212 p.

KUMURA, H.; TANOUE, Y.; TSUKAHARA, M.; TANAKA, T.; SHIMAZAKI, K. Screening of yeast strains for probiotic applications. **Jornal of Dairy Science**, v. 87, 4050–4056, 2008.

KUNG JR, L.; KRECK, E. M.; TUNG, R. S.; HESSION, A. O.; SHEPERD, A. C.; COHEN, M. A.; SWAIN, H. E.; LEEDLE, J. A. Z. Effects of a live yeast culture and enzymes on in vitro ruminal fermentation and milk production of dairy cows. **Journal of dairy Science**, v. 80, n. 9, p. 2045-2051, 1997.

KUTASI, J.; JURKOVICH, V.; BRYDL, E.; KONYVES, L.; TIRIÁN, A. E.; BATA, A. Influence of different *Saccharomyces cerevisiae* strains on the oxygen concentration in the rumen fluid. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 13, suppl. 1, p. 131-134, 2004.

LANDERS, T. F.; COHEN, B.; WITTUM, T. E.; LARSON, E. L. A review of antibiotic use in food animals: perspective, policy, and potential. **Public Health Reports**, v. 127, n. 1, p. 4-22, 2012.

LI, J.; LI, D. F.; XING, J.J.; CHENG, Z. B; LAI, C. H. Effects of b-glucan extracted from *Saccharomyces cerevisiae* on growth performance and immunological and somatotropic responses of pigs challenged with *Escherichia coli* lipopolysaccharide. **Jornal of Animal Science** v. 84, p. 2374–2381. 2006.

LINN, J.; RAETH-KNIGHT, M. Yeast in dairy cattle diets. In: **Proceedings of the 2006 Four State Dairy Nutrition and Management Conference**. 2006. p. 85-90.

MALEKKHAHI, M.; TAHMASBI, A. M.; NASERIAN, A. A.; DANESH-MESGARAN, M.; KLEEN, J. L., ALZAHAL, O.; GHAFFARI, M. H. Effects of supplementation of active dried yeast and malate during sub-acute ruminal acidosis on rumen fermentation, microbial population, selected blood metabolites, and milk production in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 213, p. 29-43, 2016.

MELO, G. M. P. D.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; RIBEIRO, S. F.; SILVA, J. R. R., ALVES, J. C.; ROQUE, C. **Boletim Técnico da Produção Animal**, 15/Universidade Camilo Castelo Branco: Selênio levedura. 2015.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. Capítulo 7, p. 193-238.

OGUNADE, I. M.; LAY, J.; ANDRIES, K.; McMANUS, C. J.; BEBE, F. Effects of live yeast on differential genetic and functional attributes of rumen microbiota in beef cattle. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 10, n. 1, p. 1-7, 2019.

OLIVEIRA, K. A.; ASSIS, T. S.; SOUSA, L. F.; SIQUEIRA, M. T.; SOUZA, A. M.; MACEDO JÚNIOR, G. L. Consumo de nutrientes, comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de ovinos alimentados com volumoso extrusado contendo diferentes aditivos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-9, 2020.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: **The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition** (Ed. D. C. Church). Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA. 1988. p. 145-171.

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.

PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. S. Microbiologia: conceitos e aplicações. In: **Microbiologia: Conceitos e Aplicações**. 1997. p. xxix, 524.

PIENAAR, G. H.; EINKAMERERA, O. B.; VAN DER MERWEA, H. J.; HUGOB, A.; FAIR, M. D. The effect of an active live yeast product on the digestibility of finishing diets for lambs. **Small Ruminant Research**, v. 123, n. 1, p. 8-12, 2015.

PINLOCHE, E.; McEWAN, N.; MARDEN, J. P.; BAYOURTHE, C.; AUCLAIR, E.; NEWBOLD, C. J. The effects of a probiotic yeast on the bacterial diversity and population structure in the rumen of cattle. **PLoS One**, v. 8, n. 7, p. e67824, 2013.

PUNIYA, A. K.; SALEM, A. Z. M.; KUMAR, S.; DAGAR, S. S.; GRIFFITH, G. W.; PUNIYA, M.; RAVELLA, S. R.; KUMAR, N.; DHEWA, T.; KUMAR, R. Role of live microbial feed supplements with reference to anaerobic fungi in ruminant productivity: A review. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 3, p. 550-560, 2015.

RODRIGUES, G. R. D.; SCHULTZ, E. B.; SIQUEIRA, M. T. S.; FONSECA, A. L.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, D. A. P.; MACEDO JUNIOR, G. L. Use of active and inactive yeasts in lamb diets: intake, digestibility, and metabolism. **Veterinária Notícias**, v. 27, n. 2, p. 19-43, 2021.

SALES, J. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters, nutrient digestibility and growth in sheep: A meta-analysis. **Small Ruminant Research**, v. 100, n. 1, p. 19-29, 2011.

SIQUEIRA, M. T. S.; RUELA, P. A. C.; OLIVEIRA, K. A.; DE PAULA SILVA, D. A.; SOUSA, L. F.; JÚNIOR, G. D. L. M. Avaliação dos parâmetros nutricionais e metabólicos de borregas alimentadas com leveduras na ração. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-10, 2020.

SIQUEIRA, M. T. S.; SOUZA, A. M. D.; SCHULTZ, E. B.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. F.; MACEDO JÚNIOR, G. L. Nutritional and metabolic parameters of ewe lambs fed yeast in the diet containing fibrolytic enzyme. **Boletim de Indústria Animal**, v. 79, p. 1-14, 2022.

SILBERBERG, M.; CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; COMMUN, L.; MIALON, M. M.; MONTEILS, V.; MOSONI, P.; MORGAVI, D. P.; MARTIN, C. Repeated acidosis challenges

and live yeast supplementation shape rumen microbiota and fermentations and modulate inflammatory status in sheep. **Animal**, v. 7, n. 12, p. 1910-1920, 2013.

SAUVANT, D.; MESCHY, F.; MERTENS, D. Components of ruminal acidosis and acidogenic effects of diets. **Productions Animales (France)**, 1999.

TAJIMA, K.; AMINOV, R. I.; NAGAMINE, T.; MATSUI, H.; NAKAMURA, M.; BENNO Y. Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 67, n. 6, p. 2766-2774, 2001.

TORTORA, G. J.; FUNK, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**; tradução: Aristóbolo Mendes da Silva... [et al.]; revisão técnica: Flávio Guimarães da Fonseca. Porto Alegre: Artmed, 2012. xxx, 934 p.

VILJOEN, B. C.; HEAD, G. M. SACCHAROMYCES/Saccaromyces cerevisiae. In: ROBINSON, R. K. et al. **Encyclopedia of Food Microbiology**. Academic press. 1999. pp.1918-1925.

WALLACE, R. J.; NEWBOLD, C. J. Microbial feed additives for ruminants. **Probiotics: Prospects of Use in Opportunistic Infections**. Institute for Microbiology and Biochemistry, Herborn-Dill, Germany, p. 101-125, 1995.

WATTIAUX, M. A.; ARMENTANO, L. E. O metabolismo de carboidratos em bovinos de leite. **Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional**, University of Wisconsin-Madison, 2015.

ZAPATA, O., CERVANTES, A., BARRERAS, A., MONGE-NAVARRO, F., GONZÁLEZ-VIZCARRA, V. M., ESTRADA-ANGULO, A.; URÍAS-ESTRADA, J. D.; CORONA, L.; ZINN, R. A.; MARTÍNEZ-ALVAREZ, I. G.; PLASCENCIA, A. Effects of single or combined supplementation of probiotics and prebiotics on ruminal fermentation, ruminal bacteria and total tract digestion in lambs. **Small Ruminant Research**, v. 204, p. 106538, 2021.

## CAPÍTULO II – PARÂMETROS NUTRICIONAIS, METABÓLICOS E COMPORTAMENTAIS DE BORREGAS ALIMENTADAS COM DIETA DE ALTO CONCENTRADO CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE LEVEDURA ATIVA COMO ADITIVO

### RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da adição de níveis crescentes de levedura ativa sobre consumo, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio e de energia, comportamento ingestivo, e metabólitos sanguíneos de borregas alimentadas com dietas de alto concentrado. O experimento foi conduzido em Uberlândia-MG, entre novembro de 2015 e janeiro de 2016, onde foram utilizadas cinco borregas mestiças Santa Inês x Dorper com peso inicial médio de  $40,40 \pm 0,15$  kg, que foram alojadas em gaiolas individuais de metabolismo. Os tratamentos consistiram em cinco níveis de levedura ativa (Active Flora<sup>®</sup> - ICC, Louisville, Kentucky, Estados Unidos,  $2,0 \times 10^{10}$  UFC – Unidades formadoras de colônia), sendo 0, 0,15, 0,3, 0,45 e 0,6% da matéria seca (MS) ofertada em  $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  de ração contendo 20: 80 de volumoso: concentrado, totalizando cinco tratamentos. As coletas de sobras e fezes para determinação do consumo e digestibilidade foram realizadas diariamente e ao final de cada período foram feitas amostras compostas por animal, por período. E as coletas de sangue para análise de metabólitos sanguíneos foram realizadas sempre antes da primeira refeição do dia, sendo três amostras por período. O delineamento experimental utilizado foi um quadrado latino  $5 \times 5$ , com cinco animais e cinco períodos, totalizando 25 unidades experimentais. Os dados foram submetidos a análise de regressão com nível de significância de 0,05. Os consumos de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) não foram afetados pelos níveis de levedura ativa, no entanto houve efeito quadrático sobre os consumos de MS (matéria seca), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) e carboidratos totais (CT) em  $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , e efeito linear crescente sobre os consumos de MS e MO em % PC e em  $\text{g kg}^{-1} \text{ PC}^{0,75}$ , e de PB (proteína bruta) e carboidratos não fibrosos (CNF) em  $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . As digestibilidades aparentes não foram influenciados pelos tratamentos. Houve efeito quadrático dos níveis de levedura ativa sobre o nitrogênio (N) ingerido e N urinário, enquanto o N fecal e o N absorvido aumentaram linearmente. Não houve efeito dos tratamentos sobre a energia bruta (EB) fecal, energia digestível (ED) e EB urinária. Houve efeito quadrático dos tratamentos sobre a EB ingerida, energia metabolizável (EM) e coeficiente de metabolizabilidade. A ingestão de água (IA) em  $\text{L dia}^{-1}$  foi influenciada de forma quadrática pelos tratamentos, contudo, não foi verificado efeito sobre a IA em  $\text{L kg}^{-1}$  de MS, volume e densidade da urina. Os tempos de ingestão, ruminação e mastigação não foram influenciados pelos níveis de levedura ativa, mas houve efeito quadrático negativo dos tratamentos sobre a variável ócio. A eficiência de mastigação aumentou linearmente. Não foi detectado efeito sobre os metabólitos sanguíneos, da mesma forma que não houve efeito da levedura, dos tempos de coleta ou de interação sobre a glicose. A adição de até 0,34% de levedura ativa na matéria seca de ração aumenta os padrões de consumo, a absorção de nitrogênio, a disponibilidade de energia metabolizável e metabolizabilidade, e melhora a eficiência de mastigação, sem alterar a digestibilidade aparente, o comportamento ingestivo e o perfil metabólico de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado.

**Palavras-chave:** Probiótico. *Saccharomyces cerevisiae*. Ovinos. Amido.

## CHAPTER II – NUTRITIONAL AND METABOLIC PARAMETERS OF EWE LAMBS FED A HIGH CONCENTRATE DIET WITH INCREASING LEVELS OF ACTIVE YEAST AS AN ADDITIVE

### ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of adding increasing levels of active yeast on consumption, apparent digestibility, nitrogen and energy balance, ingestive behavior, blood metabolites and glycemic curve of ewe lambs fed high-concentrate diets. The experiment was conducted in Uberlândia-MG, between november 2015 and january 2016, where five Santa Inês x Dorper crossbred lambs with an average initial weight of  $40.40 \pm 0.15$  kg were used, which were housed in individual metabolism cages. The treatments consisted of five levels of active yeast (Active Flora® - ICC, Louisville, Kentucky, United States,  $2.0 \times 10^{10}$  CFU - Colony forming units), being 0, 0.15, 0.3, 0.45 and 0.6% of dry matter (DM) offered in kg animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> of feed containing 20: 80 forage: concentrate, totaling five treatments. Collections of leftovers and feces to determine consumption and digestibility were carried out daily and at the end of each period samples were taken per animal, per period. And blood collections for analysis of blood metabolites were always carried out before the first meal of the day, with three samples per period. The experimental design used was a 5 x 5 Latin square, with five animals and five periods, totaling 25 experimental units. The data were subjected to regression analysis with a significance level of 0.05. Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) intakes were not affected by active yeast levels, however there was a quadratic effect on DM, organic matter (OM), ether extract (EE) and total carbohydrates (TC) in g animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, and TC in g kg<sup>-1</sup> BW<sup>0.75</sup>. And an increasing linear effect on the consumption of DM and OM in % BW and in g kg<sup>-1</sup> BW<sup>0.75</sup>, and of TC in %BW, CP and non-fibrous carbohydrates (NFC) in g animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. Apparent digestibilities were not influenced by the treatments. There was a quadratic effect of active yeast levels on ingested nitrogen (N) and urinary N, while fecal N and absorbed N increased linearly. There was no effect of treatments on fecal gross energy (GE), digestible energy (DE) and urinary GE. There was a quadratic effect of treatments on GE ingested, metabolizable energy (ME) and metabolizability coefficient. Water intake (WI) in L day<sup>-1</sup> was influenced quadratically by treatments, however, there was no effect on WI in L kg<sup>-1</sup> DM, urine volume and density. Ingestion, rumination and mastication times were not influenced by active yeast levels, but there was a negative quadratic effect of treatments on time spent idle ( $P < 0.05$ ). The mastication efficiency increased linearly. No effect was detected on blood metabolites, in the same way that there was no effect of yeast, collection times or interaction on glucose. The addition of up to 0.34% active yeast to feed dry matter increases consumption patterns, nitrogen absorption, availability of metabolizable energy and metabolizability, and improves mastication efficiency, without altering apparent digestibility, behavior intake, metabolic profile and glycemia of lambs fed a high-concentrate diet.

**Keywords:** Probiotic. *Saccharomyces cerevisiae*. Sheep. Starch.

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de aditivos em dietas de ruminantes confinados é essencial, pois eles alteram de forma positiva os padrões de fermentação ruminal, aumentando a eficiência de utilização dos nutrientes e diminuindo o risco de transtornos metabólicos causados pela alta densidade energética das rações. Os ionóforos são os principais aditivos utilizados em sistemas de confinamento, tendo em vista que estes apresentam função antibiótica no ambiente ruminal sobre bactérias gram-positivas, conseqüentemente promovem a melhoria da eficiência energética, utilização de compostos nitrogenados e diminuição dos riscos de acidose (AZZAZ; MURAD; MORSY, 2015).

No entanto, a utilização destes produtos passou a ser limitada, sendo que em alguns países já é proibida, o que permite estimar que em breve os antibióticos venham a ser banidos da alimentação animal em todo o mundo, com a justificativa de que podem acarretar riscos sobre a saúde humana, segurança e qualidade dos alimentos, além de impactos ambientais (ELGHANDOUR et al. 2019). Tudo isso gerou a necessidade de buscas por produtos que desempenham funções semelhantes e que sejam capazes de substituí-los.

Ao longo dos anos vários produtos têm sido estudados e utilizados como alternativa aos ionóforos, tais como tampões, enzimas exógenas, hormônios anabólicos, aminoácidos sintéticos, óleos essenciais e microrganismos vivos. Dentre estes, as leveduras ativas são aditivos zootécnicos naturais muito utilizados por desempenharem função probiótica no rúmen. *Saccharomyces cerevisiae* atuam ativamente como removedoras de oxigênio (ELGHANDOUR et al. 2019), competindo por substrato com bactérias produtoras de ácido láctico, além de atuarem como fatores de crescimento microbiano (AMIN; SHENGYONG, 2021), melhorando as condições para a fermentação ruminal, o que pode gerar aumento da digestibilidade de nutrientes.

Existem na literatura muitos trabalhos comprovando a eficácia das leveduras em ruminantes, sobretudo em vacas leiteiras e bovinos de corte, contudo ainda são escassas e inconsistentes as pesquisas voltadas para ovinos, o que dificulta a previsão de seus efeitos nesses animais. Têm-se como hipótese que o uso de levedura ativa altera positivamente os padrões de fermentação de modo a aumentar o consumo e digestibilidade dos nutrientes de ovinos confinados. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da adição de diferentes níveis de levedura ativa sobre o consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, balanço de nitrogênio e de energia, comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos de borregas alimentadas com dietas de alto concentrado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local e animais

Todos os procedimentos foram realizados sob aprovação do Comitê de Ética na Utilização de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), registrado pelo protocolo de nº 145/16. O experimento foi conduzido no setor de ovinos e caprinos situado nas dependências da Fazenda Capim Branco pertencente a UFU, na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, que apresenta temperatura e pluviosidade médias anuais de 22,3 °C e 1342 mm, respectivamente.

Foram utilizadas 5 borregas mestiças Santa Inês x Dorper com peso inicial médio de  $54,06 \pm 1,41$  kg e 8 meses de idade, que previamente foram identificadas, pesadas e submetidas a controle de endoparasitos para serem distribuídas aleatoriamente em gaiolas individuais de estudos metabólicos, que eram providas de comedouro, bebedouro, cocho com sal mineral e dispositivos para coleta de fezes e urina.

O experimento teve duração de 75 dias, divididos em cinco períodos de 15 dias, sendo dez dias reservados para a adaptação dos animais as dietas experimentais e as gaiolas metabólicas, e nos 5 dias finais de cada período foram realizadas as coletas de dados. Os pesos dos animais foram registrados no primeiro e no último dia de cada período experimental para obtenção do consumo em  $\text{g kg}^{-1}$  de peso corporal (PC) e de peso metabólico ( $\text{PC}^{0,75}$ ) ajustando-se a quantidade de sobras a partir destes.

### 2.2 Tratamentos e dieta

Os tratamentos consistiram em 5 níveis (0, 0,15, 0,3, 0,45 e 0,6%) de levedura ativa Active Flora® (ICC, Louisville, Kentucky, Estados Unidos), que continha  $2,0 \times 10^{10}$  UFC (Unidades formadoras de colônia)  $\text{g}^{-1}$  de cepas de *Saccharomyces cerevisiae*. Os níveis de levedura foram calculados de acordo com a oferta de matéria seca (MS) em  $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ .

