

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

ANA BEATRIZ INÁCIO DE FREITAS

INCLUSÃO DE ADITIVOS EM DIETAS COM ALTA CONCENTRAÇÃO DE
AMIDO DE DIFERENTES FONTES PARA CORDEIROS

UBERLÂNDIA

2025

ANA BEATRIZ INÁCIO DE FREITAS

INCLUSÃO DE ADITIVOS EM DIETAS COM ALTA CONCENTRAÇÃO DE
AMIDO DE DIFERENTES FONTES PARA CORDEIROS

Projeto de Pesquisa apresentado ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências Veterinárias (PPGCV) da
Universidade Federal de Uberlândia
(UFU) como um dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em
Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto de
Lima Macedo Júnior

Coorientador: Prof. Dr. Lúcio Vilela
Carneiro Girão

Uberlândia

2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

F866 Freitas, Ana Beatriz Inácio de, 1997-
2025 INCLUSÃO DE ADITIVOS EM DIETAS COM ALTA CONCENTRAÇÃO
DE AMIDO DE DIFERENTES FONTES PARA CORDEIROS [recurso
eletrônico] / Ana Beatriz Inácio de Freitas. - 2025.

Orientador: Gilberto de Lima Macedo Júnior .
Coorientador: Lúcio Vilela Carneiro Girão .
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Ciências Veterinárias.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.364>
Inclui bibliografia.

1. Veterinária. I. , Gilberto de Lima Macedo Júnior,1977-,
(Orient.). II. , Lúcio Vilela Carneiro Girão,1979-, (Coorient.). III.
Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências
Veterinárias. IV. Título.

CDU: 619

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em
Ciências Veterinárias

BR 050, Km 78, Campus Glória , Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 2512-6811 - www.ppgcv.famev.ufu.br - mesvet@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ciências Veterinárias				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico PPGCVET Nº 14/2025				
Data:	01 de julho de 2025	Hora de início:	08:30	Hora de encerramento:	[hh:mm] 10:30
Matrícula do Discente:	12312MEV001				
Nome do Discente:	Ana Beatriz Inácio de Freitas				
Título do Trabalho:	Inclusão de aditivos em dietas com alta concentração de amido de diferentes fontes para cordeiros				
Área de concentração:	Produção Animal				
Linha de pesquisa:	FORRAGICULTURA, MANEJO E EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO DOS ANIMAIS E DE SEUS DERIVADOS				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Avaliação de alimentos para os animais				

Reuniu-se por videoconferência, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores Doutores: Dra. Karla Alves Oliveira - (EMBRAPII) ; Dra. Erica Beatriz Schultz - (UFV) e Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior - (FMVZ/UFU), orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, às examinadoras, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Erica Beatriz Schultz, Usuário Externo**, em 01/07/2025, às 10:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gilberto de Lima Macedo Junior, Professor(a) do Magistério Superior**, em 01/07/2025, às 11:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Karla Alves Oliveira, Usuário Externo**, em 01/07/2025, às 11:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6464330** e o código CRC **10D48BBB**.

Dedicatória

À memória da minha amada mãe, Maria Helena de Freitas, e do meu pai, Joaquim Inácio, que, mesmo ausentes fisicamente, permanecem vivos em meu coração e em cada conquista da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Aos meus colegas de pós-graduação Ariadne Freitas Silva e Lucas Vilaça, pela parceria e companheirismo durante essa caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Gilberto de Lima Macedo Júnior, pela paciência, orientação e incentivo contínuo, e ao meu coorientador, Prof. Lúcio Vilela Carneiro Girão, pelo apoio técnico e científico ao longo do percurso.

Ao técnico de laboratório Onacir Jorge, por sua dedicação e auxílio fundamental nas análises laboratoriais.

Aos funcionários da fazenda, pelo suporte prático durante a condução do experimento.

Agradeço a Deus, por me fortalecer nos momentos de desafio.

E, com carinho especial, à minha família e aos amigos, que foram meu amparo emocional e meus ouvintes mais atentos durante toda a jornada do mestrado.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