A dieta foi calculada para atender às exigências nutricionais de borregas de porte médio, com ganho médio de  $200 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  (NRC, 2007), onde foi utilizada na composição a relação 20:80 de volumoso: concentrado com base na matéria seca (Tabela 1). A ração total misturada (RTM) foi dividida em partes iguais para ser fornecida duas vezes ao dia, às 08h00min e às 16h00min. O consumo foi ajustado de acordo com as sobras do dia anterior, sendo admitido de 5 a 10 % da RTM.

Tabela 1 – Ingredientes do concentrado e composição bromatológica dos alimentos e da ração total misturada.

<b>Ingredientes (g kg<sup>-1</sup> MS)</b>	<b>Concentrado</b>	<b>Silagem de milho</b>	<b>RTM</b>
Milho moído	600,00	-	480,00
Farelo de soja	360,00	-	288,00
Mistura mineral	25,00	-	20,00
Ureia	10,00	-	8,00
<b>Composição bromatológica (g kg<sup>-1</sup> MS)</b>			
Matéria seca (g kg <sup>-1</sup> MN <sup>1</sup> )	906,45	283,16	781,79
Matéria orgânica	929,56	960,56	935,76
Matéria mineral	70,44	39,44	64,24
Proteína bruta	233,26	92,46	205,10
Extrato etéreo	15,22	32,85	18,75
Fibra em detergente neutro	139,73	503,22	212,43
Fibra em detergente ácido	35,12	254,69	79,03
Carboidratos totais	685,62	835,25	715,55
Carboidratos não fibrosos	612,44	367,20	563,39
PIDN	32,49	27,35	31,46
PIDA	16,38	1,17	13,34

MN = Matéria natural; PIDN = Proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = Proteína insolúvel em detergente ácido; RTM = Ração total misturada.

### 2.3 Coleta de dados

Foram disponibilizados 6 L de água animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, sendo acrescentadas e registradas quantias adicionais de acordo com a ingestão livre dos animais. As sobras de água foram mensuradas diariamente com o uso de proveta graduada, sendo os valores registrados para calcular o volume de água consumida. Dentro do galpão também foi colocado um recipiente com o mesmo volume de água fornecido aos animais para que fosse mensurada a evaporação que, posteriormente, foi descontada do volume diário consumido por animal.

As amostras de silagem, concentrado, RTM e sobras de alimento foram retiradas, pesadas diariamente e, ao final do período foram misturadas e homogêneas para obtenção da amostra composta para cada animal por período experimental. Por conseguinte, estas amostras foram secas em estufa de ventilação forçada à 55 °C, moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm e acondicionadas para futuras análises laboratoriais. Após a pré-secagem das amostras de sobras e fezes, em estufa a 105 °C por 24 horas, foi calculada a matéria seca definitiva destas.

Para a coleta de urina foram adicionados 100 mL de ácido clorídrico (HCl 2N) aos baldes coletores na véspera de cada coleta, evitando-se, assim, possíveis processos fermentativos que gerassem perda de nitrogênio por volatilização. O volume total diário de

urina foi medido com proveta graduada. Para cada animal foi produzida uma amostra composta de 20% do total colhido por animal durante cada período experimental, que foi acondicionada em frasco plástico e imediatamente congelada para posteriores análises. Realizou-se a mensuração da densidade da urina através de refratômetro portátil.

A coleta total de fezes foi realizada diariamente, sendo registrado o peso da produção total, de onde foi retirada uma alíquota de 20% para que fossem preparadas amostras compostas, por animal por período. Tais amostras foram embaladas em sacos plásticos individuais e armazenadas a -10 °C. Ao final do ensaio, as amostras compostas foram descongeladas em temperatura ambiente por 12 horas, armazenadas em bandejas de alumínio e conduzidas a estufa de ventilação forçada (55 °C) até atingirem peso constante para determinar a matéria pré-seca. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo facas com peneira de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos para futuras análises.

#### **2.4 Análises bromatológicas**

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal situado no Centro de Ciências Agrárias – CCA, da Universidade Federal do Norte do Tocantins, Campus de Araguaína, Tocantins. Para as determinações de matéria seca (MS) (método 967.03), matéria mineral (MM) (método 942.05), proteína bruta (PB) (método 981.10) e extrato etéreo (EE) (método 920.39) foi utilizada a metodologia proposta pela Oficial (2016). A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), e lignina (LIG) foram determinadas pelo método sequencial (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido (NIDN e NIDA, respectivamente), e FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>) foram determinados segundo Licitra et al. (1996).

Para a estimativa dos carboidratos totais (CT) utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992), segundo a qual  $CT = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$ . Para a estimativa dos carboidratos não fibrosos (CNF) da silagem e das fezes utilizou-se a equação preconizada por Detmann, Souza e Valadares Filho (2012), qual seja  $CNF = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM + \% FDN_{cp})$ . E em razão da presença de ureia no concentrado, os CNF deste, do alimento ofertado e das sobras foram estimados como proposto por Hall (2000), em que  $\% CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% EE + \% FDN_{cp} + \% MM]$ .

#### **2.5 Avaliações de consumo e digestibilidade de nutrientes**

Os consumos foram obtidos a partir da fórmula proposta por Maynard et al. (1984):

$$CNut = (Cons \times \%Cons) - (Sob \times \%Sob) \quad (1)$$

Onde:

CNut = consumo do nutriente (kg);

Cons = quantidade de alimento fornecido (kg);

%Cons = teor do nutriente no alimento fornecido (%);

Sob = quantidade de sobra retirada (kg);

%Sob = teor do nutriente nas sobras (%).

O cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizado por meio da equação sugerida por Weiss (1999):

$$NDT = [PBD + CNFD + FDNcpD + (EED \times 2,25)] \quad (2)$$

Onde,

PBD = proteína bruta digestível;

CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis;

FDNcpD = fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foram determinados a partir da fórmula abaixo, de acordo com Silva e Leão (1979).

$$CDap = (Ingerido - Excretado) / Ingerido \times 100 \quad (3)$$

Onde:

CDap = coeficiente de digestibilidade aparente (%);

Ingerido = média da quantidade de nutrientes do alimento ingerido (ofertado – sobras) (kg dia<sup>-1</sup>);

Excretado = média da quantidade de nutriente nas fezes (kg dia<sup>-1</sup>).

## 2.6 Balanço de nitrogênio e balanço energético

O teor de nitrogênio (N) na urina foi determinado pelo método Kjeldahl (SILVA; QUEIROZ, 2002), com adaptações.

O balanço de nitrogênio (BN), ou nitrogênio retido, foi obtido utilizando-se a fórmula proposta por Zeoula et al. (2006), considerando-se as quantidades de nitrogênio consumido (NC); nitrogênio excretado nas fezes (NF) e nitrogênio excretado na urina (NU):

$$BN = [(N \text{ fornecido } g - N \text{ das sobras } g) - (N \text{ nas fezes } g + N \text{ na urina } g)] \quad (5)$$

O N ingerido (NI) foi obtido pela diferença entre o teor de N do alimento e das sobras, enquanto o N absorvido foi calculado subtraindo-se o NI pelo NF.

A energia bruta (EB) foi obtida em calorímetro adiabático (Parr®, modelo 6200, Moline, Illinois, EUA). Os valores da EB foram calculados utilizando-se a técnica direta de determinação de energia com bomba calorimétrica. Para tanto, foi medida a energia contida nas fezes, no alimento ofertado e nas sobras do alimento.

A energia digestível (ED) foi obtida através da fórmula de Blaxter e Clapperton (1965), na qual a ED é igual a EB ingerida menos a EB excretada nas fezes. Já a energia metabolizável (EM) é igual à ED menos a EB da urina e a energia dos gases (EG) somadas. Os coeficientes de metabolizabilidade foram calculados pela razão entre EM ingerida e EB ingerida.

A produção de metano foi estimada pela seguinte equação segundo Blaxter e Clapperton (1965):

$$Cm = 0,67 + 0,062 \times D \quad (6)$$

Onde:

$Cm$  = produção de metano em  $100 \text{ kcal}^{-1}$  de energia consumida; e

$D$  = digestibilidade aparente da energia bruta do alimento.

A estimativa da energia bruta da urina foi realizada segundo a equação proposta por Street, Butcher e Harris (1964):

$$EU \text{ kcal}^{-1} g^{-1} = 0,027 + 0,119 \times (\%NU) \quad (7)$$

## 2.7 Avaliação comportamental

Os animais foram submetidos a observação visual por 24 horas no penúltimo dia de cada período de coleta de dados. Foram observadas, a cada cinco minutos, as variáveis de ingestão de alimento e de água, ruminção e ócio, de acordo com a metodologia proposta por Fischer et al. (1998). As observações comportamentais foram realizadas por observadores treinados, em

sistema de revezamento, onde se posicionaram de forma estratégica, de modo a não influenciar o comportamento natural dos animais. Este processo teve início às 08h:00min da manhã com término em igual horário do dia posterior. Os tempos de cada atividade foram calculados horas dia<sup>-1</sup>, admitindo-se que nos cinco minutos subsequentes a cada observação o animal permaneceu na mesma atividade. O tempo total de mastigação foi determinado somando-se os tempos de ingestão e ruminação.

A eficiência alimentar em função do consumo de MS foi calculada dividindo-se o consumo desta variável pelo tempo gasto em horas de ingestão, ruminação e mastigação.

$$EIng = CMS (g) \div Ingestão (h) \quad (8)$$

$$ERum = CMS (g) \div Ruminação (h) \quad (9)$$

$$EMast = CMS (g) \div Mastigação (h) \quad (10)$$

Onde:

EIng = eficiência de ingestão em g h<sup>-1</sup>;

ERum = eficiência de ruminação em g h<sup>-1</sup>;

EMast = eficiência de mastigação em g h<sup>-1</sup>.

## 2.8 Parâmetros sanguíneos

As coletas de sangue foram realizadas sempre antes da primeira refeição do dia, sendo três coletas por período experimental. As amostras de sangue foram obtidas por punção da veia jugular com auxílio de *vacuntainer*® e acondicionadas em tubo de ensaio com capacidade de 10 mL sem anticoagulante, em seguida foram centrifugadas por 10 minutos a 4.000 rpm e os soros obtidos foram armazenados em flaconetes, devidamente identificados, sendo mantidos sob refrigeração a -8 °C. Os indicadores bioquímicos determinados no soro foram: creatinina, ureia, ácido úrico, proteínas totais, albumina, colesterol, triglicerídeos, aspartato aminotransferase (AST), gama-glutamilttransferase (GGT) e fosfatase alcalina (FA). As análises bioquímicas no soro foram realizadas utilizando-se kits comerciais da Labtest®, em espectrofotômetro da marca Bioplus® 2000.

Para a mensuração da glicemia referente a cada período experimental, as coletas de sangue foram realizadas por venopunção jugular em tubos siliconizados com anticoagulante (Fluoreto de Sódio com EDTA 10%). As amostras foram centrifugadas e o plasma armazenado em flaconetes para posteriores análises de glicose. Os tempos de coleta foram 0 h (antes do

fornecimento da ração), 3, 6, 9 e 12 horas pós-prandial. As análises das amostras sanguíneas obtidas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos pertencente ao curso de Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama.

## 2.9 Delineamento e estatística

Utilizou-se delineamento em quadrado latino 5 x 5 para os parâmetros de fluxo descontinuado e em um delineamento em quadrado latino 5 x 5 com medidas repetidas no tempo para o parâmetro de fluxo contínuo (curva glicêmica), sendo os tratamentos os níveis de adição de levedura nas dietas e as medidas repetidas no tempo os tempos de coleta (0, 3, 6, 9 e 12h), totalizando 25 unidades experimentais, segundo os seguintes modelos estatísticos:

$$Y_{ijl} = \mu + D_j + A_j + Pl + e_{ijl} \quad (11)$$

Onde:

$Y_{ijl}$  = valor referente a observação da repetição  $i$  no tratamento, na linha  $j$  e na coluna  $l$

$\mu$  = média geral

$D_i$  = efeito dos tratamentos (dietas)  $i$  ( $i = 0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0\%$ )

$A_j$  = efeito das linhas (animais)  $j$  ( $j = 1; 2; 3; 4; 5$ )

$Pl$  = efeito das colunas (períodos)  $l$  ( $l = 1; 2; 3; 4; 5$ )

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a observação.

$$Y_{ijkl} = \mu + D_j + A_j + Pl + T_k + DT_{jk} + e_{ijkl} \quad (12)$$

Onde:

$Y_{ijkl}$  = valor referente a observação da repetição  $i$  no tratamento, na linha  $j$ , na coluna  $l$  e no tempo de coleta  $k$

$\mu$  = média geral

$D_i$  = efeito dos tratamentos (dietas)  $i$  ( $i = 0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0\%$ )

$A_j$  = efeito das linhas (animais)  $j$  ( $j = 1; 2; 3; 4; 5$ )

$Pl$  = efeito das colunas (períodos)  $l$  ( $l = 1; 2; 3; 4; 5$ )

$T_k$  = efeito do tempo de coleta  $k$  ( $k = 0; 3; 6; 9$  e  $12h$ )

$DT_{ik}$  = interação dos efeitos do tratamento  $j$  com o tempo de coleta  $k$

$e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a observação.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade W de Shapiro-Wilk (1965) e de homocedasticidade de variâncias dos tratamentos (LEVENE, 1960). Após aceitas as pressuposições, os dados foram submetidos a análise de regressão para determinar a significância ou não de efeitos lineares, quadráticos e/ou de falta de ajuste ao modelo por meio do pacote estatístico SAS. Como nível de significância foi adotado 0,05 e como nível de tendência de significância foi considerado o intervalo entre 0,05 e 0,10 de probabilidade de erro tipo I.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de levedura ativa influenciaram de forma quadrática positiva os consumos de MS, MO e CT em g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (P < 0,05), com pontos de máxima, estimados pelas equações de regressão, em 1400, 1287 e 971, respectivamente, que correspondem aos níveis 0,35; 0,34; 0,34 e 0,34%, respectivamente, de levedura ativa (Tabela 2). Os consumos de MS e MO em % PC e em g kg<sup>-1</sup> PC<sup>0,75</sup> aumentaram linearmente (P < 0,05) com os níveis de levedura ativa, com tendência de efeito quadrático para essas variáveis (P = 0,05 a 0,10).

Tais resultados podem ser explicados pela capacidade da levedura ativa em favorecer os processos fermentativos de dietas ricas em açúcares solúveis e amido, por meio da remoção do oxigênio ruminal e pelo controle da acidose. De acordo com Beauchemin et al. (2003) a acidose subclínica é uma condição comum em animais alimentados com dieta rica em amido, resultado do acúmulo de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), quando a produção é maior que a absorção, e nessa condição o pH encontra-se na faixa 5,8. Já a acidose clínica é acometida pelo acúmulo de ácido láctico, cuja produção pelas bactérias fermentadoras de amido levam o pH a ficar em torno de 5,2 (OWENS et al., 1998; KOZLOSKI, 2016).

Tabela 2 – Consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), carboidratos totais (CCT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) por borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.

Variáveis	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> CMS (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	992,31	1340,19	1367,29	1338,49	1225,02	0,016	0,027	0,737	18,62
<sup>2</sup> CMS (% PC)	1,89	2,50	2,48	2,46	2,30	0,041	0,066	0,689	19,67
<sup>3</sup> CMS (g Kg <sup>-1</sup> PC <sup>0,75</sup> )	50,73	67,52	67,52	66,77	61,93	0,031	0,050	0,699	19,20
<sup>4</sup> CMO (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	920,50	1235,98	1257,65	1230,18	1121,37	0,018	0,029	0,746	18,76
<sup>5</sup> CMO (% PC)	1,74	2,30	2,27	2,27	2,10	0,043	0,067	0,687	19,62
<sup>6</sup> CMO (g Kg <sup>-1</sup> PC <sup>0,75</sup> )	46,93	62,24	61,99	61,53	56,83	0,032	0,052	0,700	19,19
<sup>7</sup> CPB (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	192,70	260,92	269,96	269,03	247,68	0,037	0,067	0,854	22,62
<sup>8</sup> CFDN (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	237,61	273,79	274,33	263,55	224,58	0,105	0,071	0,969	19,11
<sup>9</sup> CFDA (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	99,03	95,92	113,44	99,98	83,57	0,237	0,139	0,481	22,05
<sup>10</sup> CCT (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	699,86	934,25	953,19	923,19	842,67	0,017	0,026	0,743	18,39
<sup>11</sup> CCNF (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	555,63	722,70	804,67	741,67	717,51	0,041	0,075	0,800	22,86

L= Efeito linear; Q = Efeito quadrático; FAM = Efeito de falta de ajuste ao modelo. Equações: 1 -  $Y = 1020,12 + 217,32X - 31,07X^2$  ( $R^2 = 0,9296$ ); 2 -  $Y = 1,95 + 0,35X$  ( $R^2 = 0,8790$ ); 3 -  $Y = 52,28 + 9,82X$  ( $R^2 = 0,9296$ ); 4 -  $Y = 945,71 + 197,39X - 28,50 X^2$  ( $R^2 = 0,9289\%$ ); 5 -  $Y = 1,80 + 0,32X$  ( $R^2 = 87,52$ ); 6 -  $Y = 48,34 + 8,93X$  ( $R^2 = 0,8932$ ); 7 -  $Y = 197,43 + 43,89X$  ( $R^2 = 95,15$ ); 8 -  $Y = 254,77$ ; 9 -  $Y = 98,39$ ; 10 -  $Y = 718,75 + 147,60X - 21,55X^2$  ( $R^2 = 0,9283$ ); 11 -  $Y = 564,54 + 123,31X$  ( $R^2 = 0,9299$ ).

Desta maneira, em associação com a estabilização do pH ruminal, as leveduras podem competir com bactérias produtoras destes ácidos pelos mesmos substratos, sendo capazes de superar *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus* na utilização de amido (CHAUCHEYRAS-DURAND; WALKER; BACH, 2008; AMIN; MAO, 2021). Todos esses fatores podem ter sido responsáveis por otimizar a digestão em nível ruminal, induzindo o aumento no consumo da ração.

Resultados semelhantes foram encontrados para outros ruminantes. Hassan et al. (2016), também detectaram aumento no consumo de sólidos quando suplementaram bezerros pré-desmamados com 2,5 g de levedura. Kolif et al. (2017), ao suplementarem cabras leiteiras com 4 g de levedura observaram aumento no consumo. Bitencourt et al. (2011) mostraram que os consumos de MS e MO aumentaram quando vacas leiteiras receberam 10 g de levedura ativa na dieta.

Contudo, Neumann et al. (2008) não encontraram diferenças quanto à suplementação de leveduras vivas variando o nível de 0 a 0,8 g para ovinos em sistema de creep-feeding quando avaliaram o consumo. Rodrigues et al. (2021) também não observaram efeitos da suplementação com 3 g levedura ativa para ovinos alimentados com dieta de alto concentrado, sobre as variáveis de consumo.

O ponto de máxima médio para os consumos de MS, MO e CT foi atingido no nível 0,35% de levedura ativa, onde a partir deste, tais consumos reduziram, apesar de permanecerem numericamente maiores do que o tratamento controle (sem levedura) até o nível 0,6%. De acordo com Mousa et al. (2012), a resposta animal a suplementação com *Saccharomyces cerevisiae* depende do tipo e quantidade do aditivo utilizado.

Portanto, o efeito quadrático pode ser explicado pelo fato de os produtos de levedura conterem meio de cultura, o que permite a produção de metabólitos secundários pelas leveduras vivas. Estes podem atuar como moduladores de uma população de microrganismos unicelulares (SIDDIQUI et al., 2012). Dentre os metabólitos secundários, os fenólicos podem afetar a fermentação ruminal e diminuir o consumo de ração, devido a formação de complexos enzimáticos antinutricionais (LIMA JÚNIOR et al., 2010). Deste modo, dosagens maiores de levedura podem fornecer maiores quantidade de metabólitos secundários, além de alterem o sabor da ração, gerando um ponto uma limitação no consumo desta.

Pesquisas com a utilização de leveduras em dietas para ovinos e caprinos demonstram que as doses de produtos de levedura geralmente utilizadas estão entre 0,5 e 15 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (PIENAAR et al., 2015; KHOLIF et al., 2017; RODRIGUES et al., 2021; GLORIA-TRUJILLO et al., 2022, ELGHANDOUR et al., 2022). No presente estudo, as dosagens do produto variaram entre 3 e 13 g diárias por animal, demonstrando que não houve superdosagem.

Os consumos de PB e CNF aumentaram linearmente com os níveis de levedura ativa ( $P < 0,05$ ), havendo tendência de efeito quadrático para estas variáveis ( $P = 0,05$  a  $0,10$ ). O aumento no consumo de PB pode ser devido as leveduras conterem altos níveis de proteína em sua composição. Conforme Araújo (2009), os níveis de PB nas leveduras variam entre 28,70 e 38,28%. De acordo com Kozloski (2016), em uma dieta rica em grãos os CNFs representam a maior parte da composição. As bactérias que fazem a degradação destes componentes utilizam também amônia, aminoácidos e peptídeos como substratos para produzirem sua proteína e possuem taxa de crescimento relativamente mais alta, gerando pH mais acidificado.

Portanto, tais resultados também podem ser explicados pelos possíveis efeitos da levedura na microbiota do trato ruminal, como regulação do pH ruminal e fornecimento de substratos para esses organismos, que levariam a potencialização da degradação de proteína, açúcares solúveis e amido, vinculado a produção de proteína microbiana e por consequência ao aumento da taxa de absorção destes pela parede ruminal e o fluxo para o intestino (FERELI et al., 2010), gerando, assim, incremento nos consumos de PB e CNF.

Os consumos de FDN e FDA não foram afetados pelos níveis de levedura ativa ( $P \geq 0,05$ ). A ingestão de alimentos depende de diversos fatores, tais quais estado fisiológico do animal, tipo de dieta, qualidade e quantidade de alimento fornecido, incluindo palatabilidade, digestão de fibras e taxa de fluxo de digesta (HASSAN et al., 2016). No presente estudo, a baixa quantidade de volumoso na dieta, que acarretou baixos teores de fibra (Tabela 1), bem como a boa qualidade nutricional deste pode explicar a não influência dos tratamentos no consumo.

As variáveis de digestibilidade aparente não foram influenciadas pelos tratamentos ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 3), sendo que os valores médios para todas as variáveis se mantiveram elevados, independentemente do nível de levedura. A digestibilidade aparente média da MS foi de 86,96%. Estes resultados sugerem que tal parâmetro sofreu maior impacto do tipo dieta oferecida aos animais deste estudo, a qual era rica em substratos de fácil e rápida degradação ruminal.

De acordo com McCarthy Jr et al. (1989), a velocidade de degradação com que os microrganismos ruminais atuam sobre as diferentes frações de alimento ocorre de forma dinâmica, de modo a garantir equilíbrio do fluxo de substratos disponíveis à microbiota. Assim, a fonte de CNFs (milho moído) em consórcio com a ureia, que apresenta alta solubilidade, podem ter aumentado a degradação ruminal e síntese de proteína microbiana, tendo como consequência aumento do fluxo desta para o intestino delgado. Outrossim, a fonte de proteína não degradável no rúmen (PNDR) é de alto valor biológico. Tais fatos podem ter gerado alta digestibilidade da dieta.

Tabela 3 – Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCT), carboidratos não fibrosos (DCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.

Variáveis (%)	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> DMS	86,96	88,71	85,81	85,72	87,61	0,653	0,693	0,544	5,27
<sup>2</sup> DMO	88,57	89,78	86,97	86,93	88,90	0,528	0,576	0,585	5,06
<sup>3</sup> DPB	83,38	87,90	84,87	85,23	86,19	0,636	0,698	0,499	6,69
<sup>4</sup> DFDN	74,84	75,91	69,53	68,78	70,43	0,440	0,656	0,662	12,35
<sup>5</sup> DCT	85,43	86,51	83,21	82,35	85,43	0,436	0,506	0,573	6,63
<sup>6</sup> DCNF	94,51	94,23	93,89	92,58	94,52	0,400	0,409	0,619	3,22

L = Efeito linear; Q = Efeito quadrático; FAM = Efeito de falta de ajuste ao modelo. Equações: 1 – Y = 86,96; 2 – Y = 88,23; 3 – Y = 85,51; 4 – Y = 71,90; 5 – Y = 84,59; 6 – Y = 93,95.

Conforme Elghandour et al. (2019), a principal função da levedura ativa está na assimilação do oxigênio ruminal, o que melhora as condições fermentativas, favorecendo principalmente o crescimento de bactérias celulolíticas e melhorando a digestão da fibra. Quando Mousa et al. (2012) e Sartori et al. (2017) o efeito da suplementação de *Saccharomyces cerevisiae* em ovinos e bovinos sobre as variáveis de digestibilidade foi observado quando incluiu-se 30 a 50% de forragem na dieta, sugerindo que tal parâmetro pode ser influenciado de forma mais expressiva em animais de corte, quando as dietas possuem maior teor de fibra, que contém partículas de mais difícil degradação, diferentemente do presente estudo.

Corroborando com este estudo, Pienaar et al. (2015), quando investigaram a digestibilidade aparente dos nutrientes em uma dieta padrão para terminação de cordeiros, observaram que a suplementação com levedura ativa (0,22 g kg<sup>-1</sup> de MS) não influenciaram estas variáveis. Gloria-Trujillo et al. (2022) também não encontraram alterações nos coeficientes de digestibilidade da dieta com a adição 0, 3, 5 e 10 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas ricas em amido para cordeiros.

Houve efeito quadrático positivo dos níveis de levedura ativa sobre o N ingerido e N urinário (P < 0,05), com pontos de máxima em 59,36 e 14,68 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, em 0,36 e 0,34% de levedura, respectivamente (Tabela 4). O N fecal e o N absorvido aumentaram linearmente com os tratamentos (P < 0,05), havendo tendência de efeito quadrático para estas variáveis (P = 0,05 a 0,1). O aumento no consumo de N é reflexo do aumento no consumo de PB (Tabela 2), levando os animais a também aumentarem sua absorção, bem como suas excreções de N urinárias e fecais.

A perda líquida ou ganho de N são influenciados principalmente pela concentração de amônia no rúmen, de forma que a perda de N pela parede ruminal aumentará a perda urinária

na forma de ureia proveniente da síntese no fígado a partir da amônia. O N excretado nas fezes é um indicativo da retenção do elemento no organismo, onde uma maior ingestão de proteína aumentará a excreção fecal de N e, assim, ocorrerá menor a retenção, e vice-versa (Waldo, 1968). A levedura ativa foi capaz de elevar o consumo e absorção de N, bem como sua excreção nas fezes e urina, contudo, o N retido, apesar de positivo, não foi influenciado pelos tratamentos ( $P \geq 0,05$ ).

Tabela 4 – Balanço de nitrogênio em borregas alimentadas com dietas de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.

Variáveis (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> N ingerido	43,77	55,69	57,77	58,63	52,59	0,002	0,036	0,900	17,53
<sup>2</sup> N fecal	4,25	5,02	6,65	6,47	5,18	0,043	0,072	0,660	32,40
<sup>3</sup> N urinário	8,03	13,13	15,06	12,98	11,57	0,001	0,003	0,540	22,28
<sup>4</sup> N absorvido	39,51	50,66	52,12	52,17	47,41	0,045	0,074	0,831	19,80
<sup>5</sup> N retido	31,49	37,53	36,07	39,19	35,84	0,223	0,306	0,741	22,04

L= Efeito linear; Q = Efeito quadrático; FAM = Efeito de falta de ajuste ao modelo. Equações: 1 -  $Y = 44,27 + 8,44X - 1,18X^2$  ( $R^2 = 0,9739$ ); 2 -  $Y = 4,01 + 1,34X$  ( $R^2 = 0,8665$ ); 3 -  $Y = 8,34 + 3,70X - 0,54X^2$  ( $R^2 = 0,9304$ ); 4 -  $Y = 40,26 + 7,10X - 0,99X^2$  ( $R^2 = 0,9357$ ); 5 -  $Y = 36,03$ .

As perdas fecais de N representaram em média 10,26% do N ingerido, enquanto as perdas urinárias tiveram uma média de 22,63%. A maior perda de N via urina em relação a excreção fecal pode ser explicada pelo alto teor de PB (20,51%) e presença de ureia na dieta, que gera um aumento na degradação de ureia e desaminação de aminoácidos (ZEOULA et al. 2006). O excesso de amônia e a taxa de absorção desta pela parede ruminal aumenta a produção hepática de ureia, resultando em maiores perdas de N pela urina (VAN SOEST, 1994), além de maiores perdas de energia, já que tal processo é considerado energeticamente dispendioso. Segundo Martin e Blaxter (1965), as perdas energéticas calculadas para ovinos na síntese de ureia no fígado é de 88,4 kcal mol<sup>-1</sup>.

Segundo relatos de Fonty, Chaucheyras-Durand (2006), Chaucheyras-Durand, Walker e Bach (2008), os efeitos das leveduras ativas sobre o metabolismo microbiano de N não foram totalmente elucidados. O parâmetro utilizado para avaliar o impacto das leveduras no metabolismo do N é a concentração de amônia, uma molécula altamente variável. Wallace et al. (1997), consideraram que o processo de desaminação no rúmen é também desfavorável energeticamente ao animal, uma vez que a energia gasta na hidrólise de peptídeos e aminoácidos em amônia pelos microrganismos poderia ser utilizada para a produção de proteína microbiana.

Pesquisas em animais adultos apontaram que na presença de levedura ativa causam redução de amônia no rúmen, devido a limitação da atividade de bactérias proteolíticas. Tal

limitação foi explicada através de estudo *in vitro* com um mecanismo de ação definido pela competição entre leveduras e bactérias pelo fornecimento de energia, além do efeito inibitório dos pequenos peptídeos presentes nas células de levedura sobre peptidases bacterianas. Em contradição, foi sugerido que as leveduras poderiam aumentar o crescimento microbiano, aumentando a atividade proteolítica e reduzindo as perdas de N, em caso de equilíbrio no fornecimento dietético de N solúvel e de carboidratos (FONTY; CHAUCHEYRAS-DURAND, 2006; CHAUCHEYRAS-DURAND; WALKER; BACH, 2008).

No presente estudo foi observado que o aumento dos níveis de levedura ativa elevou o consumo e, conseqüentemente, a absorção de N, contudo as perdas de N também foram aumentadas, não afetando o balanço, e, uma vez que os coeficientes de digestibilidades aparentes também não foram influenciados, considerou-se que a levedura ativa, apesar de aumentar o consumo, não foi capaz de alterar a digestibilidade de PB e nem a retenção de N pelos animais. No entanto, vale destacar que as médias de digestibilidade aparente da PB foram elevadas (Tabela 3) devido à alta solubilidade da ureia presente no concentrado da dieta, evidenciando que não houve prejuízo com as perdas fecais e urinárias de N.

Monnerat et al. (2013) avaliaram o efeito da suplementação com 2,5 g 100 kg<sup>-1</sup> de PC de levedura em bovinos de corte alimentados com dietas de alto concentrado, sobre o balanço de N e não encontraram efeitos do aditivo sobre os respectivos parâmetros. Já em um estudo mais recente, avaliou-se a suplementação com 15 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de levedura em vacas alimentadas com dieta de alto e baixo nível de amido. Foi verificado que a produção de N microbiano foi maior em vacas alimentadas com alto amido suplementadas com levedura, e quando comparou-se o N amoniacal, nas vacas da dieta de alto amido a concentração foi menor. O aporte energético dos CNFs aliado a presença de levedura no rúmen apoiou o aumento da proliferação de microrganismos, sugerindo que houvesse também um aumento do fluxo duodenal de metionina, o que promoveu alteração no fluxo de aminoácidos disponíveis para absorção no intestino delgado (DIAS et al., 2018).

De acordo com Bach et al. (2019), as leveduras vivas podem escapar da degradação ruminal e chegar ao intestino delgado para beneficiar a microbiota por meio da inibição de bactérias patogênicas. Além disso, a dieta experimental utilizada continha farelo de soja (Tabela 1), fonte de PNDR boa qualidade. Estes dois fatores atrelados podem ter contribuído para melhorar a absorção intestinal de aminoácidos essenciais.

Não houve efeito dos tratamentos sobre o a EB fecal, ED e EB urinária ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 5), o que pode ser reflexo do observado nos coeficientes de digestibilidade aparente (Tabela 2), que também não foram influenciados pelos níveis de levedura ativa. A densidade

energética da dieta contribuiu para que a levedura, como aditivo responsável por melhorar a digestibilidade, não exercesse efeito sobre estes parâmetros.

Tabela 5 – Balanço de energia em borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.

Variáveis (kcal animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM*	
<sup>1</sup> EB ingerida	4580,22	5792,12	5759,27	5746,36	5124,54	0,007	0,009	0,639	13,00
<sup>2</sup> EB fecal	2684,27	3051,39	2754,52	3072,51	2962,82	0,281	0,476	0,105	9,46
<sup>3</sup> ED	1868,11	2402,16	2602,71	2334,9	1912,11	0,982	0,044	0,963	28,48
<sup>4</sup> EB urinária	150,72	201,24	151,33	171,07	206,34	0,936	0,761	0,429	47,74
<sup>5</sup> EM	1776,01	2620,04	2884,73	2553,86	2041,77	0,018	0,019	0,916	30,59
<sup>6</sup> EM/EB (%)	36,18	42,59	49,69	43,4	37,54	0,025	0,024	0,704	21,00

L= Efeito linear; Q= Efeito quadrático; FAM= Efeito de falta de ajuste ao modelo; EB = energia bruta; ED = energia digestível; EM = energia metabolizável; EM/EB = Coeficiente de metabolizabilidade. Equações: 1 –  $Y = 4670,85 + 764,29 X - 115,79 X^2$  ( $R^2 = 0,9204$ ); 2 –  $Y = 2905,10$ ; 3 –  $Y = 2224,00$ ; 4 –  $Y = 176,14$ ; 5 –  $Y = 1809,85 + 661,17X - 105,03X^2$  ( $R^2 = 0,9774$ ); 6 –  $Y = 35,76 + 7,46X - 1,20X^2$  ( $R^2 = 0,9031$ ).

Houve efeito quadrático positivo dos tratamentos sobre a EB ingerida, EM e metabolizabilidade ( $P < 0,05$ ), com pontos de máxima em 5932, 2850 kcal animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e 47,35%, correspondentes a 0,33, 0,32 e 0,31% de levedura, respectivamente. O comportamento quadrático para tais variáveis ocorreu em acompanhamento ao consumo de MO, apresentado na tabela 2, ou seja, uma vez aumentada a ingestão de matéria orgânica, da qual a energia em que o animal necessita é gerada, aumenta-se também o consumo de energia bruta, a energia disponível para os processos metabólicos e a metabolizabilidade, uma vez que a esta relaciona a energia metabolizável e a energia bruta da dieta.

Em pesquisa realizada por Kholif et al. (2017), foi avaliado o efeito de doses de 4 g de levedura, 4 g de enzima exógena ou 8 g da mistura dos dois aditivos na proporção 1: 1, numa ração com proporção volumoso: concentrado de 40:60 para cabras lactantes, sobre desempenho produtivo, utilização de nutrientes, medidas ruminais e séricas. Foi detectado que a levedura exerceu efeito de aumento na energia digestível e na energia metabolizável em comparação ao tratamento controle (sem aditivo). Os autores atribuíram este efeito à capacidade das leveduras de eliminar oxigênio nas superfícies de alimentos recém-ingeridos, reduzindo assim o potencial redox dentro do rúmen, além de conterem nas células destes microrganismos compostos solúveis, como ácidos orgânicos e aminoácidos, peptídeos e vitaminas, necessários para a atividade e crescimento eficiente das bactérias ruminais.

Houve efeito quadrático positivo dos tratamentos sobre a ingestão de água em L animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e peso das fezes ( $P < 0,05$ ), com pontos de máxima em 4,1769 e 0,821 g, para os níveis

de 0,37 e 0,32%, respectivamente, de levedura ativa (Tabela 6). Estes resultados podem ter ocorrido em acompanhamento do consumo de MS, já que a ingestão de ração está altamente ligada a ingestão de água (SILANIKOVE, 1992).

Tabela 6 - Ingestão de água, volume e densidade da urina e peso das fezes de borregas alimentados com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.