RESUMO

A escolha e combinação de aditivos, ajustadas ao perfil da dieta e às necessidades dos animais, visam otimizar a eficiência alimentar e minimizar os riscos de distúrbios ruminais. Em dietas com alto teor de concentrado, essa prática tem se mostrado eficaz na promoção da saúde ruminal e na manutenção do desempenho animal. O intuito deste estudo foi avaliar consumo, digestibilidade, parâmetros bioquímicos sanguíneos de ovinos sob dietas com elevado teor de amido, incluindo distintas associações de tanino, leveduras vivas e enzimas amilolíticas. Foi utilizado cinco ovinos mestiços ($\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês), machos, recém-desmamados. Os animais foram alocados aleatoriamente em gaiolas metabólicas individuais em delineamento em quadrado latino. O estudo foi organizado em cinco etapas, cada uma com duração de 15 dias. Em cada fase, os primeiros 10 dias foram direcionados para à adaptação dos animais às respectivas dietas experimentais, enquanto os cinco dias seguintes foram destinados para a realização de coletas de digestibilidades, com intuito de avaliar consumo e digestibilidade. Simultaneamente, nos dias um, três e cinco, foi efetuada a coleta de sangue para avaliação dos metabólitos, no 5º dia, direcionamos para coleta de sangue para avaliação de glicemia. Totalizando os 75 dias de experimentos. Os tratamentos dietéticos foram: 1 – Controle (sem aditivos); 2 – Enzima Amilolítica + Tanino; (TE), 3 – Enzima Amilolítica + Levedura Viva (EL); 4 – Levedura Viva + Tanino (TL); 5 – Levedura Viva + Tanino + Enzima Amilolítica (TLE). As dietas utilizadas no experimento foram elaboradas e ajustadas com base nas recomendações do NRC, apresentando uma proporção de 25:75 entre volumoso e concentrado. Os parâmetros de consumo de matéria seca, em relação ao peso corporal apresentaram diferenças estatísticas. Da mesma forma, observou-se influência da adição de aditivos sobre o perfil proteico especificamente nas concentrações de albumina(g/dL). Conclui-se que não houve alterações deletérias nos parâmetros avaliados. Assim, a inclusão das distintas combinações de aditivos alimentares para ovinos não gera distúrbios no metabolismo dos mesmos.

Palavras chave: ovinos; aditivos alimentares; digestibilidade; metabolismo.

ABSTRACT

The selection and combination of additives, tailored to the diet profile and the animals' needs, aims to optimize feed efficiency and minimize the risk of rumen disorders. In high-concentrate diets, this practice has proven effective in promoting rumen health and maintaining animal performance. The aim of this study was to evaluate the digestibility, intake, blood biochemical parameters, and performance of sheep fed high-starch diets, including different combinations of tannin, live yeast, and amylolytic enzymes. Five newly weaned male crossbred sheep ($\frac{1}{2}$ Dorper $\times \frac{1}{2}$ Santa Inês) were used. The animals were randomly allocated to individual metabolic cages in a Latin square design. The study was organized into five phases, each lasting 15 days. In each phase, the first 10 days were devoted to adapting the animals to their respective experimental diets, while the following 5 days were devoted to collecting digestibility data to quantify food waste, feed and water consumption, as well as daily fecal and urine production. Simultaneously, on days 1, 3, and 5, blood samples were collected to assess metabolites; on day 5, blood samples were collected to assess blood glucose levels. The experiments lasted 75 days. The dietary treatments were: 1 – Control (no additives); 2 – Amylolytic Enzyme + Tannin (TE); 3 – Amylolytic Enzyme + Live Yeast (EL); 4 – Live Yeast + Tannin (TL); 5 – Live Yeast + Tannin + Amylolytic Enzyme (TLE). The diets used in the experiment were designed and adjusted based on NRC recommendations, with a 25:75 ratio between roughage and concentrate. The dry matter intake parameters, in relation to body weight, showed statistical differences. Similarly, the addition of additives influenced the protein profile, specifically albumin concentrations (g/dL). It was concluded that there were no deleterious changes in the evaluated parameters. Therefore, the inclusion of different combinations of feed additives for sheep does not cause metabolic disturbances.

Keywords: sheep; food additives; digestibility; metabolism.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS	11
1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO	12
3 HIPÓTESES	12
4 REVISÃO DE LITERATURA	13
4.1 Propriedades químicas do amido	13
4.2- Fontes de amido	15
5. FERMENTAÇÃO DO AMIDO	21
5.1 Fermentação do amido de cevada	24
5.2 Fermentação do amido de milho	27
6 PROCESSAMENTO DE GRÃOS	29
6.1 Processamento dos grãos de cevada e de milho	29
7. ADITIVOS ZOOTÉCNICOS	31
7.1 Leveduras	33
7.2 Enzimas exógenas	36
7.2.1 Amilases exógenas na dieta dos ruminantes	36
7.3 Taninos e saponinas	39
REFERÊNCIAS	43
CAPÍTULO 2: ANÁLISE DOS PARÂMETROS NUTRICIONAIS E METABÓLICOS DE CORDEIROS SUBMETIDOS A DIFERENTES COMBINAÇÕES DE ADITIVOS EM DIETA COM ALTA CONCENTRAÇÃO DE AMIDO DO MILHO E CEVADA.	52
1 INTRODUÇÃO	56
2 MATERIAIS E MÉTODOS	57
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	65
5 CONCLUSÃO	85
REFERÊNCIAS	85

CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

O rúmen possui ambiente anaeróbio, oferecendo condições propícias para o desenvolvimento da microbiota do ambiente ruminal, pela qual é responsável pela degradação de carboidratos e proteínas da dieta, possibilitando a liberação de nutrientes indispensáveis para seu crescimento. No decorrer do processo, além da formação de ácidos graxos de cadeia curta e proteína microbiana, há dissipações de energia e proteína na forma de calor, amônia e metano (Berchielli; Pires; Oliveira, 2011). Com a evolução da nutrição animal, inúmeros aditivos estão sendo utilizados a fim de obter melhores índices em relação a eficiência alimentar e desempenho animal, de forma que o valor nutricional da ração não seja comprometido. Para verificar a efetividade desses aditivos, se torna necessário compreender o processo digestivo, principalmente a digestibilidade ruminal, onde há maior depleção de nutrientes.

O maior desempenho animal é decorrente de melhores condições de manejo, nutrição e genética. À medida que aumenta o potencial genético, também aumenta a dificuldade em alcançar o potencial produtivo. Dessa maneira, se torna necessário a maior na qualidade da dieta, para atender as necessidades dos animais. O milho é considerado o principal insumo energético utilizado nas dietas animal, contendo cerca de 70% de amido. Quando incluídos em altas proporções em dietas, acarreta em grandes custos na formulação, exigindo estratégias que proporcionem maior aproveitamento pelo animal. O processamento de grãos através da moagem visa potencializar a digestibilidade do milho, aumentando a superfície de ataque microbiano.

Além disso, os aditivos são utilizados para manter a saúde ruminal e maximizar o aproveitamento de energia dos nutrientes ingeridos. A combinação de aditivos tem demonstrado benefícios em dietas de alto teor de concentrado, auxiliando na saúde ruminal e evitando quedas no desempenho. A escolha e combinação de aditivos está relacionada ao perfil da dieta e das necessidades específicas dos animais, com objetivo de melhorar a eficiência alimentar e saúde ruminal.

Neste contexto, os aditivos zootécnicos visam modificar positivamente a fisiologia ou metabolismo animal. A utilização de enzimas exógenas, leveduras e taninos,

vêm sendo regularmente utilizadas a fim de otimizar a eficiência alimentar em ruminantes e como reduzir os custos de produção. As enzimas exógenas promovem a digestibilidade e a degradabilidade da fibra, amido, e proteínas no ambiente ruminal, a fim de proporcionar maior aproveitamento dos nutrientes (Freitas et al., 2022).

As leveduras, apesar de demonstrar resultados variáveis, apresentam potencial para modular a microbiota ruminal, agindo positivamente em relação ao consumo, pH, produção de ácidos graxos voláteis e crescimento de bactérias benéficas, sendo seus efeitos relacionados ao tipo de dieta e da cepa utilizada (Wilbert et al., 2005).

Os taninos, por sua vez, podem atuar positivamente ou negativamente, de acordo com a dosagem, composição da dieta, tipo e estrutura molecular. Quando em níveis elevados, podem superar a capacidade de degradação da microbiota e causar toxicidade (Dutra, 2023). Todavia, os taninos condensados exibem capacidade de formar complexos com proteínas e carboidratos, estimulando maior fluxo de aminoácidos ao intestino delgado e cooperando na homeostase, imunidade e resistência ao parasitismo gastrintestinal (Dutra, 2023).

A compreensão do processo digestivo e da digestibilidade ruminal é indispensável para implementação eficiente desses aditivos, assegurando que o valor nutricional da dieta não seja prejudicado e estimulando a saúde e o bem-estar dos animais.

2 HIPÓTESES

Compreender os efeitos da adição de taninos, leveduras ou enzimas em dietas com alta concentração de amido de diferentes fontes sobre a digestibilidade, consumo e desempenho dos animais. Dessa maneira ocorrer à modulação do ambiente ruminal e melhora do aproveitamento do amido, aumentando ganho de peso e eficiência alimentar.