Variáveis	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> IA (L dia <sup>-1</sup> )	2,973	3,715	3,974	4,484	3,758	0,017	0,046	0,559	19,08
<sup>2</sup> IA (L kg <sup>-1</sup> MS)	1,648	1,537	1,858	1,872	1,803	0,531	0,743	0,555	22,95
<sup>3</sup> Vol. Urina (L)	1,303	1,616	1,648	1,755	1,649	0,199	0,324	0,923	27,82
<sup>4</sup> Dens. Urina (kg L <sup>-1</sup> )	1,027	1,024	0,889	0,970	0,973	0,098	0,160	0,192	9,31
<sup>5</sup> Peso das fezes (g)	0,507	0,776	0,724	0,809	0,525	0,045	0,042	0,606	38,00

L= Efeito linear; Q= Efeito quadrático; FAM= Efeito de falta de ajuste ao modelo; IA= Ingestão de água; Vol. = volume; Dens. = Densidade; 1 –  $Y = 2,93 + 0,67X - 0,09X^2$  ( $R^2 = 0,8933$ ); 2 –  $Y = 1,74$ ; 3 –  $Y = 1,59$ ; 4 –  $Y = 0,977$ ; 5 –  $Y = 0,52 + 0,19X - 0,03X^2$  ( $R^2 = 0,8336$ ).

Conforme Blaxter, Graham e Wainman (1956), uma maior ingestão de alimentos leva perdas de água maiores através das fezes, aumentando seu peso em MN. O peso médio das fezes dos animais em estudo foi de 0,668 kg, valor próximo ao prescrito por Vieira (2008), que preconiza que fezes de ovelhas adultas pesem entre 0,8 e 1,5 kg. Uma vez que a categoria em estudo é borrega (animais jovens), os animais em questão tiveram produção fecal normal.

Quando foram verificados a ingestão de água em L kg<sup>-1</sup> de matéria seca, o volume e a densidade da urina, não foi detectado efeito ( $P \geq 0,05$ ). Os animais produziram uma média de 1,594 L animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de urina, que esteve dentro do intervalo recomendado por Reece (2017), onde, conforme o peso corporal, devem ter uma de produção de 0,5 a 2,16 L de urina. Já a média geral para densidade da urina (0,977 kg L<sup>-1</sup>) esteve próximo do intervalo preconizado por Carvalho (2022), qual seja entre 1,015 e 1,045 kg L<sup>-1</sup>. Deste modo, de acordo com os resultados encontrados para as variáveis de ingestão de água, confere-se que não houve restrição hídrica entre os animais em estudo.

Rodrigues et al. (2021) averiguaram o efeito de 1,5 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de levedura ativa sobre as variáveis de consumo de água, parâmetros urinários e fecais de cordeiros, e não observaram diferenças. Siqueira et al. (2022) também não detectaram efeito de 1,5 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de levedura ativa sobre ingestão hídrica, volume de urina, densidade urinária e peso das fezes de borregas.

Os tempos de ingestão, ruminação e mastigação não foram influenciados pelos níveis de levedura ativa ( $P \geq 0,05$ ). Os padrões de refeições poderiam ser modificados de forma secundária pelas leveduras como consequência da estabilização do pH ruminal, aumento da

produção de propionato e melhora na digestibilidade da fibra (DeVRIES; CHEVAUX, 2014). Todavia, no presente estudo os parâmetros ruminais não foram avaliados, além do que não foi detectada influência da levedura ativa sobre a digestibilidade aparente, sendo as altas médias deste parâmetro em todos os tratamentos, atribuídas ao tipo e à formulação da dieta utilizada, com alta proporção de grãos.

Corroborando com estes resultados, quando DeVries e Chevaux (2014) investigaram o efeito da suplementação de levedura em  $0,5 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  sobre o comportamento alimentar de vacas leiteiras, constataram que o aditivo não influenciou o padrão de refeição ou o tempo de ruminação. Da mesma forma, Ambriz-Vilchis et al. (2017) avaliaram os efeitos da suplementação com  $4 \text{ g animal}^{-1}$  levedura ativa sobre o tempo de ruminação em vacas leiteiras e não observaram significância.

Tabela 7 – Comportamento ingestivo e eficiência de alimentação de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.

Variáveis (horas)	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> Ingestão	3,42	3,43	3,60	3,60	3,50	0,631	0,698	0,944	17,13
<sup>2</sup> Ruminação	5,60	5,87	6,00	5,88	5,23	0,277	0,210	0,815	15,37
<sup>3</sup> Mastigação	9,02	9,30	9,48	9,60	8,74	0,262	0,226	0,834	11,93
<sup>4</sup> Ócio	14,98	14,70	14,52	13,77	14,86	0,023	0,041	0,068	3,90
<sup>5</sup> EIng. (g MS h <sup>-1</sup> )	308,43	414,61	417,74	374,66	376,22	0,092	0,117	0,529	23,91
<sup>6</sup> ERum. (g MS h <sup>-1</sup> )	178,43	231,04	239,01	227,43	237,79	0,084	0,182	0,575	19,71
<sup>7</sup> EMast. (g MS h <sup>-1</sup> )	111,84	145,17	146,44	141,37	144,56	0,049	0,111	0,485	16,76

L= Efeito linear; Q= Efeito quadrático; FAM= Efeito de falta de ajuste ao modelo; EIng. = Eficiência de ingestão; ERum. = Eficiência de ruminação; EMast. = Eficiência de mastigação. 1 –  $Y = 3,51$ ; 2 –  $Y = 5,72$ ; 3 –  $Y = 9,23$ ; 4 –  $Y = 15,11 - 0,49X + 0,07X^2$  ( $R^2 = 0,5229$ ); 5 –  $Y = 378,33$ ; 6 –  $Y = 222,74$ ; 7 –  $Y = 116,03 + 16,80X$  ( $R^2 = 0,8092$ ).

Houve efeito quadrático negativo dos tratamentos sobre o tempo em ócio ( $P < 0,05$ ), com ponto de mínima em 14,25 horas, equivalente ao nível de 0,35% de levedura ativa. Entretanto houve uma tendência de efeito para falta de ajuste do modelo, além de  $R^2$  baixo (52,29%), indicando que há uma grande dispersão dos dados, o que impossibilita a aceitar a regressão. Os animais passaram mais tempo em ócio, com média de 14,57 horas, que correspondem a 60,71% do dia, e as 9,43 horas, ou seja, 39,29% do dia restantes, dedicadas as demais atividades comportamentais de consumo, o que pode ser devido as características dietéticas como alta densidade energética proporcionada pela presença de amido, que gera propionato no rúmen, e maior quantidade de partículas menores, permitindo maior saciedade e menores tempos de ingestão, ruminação e mastigação (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991).

A eficiência de mastigação aumentou linearmente com os níveis de levedura ativa ( $P < 0,05$ ), enquanto houve tendência deste mesmo efeito para as eficiências de ingestão e de ruminação ( $P = 0,05$  a  $0,1$ ). Tais resultados podem ser atribuídos ao aumento do CMS também causado pela elevação dos níveis de levedura. A mastigação é um fator determinante da magnitude de digestão a nível ruminal de uma dieta rica em amido, atuando de forma a reduzir o tamanho das partículas para otimizar o aproveitamento do alimento (BEAUCHEMIN et al., 1994). Uma vez aumentadas as quantidades de MS que chegam ao rúmen, mais eficiente será o animal em promover os movimentos mandibulares.

As médias gerais para eficiências de alimentação, ruminação e mastigação foram de 378,33, 222,74 e 137,876 g de MS hora<sup>-1</sup>, respectivamente. As maiores quantidades de MS ingeridas por hora, em relação as ruminadas e mastigadas justificam-se pelo fato de a dieta conter maior teor de CNF, levando o bolo alimentar a ter maior peso e menor quantidade de fibra (MISSIO et al., 2010). Estas características físicas permitem que os animais diminuam as mastigadas, o que os leva, por consequência, a ruminarem menores quantidades de bolo por hora.

Quanto aos metabólitos sanguíneos, não houve influência dos níveis de levedura ativa ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 8). A introdução de um novo componente na ração, bem como um aditivo ou suplemento leva a importância de se avaliar as concentrações plasmáticas de indicadores metabólicos (CASTILLO; ABUELO; HERNÁNDEZ, 2016). No entanto, variações nas concentrações de metabólitos no sangue ocorrem geralmente quando há uma deficiência ou excesso de nutrientes na composição da dieta, ou ainda devido a interações de um componente alimentar com outro no organismo, além de sobrecarga na função hepática durante o processo de metabolização destes (CONTRERAS; WITWER; BOHMWALD, 2000).

Estes resultados coadunam com o estudo de Siqueira et al. (2020), que não encontraram efeitos do uso de levedura ativa na dose de 1,5 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> sobre os metabólicos em borregas. De forma semelhante, Rodrigues et al. (2021), ao avaliarem o efeito de 1,5 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de levedura ativa sobre os metabólitos sanguíneos de cordeiros, não verificaram alteração.

Os livros didáticos nem sempre refletem as condições reais de rebanhos pequenos e médios, assim, recomenda-se a otimização dos valores de referência com grau de variação de grupos próximos como meio de comparação (CASTILLO; ABUELO; HERNÁNDEZ, 2016). Dessa forma, no presente estudo as concentrações dos metabólitos sanguíneos foram comparados aos valores de referência obtidos por Varanis et al. (2021), que utilizaram dados observados em ovinos de raças nacionais provenientes de experimentos conduzidos em diversas instituições e fazendas comerciais, com diferentes, porém não restritivas, condições nutricionais

e ambientais. Todos os metabólitos estiveram dentro do intervalo preconizado pelos autores supracitados.

Tabela 8 – Metabólitos sanguíneos de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.

Variáveis	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> Creatinina (mg dL <sup>-1</sup> )	0,93	0,79	0,95	0,85	0,90	0,580	0,570	0,184	16,23
<sup>2</sup> Ureia (mg dL <sup>-1</sup> )	57,93	61,67	55,90	60,53	61,93	0,822	0,687	0,504	13,92
<sup>3</sup> Ácido úrico (mg dL <sup>-1</sup> )	0,17	0,16	0,17	0,23	0,13	0,381	0,361	0,334	48,80
<sup>4</sup> Proteínas totais (g dL <sup>-1</sup> )	6,75	7,04	6,55	8,61	6,85	0,348	0,482	0,062	17,63
<sup>5</sup> Albumina (g dL <sup>-1</sup> )	2,41	2,87	2,63	3,12	2,75	0,200	0,317	0,325	18,75
<sup>6</sup> Triglicerídeos (mg dL <sup>-1</sup> )	30,47	17,93	29,30	20,40	17,79	0,704	0,982	0,171	48,17
<sup>7</sup> Colesterol (mg dL <sup>-1</sup> )	48,40	47,60	47,36	42,87	44,20	0,974	0,998	0,945	35,29
<sup>8</sup> FA (U L <sup>-1</sup> )	221,33	224,07	252,73	227,00	199,13	0,216	0,145	0,667	19,73
<sup>9</sup> AST (U L <sup>-1</sup> )	182,07	178,67	187,57	183,57	203,33	0,826	0,645	0,913	22,48
<sup>10</sup> GGT (U L <sup>-1</sup> )	113,07	93,80	93,47	109,87	96,87	0,386	0,448	0,304	21,97

L= Efeito linear; Q= Efeito quadrático; FAM= Efeito de falta de ajuste ao modelo; FA= Fosfatase alcalina; AST= Aspartato aminotransferase; GGT= Gama-glutamilttransferase; U= Unidades internacionais. Equações: 1 – Y = 0,88; 2 – Y = 59,59; 3 – Y = 0,17; 4 – Y = 7,16; 5 – Y = 2,76; 6 – Y = 23,18; 7 – Y = 46,09; 8 – Y = 224,85; 9 – Y = 187,04; 10 – Y = 101,42.

Os resultados quanto ao perfil dos metabolismos proteico, energético e enzimático sugerem que tanto o balanceamento de energia e proteína na dieta, bem como as condições experimentais foram realizadas de forma adequada, sem que os animais sofressem qualquer tipo de restrição alimentar ou lesão hepática. Os diferentes níveis de levedura ativa também não geraram alteração nas concentrações destes metabólitos no sangue dos animais em estudo.

Não houve efeito dos níveis de levedura, dos tempos de coleta ou de interação sobre a glicose sanguínea dos animais ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 9). O valor geral médio encontrado da concentração de glicose foi de 54,94 mg dL<sup>-1</sup>, esteve dentro do intervalo de referência para a espécie e categoria (33 a 98,1 mg dL<sup>-1</sup>), preconizado por Varanis et al. (2021). Sua estabilidade no decorrer do dia infere que os animais mantiveram a glicose estável de acordo com o fornecimento de energia dietética.

A glicose representa o principal indicador do metabolismo energético como combustível para a oxidação respiratória. Nos ruminantes suas concentrações são reguladas principalmente pelos hormônios insulina e glucagon, em um mecanismo que trabalha de forma eficiente em manter constantes suas quantidades no sangue. Por isso, a glicose é um metabólito pouco sensível a alterações de carboidratos na dieta e poderia ser alterada numa situação em que os

animais estivessem em estado fisiológico de gestação ou lactação, ou em serva condição de déficit energético (CONTRERAS; WITTEWER; BOHMWALD, 2000).

Tabela 9 – Glicemia em mg dL<sup>-1</sup> de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.

Tratamentos	Tempo (horas)					Valor de P			CV (%)
	0 <sup>1</sup>	3 <sup>2</sup>	6 <sup>3</sup>	9 <sup>4</sup>	12 <sup>5</sup>	L	Q	FAM	
<b>0%<sup>6</sup></b>	53,0	62,6	50,4	55,4	51,8	0,625	0,559	0,118	12,75
<b>0,15%<sup>7</sup></b>	54,4	49,4	55,8	57,0	54,4	0,923	0,980	0,457	
<b>0,3%<sup>8</sup></b>	57,6	54,4	53,2	52,0	52,8	0,537	0,611	0,993	
<b>0,45%<sup>9</sup></b>	54,0	57,0	58,2	57,2	54,4	0,380	0,381	1,000	
<b>0,6%<sup>10</sup></b>	56,4	55,4	52,6	57,6	56,4	0,656	0,638	0,755	
<b>L</b>	0,689	0,192	0,342	0,724	0,945				
<b>Q</b>	0,775	0,222	0,395	0,643	0,905				
<b>FAM</b>	0,813	0,264	0,656	0,693	0,914				

L= Efeito linear; Q= Efeito quadrático; FAM= Efeito de falta de ajuste ao model. Equações: 1 – Y = 55,08; 2 – Y = 55,76; 3 – Y = 54,04; 4 – Y = 55,84; 5 – Y = 53,96; 6 – Y = 54,64; 7 – Y = 54,2; 8 – Y = 54,00; 9 – Y = 56,16; 10 – Y = 55,68.

#### **4 CONCLUSÃO**

A adição de levedura ativa entre 0,31 e 0,36% na matéria seca de ração aumenta os padrões de consumo, a absorção de nitrogênio, a disponibilidade de energia metabolizável e metabolizabilidade, e melhora a eficiência de mastigação, sem alterar a digestibilidade aparente, o comportamento ingestivo e o perfil metabólico de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado.

## REFERÊNCIAS

AFRC - Agricultural and Food Research Council. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: CAB International, 175p. 1993.

AMBRIZ-VILCHIS, V.; JESSOP, N. S.; FAWCETT, R. H.; WEBSTER, M.; SHAW, D. J.; WALKER, N.; MACRAE, A. I. Effect of yeast supplementation on performance, rumination time, and rumen pH of dairy cows in commercial farm environments. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 7, p. 5449-5461, 2017.

AMIN, A. B.; MAO, S. Influence of yeast on rumen fermentation, growth performance and quality of products in ruminants: A review. **Animal Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 31-41, 2021.

AZZAZ, H. H.; MURAD, H. A.; MORSY, T. A. Utility of ionophores for ruminant animals: a review. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 9, n. 6, p. 254-265, 2015.

BEAUCHEMIN, K.A.; McALLISTER, T.A.; DONG, Y.; FARR, B. I., CHENG, K. J. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, n.1 p.236-246, 1994.

BLAXTER, K. L.; GRAHAM, N. McC; WAINMAN, F. W. Some observations on the digestibility of food by sheep, and on related problems. **British Journal of Nutrition**, v. 10, n. 2, p. 69-91, 1965.

BLAXTER, K. L., CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **Brittish Journal of Nutrition**, v.19, n.1-2, p.511-522, 1965.

CARVALHO, M. B. Semiologia do Sistema Urinário. In: FEITOSA, F. L. **Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico**. 4. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2022. Cap. 10, p. 364-380.

CASTILLO, C.; ABUELO, A.; HERNÁNDEZ, J. Usefulness of metabolic profiling in the assessment of the flock's health status and productive performance. **Small Ruminant Research**, v. 142, p. 28-30, 2016.

CHAUCHEYRAS-DURAND, F.; WALKER, N. D.; BACH, A. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 5-26, 2008.

CONTRERAS, P. A; WITTWER, F.; BOHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional de ovinos. In: GONZÁLES, F. H. D.; CONTRERAS, P. A.; WITTWER, F.; BÖHMWALD, H. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto alegre, Brasil, gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Cap 7. 2000, p. 75-84.

DeVRIES, T. J.; CHEVAUX, E. Modification of the feeding behavior of dairy cows through live yeast supplementation. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 10, p. 6499-6510, 2014.

DIAS, A. L. G.; FREITAS, J. A.; MICAI, B.; AZEVEDO, R. A.; GRECO, L. F.; SANTOS, J. E. P. Effect of supplemental yeast culture and dietary starch content on rumen fermentation and digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 1, p. 201-221, 2018.

ECKERSALL, P. D. Proteins, proteomics, and the dysproteinemias. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Ed.). **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. Academic press, Cap. 5, p. 117 – 155, 2008.

ELGHANDOUR, M. M. Y.; TAN, Z. L.; ABU HAFSA, S. H.; ADEGBEYE, M. J.; GREINER, R.; UGBOGU, E. A.; MONROY, C.; SALEM, A. Z. M. *Saccharomyces cerevisiae* as a probiotic feed additive to non and pseudo-ruminant feeding: a review. **Journal of Applied Microbiology**, v. 128, n. 3, p. 658-674, 2019.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; AMOUCHE, E. H. DUTTILLEUL, P.; LOBATO, J. F. P. Efeitos da pressão de pastejo sobre o padrão nectemeral do comportamento ingestivo de ovinos em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p.164-170, 1998.

FONTY, G.; CHAUCHEYRAS-DURAND, F. Effects and modes of action of live yeasts in the rumen. **Biologia**, v. 61, n. 6, p. 741-750, 2006.

GLORIA-TRUJILLO, A.; HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, D.; CROSBY-GALVÁN, M. M.; HERNÁNDEZ-MENDO, O.; MATA-ESPINOSA, M. Á.; PINTO-RUIZ, R.; AYALA-MONTER, M. A.; OSORIO-TERAN, A. I. Performance and carcass characteristics of lambs fed diets supplemented with different levels of *Saccharomyces cerevisiae*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, 2022.