3 OBJETIVO

O principal objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de distintas associações de aditivos sobre o consumo, a digestibilidade e o desempenho de ovinos.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Propriedades químicas do amido

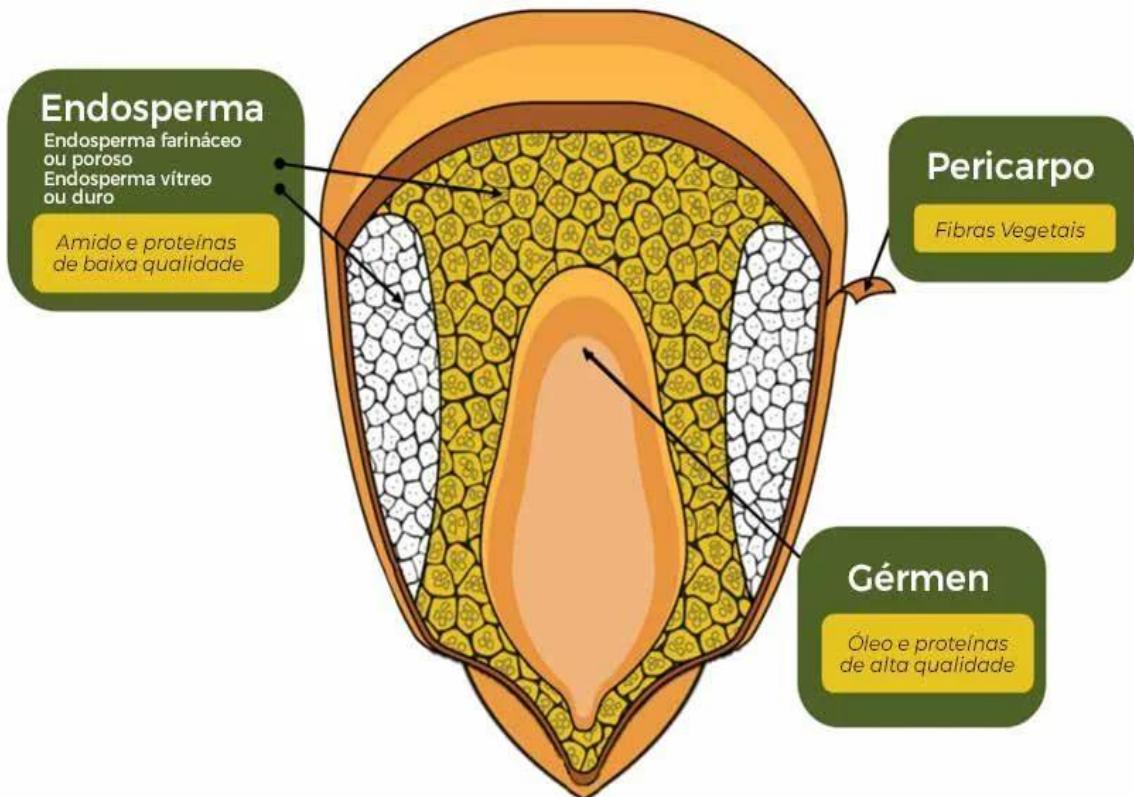
O amido é um carboidrato polissacarídeo não estrutural, sendo reserva energética durante períodos de dormência da planta, desenvolvimento de grãos, e durante o crescimento e regeneração (Walter; Da Silva; Emanuelli, 2005). Os seus grânulos são compostos heterogêneos formados por duas macromoléculas, a amilose e a amilopectina. A amilose é formada por uma cadeia linear de moléculas de glicose ligadas por ligações α -1,4, enquanto a amilopectina possui uma estrutura altamente ramificada, com ligações α -1,6 nos pontos de ramificação (Walter; Da Silva; Emanuelli, 2005).

A digestibilidade do amido é determinada pela proporção de amilose, uma vez que teores mais altos de amilose resultam em menor digestibilidade (Kozloski, 2009). A quantidade de amilose no amido pode variar de 0 a 80%, dependendo da espécie e da variação genética dentro dessa espécie. Em geral, os amidos encontrados nos cereais contêm cerca de 75% de amilopectina, enquanto os amidos do tipo ceroso apresentam entre 80% e 100% de amilopectina. Assim, é evidente que um maior teor de amilose está relacionado a uma menor digestibilidade do amido (Kozloski, 2009).

Os tipos de fonte de amido utilizadas no presente trabalho, foram a base de grãos de milho finamente moídos e resíduo de cervejaria. Sendo caracterizados da seguinte maneira:

- Estrutura amilolítica do milho: O teor médio contido no grão de milho (Imagen 1), é respectivamente em torno de 70-80%, sendo variado de acordo com cultivar e variações climáticas. o grão de milho contém uma proporção de 25-35% de amilose e 65-75% de amilopectina (Denardini; Da Silva, 2009).