HALL, M. B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. University of Florida. p.A-25 (Bulletin 339). 2000.

HASSAN, A. A.; SALEM, A. Z. M.; KHOLIF, A. E.; SAMIR, M.; YACOUT, M.H.; ABU HAFSA, S. H.; MENDOZA, G.D.; ELGHANDOUR, M. M. Y.; AYALA, M.; LOPEZ, S. Performance of crossbred dairy Friesian calves fed two levels of *Saccharomyces cerevisiae*: intake, digestion, ruminal fermentation, blood parameters and faecal pathogenic bacteria. **Animal Research Paper**, v. 154, n. 1, p. 1488–1498, 2016.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. Academic press, 2008.

KHOLIF, A. E.; ABDOA, M. M.; ANELEB, U. Y.; EL-SAYEDA, M. M.; MORSYA, T. A. *Saccharomyces cerevisiae* does not work synergistically with exogenous enzymes to enhance feed utilization, ruminal fermentation and lactational performance of Nubian goats. **Livestock Science**, v. 206, n. 8, p. 17-23, 2017.

MARTIN, A.K.; BLAXTER, K.L. The energy cost of urea synthesis in sheep. In: BLAXTER, K.L. (Ed.). **Energy metabolism**. London: Academic Press, 1965. p.83-91.

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

McCARTHY JR, R. D.; KLUSMEYER, T. H.; VICINI, J. L.; CLARK, J. H.; NELSON, D. R. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 8, p. 2002-2016, 1989.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. D.; FREITAS, L. D. S., RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento,

alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1571-1578, 2010.

MONNERAT, J. P. I. D. S.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. D. F.; DUARTE, M. S. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and monensin on digestion, ruminal parameters, and balance of nitrogenous compounds of beef cattle fed diets with different starch concentrations. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, p. 1251-1257, 2013.

MOUSA, K. M.; EL-MALKY, O. M.; KOMONNA, O. F.; RASHWAN, S. E. Effect of some yeast and minerals on the productive and reproductive performance in ruminants. **The Journal of American Science**, v. 8, n. 2, p. 291-303, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants. Washington, D. C.: **National Academy Press.**, 362 p. 2007.

PIENAAR, G. H.; EINKAMERERA, O. B.; VAN DER MERWEA, H. J.; HUGOB, A.; FAIR, M. D. The effect of an active live yeast product on the digestibility of finishing diets for lambs. **Small Ruminant Research**, v. 123, n. 1, p. 8-12, 2015.

REECE, W. O. Rins e sistema urinário. In: DUKES, H. H; REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 13 ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. Cap. 3, p. 151-191.

RODRIGUES, G. R. D.; SCHULTZ, E. B.; SIQUEIRA, M. T. S.; FONSECA, A. L.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, D. A. P; MACEDO JUNIOR, G. L. Use of active and inactive yeasts in lamb diets: intake, digestibility, and metabolism. **Veterinária Notícias**, v. 27, n. 2, p. 19-43, 2021.

SARTORI, E. D.; CANOZZI, M. E. A.; ZAGO, D.; PRATES, Ê. R.; VELHO, J. P.; BARCELLOS, J. O. J. The effect of live yeast supplementation on beef cattle performance: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 4, p. 21-37, 2017.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v.52, n.3/4, p. 591-609, 1965.

SIDDIQUI, M. S.; THODEY, K.; TRENCHARD, I.; SMOLKE, C. D. Advancing secondary metabolite biosynthesis in yeast with synthetic biology tools. **FEMS Yeast Research**, v. 12, n. 2, p. 144-170, 2012.

SILANIKOVE, N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v. 30, n. 3, p. 175-194, 1992.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)** 2 ed. Viçosa: UFV. Imp. Univ. 2002, 165 p.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979, 380 p.

SILVA, D. A.; VARANIS, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. M.; SIQUEIRA, M. T. S.; MACEDO JÚNIOR, G. D. L. M. Parâmetros de metabólitos bioquímicos em ovinos criados no Brasil. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-5, 2020.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

STREET, J. C.; BUTCHER, J. E.; HARRIS L. E. Estimating urine energy from urine nitrogen. **Journal of Animal Science**, v.23, n.4, p.1039-1041, 1964.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2<sup>nd</sup> ed. Cornell university press. 1994. 476 p.

VARANIS, L. F. M.; SCHULTZ, E. B.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. F.; CRUZ, W. F. G.; MACEDO JUNIOR, G. D. L. Serum biochemical reference ranges for lambs from birth to 1 year of age in the tropics. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3Sup11, p. 1725-1740, 2021.

VIEIRA, L. S. Métodos alternativos de controle de nematóides gastrintestinais em caprinos e ovinos. 2008. Embrapa Caprinos e Ovinos - Artigo em periódico indexado. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/533824/1/APIMetodosalternativosdecontroledenematoides.pdf>> Acesso em: 21 de nov. de 2023.

WALLACE, R. J.; NEWBOLD, C. J. Microbial feed additives for ruminants. **Probiotics: Prospects of Use in Opportunistic Infections**. Institute for Microbiology and Biochemistry, Herborn-Dill, Germany, p. 101-125, 1995.

WALDO, D. R. Symposium: Nitrogen utilization by the ruminant nitrogen metabolism in the ruminant. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 2, p. 265-275, 1968.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p. 176-185,1999.

ZEOULA, L. M.; FERELI, F.; PRADO, I. N.; GERON, L. J. V.; NETO, S. F. C.; PRADO, O. P. P. P.; MAEDA, E. M. Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2179-2186, 2006.

### **CAPÍTULO III – PARÂMETROS NUTRICIONAIS, METABÓLICOS E COMPORTAMENTAIS DE BORREGAS ALIMENTADAS COM DIETA DE ALTO CONCENTRADO CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE LEVEDURA ATIVA MAIS INATIVA COMO ADITIVO**

#### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar os efeitos da adição de níveis crescentes de levedura ativa sobre consumo, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio e de energia, comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos de borregas alimentadas com dietas de alto concentrado. O experimento foi conduzido em Uberlândia-MG, entre novembro de 2015 e janeiro de 2016, onde foram utilizadas cinco borregas mestiças Santa Inês x Dorper com peso inicial médio de  $54,06 \pm 1,41$  kg, que foram alojadas em gaiolas individuais de metabolismo. Os tratamentos consistiram em cinco níveis de levedura ativa mais inativa (Milk Sacc X<sup>®</sup> - Alltech<sup>®</sup>, Maringá, Paraná, Brasil,  $5,0 \times 10^8$  UFC – Unidades formadoras de colônia), sendo 0, 0,15, 0,3, 0,45 e 0,6% da matéria seca (MS) ofertada em  $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  de ração contendo 20: 80 de volumoso: concentrado, totalizando cinco tratamentos. As coletas de sobras e fezes para determinação do consumo e digestibilidade foram realizadas diariamente e ao final de cada período foram feitas amostras compostas por animal, por período. E as coletas de sangue para análise de metabólitos sanguíneos foram realizadas sempre antes da primeira refeição do dia, sendo três amostras por período. O delineamento experimental utilizado foi um quadrado latino  $5 \times 5$ , com cinco animais e cinco períodos, totalizando 25 unidades experimentais. Os dados foram submetidos a análise de regressão com nível de significância de 0,05. Não foram detectados efeitos dos tratamentos sobre as variáveis de consumo, ademais, houve significância para falta de ajuste do modelo (FAM), o que infere que os dados não se ajustaram ao modelo de regressão. Não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis de digestibilidade aparente. As variáveis de balanço de N não foram afetadas pelos níveis de levedura ativa mais inativa. O efeito para FAM indica que os dados não se ajustaram ao modelo de regressão. As variáveis de balanço energético não foram influenciadas pelos tratamentos. Os dados de energia bruta (EB) ingerida, energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e metabolizabilidade não se ajustaram ao modelo de regressão. Não foi detectado efeito dos tratamentos sobre as variáveis de ingestão de água (IA), volume e densidade da urina e peso das fezes. A significância para FAM infere que os dados não foram ajustados ao modelo. O tempo de ingestão não foi influenciado pelos tratamentos. No entanto, houve efeito linear decrescente sobre os tempos de ruminação e mastigação, e linear crescente para a variável ócio. As variáveis de eficiência alimentar apresentaram significância para FAM. Não houve efeito dos tratamentos sobre os metabólitos sanguíneos nem sobre a curva glicêmica dos animais. A combinação de levedura ativa e inativa não altera o consumo, digestibilidade de nutrientes, balanço de N e de energia, ingestão de água e indicadores sanguíneos, mas reduz o tempo de ruminação e mastigação e aumenta o tempo em ócio de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado.

**Palavras-chave:** Ovinos. Probiótico. Prebiótico. *Saccharomyces cerevisiae*.

### CHAPTER III – NUTRITIONAL, METABOLIC AND BEHAVIORAL PARAMETERS OF EWE LAMBS FED A HIGH CONCENTRATE DIET WITH INCREASING LEVELS OF ACTIVE YEAST PLUS INACTIVE AS ADDITIVE

#### ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of adding increasing levels of active yeast on consumption, apparent digestibility, nitrogen and energy balance, ingestive behavior, blood metabolites and glycemia of ewe lambs fed high-concentrate diets. The experiment was conducted in Uberlândia-MG, between November 2015 and January 2016, where five Santa Inês x Dorper crossbred lambs with an average initial weight of  $54.06 \pm 1.41$  kg were used, which were housed in individual metabolism cages. The treatments consisted of five levels of active plus inactive yeast (Milk Sacc X<sup>®</sup> - Alltech<sup>®</sup>, Maringá, Paraná, Brasil,  $5,0 \times 10^8$  UFC - Colony forming units) of dry matter (DM) offered in kg animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> of feed containing 20:80 forage: concentrate, totaling five treatments. Collections of leftovers and feces to determine consumption and digestibility were carried out daily and at the end of each period samples were taken per animal, per period. And blood collections for analysis of blood metabolites were always carried out before the first meal of the day, with three samples per period. The experimental design used was a 5 x 5 Latin square, with five animals and five periods, totaling 25 experimental units. The data were subjected to regression analysis with a significance level of 0.05. No treatment effects were detected on the consumption variables, in addition, there was significance for lack of model fit (LFM), which infers that the data did not fit the regression model. There was no effect of treatments on apparent digestibility variables. N balance variables were not affected by the levels of active plus inactive yeast. The effect for LFM indicates that the data did not fit the regression model. The energy balance variables were not influenced by the treatments. The data on gross energy (GE) ingested, digestible energy (DE), metabolizable energy (ME) and metabolizability did not fit the regression model. No effect of treatments was detected on the variables of water intake (WI), urine volume and density and fecal weight. The significance for LFM infers that the data were not fit to the model. Ingestion time was not influenced by treatments. However, there was a linear decreasing effect on rumination and chewing times, and a linear increasing effect for the idle variable. The feed efficiency variables were significant for LFM. There was no effect of the treatments on blood metabolites or on the glycemic curve of the animals. The combination of active and inactive yeast does not alter consumption, nutrient digestibility, N and energy balance, water intake and blood indicators, but reduces rumination and chewing time and increases idle time of lambs fed a high concentrate diet.

**Keywords:** Probiotic. Prebiotic. *Saccharomyces cerevisiae*. Sheep.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a aplicação de antibióticos na produção de ruminantes tem enfrentado diminuição da aceitação social, principalmente devido aos riscos de efeitos na saúde humana quanto a resistência bacteriana e impactos negativos na qualidade e segurança dos produtos derivados destes animais, como carne e laticínios, o que levou à proibição desses aditivos na União Europeia (OJEU, 2006) e nos Estados Unidos (FDA, 2015). Diante deste cenário, estima-se que o uso de antibióticos como fatores de crescimento na pecuária seja banido mundialmente, resultando na necessidade de pesquisas com aditivos para funções semelhantes as desempenhadas pelos respectivos produtos. As leveduras são uma alternativa comumente testadas como aditivos alimentares, pois são organismos capazes de interagir e fornecer diversos benefícios a microflora ruminal, tanto na sua forma ativa quanto inativa.

Seu modo de ação inclui o controle da concentração de ácido láctico no rúmen e aumento da digestibilidade da fibra, que apresenta potencial como aditivo natural, ou seja, não gera preocupação com a qualidade dos alimentos e com impactos ambientais. Em sua forma ativa, as leveduras participam do metabolismo ruminal como removedoras do oxigênio livre ( $O^2$ ), além de competirem com bactérias produtoras de ácido láctico pelo mesmo substrato, sendo capazes de superar *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus sp.* na utilização de amido (ELGHANDOUR et al. 2019; AMIN; SHENGYONG, 2021).

Por sua vez, a levedura inativa, composta por células mortas, serve como um importante fator de crescimento aos microrganismos ruminais, uma vez que seu conteúdo celular contém aminoácidos essenciais, vitaminas do complexo B, lipídeos e minerais (ARAÚJO et al., 2009), enquanto sua parede celular é composta principalmente por  $\alpha$ -D-manana, quitina e  $\beta$ -D-glucana (LI et al. 2006).

Conforme Fomenky et al. (2017), as células de leveduras podem passar intactas pela degradação ruminal, sendo capazes de beneficiar a microbiota intestinal por meio inibição de toxinas e microrganismos patogênicos. As mananas adsorvem bactérias patogênicas gram-negativas numa interação chamada lecitina-manana, carregando-as para fora do trato digestivo de modo a impedir sua fixação na mucosa intestinal, podendo assim, melhorar a digestibilidade alimentar e o fornecimento de nutrientes (ARAÚJO et al., 2009).

Na literatura existem muitos trabalhos comprovando a eficácia da utilização de produtos de levedura na produção animal, principalmente em vacas leiteiras e bovinos de corte, contudo ainda são inconsistentes os trabalhos e produtos voltados para ovinos, o que gera a necessidade de mais pesquisas que ajudem a esclarecer os impactos desses aditivos para a categoria animal.

Diante do exposto, hipotetiza-se que a utilização de leveduras como aditivo modifica os processos fermentativos do rúmen de forma a aumentar o consumo e melhorar a digestibilidade e a eficiência alimentar em ovinos em confinamento. Neste sentido, objetivou-se avaliar os efeitos da adição de diferentes níveis de levedura ativa mais inativa sobre o consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, balanço de nitrogênio e de energia, comportamento ingestivo e metabólitos sanguíneos de borregas alimentadas com dietas de alto concentrado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local e animais

Todos os procedimentos foram realizados sob aprovação do Comitê de Ética na Utilização de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), registrado pelo protocolo de nº 145/16. O experimento foi conduzido no setor de ovinos e caprinos situado nas dependências da Fazenda Capim Branco pertencente a UFU, na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, que apresenta temperatura e pluviosidade médias anuais de 22,3 °C e 1342 mm, respectivamente.

Foram utilizadas 5 borregas mestiças Santa Inês x Dorper com peso inicial médio de  $40,40 \pm 0,15$  kg e 8 meses de idade, que previamente foram identificadas, pesadas e submetidas a controle de endoparasitos para serem distribuídas aleatoriamente em gaiolas individuais de estudos metabólicos, que eram providas de comedouros, bebedouros, cocho com sal mineral e dispositivos para coleta de fezes e urina.

O experimento teve duração de 75 dias, divididos em cinco períodos de 15 dias cada, onde destes dez dias foram destinados a adaptação dos animais as dietas experimentais e as gaiolas metabólicas, e nos 5 dias restantes foram realizadas as coletas de dados. Os pesos dos animais foram registrados no primeiro e no último dia de cada período experimental para que fossem obtidos o consumo em  $\text{g kg}^{-1}$  de peso corporal (PC) e de peso metabólico ( $\text{PC}^{0,75}$ ) ajustando-se a quantidade de sobras a partir destes.

### 2.2 Tratamentos e dieta

Os tratamentos consistiram em cinco níveis (0, 0,15, 0,3, 0,45 e 0,6%) da combinação de levedura ativa e inativa Milk Sacc X<sup>®</sup> (Alltech<sup>®</sup>, Maringá, Paraná, Brasil), que continha  $5,0 \times 10^8$  UFC (Unidades formadoras de colônia)  $\text{g}^{-1}$  de *Saccharomyces cerevisiae*. Os níveis de levedura foram calculados de acordo com a oferta de matéria seca (MS) em  $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ .

A dieta foi calculada para atender às exigências nutricionais de borregas de porte médio, com ganho médio de  $200 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  (NRC, 2007), onde foi utilizada na composição relação 20:80 de volumoso: concentrado (Tabela 1). A ração total misturada (RTM) foi dividida em partes iguais para ser fornecida duas vezes ao dia, às 08h00min e às 16h00min. O consumo foi ajustado de acordo com as sobras do dia anterior, sendo admitido de 5 a 10 % da RTM.

Tabela 1 – Ingredientes do concentrado e composição bromatológica dos alimentos e da ração total misturada.

<b>Ingredientes (g kg<sup>-1</sup> MS)</b>	<b>Concentrado</b>	<b>Silagem de milho</b>	<b>RTM</b>
Milho moído	600,00	-	480,00
Farelo de soja	360,00	-	288,00
Mistura mineral	25,00	-	20,00
Ureia	10,00	-	8,00
<b>Composição bromatológica (g kg<sup>-1</sup> MS)</b>			
Matéria seca (g kg <sup>-1</sup> MN <sup>1</sup> )	906,45	283,16	781,79
Matéria orgânica	929,56	960,56	935,76
Matéria mineral	70,44	39,44	64,24
Proteína bruta	233,26	92,46	205,10
Extrato etéreo	15,22	32,85	18,75
Fibra em detergente neutro	139,73	503,22	212,43
Fibra em detergente ácido	35,12	254,69	79,03
Carboidratos totais	685,62	835,25	715,55
Carboidratos não fibrosos	612,44	367,20	563,39
PIDN	32,49	27,35	31,46
PIDA	16,38	1,17	13,34

MN = Matéria natural; PIDN = Proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = Proteína insolúvel em detergente ácido; RTM = Ração total misturada.

### 2.3 Coleta de dados

Foram disponibilizados 6 L de água animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, sendo acrescentadas e registradas quantias adicionais de acordo com a ingestão livre dos animais. As sobras de água foram mensuradas diariamente com o uso de proveta graduada, sendo os valores registrados para calcular o volume de água consumida. Dentro do galpão também foi colocado um recipiente com o mesmo volume de água fornecido aos animais para que fosse mensurada a evaporação que, posteriormente, foi descontada do volume diário consumido por animal.