Imagen 1 – Amido contido no grão de milho

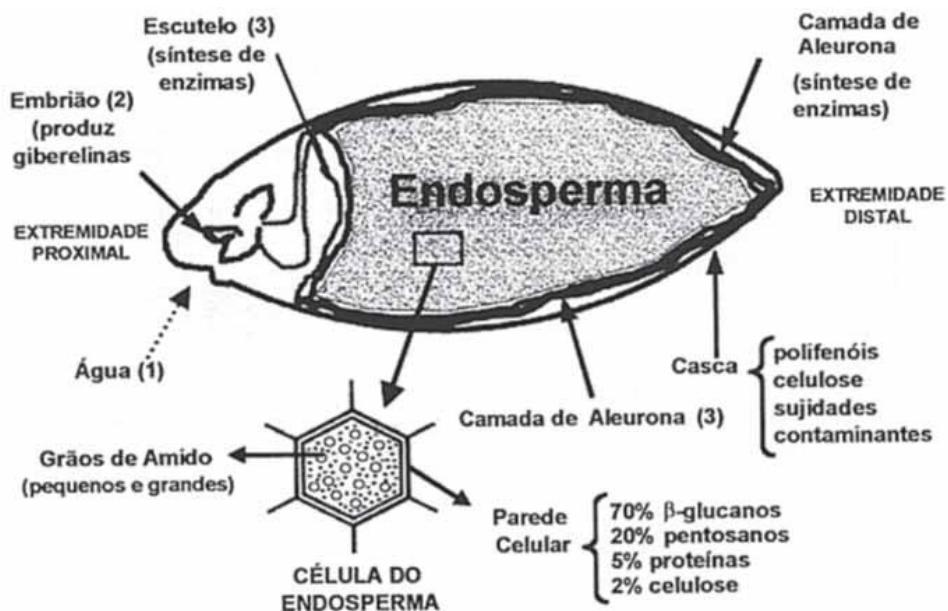


Fonte: Adaptado RTRS, (2022).

- Estrutura amilolítica do grão de cevada:

O grão de cevada (Imagem 2) contém alto teor de fibras, e em torno de 50-65% de amido (Córdova, 2004). O presente trabalho utilizou-se resíduo de cervejaria seca. Este resíduo provém do processo de fabricação de cerveja, sendo uma opção cada vez mais utilizada, pela qual o resíduo tem sido largamente utilizado em dietas de ruminantes. Classificada como volumoso quando se leva em consideração o teor de fibra bruta, e classificada como concentrado quando refere-se ao seu valor energético (Duarte, 2019). Dessa maneira, o resíduo de cervejaria pode substituir parte da porção volumosa, elevando a densidade de nutrientes da dieta. A composição química do resíduo é alterável em decorrência da matéria prima usada e do processo utilizado pela indústria de cerveja. A composição do resíduo possui em torno de 25% de matéria seca (MS), 48% de fibra em detergente neutro (FDN), 27% de proteína bruta (PB), 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 0,98% de cálcio (Ca) e 1,35% de fósforo (P) (Duarte, 2019).

Imagen 2 – Estrutura do grão de cevada



Fonte: Adaptado Weckl e Schwars, (2019).

4.2- Fontes de amido

4.2.1- Composição química da cevada

A utilização de cevada na alimentação animal tem se tornado crescente. E requer conhecimento quanto a sua composição química, e composição nutricional. Além disso, necessita de se compreender os níveis adequados de inclusão na dieta, em decorrência à espécie animal, o estágio de produção, condições climáticas, manejo, transporte e armazenamento do grão (Córdova, 2004).

No momento presente, a classificação da cevada, de acordo com a Portaria nº 691/96 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, está principalmente referente ao uso dos grãos na indústria cervejeira, independentemente da composição química, que é primordial para a qualidade nutricional. Sendo significativo na composição química entre diferentes cultivares de cevada, dado que a indústria cervejeira não demanda uniformidade nesse aspecto (Dotto, 2023).

A análise da composição química é fator crucial, principalmente quanto à fibra alimentar. Dado que a fibra com suas frações solúveis e insolúveis, possui papel significativo quanto o metabolismo humano, interferindo nas características do bolo alimentar durante a digestão, além de impactar as atividades dos microrganismos.

intestinais. Da mesma forma, o conteúdo, e o tipo de fibra possui interferência na digestibilidade de ruminantes, quando a cevada ou seus subprodutos são integrados em suas dietas (Córdova, 2004).

Ao longo dos anos inúmeras variedades foram criadas de cevada com características distintas. No Brasil, realizou-se a adaptação das variedades designadas para a produção de malte contrastando com a existência de cultivares na Europa e Ásia, que já são destinados ao consumo humano. Assim sendo, é fundamental realizar análises químicas detalhadas das linhagens e variedades para seu uso na alimentação de ruminantes, para que se tenha maior aplicabilidade nas formulações e possibilitando a incrementação de aditivos ou enzimas que visam auxiliar no desempenho dos animais quando cevada ou seus derivados são incluídos na dieta (Córdova, 2004).