As amostras de silagem, concentrado e sobras de alimento foram retiradas, pesadas diariamente e, ao final do período foram misturadas e homogeneizadas para obtenção da amostra composta para cada animal por período experimental. Depois estas amostras foram secas em estufa de ventilação forçada à 55 °C, moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm e acondicionadas para futuras análises laboratoriais.

Para a coleta de urina foram adicionados 100 mL de ácido clorídrico (HCl 2N) aos baldes coletores na véspera de cada coleta, evitando-se assim, possíveis processos fermentativos que gerassem perda de nitrogênio por volatilização. O volume total de urina foi medido com proveta graduada. Para cada animal foi feita uma amostra composta de 20% do total colhido durante cada período experimental, que foi acondicionada em frasco plástico e

imediatamente congelada para posteriores análises. Realizou-se a mensuração da densidade da urina através de refratômetro portátil.

A coleta total de fezes foi realizada diariamente, sendo registrado o peso da produção total, de onde foi retirada uma alíquota de 20% para que fossem preparadas amostras compostas, por animal por período. Tais amostras foram embaladas em sacos plásticos individuais e armazenadas a -10 °C. Ao final do ensaio, as amostras compostas foram descongeladas em temperatura ambiente por 12 horas, colocadas em bandejas de alumínio e levadas a estufa de ventilação forçada (55 °C) até atingirem peso constante para determinar a matéria pré-seca. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo facas com peneira de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos para futuras análises.

## **2.4 Análises bromatológicas**

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal situado no Centro de Ciências Agrárias - CCA da Universidade Federal do Norte do Tocantins, Campus de Araguaína, Tocantins. Para as determinações de matéria seca (MS) (método 967.03), matéria mineral (MM) (método 942.05), proteína bruta (PB) (método 981.10) e extrato etéreo (EE) (método (920.39) foi utilizada a metodologia proposta pela Oficial (2016). A fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), e lignina (LIG) foram determinadas pelo método sequencial (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro e ácido (NIDN e NIDA, respectivamente), e FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>) foram determinados segundo Licitra et al. (1996).

Para a estimativa dos carboidratos totais (CT) utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992), segundo a qual  $CT = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$ . Para a estimativa dos carboidratos não fibrosos (CNF) da silagem e das fezes utilizou-se a equação preconizada por Detmann, Souza e Valadares Filho (2012), qual seja  $CNF = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM + \% FDN_{cp})$ . E em razão da presença de ureia no concentrado, os CNF deste, do alimento ofertado e das sobras foram estimados como proposto por Hall (2000), em que  $\% CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% EE + \% FDN_{cp} + \% MM]$ .

## **2.5 Avaliações de consumo e digestibilidade de nutrientes**

O consumo de nutrientes foi obtido a partir da fórmula proposta por Maynard et al. (1984):

$$CNut = (Cons \times \% Cons) - (Sob \times \% Sob) \quad (1)$$

Onde:

CNut = consumo do nutriente (kg);

Cons = quantidade de alimento fornecido (kg);

%Cons = teor do nutriente no alimento fornecido (%);

Sob = quantidade de sobra retirada (kg);

%Sob = teor do nutriente nas sobras (%).

O cálculo dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizado por meio da equação sugerida por Weiss (1999):

$$NDT = [PBD + CNFD + FDNcpD + (EED \times 2,25)] \quad (2)$$

Onde,

PBD = proteína bruta digestível;

CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis;

FDNcpD = fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível.

Após a pré-secagem das amostras de sobras e fezes, em estufa a 105 °C por 24 horas, foi calculada a matéria seca definitiva e o teor dos nutrientes, e posteriormente, a digestibilidade aparente destes.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foram determinados a partir da fórmula abaixo, de acordo com Silva e Leão (1979).

$$CDap = (Ingerido - Excretado) / Ingerido \times 100 \quad (3)$$

Onde:

CDap = coeficiente de digestibilidade aparente (%);

Ingerido = média da quantidade de nutrientes do alimento ingerido (ofertado – sobras) (kg dia<sup>-1</sup>);

Excretado = média da quantidade de nutriente nas fezes (kg dia<sup>-1</sup>).

## 2.6 Balanço de nitrogênio e balanço energético

O teor de nitrogênio (N) na urina foi determinado pelo método Kjeldahl (SILVA; QUEIROZ, 2002), com adaptações.

O balanço de nitrogênio ou nitrogênio retido (NR) foi obtido utilizando-se a fórmula proposta por Zeoula et al. (2006), considerando-se as quantidades de nitrogênio consumido (NC); nitrogênio excretado nas fezes (NF) e nitrogênio excretado na urina (NU):

$$BN = [(N \text{ fornecido } g - N \text{ das sobras } g) - (N \text{ nas fezes } g + N \text{ na urina } g)] \quad (5)$$

O N ingerido (NI) foi obtido pela diferença entre o teor de N do alimento e das sobras, enquanto o N absorvido foi calculado subtraindo-se o NI pelo NF.

A energia bruta (EB) foi obtida em calorímetro adiabático (Parr®, modelo 6200, Moline, Illinois, EUA). Os valores da EB foram calculados utilizando-se a técnica direta de determinação de energia com bomba calorimétrica. Para tanto, foi medida a energia contida nas fezes, no alimento ofertado e nas sobras do alimento.

A energia digestível (ED) foi obtida através da fórmula de Blaxter e Clapperton (1965), na qual a ED é igual a EB ingerida menos a EB excretada nas fezes. Já a energia metabolizável (EM) é igual à ED menos a EB da urina e a energia dos gases (EG) somadas. Os coeficientes de metabolizabilidade foram calculados pela razão entre EM ingerida e EB ingerida.

A produção de metano foi estimada pela seguinte equação Blaxter e Clapperton (1965):

$$Cm = 0,67 + 0,062 \times D \quad (6)$$

Onde:

$Cm$  = produção de metano em  $100 \text{ kcal}^{-1}$  de energia consumida; e

$D$  = digestibilidade aparente da energia bruta do alimento.

A estimativa da energia bruta da urina foi realizada segundo a equação proposta por Street, Butcher e Harris (1964):

$$EU \text{ kcal}^{-1} g^{-1} = 0,027 + 0,119 \times (\%NU) \quad (7)$$

## 2.7 Avaliação comportamental

Os animais foram submetidos a observação visual por 24 horas no penúltimo dia de cada período de coleta de dados. Foram observadas, a cada cinco minutos, as variáveis de ingestão de alimento e de água, ruminção e ócio, de acordo com a metodologia proposta por Fischer et al. (1998). As observações comportamentais foram realizadas por observadores treinados, em sistema de revezamento, onde se posicionaram de forma estratégica, de modo a não influenciar o comportamento natural dos animais. As observações foram iniciadas às 08h:00min da manhã com término no mesmo horário do dia seguinte. Os tempos de cada atividade foram calculados horas  $\text{dia}^{-1}$ , admitindo-se que nos cinco minutos subsequentes a cada observação o animal

permaneceu na mesma atividade. O tempo total de mastigação foi determinado somando-se os tempos de ingestão e ruminação.

A eficiência alimentar em função do consumo de MS foi calculada dividindo-se o consumo desta variável pelo tempo gasto em horas de ingestão, ruminação e mastigação.

$$EIng = CMS (g) \div Ingestão (h) \quad (8)$$

$$ERum = CMS (g) \div Ruminação (h) \quad (9)$$

$$EMast = CMS (g) \div Mastigação (h) \quad (10)$$

Onde:

EIng = eficiência de ingestão em  $g h^{-1}$ ;

ERum = eficiência de ruminação em  $g h^{-1}$ ;

EMast = eficiência de mastigação em  $g h^{-1}$ .

## 2.8 Parâmetros sanguíneos

As coletas de sangue foram realizadas sempre antes da primeira refeição do dia, sendo três coletas por período experimental. As amostras de sangue foram obtidas por punção da veia jugular com auxílio de *vacuntainer*® e acondicionadas em tubos de ensaio com capacidade de 10 mL sem anticoagulante, em seguida foram centrifugadas por 10 minutos a 4.000 rpm e os soros obtidos foram armazenados em flaconetes, devidamente identificados, sendo mantidos sob refrigeração a -8 °C. Os indicadores bioquímicos determinados no soro foram: creatinina, ureia, ácido úrico, proteínas totais, albumina, colesterol, triglicerídeos, aspartato aminotransferase (AST), gama-glutamyltransferase (GGT) e fosfatase alcalina (FA). As análises bioquímicas no soro foram realizadas utilizando-se kits comerciais da Labtest®, em espectrofotômetro da marca Bioplus® 2000.

Para a mensuração da glicemia referente a cada período experimental, as coletas de sangue foram realizadas por venopunção jugular em tubos siliconizados com anticoagulante (Fluoreto de Sódio com EDTA 10%). As amostras foram centrifugadas e o plasma armazenado em flaconetes para posteriores análises de glicose. Os tempos de coleta foram 0 h (antes do fornecimento da ração), 3, 6, 9 e 12 horas pós-prandial. As análises das amostras sanguíneas obtidas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos pertencente ao curso de Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama.

## 2.9 Delineamento e estatística

Utilizou-se delineamento em quadrado latino 5x5 para os parâmetros de fluxo descontínuo e delineamento em quadrado latino 5x5 com medidas repetidas no tempo para os parâmetros de fluxo contínuo (glicemia), sendo os tratamentos os níveis de adição de levedura nas dietas e as medidas repetidas no tempo os tempos de coleta (0, 3, 6, 9 e 12h), totalizando 25 unidades experimentais, segundo os seguintes modelos estatísticos:

$$Y_{ijl} = \mu + D_j + A_j + Pl + e_{ijl} \quad (11)$$

Onde:

$Y_{ijl}$  = valor referente a observação da repetição  $i$  no tratamento, na linha  $j$  e na coluna  $l$

$\mu$  = média geral

$D_i$  = efeito dos tratamentos (dietas)  $i$  ( $i = 0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0\%$ )

$A_j$  = efeito das linhas (animais)  $j$  ( $j = 1; 2; 3; 4; 5$ )

$Pl$  = efeito das colunas (períodos)  $l$  ( $l = 1; 2; 3; 4; 5$ )

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a observação.

$$Y_{ijkl} = \mu + D_j + A_j + Pl + T_k + DT_{jk} + e_{ijkl} \quad (12)$$

Onde:

$Y_{ijkl}$  = valor referente a observação da repetição  $i$  no tratamento, na linha  $j$ , na coluna  $l$  e no tempo de coleta  $k$

$\mu$  = média geral

$D_i$  = efeito dos tratamentos (dietas)  $i$  ( $i = 0,0; 1,5; 3,0; 4,5; 6,0\%$ )

$A_j$  = efeito das linhas (animais)  $j$  ( $j = 1; 2; 3; 4; 5$ )

$Pl$  = efeito das colunas (períodos)  $l$  ( $l = 1; 2; 3; 4; 5$ )

$T_k$  = efeito do tempo de coleta  $k$  ( $k = 3; 6; 9$  e  $12h$ )

$DT_{jk}$  = interação dos efeitos do tratamento  $j$  com o tempo de coleta  $k$

$e_{ijkl}$  = erro aleatório associado a observação.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade  $W$  de Shapiro-Wilk (1965) e de homocedasticidade de variâncias dos tratamentos (LEVENE, 1960). Após aceitas as pressuposições, os dados foram submetidos a análise de regressão para determinar a significância ou não de efeitos lineares, quadráticos e/ou de falta de ajuste ao modelo por meio do pacote estatístico SAS. Como nível de significância foi adotado 0,05 e como nível de tendência de significância foi considerado o intervalo entre 0,05 e 0,10 de probabilidade de erro tipo I.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram detectados efeitos dos tratamentos sobre as variáveis de consumo, ademais, houve significância para falta de ajuste do modelo ( $P < 0,05$ ), permitindo inferir que os dados não se ajustaram ao modelo de regressão (Tabela 2). Apesar da constatação de grande dispersão dos dados, impedindo que uma regressão quadrática seja aceita, é possível observar a partir das médias dos tratamentos uma diferença numérica entre o tratamento controle e o nível 0,15% de levedura ativa mais inativa de  $497,77 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  para o CMS.

A combinação de células vivas e parede celular de levedura proporcionam efeitos probióticos e prebióticos sobre a flora ruminal, servindo como estabilizadores do pH e consumidores de oxigênio ruminal (OGUNADE et al., 2019; AMIN; SHENGYONG, 2021), e como substratos para o crescimento microbiano (MALEKKHAHI et al., 2016), respectivamente. Uma vez melhoradas as condições de degradação ruminal, sugere-se que a combinação de levedura ativa mais inativa possivelmente elevou o consumo dos animais que receberam o suplemento.

Tabela 2 – Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), carboidratos totais (CCT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) por borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.

Variáveis	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> CMS ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )	1338,47	1836,24	1431,86	1023,82	1084,48	0,161	0,006	0,000	11,87
<sup>2</sup> CMS (% PC)	3,16	4,25	3,32	2,33	2,46	0,212	0,006	0,000	11,66
<sup>3</sup> CMS ( $\text{g Kg}^{-1} \text{ PC}^{0,75}$ )	90,49	108,91	85,11	59,86	63,33	0,192	0,006	0,000	11,55
<sup>4</sup> CMO ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )	1233,29	1699,63	1323,83	941,71	995,86	0,159	0,007	0,000	12,29
<sup>5</sup> CMO (% PC)	2,92	3,94	3,07	2,14	2,26	0,233	0,008	0,000	12,21
<sup>6</sup> CMO ( $\text{g Kg}^{-1} \text{ PC}^{0,75}$ )	74,32	100,82	78,59	55,07	58,27	0,206	0,007	0,000	12,06
<sup>7</sup> CPB ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )	299,95	393,27	302,54	234,86	246,16	0,383	0,017	0,000	10,25
<sup>8</sup> CFDN ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )	276,72	302,15	280,36	154,61	210,78	0,480	0,570	0,004	17,77
<sup>9</sup> CFDA ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )	122,38	157,99	126,00	93,68	108,90	0,759	0,169	0,001	13,18
<sup>10</sup> CCT ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )	854,72	1202,76	939,43	637,43	677,08	0,134	0,006	0,000	13,79
<sup>11</sup> CCNF ( $\text{g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )	670,62	970,48	760,19	525,43	548,70	0,098	0,007	0,001	15,47

L= Efeito linear; Q= Efeito quadrático; FAM= Efeito de falta de ajuste ao modelo. Equações: 1 –  $Y = 1342,97$ ; 2 –  $Y = 3,10$ ; 3 –  $Y = 81,54$ ; 4 –  $Y = 1238,86$ ; 5 –  $Y = 2,87$ ; 6 –  $Y = 73,41$ ; 7 –  $Y = 295,36$ ; 8 –  $Y = 244,92$ ; 9 –  $Y = 121,79$ ; 10 –  $Y = 862,28$ ; 11 –  $Y = 695,08$ .

Os trabalhos encontrados na literatura com o uso de levedura inativa e/ou a combinação de levedura ativa e inativa como aditivos, em sua grande maioria, avaliam seus efeitos sobre a

resposta inflamatória de animais ruminantes submetidos a algum desafio, seja nutricional ou metabólico. Quando Garcia Diaz et al. (2018) estudaram os efeitos da suplementação com 2 g de levedura ativa (LA), 2 g de mananoligossacarídeos (MOS) ou 4 g da combinação de ambos (LA+MOS) para cordeiros alimentados com dieta de alto grão, observaram que os suplementos MOS e LA+MOS melhoraram a saúde do epitélio ruminal, reduzindo a espessura do estrato córneo, enquanto LA e LA+MOS diminuíram a incidência e gravidade de abscessos hepáticos.

Estes mesmos autores, em outro estudo, suplementaram bovinos alimentados com dieta a base de grãos com  $1,5 \text{ g kg}^{-1}$  de MS de levedura ativa ou de mananoligossacarídeos, para avaliar parâmetros ruminais, digestibilidade de nutrientes e resposta inflamatória. Observou-se que ambos os tratamentos aumentaram o pH ruminal e reduziram a translocação de endotoxinas para a corrente sanguínea. Os autores sugeriram que a levedura é capaz melhorar o ambiente ruminal de forma a reduzir a resposta inflamatória causada pela ingestão de rações com altos teores de amido (GARCIA DIAS et al., 2018b).

De acordo com Zapata et al. (2021), os diferentes modos de ação dos probióticos (células vivas de leveduras) e dos prebióticos (fibra, material da parede celular, mananopolissacarídeos e derivados da hidrólise das paredes celulares da levedura), quando combinados podem ter efeitos aditivos na digestão e fermentação em ruminantes. Assim, quando estes autores suplementaram cordeiros alimentados com dieta de alta densidade energética com 3 g de levedura ativa, levedura inativa ou a combinação probiótico + prebiótico, confirmaram essa hipótese. Portanto, os produtos de levedura podem apresentar maior eficácia em animais sob estresse (período de transição da dieta), e não em condições normais (ARAMBEL; KENT, 1990), como no presente estudo no qual as borregas passaram por adaptação a dietas ricas em grãos, sendo submetidas a acidose subclínica, um quadro comum em animais de confinamento.

Não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis de digestibilidade aparente ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 3). Na literatura há poucos estudos que envolvem a associação de levedura ativa e inativa, sendo limitadas as informações disponíveis quanto aos efeitos combinados da suplementação com probióticos e prebióticos na função digestiva em ruminantes alimentados com dietas de alta energia (ZAPATA et al., 2021).

A DMS média foi de 86,89%, semelhante aos resultantes de estudos realizados por Siqueira et al. (2020) e Rodrigues et al. (2021), que obtiveram digestibilidade aparente da MS média de 84,51% e 85,79%, respectivamente, quando suplementaram ovinos alimentados com dieta de alto concentrado com levedura ativa mais inativa. As médias de digestibilidade aparente foram consideradas altas para todas as variáveis estudadas, independente dos tratamentos, denotando-se bom aproveitamento da dieta, que por sua vez continha elevados teores de carboidratos altamente fermentáveis, fonte de N não proteico altamente solúvel no

rúmen e PNDR de alto valor biológico. Estes fatores contribuíram para que as digestibilidades da PB e da FDN também se destacassem, pois, uma vez favorecidos os microrganismos de forma geral, aumentou-se o fluxo de proteína microbiana no intestino delgado e o aproveitamento da fibra proveniente da silagem de milho pelos microrganismos ruminais.

Tabela 3 – Digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCT), carboidratos não fibrosos (DCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.

Variáveis (%)	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> DMS	89,32	90,65	87,09	84,29	83,12	0,802	0,632	0,662	5,95
<sup>2</sup> DMO	90,55	91,94	88,67	86,61	85,21	0,887	0,597	0,700	5,45
<sup>3</sup> DPB	90,79	91,30	86,72	85,20	84,22	0,423	0,992	0,595	5,38
<sup>4</sup> DFDN	80,70	79,68	74,73	62,02	67,29	0,275	0,782	0,275	14,03
<sup>5</sup> DCT	89,01	91,54	88,65	85,67	84,05	0,778	0,396	0,696	6,48
<sup>6</sup> DCNF	94,81	94,82	94,17	93,12	91,37	0,861	0,442	0,999	3,15

L= Efeito linear; Q = Efeito quadrático; FAM = Efeito de falta de ajuste ao modelo. Equações: 1 –  $Y = 86,89$ ; 2 –  $Y = 88,60$ ; 3 –  $Y = 87,65$ ; 4 –  $Y = 72,88$ ; 5 –  $Y = 87,78$ ; 6 –  $Y = 93,66$ .

Os resultados encontrados neste estudo estão de acordo com Song et al. (2021), que, de semelhante modo, não encontraram efeitos da suplementação com 5 g de cultura de levedura, com a presença tanto de células vivas quanto parede celular de leveduras, para ovinos confinados sobre as digestibilidades aparentes da MS, MO e PB. Rodrigues et al. (2021) não observaram efeitos do uso de levedura ativa mais inativa na dose de 15 g para ovinos sobre a digestibilidade aparente da MS, o que confirma nossos achados.

Contudo, em outros estudos foram detectados resultados diferentes. Novilhas alimentadas com dietas que atendiam 100% da exigência de energia metabolizável, foram suplementadas com 5 g dia<sup>-1</sup> de cultura de levedura e observou-se maiores digestibilidades da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, em comparação aos animais do grupo controle (GHASANFA et al., 2015). Zapata et al. (2021), suplementaram cordeiros que estavam sendo alimentados com dieta de alta energia com 3 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de probiótico + prebiótico e detectaram aumento da digestão total do trato de todas as frações avaliadas.

As variáveis de balanço de N não foram afetadas pelos níveis de levedura ativa mais inativa ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 4). O efeito para FAM indica que os dados não se ajustaram ao modelo de regressão, como consequência da significância para FAM também nas variáveis de consumo (Tabela 2). Conforme Waldo (1968), a excreção ou retenção de N são influenciados

principalmente pela concentração de amônia no rúmen, sendo que a perda de N através da parede ruminal aumentará a perda urinária na forma de ureia proveniente da síntese no fígado a partir da amônia. Os efeitos dos probióticos e/ou prebióticos na digestão do N têm sido variáveis, mas quando detectados foram atribuídos ao aumento da síntese microbiana ruminal com o aumento concomitante de fluxos duodenais de N microbiano, promovendo a eficiência da absorção de N (WILLIAMS; NEWBOLD, 1996; HRISTOV et al., 2010).

Tabela 4 – Balanço de nitrogênio em borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.

Variáveis (g animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> N ingerido	63,54	82,82	64,28	51,46	54,41	0,334	0,012	0,000	8,60
<sup>2</sup> N fecal	4,21	5,48	6,33	5,32	6,50	0,300	0,534	0,483	33,95
<sup>3</sup> N urinário	11,81	22,51	12,41	7,11	8,19	0,193	0,008	0,000	21,74
<sup>4</sup> N absorvido	59,33	77,34	57,95	46,14	47,9	0,581	0,030	0,000	10,46
<sup>5</sup> N retido	47,52	54,83	45,54	39,02	39,71	0,953	0,224	0,014	10,78

L= Efeito linear; Q = Efeito quadrático; FAM = Efeito de falta de ajuste ao modelo. Equações: 1 –  $Y = 69,38 + 1,82X - 0,85X^2$  ( $R^2 = 0,4959$ ); 2 –  $Y = 5,57$ ; 3 –  $Y = 14,87 + 1,24X - 0,46X^2$  ( $R^2 = 0,4459$ ); 4 –  $Y = 64,99 + 1,14X - 0,79X^2$  ( $R^2 = 0,5445$ ); 5 –  $Y = 36,02$ .

Para afirmar tal atribuição, em estudo mais recente realizado por García Diaz et al. (2018) com o uso da combinação de levedura ativa e inativa na dosagem de 2 g kg<sup>-1</sup> MS consumida para ovelhas alimentadas com uma dieta rica em grãos, foi observada redução das concentrações de NH<sub>4</sub>, resultante do aumento do fluxo de proteína microbiana no intestino delgado dos animais. No presente estudo verificou-se elevadas médias de digestibilidade aparente da PB bruta em todos os tratamentos, sugerindo que a qualidade nutricional da dieta contribuiu de tal forma para o seu bom aproveitamento pelos animais, que o aditivo utilizado não surtisse efeito no metabolismo de N.

O N excretado nas fezes representaram em média 8,8% do N ingerido, enquanto as perdas urinárias apontaram para uma média de 19,6%. A maior perda de N via urina em relação a excreção fecal pode ser justificada pelo alto teor de PB (20,51%) e presença de ureia na dieta, que gera um aumento na degradação de ureia e desaminação de aminoácidos (ZEOULA et al. 2006). Assim, o excesso de amônia e sua taxa de absorção pela parede ruminal gera aumento da produção hepática de ureia, resultando em maiores perdas de N pela urina, além de aumento no incremento calórico (VAN SOEST, 1994), pois tal mecanismo exige gasto elevado de energia, calculado por Martin e Blaxter (1965) em 88,4 kcal mol<sup>-1</sup> para a espécie ovina.

As variáveis de balanço energético não foram influenciadas pelos tratamentos (Tabela 5). Os dados de EB ingerida, ED, EM e metabolizabilidade não se ajustaram ao modelo de

regressão, com valor de P menor que 0,05 para FAM, o que foi decorrente de estas variáveis estarem associadas as de consumo, como mostrado tabela 2, que também apresentaram significância para falta de ajuste ao modelo.

Tabela 5 – Balanço de energia em borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.

Variáveis (kcal animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> EB ingerida	5488,71	7421,25	5831,36	4339,3	4666,32	0,131	0,004	0,000	9,30
<sup>2</sup> EB fecal	2790,01	3012,96	2956,4	2740,00	2824,4	0,498	0,400	0,401	10,45
<sup>3</sup> ED	2698,69	4408,28	2874,95	1599,30	1842,53	0,130	0,001	0,000	14,36
<sup>4</sup> EB urinária	184,12	171,46	174,76	170,48	198,86	0,578	0,505	0,951	36,10
<sup>5</sup> EM	2514,21	4236,39	2699,94	1428,55	1643,38	0,088	0,001	0,000	14,27
<sup>6</sup> EM/EB (%)	45,02	56,43	45,22	32,45	34,11	0,442	0,005	0,000	8,50

L= Efeito linear; Q= Efeito quadrático; FAM= Efeito de falta de ajuste ao modelo; EB = energia bruta; ED = energia digestível; EM = energia metabolizável; EM/EB = Coeficiente de metabolizabilidade. Equações: 1 – Y = 5549,39; 2 - Y = 2864,75; 3 – Y = 2684,75; 4 – Y = 179,94; 5 – Y = 2504,49; 6 – Y = 42,65.

Não foi detectado efeito dos tratamentos sobre as variáveis de IA, volume e densidade da urina e peso das fezes ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 6). A significância para FAM infere que os dados não foram ajustados ao modelo. Estes achados corroboram com Rodrigues et al. (2021), que utilizaram 3,0 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de levedura ativa mais inativa para que seu efeito fosse avaliado sobre as variáveis de consumo de água, parâmetros urinários e fecais de cordeiros, e não houve influência. De forma semelhante, Siqueira et al. (2022) não observaram efeito de 3,0 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de levedura ativa mais inativa sobre ingestão de água, volume e densidade de urina, e peso das fezes de borregas.

Tabela 6 - Ingestão de água, volume e densidade da urina e peso das fezes de borregas alimentados com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.

Variáveis	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> IA (L dia <sup>-1</sup> )	4,239	3,513	4,156	4,263	4,205	0,470	0,289	0,042	10,56
<sup>2</sup> IA (L kg <sup>-1</sup> MS)	3,593	2,074	3,128	4,401	4,232	0,174	0,021	0,004	18,87
<sup>3</sup> IA (% PC)	9,28	7,95	9,46	11,03	9,61	0,554	0,955	0,033	14,36
<sup>4</sup> IA (mL kg <sup>-1</sup> PC <sup>0,75</sup> )	241,07	204,90	244,54	265,13	247,91	0,909	0,748	0,092	14,23
<sup>5</sup> Vol. Urina (L)	2,542	1,454	2,050	2,244	2,008	0,334	0,348	0,178	38,68
<sup>6</sup> Dens. Urina (kg L <sup>-1</sup> )	1,014	1,024	1,018	0,975	1,017	0,548	0,686	0,173	3,92
<sup>7</sup> Peso das fezes (g)	0,431	0,513	0,591	0,523	0,673	0,543	0,969	0,496	30,89

L = Efeito linear; Q = Efeito quadrático; FAM = Efeito de falta de ajuste ao modelo; IA = Ingestão de água; Vol. = Volume; Dens. = Densidade. Equações: 1 - Y - = 4,075; 2 - Y = 3,486; 3 - Y = 9,47; 4 - Y = 240,71; 5 - Y = 2,06; 6 - Y = 1,010; 7 - Y = 0,546.

O volume médio geral de urina foi de 2,060 L animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de urina, que esteve dentro do intervalo recomendado por Reece (2017), onde, conforme o peso corporal, devem ter uma de produção de 0,5 a 2,16 L de urina. A densidade média da urina foi de 1,010 kg L<sup>-1</sup>, estando, assim, dentro do intervalo descrito por Carvalho (2022), qual seja entre 1,015 e 1,045 kg L<sup>-1</sup>. Deste modo, de acordo com os resultados encontrados para as variáveis de ingestão de água, confere-se que não houve restrição hídrica entre os animais em estudo.

O peso médio geral das fezes foi de 0,546 kg, valor pouco abaixo do prescrito por Vieira (2008), que preconiza que fezes de ovelhas adultas pesem entre 0,8 e 1,5 kg. Contudo, uma vez que a categoria em estudo é borrega (animais jovens), a produção fecal dos animais avaliados pode ser considerada normal. Além disso, o peso das fezes pode ter acompanhado o consumo de água e de MS, que interferem nas perdas de água através das fezes por meio do seu peso em MN (BLAXTER; GRAHAM; WAINMAN, 1956). As elevadas médias de digestibilidade aparente (Tabela 3) denotam maior aproveitamento da dieta, ocasionando, assim, menores perdas fecais.

O tempo de ingestão não foi influenciado pelos tratamentos ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 7). No entanto, houve efeito linear decrescente dos níveis da combinação de levedura ativa e inativa sobre os tempos de ruminação e mastigação ( $P < 0,05$ ), com tendência de efeito quadrático ( $P = 0,05$  e  $0,1$ ). Em razão disso, de forma esperada, o tempo em ócio aumentou linearmente com níveis de levedura ( $P < 0,05$ ), também com tendência de efeito quadrático ( $P = 0,05$  e  $0,1$ ).

Tabela 7 – Comportamento ingestivo e eficiência de alimentação de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.

Variáveis (horas)	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> Ingestão	3,13	3,17	2,83	2,82	2,87	0,327	0,582	0,578	12,46
<sup>2</sup> Ruminação	6,07	4,88	5,23	4,90	5,30	0,035	0,064	0,336	13,78
<sup>3</sup> Mastigação	9,20	8,05	8,07	7,72	8,17	0,032	0,074	0,684	10,51
<sup>4</sup> Ócio	14,80	15,95	15,93	16,28	15,83	0,032	0,074	0,684	5,49
<sup>5</sup> EIng. (g h <sup>-1</sup> )	431,07	583,10	503,54	373,80	378,81	0,091	0,016	0,014	16,11
<sup>6</sup> ERum. (g h <sup>-1</sup> )	229,74	387,30	277,53	231,07	211,50	0,023	0,004	0,002	18,37
<sup>7</sup> EMast. (g h <sup>-1</sup> )	147,06	231,69	178,45	140,12	134,41	0,020	0,003	0,002	16,00

L= Efeito linear; Q= Efeito quadrático; FAM= Efeito de falta de ajuste ao modelo; EIng. = Eficiência de ingestão; ERum. = Eficiência de ruminação; EMast. = Eficiência de mastigação. 1 -  $Y = 2,96$ ; 2 -  $Y = 5,93 - 0,57X$  ( $R^2 = 0,7262$ ); 3 -  $Y = 9,12 - 0,70X$  ( $R^2 = 0,9072$ ); 4 -  $Y = 14,86 + 0,70X$  ( $R^2 = 90,72\%$ ); 5 -  $467,65 + 44,65X - 10,93X^2$  ( $R^2 = 0,5771$ ); 6 -  $Y = 264,41 + 42,57X - 9,23X^2$  ( $R^2 = 0,4798$ ); 7 -  $Y = 166,04 + 23,78X - 5,26X^2$  ( $R^2 = 0,5124$ ).

As variáveis de eficiência alimentar tiveram significância para FAM, corroborando com o que foi detectado para as variáveis de consumo, o que infere falta de ajuste dos dados ao

modelo de regressão. Ao avaliarem o comportamento ingestivo de ovelhas não gestantes alimentadas com volumoso extrusado e suplementadas com diferentes aditivos, dentre eles levedura inativa na dosagem de 0,2% da MS consumida, Oliveira et al. (2020) não verificaram efeitos dos tratamentos.

Produtos de levedura funcionam como moduladores dos padrões de fermentação e atuam como estabilizadores do pH ruminal. Embora não tenhamos medido o rúmen diretamente para avaliar os parâmetros de fermentação, a literatura tem mostrado que a suplementação com levedura exerce efeito positivo no ambiente ruminal. É durante a ruminação e mastigação que a saliva, um dos elementos responsáveis pela regulação do pH, é produzida (AMBRIZ-VILCHIS et al., 2017). Uma vez que a combinação de levedura ativa e inativa tenha contribuído para a estabilização do pH, de forma secundária pode ter contribuído para a redução do tempo utilizado para tais atividades, o que foi somado a alta solubilidade dos ingredientes do concentrado e a baixa quantidade de fibra na dieta (DEVRIES; CHEVAUX, 2014).

O tempo em que os animais permaneceram em ócio, com média geral de 15,76 horas, correspondentes a 65,67% do dia, foi maior que a as horas gastas com as demais atividades, sendo em média 2,96 horas para ingestão, 5,28 horas para ruminação e 8,24 horas para mastigação, que perfazem 12,33%, 22% e 34,33% do dia, respectivamente. Esse comportamento é adequado tanto a espécie, por ser considerada seletiva, quanto as características dietéticas (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991), quais sejam alta densidade energética e maior quantidade de partículas menores, permitindo maior saciedade e menores tempos de ingestão, ruminação e mastigação.

As médias encontradas para eficiências de alimentação, ruminação e mastigação foram de 454,06, 267,43 e 166,35 g de MS hora<sup>-1</sup>, respectivamente. Verifica-se, assim, que a eficiência de ingestão foi maior em relação a de ruminação e de mastigação. De acordo com Albright (1993), a quantidade de fibra consumida está diretamente relacionada com o tempo destinado a ruminação, ou seja, quanto mais fibra o animal ingerir, mais tempo ele utilizará para ruminação. De forma contrária, o consumo de alimentos mais concentrados reduz o tempo de ruminação (VAN SOEST, 1994), como no presente estudo. A presença de CNFs leva o bolo alimentar a ter maior peso e menor quantidade de fibra (MISSIO et al., 2010), permitindo que os animais reduzissem as mastigadas.

As variáveis dos metabolismos proteico, energético e enzimático não foram influenciadas pelos níveis de levedura ativa mais inativa ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 8). Foi detectada tendência de efeito para falta de ajuste ao modelo, como indicativo de alta dispersão dos dados da variável metabólica creatinina ( $P = 0,05$  a  $0,1$ ). No presente estudo, a fim de obter informações sobre o status nutricional dos animais, foram utilizados valores de referência

obtidos por Varanis et al. (2021), que utilizaram dados observados em ovinos mestiços de experimentos conduzidos em diversas instituições, com diferentes, porém não restritivas, condições nutricionais e ambientais, baseando-se nos intervalos de referência de Kaneko, Harvey e Bruss (2008). Todas as médias dos metabólitos sanguíneos estiveram dentro do intervalo preconizado pelos autores supracitados.

Tabela 8 – Metabólitos sanguíneos de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa mais inativa como aditivo.

Variáveis	Tratamentos					Valor de P			CV (%)
	0%	0,15%	0,3%	0,45%	0,6%	L	Q	FAM	
<sup>1</sup> Creatinina (mg dL <sup>-1</sup> )	1,05	0,74	0,86	0,89	0,79	0,143	0,258	0,078	18,97
<sup>2</sup> Ureia (mg dL <sup>-1</sup> )	61,00	56,80	59,00	55,19	52,60	0,817	0,853	0,773	15,49
<sup>3</sup> Ácido úrico (mg dL <sup>-1</sup> )	0,29	0,22	0,19	0,21	0,21	0,203	0,318	0,904	45,59
<sup>4</sup> Proteínas totais (g dL <sup>-1</sup> )	7,61	7,27	6,98	7,37	6,86	0,771	0,900	0,855	22,12
<sup>5</sup> Albumina (g dL <sup>-1</sup> )	2,99	2,26	2,97	2,39	2,29	0,693	0,971	0,099	22,54
<sup>6</sup> Triglicerídeos (mg dL <sup>-1</sup> )	23,60	18,86	19,53	25,60	24,93	0,532	0,393	0,616	40,55
<sup>7</sup> Colesterol (mg dL <sup>-1</sup> )	50,27	45,13	48,60	51,80	38,33	0,687	0,517	0,514	32,39
<sup>8</sup> FA (U L <sup>-1</sup> )	235,13	248,47	200,20	216,40	246,40	0,188	0,019	0,270	18,18
<sup>9</sup> AST (U L <sup>-1</sup> )	181,93	132,53	137,13	151,67	119,33	0,264	0,519	0,238	27,44
<sup>10</sup> GGT (U L <sup>-1</sup> )	88,60	91,80	96,47	91,47	72,40	0,253	0,139	0,863	23,16

L= Efeito linear; Q= Efeito quadrático; FAM= Efeito de falta de ajuste ao modelo; FA= Fosfatase alcalina; AST= Aspartato aminotransferase; GGT= Gama-glutamilttransferase; U= Unidades internacionais. Equações: 1 – Y = 0,87; 2 – Y = 56,92; 3 – Y = 0,22; 4 – Y = 7,22; 5 – Y = 2,58; 6 – Y = 22,50; 7 – Y = 46,83; 8 – Y = 229,32; 9 – Y = 144,52; 10 – Y = 88,15.