O grão de cevada possui uma relação amilose 20-30% do amido total, e amilopectina em torno de 70-80% do amido total, sendo o grão composto por aproximadamente 65 a 68% de amido, 10 a 17% de proteína, 4 a 9% de β -glucano, 2 a 3% de lipídios e 1,5 a 2,5% de minerais. A fibra dietética total varia entre 11 a 34%, com a fibra dietética solúvel representando de 3 a 20%. Os componentes essenciais contidos nas fibras da cevada são os β -glucanos e arabinoxilanos, detectados nas paredes celulares do endosperma e da camada de aleurona. Tais elementos são classificados como polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e contém modificações nas estruturas moleculares de acordo com a genética ou tipo celular da cevada. As particularidades moleculares dos β -glucanos e arabinoxilanos são importantes para determinar sua solubilidade em água, viscosidade, propriedades de gelatinização e suas funções fisiológicas no trato gastrointestinal (Córdova, 2004).

O teor de β -glucanos na cevada é influenciado por fatores genéticos e ambientais, e pela interação entre eles. A produção de β -glucanos eleva quando a cevada é cultivada em condições de calor e seca. Em comparação com outros cereais, a cevada contém altos níveis de β -glucanos, diversificando entre 2,5% a 11,3%, constantemente excedendo os encontrados na aveia (2,2% a 7,8%), centeio (1,2% a 2,5%) e trigo (0,4% a 1,4%). O teor de arabinoxilanos na cevada é influenciado por condições genéticas e ambientais, apesar que a sua variação pareça ser menos pronunciada do que a dos β -glucanos. Em contraste a outros grãos, a concentração de arabinoxilanos contidos na cevada é análogo ao trigo

(5,8%), mais baixo que à do centeio (7,6% a 12%), porém mais elevado do que a da aveia (2,7% a 3,5%), sorgo (1,8%) e arroz (2,6%) (Novack, 2024).

A composições dos β -glucanos e arabinoxilanios contidos no grão de cevada, e sua relação com outros elementos, apresentam relevância para a indústria de acordo ao impacto na obtenção de frações enriquecidas desses polissacarídeos não amiláceos (PNAs). Desta maneira, a influência se torna elevada quando utilizado grãos de cevada na alimentação humana e animal quanto na indústria agroalimentar (Novack, 2024).

No endosperma do grão de cevada, os arabinoxilanios e β -glucanos equivalem até 85% dos polissacarídeos totais da parede celular. À medida que o endosperma é predominantemente composto por β -glucanos e uma concentração baixa de arabinoxilanios, a parede celular da aleurona é composta principalmente por arabinoxilanios (67% a 71%) e em menor proporção por β -glucanos (26%) (Antunes, 2021).

O grão de cevada comum contém em torno um teor de amilose correspondente a 20-30%, em alguns casos podendo alcançar até 45%. Essa diferenciação correspondente à amilose exerce grande influência na digestibilidade do amido. De tal forma, que quanto mais elevado for o teor de amilose, mais reduzido será a digestibilidade. Isso ocorre devido à estrutura linear contida na amilose, pelo qual formam-se agregados mais compactos e que são mais difíceis de sofrer ataques enzimático. Em contrapartida, a amilopectina possui estrutura com maiores ramificações, acarretando em maior degradação. Dessa maneira, a proporção de amilose e amilopectina impacta significativamente a disponibilidade de energia oriunda do amido (Novack, 2024).

As condições ambientais adversas podem interferir na composição nutritiva da cevada, porém com um bom manejo, toda a produção pode ser destinada para a alimentação dos animais. As inúmeras variedades auxiliam a entender algumas das divergências na composição de nutrientes. Estudos demonstraram consideráveis variações no teor de matéria seca (MS) e na degradabilidade do amido dentro do mesmo cultivar de cevada, em decorrência à variação na densidade dos grãos. Ocasionando alguma flutuação no valor nutritivo da cevada em consequência da diversidade de variedades, condições climáticas e fertilidade do solo, porém a cevada apresenta níveis apropriados de proteína, energia e fibra (Antunes, 2021).

As condições geográficas são capazes de afetar a composição dos grãos, incluindo o grão da cevada. Dessa maneira, a porcentagem de proteína, lisina, metionina, amido, fibra em detergente ácido (FDA), gordura, minerais (cálcio, fósforo e magnésio) na MS e o grau de enchimento do grão, podem sofrer interferências. Grings et al. (1992) evidenciaram em estudo que os níveis de proteína e fibra reduziram, e o carboidrato não estrutural (CNE) aumentaram conforme a densidade do grão elevou-se. Existe uma relação negativa entre a energia na cevada e concentração de proteína, isto é, quando o teor de energia diminui a concentração de proteína na matéria seca aumenta.