Conforme Contreras, Wittwer e Bohmwald (2000), alterações no metabolismo podem ser decorrentes principalmente de deficiência ou excesso de nutrientes na ração, mas também de interações metabólicas entre componentes alimentares, e de sobrecarga na função hepática durante o processo de metabolização destes. No presente estudo as dietas foram balanceadas igualmente entre os tratamentos e as concentrações séricas dos metabólitos dos animais em estudos demonstram não ter havido alteração da função hepática, o que justifica a não ocorrência de efeito do aditivo.

Ghoneem e Mahmoud (2014) utilizaram 5 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> em cordeiros e não encontraram qualquer alteração nos parâmetros avaliados, o que corrobora com os achados neste estudo. Siqueira et al. (2022) suplementaram com 1,5 g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de levedura ativa mais inativa borregas alimentadas com ração contendo enzimas fibrolíticas. Os autores não observaram quaisquer alterações nos metabólitos sanguíneos provenientes do aditivo.

Houve tendência de efeito quadrático dos tempos de coleta sobre a glicemia quando os animais foram tratados com 1,5%, bem como os tratamentos tenderam a influenciar a glicemia

no tempo de coleta 3, denotando-se tendência de efeito de interação ( $P \geq 0,05$ ) (Tabela 9). Contudo, também foi detectada tendência de efeito para falta de ajuste ao modelo na interação tempo x tratamento, o que significa que os dados não se ajustaram a regressão.

A tendência de interação entre os fatores tratamento e tempo, ou seja, pico de glicemia no nível 1,5% quando o sangue foi coletado 3 horas pós-prandial, pode ter ocorrido em função do consumo de ração ser numericamente maior neste tratamento, com diferença de quase 500 g entre o tratamento com 1,5% de levedura ativa mais inativa e o controle (Tabela 2). Maiores porções de alimento com alto teor de amido que chegam ao rúmen, aliado a presença de levedura com efeitos prebiótico e probiótico, podem ter impulsionado a atividade de bactérias amilolíticas (FIRKINS; MITCHELL, 2022).

Tabela 9 – Glicemia de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado contendo níveis crescentes de levedura ativa como aditivo.

Tratamentos	Tempo (horas)					Valor de P			CV (%)
	0 <sup>1</sup>	3 <sup>2</sup>	6 <sup>3</sup>	9 <sup>4</sup>	12 <sup>5</sup>	L	Q	FAM	
0% <sup>6</sup>	51,40	53,80	57,80	55,00	59,60	0,550	0,861	0,672	15,76
0,15% <sup>7</sup>	54,80	66,60	56,00	62,80	51,20	0,077	0,035	0,051	
0,3% <sup>8</sup>	55,40	59,00	59,00	58,80	57,60	0,431	0,476	0,966	
0,45% <sup>9</sup>	58,80	63,00	64,40	60,80	56,00	0,160	0,097	0,971	
0,6% <sup>10</sup>	60,40	51,80	54,60	60,20	58,20	0,309	0,246	0,265	
L	0,657	0,085	0,457	0,474	0,515				
Q	0,965	0,054	0,460	0,557	0,474				
FAM	0,967	0,345	0,411	0,681	0,546				

L = Efeito linear; Q = Efeito quadrático; FAM = Efeito de falta de ajuste ao modelo. Equações: 1 -  $Y = 56,16$ ; 2 -  $Y = 58,84$ ; 3 -  $Y = 58,36$ ; 4 -  $Y = 59,52$ ; 5 -  $Y = 56,52$ ; 6 -  $Y = 55,52$ ; 7 -  $Y = 58,28$ ; 8 -  $Y = 57,96$ ; 9 -  $Y = 60,6$ ; 10 -  $Y = 57,04$ .

O pico glicêmico registrado nas primeiras três horas após a alimentação relaciona-se com a maior atividade destas bactérias, que degradam partículas rapidamente fermentáveis, tais quais os carboidratos não fibrosos, que por sua vez fazem parte da dieta numa maior proporção em relação aos demais ingredientes (HOMEM JUNIOR et al., 2019). Ambos os fatores - densidade energética da dieta e taxa de degradação - podem ter aumentado o fluxo de propionato que chega ao fígado para ser convertido em glicose (ALLEN; BRADFORD; OBA, 2009).

Uma vez não detectada significância para efeito dos tratamentos, dos tempos de coleta ou de interação sobre a glicemia, pode-se sugerir que a baixa variação de glicose no sangue se deu em razão dos mecanismos homeostáticos que envolvem o controle endócrino do glicogênio e dos glicocorticóides pelos hormônios insulina e glucagon. Tal controle ocorre de forma eficiente em manter a glicemia, de modo que o animal deve estar em severa condição de

desnutrição para que ela se altere (GONZÁLEZ; SCHEFFER, 2018). A média geral das concentrações de glicose no sangue dos animais em estudo foi de 57,88 mg dL<sup>-1</sup>, e esteve dentro do intervalo de referência para a espécie e categoria (33 a 98,1 mg dL<sup>-1</sup>), preconizado por Varanis et al. (2021).

#### **4 CONCLUSÃO**

A combinação de levedura ativa e inativa não altera o consumo, digestibilidade de nutrientes, balanço de N e de energia, ingestão de água e indicadores sanguíneos, mas reduz o tempo de ruminação e mastigação e aumenta o tempo em ócio de borregas alimentadas com dieta de alto concentrado.

## REFERÊNCIAS

- AFRC - Agricultural and Food Research Council. Energy and protein requirements of ruminants. Wallingford: CAB International, 175p.1993.
- ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 10, p. 2009.
- AMBRIZ-VILCHIS, V.; JESSOP, N. S.; FAWCETT, R. H.; WEBSTER, M.; SHAW, D. J.; WALKER, N.; MACRAE, A. I. Effect of yeast supplementation on performance, rumination time, and rumen pH of dairy cows in commercial farm environments. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 7, p. 5449-5461, 2017.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis** (red.). Washington, DC: AOAC, 1015p. 1995.
- BLAXTER, K. L.; GRAHAM, N. McC; WAINMAN, F. W. Some observations on the digestibility of food by sheep, and on related problems. **British Journal of Nutrition**, v. 10, n. 2, p. 69-91, 1956.
- BLAXTER, K. L., CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **Brittish Journal of Nutrition**, v.19, n.1-2, p.511-522, 1965.
- CARVALHO, M. B. Semiologia do Sistema Urinário. In: FEITOSA, F. L. **Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico**. 4. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2022. Cap. 10, p. 364-380.
- CONTRERAS, P. A; WITTWER, F.; BOHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional de ovinos. In: GONZÁLES, F. H. D.; CONTRERAS, P. A.; WITTWER, F.; BÖHMWALD, H. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto alegre, Brasil, gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. Cap 7, p. 75-84.
- DETMANN, E; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. v. 214.
- DeVRIES, T. J.; CHEVAUX, E. Modification of the feeding behavior of dairy cows through live yeast supplementation. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 10, p. 6499-6510, 2014.
- DIAS, A. M.; OLIVEIRA, L. B.; ÍTAVO, L. C. V.; MATEUS, R. G.; GOMES, E. N. O.; COCA, F. O. C. G.; ÍTAVO, C. C. B. F.; NOGUEIRA, E.; MENEZES, B. B.; MATEUS, R. G. Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 45-54, 2016.
- FDA (2015) Veterinary feed directive. **Fed Regist** 80, 31708 – 31735.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; AMOUCHE, E. H. DUTTILLEUL, P.; LOBATO, J. F. P. Efeitos da pressão de pastejo sobre o padrão nectemeral do comportamento ingestivo de ovinos em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p.164-170, 1998.

FIRKINS, J. L.; MITCHELL, K. E. Invited review: Rumen modifiers in today's dairy rations. **Journal of Dairy Science**, 2023.

FOMENKY, B. E.; CHIQUETTE, J.; BISSONNETTE, N.; TALBOT, G.; CHOUINARD, P. Y.; IBEAGHA-AWEMU, E. M. Impact of *Saccharomyces cerevisiae* boulardii CNCMI-1079 and *Lactobacillus acidophilus* BT1386 on total lactobacilli population in the gastrointestinal tract and colon histomorphology of Holstein dairy calves. **Animal Feed Science and Technology**, v. 234, p. 151-161, 2017.

GHAZANFAR, S.; ANJUM, M. I.; AZIM, A.; AHMED, I. Effects of dietary supplementation of yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*) culture on growth performance, blood parameters, Nutrient digestibility and fecal flora of dairy heifers. **JAPS: The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 25, n. 1, p. 53-59, 2015.

GHONEEM, W. M. A; MAHMOUD, A. E. M. Effect of inactivated and dried yeast on productive performance of Barki lambs. **Asian Journal Animal and Veterinary Advances**, 2014.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SCHEFFER, J. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: LACVet. Cap. 3, p. 30-45, 2018.

HALL, M. B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. University of Florida. p.A-25 (Bulletin 339). 2000.

HOMEM JUNIOR, A. C.; NOCERA, B. F.; FALEIROS, L. F.; ALMEIDA, M. T. C.; PASCHOALOTO, J. R.; PEREZ, H. 280 L.; D'ÁUREA, A. P.; EZEQUIEL, J. M. B. Partial replacement of corn by soybean hulls in highgrain diets for feedlot sheep. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, p. 1-7. 2019.

HRISTOV, A. N.; VARGA, G.; CASSIDY, T.; LONG, M.; HEYLER, K.; KARNATI, S. A.; CORL, B.; HOVDE, C. J.; YOON, I. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal fermentation and nutrient utilization in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 682-692, 2010.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. Academic press, 2008.

MARTIN, A.K.; BLAXTER, K.L. The energy cost of urea synthesis in sheep. In: BLAXTER, K.L. (Ed.). **Energy metabolism**. London: Academic Press, 1965. p.83-91.

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

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. D.; FREITAS, L. D. S., RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1571-1578, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants. Washington, D. C.: **National Academy Press.**, 362 p. 2007.

OJEU - Official Journal of the European Union Regulation (2006) (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on Additives for Use in Animal Nutrition, Pages L 268/29-L268/43 in OJEU of 10/18/2003.

RODRIGUES, G. R. D.; SCHULTZ, E. B.; SIQUEIRA, M. T. S.; FONSECA, A. L.; OLIVEIRA, M. R.; SILVA, D. A. P; MACEDO JUNIOR, G. L. Use of active and inactive yeasts in lamb diets: intake, digestibility, and metabolism. **Veterinária Notícias**, v. 27, n. 2, p. 19-43, 2021.

REECE, W. O. Rins e sistema urinário. In: DUKES, H. H; REECE, W. O. **Fisiologia dos animais domésticos**. 13 ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. Cap. 3, p. 151-191.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. **Biometrika**, v.52, n.3/4, p. 591-609, 1965.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)** 2 ed. Viçosa: UFV. Imp. Univ. 165 p. 2002.

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

SILVA, D. A.; VARANIS, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. M.; SIQUEIRA, M. T. S.; MACEDO JÚNIOR, G. D. L. M. Parâmetros de metabólitos bioquímicos em ovinos criados no Brasil. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-5, 2020.

SIQUEIRA, M. T. S.; RUELA, P. A. C.; OLIVEIRA, K. A.; DE PAULA SILVA, D. A.; SOUSA, L. F.; JÚNIOR, G. D. L. M. Avaliação dos parâmetros nutricionais e metabólicos de borregas alimentadas com leveduras na ração. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, p. 1-10, 2020.

SNIFFEN, C. J; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

STREET, J. C.; BUTCHER, J. E.; HARRIS L. E. Estimating urine energy from urine nitrogen. **Journal of Animal Science**, v.23, n.4, p.1039-1041, 1964.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2<sup>nd</sup> ed. Cornell university press. 1994. 476 p.

VARANIS, L. F. M.; SCHULTZ, E. B.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. F.; CRUZ, W. F. G.; MACEDO JUNIOR, G. D. L. Serum biochemical reference ranges for lambs from birth to 1 year of age in the tropics. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3Supl1, p. 1725-1740, 2021.

WALDO, D. R. Symposium: Nitrogen utilization by the ruminant nitrogen metabolism in the ruminant. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 2, p. 265-275, 1968.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p. 176-185,1999.

WILLIAMS, P. E. V.; NEWBOLD, C. J. Rumen probiosis: the effects of novel microorganisms on rumen fermentation and ruminant productivity. **Recent Developments in Ruminant Nutrition 3.**, p. 351-367, 1996.

ZAPATA, O.; CERVANTES, A.; BARRERAS, A.; MONGE-NAVARRO, F.; GONZÁLEZ-VIZCARRA, V. M.; ESTRADA-ANGULO, A.; URÍAS-ESTRADA, J. D; CORONA, L.; ZINN, R. A.; MARTÍNEZ-ALVAREZ, I. G.; PLASCENCIA, A. Effects of single or combined supplementation of probiotics and prebiotics on ruminal fermentation, ruminal bacteria and total tract digestion in lambs. **Small Ruminant Research**, v. 204, p. 106538, 2021.

ZEOULA, L. M.; FERELI, F.; PRADO, I. N.; GERON, L. J. V.; NETO, S. F. C.; PRADO, O. P. P. P.; MAEDA, E. M. Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2179-2186, 2006.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

BR 153, Km 112, Zona Rural | CEP: 77804-970 | Araguaína/TO  
(63) 341612-5424 | www.uft.edu.br | pgizt@uft.edu.br



**ATA DE DEFESA**

Ata de defesa da doutoranda: **Tays Raniellen Miranda Feitosa**; matrícula: 2020131781, realizado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Norte do Tocantins e da Universidade Federal Rural da Amazônia, às 14h00 do dia 10 de abril de 2024. Esteve reunida a banca de defesa constituída pelos seguintes membros: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Kaliandra Souza Alves; Prof<sup>º</sup> Dr. José Neuman Miranda Neiva; Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Deborah Alves Ferreira; Prof<sup>º</sup> Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior e Prof<sup>º</sup> Dr. Robert Emilio Mora Luna.

Após finalizar os trabalhos a doutoranda foi APROVADA e os membros presentes assinaram a ata de defesa.

**Observações para a doutoranda:**

- Aprovada.
- Reprovada.
- Aprovada com correções a serem conferidas pela banca.
- Aprovada com correções a serem conferidas pelo co-orientador.


MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO PRECÍPUA	ASSINATURA OU JUSTIFICATIVA DE NÃO ASSINATURA
Prof <sup>ª</sup> . Dra. Kaliandra Souza Alves	Presidente da banca de defesa – PPGIZT /UFRA	 KALIANDRA SOUZA ALVES Data: 22/04/2024 17:54:47-0300 Verifique em <a href="https://validar.iti.gov.br">https://validar.iti.gov.br</a>
Prof <sup>º</sup> Dr. José Neuman Miranda Neiva	Avaliador interno à UFNT	 JOSE NEUMAN MIRANDA NEIVA Data: 20/04/2024 08:38:38-0300 Verifique em <a href="https://validar.iti.gov.br">https://validar.iti.gov.br</a>
Prof <sup>ª</sup> . Dr <sup>ª</sup> . Deborah Alves Ferreira	Avaliadora interna ao PPGIZT	 DEBORAH ALVES FERREIRA Data: 22/04/2024 14:45:23-0300 Verifique em <a href="https://validar.iti.gov.br">https://validar.iti.gov.br</a>
Prof <sup>º</sup> Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior	Avaliador externo à UFNT	 GILBERTO DE LIMA MACEDO JUNIOR Data: 17/04/2024 15:57:04-0300 Verifique em <a href="https://validar.iti.gov.br">https://validar.iti.gov.br</a>
Prof <sup>º</sup> Dr. Robert Emilio Mora Luna	Avaliador externo à UFNT	
<b>Título prévio da tese: LEVEDURAS COMO ADITIVO PARA OVINOS CONFINADOS.</b>		

**Observações:**

---



---

Documento assinado digitalmente  
 KALIANDRA SOUZA ALVES  
Data: 22/04/2024 17:52:44-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kaliandra Souza Alves**  
Presidente da banca de defesa – PPGIZT/UFRA



(63) 341612-




UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

BR 153, Km 112, Zona Rural | CEP: 77804-970 | Araguaína/TO  
5424 | www.uft.edu.br | pgizt@uft.edu.br


**HOMOLOGAÇÃO DA ATA DE DEFESA  
DA DOUTORANDA TAYS RANIELLEN MIRANDA FEITOSA**

A **Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical** da Universidade Federal do Norte do Tocantins e Universidade Federal Rural da Amazônia-Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, homologa a ata de defesa da doutoranda: **Tays Raniellen Miranda Feitosa**; matrícula: 2020131781; realizada às 14h do dia **10 de abril de 2024**. A banca de defesa da doutoranda foi constituída pelos seguintes membros: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Kaliandra Souza Alves; Prof<sup>º</sup> Dr. José Neuman Miranda Neiva; Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Deborah Alves Ferreira; Prof<sup>º</sup> Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior e Prof<sup>º</sup> Dr. Robert Emilio Mora Luna.

Coordenadora do PPGIZT	ASSINATURA
Fabrcia Rocha Chaves Miotto	 Documento assinado digitalmente FABRICIA ROCHA CHAVES MIOTTO Data: 24/04/2024 08:24:0300 Verifique em <a href="https://validar.iti.gov.br">https://validar.iti.gov.br</a>

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO PRECÍPUA
Prof <sup>ª</sup> . Dra. Kaliandra Souza Alves	Presidente da banca de defesa – PPGIZT /UFRA
Prof <sup>º</sup> Dr. José Neuman Miranda Neiva	Avaliador interno à UFNT
Prof <sup>ª</sup> . Dr <sup>ª</sup> . Deborah Alves Ferreira	Avaliadora interna ao PPGIZT
Prof <sup>º</sup> Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior	Avaliador externo à UFNT
Prof <sup>º</sup> Dr. Robert Emilio Mora Luna	Avaliador externo à UFNT

**Título prévio da tese:** LEVEDURAS COMO ADITIVO PARA OVINOS CONFINADOS.

 Documento assinado digitalmente  
KALIANDRA SOUZA ALVES  
Data: 22/04/2024 18:09:03-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kaliandra Souza Alves**  
Presidente da banca de defesa – PPGIZT/UFRA