De acordo com um artigo no boletim técnico Bovi News (2002), o grão de cevada contém em torno de 95% da energia do milho (84% versus 88% de nutrientes digestíveis totais na matéria seca - NDT - do milho), em decorrência à menor quantidade de amido no grão (56% versus 70%) e ao maior teor de fibra (6,0% versus 3,5%), proveniente da presença da casca que envolve o grão (15 a 20% do peso do grão). Em relação ao teor de proteína, ela sofre variações em relação a sua variedade, apresentando níveis superiores ao milho (13,5% versus 10% de proteína bruta - PB - na matéria seca). No entanto, o milho contém cerca de duas vezes mais proteína não degradável no rúmen (PNDR) em contraste com a cevada.

Os valores de fibra bruta, FDN e FDA contidos na cevada variam de 5,7 a 7,1%, 19 a 21% e 7 a 9% da matéria seca, respectivamente (NRC, 1989). Esses níveis normalmente superam os encontrados no sorgo e no milho. Esses níveis mais elevados de fibra podem ser benéficos em dietas com menor quantidade de volumoso. O balanceamento de dietas que incluem cevada requer atenção devido aos baixos níveis de vitaminas A, D, E e cálcio (BOVI NEWS, 2002).

A inclusão da cevada na alimentação de ruminantes oferece diversas vantagens devido ao seu alto teor de amido, embora sejam necessários cuidados para otimizar sua utilização. Composta em grande parte por amido de fácil fermentação, a cevada promove a produção de ácidos graxos voláteis (AGVs) no rúmen, que são essenciais para atender às necessidades energéticas dos ruminantes. A disponibilidade de amilose e amilopectina na cevada influencia diretamente a taxa de digestão e a eficiência energética no trato digestivo dos animais.

Além disso, a maior quantidade de fibra em comparação com o milho oferece benefícios em dietas que necessitam de um teor de volumoso ajustado. Brito et al., (2016)

avaliaram os parâmetros bioquímicos de ovinos machos inteiros, mestiços da raça Santa Inês com aproximadamente oito meses de idade. A dieta ofertada aos animais possuía diferentes níveis de inclusão de resíduo úmido de cervejaria. Os resultados obtidos em relação às atividades séricas durante o experimento não apresentaram diferença estatística significativa de acordo com os níveis de inclusão em relação aspartato aminotransferase, fosfatase alcalina, e glutamiltransferase. Já em relação ao perfil proteico, a atividade sérica da ureia (mg/dL) obteve maior teor quando comparado aos teores de referência. E em relação ao perfil energético, os animais obtiveram valores de colesterol com diferenças significativas. Já os níveis de glicose permaneceram estáveis. Concluindo que o resíduo úmido de cervejaria na dieta de ovinos, não ocasiona nenhum prejuízo em relação a fisiologia do animal.

Cabral Filho, Bueno e Abdalla (2007), realizaram um experimento com seis ovinos, com o objetivo de avaliar o grão de cevada úmido como substituto do feno em dietas baseadas em forragem. De acordo com os resultados obtidos no experimento, a digestibilidade aparente da matéria seca não sofreu interferências. Porém, a digestibilidade da proteína bruta sofreu elevação com a adição do grão de cevada. E a inclusão do subproduto acarretou na redução do consumo de matéria seca em 67%. Infere-se que mais estudos são necessários a fim de investigar os motivos da redução do consumo de matéria seca, para dessa maneira ocasionar na melhor aceitação do grão de cevada úmido pelos ovinos.

No entanto, para maximizar os efeitos positivos do amido da cevada, é importante considerar fatores como o método de processamento, as condições climáticas de cultivo e a variedade do grão. Esses fatores podem afetar não apenas o teor de amido, mas também a composição de outros nutrientes essenciais. Dietas que utilizam cevada requerem ajustes nutricionais e suplementação específica em vitaminas e minerais, garantindo o balanceamento da dieta e atendendo às necessidades do animal de maneira eficiente e sustentável.

4.2.2 Composição química do milho

Os grãos de milho possuem grande concentração de amido, pela qual ficam contidos principalmente no endosperma, correspondendo em média 83% do peso seco do

grão. Os grânulos que contém amido, são compostos por cerca de 73% de amilopectina e 27% de amilose. A amilopectina possui grandes ramificações, ocasionando em formação de agregados que não apresentam compactação, por outro lado a amilose possui estrutura linear, formando agregados compactos e cristalinos (Denardin; Silva, 2009). Os métodos de processamentos interferem significativamente em como será degradado e utilizados os nutrientes pelos animais. De acordo com a composição dos grãos, estes possuem em média 61% e 78% de amido, 6% a 12% de proteínas, 2% a 4% de fibras, 3% a 6% de óleo e 1% a 4% de minerais. Estes estão distribuídos de maneira desigual, sendo as principais estruturas nomeadas como: endosperma, gérmen, pericarpo e ponta, cada uma com composição química distinta e organização específica dentro do grão (Denardin; Silva, 2009).

O gérmen corresponde em aproximadamente cerca de 10% a 14% do peso do grão, sendo 26% da proteína, 83% dos lipídios, vitaminas, minerais e açúcares do grão. A uma diversidade de proteínas solúveis que são detectadas, e distinguem das encontradas no endosperma, como: albuminas, globulinas e glutelinas (Paes, 2006). Já os lipídios integrados no gérmen, como triglicerídeos, estão presentes em forma de corpos oleosos com membranas fosfolipídicas e oleosinas que são consideradas proteínas. O óleo contido no gérmen de milho dispõe de diferentes composições de ácidos graxos: 13% de saturados, 29% de monoinsaturados e 58% de poli-insaturados, em especial o ácido linoleico (62%) e ácido oleico (24%) (Denardin; Silva, 2009).

Correspondendo a cerca de 5% do grão, o pericarpo, possui a capacidade de proteger as estruturas contidas no grão, contra a umidade, microrganismos e insetos. Sua estrutura é constituída principalmente por hemicelulose (67%) e celulose (23%), com uma pequena quantidade de lignina (0,1%) (Paes, 2006).

A ponta do grão é considerada a menor estrutura, possuindo somente a capacidade de conectar o grão ao sabugo, correspondendo apenas a 0,8% do peso total (Vilar, 2022). Os grãos de milho, possuem coloração que são pigmentadas por carotenoides, que são encontrados na camada de aleurona e no endosperma. Geralmente, o teor de carotenoides se expressa em coloração amarela (Vilar, 2022). A composição e estrutura mencionada demonstra a complexidade e as diferentes estruturas contidas no grão, cada estrutura contribui de maneira significativa e única para suas propriedades funcionais e nutricionais (Paes, 2006).

5. FERMENTAÇÃO DO AMIDO

O processo de fermentação ruminal é derivado da motilidade do rúmen, e das atividades microbiológicas contidas no ambiente ruminal. Capazes de transformar os componentes da dieta em substâncias que o hospedeiro consiga utilizar, como ácidos graxos voláteis, proteínas microbianas e vitaminas do complexo B (Van Soest, 1994). Da mesma forma, a dieta ingerida possui capacidade de gerar produtos que não são aproveitados pelo organismo, como metano e dióxido de carbono. Além disso, alguns desses subprodutos, como o nitrogênio amoniacal e os nitratos, podem ter efeitos tóxicos ao animal. (Van Soest, 1994).

Os ruminantes possuem no ambiente ruminal microrganismos capazes de realizar a fermentação do substrato, além disso, uma pequena parte de substratos sofre fermentação cecal, ou pode ser digerida enzimaticamente no intestino delgado, sendo o ambiente ruminal o principal local desse processo (Wlodarski, 2017). A fermentação do amido no rúmen é determinada pela taxa de fermentação e pelo tempo em que o alimento permanece no rúmen. Esses fatores variam de acordo com a espécie e o estado fisiológico do animal, o tipo e variedade do grão, as condições de cultivo e o método de processamento adotado (Wlodarski, 2017).

A digestão do amido por microrganismos no rúmen gera principalmente acetato, propionato e butirato, que são conhecidos como ácidos graxos voláteis (AGVs). O metabolismo dos AGVs fornece a principal fonte de energia para os ruminantes, podendo suprir até 75% das suas necessidades energéticas diárias (Van Soest, 1994). Além disso, a fermentação dos carboidratos no rúmen é crucial para a nutrição proteica dos ruminantes, devido à importância da proteína microbiana (Van Soest, 1994). A maior parte dos AGVs gerados durante a fermentação ruminal é absorvida de forma passiva pelo epitélio do rúmen-retículo e do omaso, sendo que o rúmen-retículo é responsável por cerca de 88% dessa absorção (Goularte et al., 2011).

Silva et al. (2015), sugeriram que dietas com alto teor de amido, propiciaram as ovelhas, elevação do propionato, dessa maneira os níveis de glicose se tornam maiores, consequentemente os níveis de insulina também se elevam. O que favorece o desenvolvimento fetal, especialmente no terço médio e final da gestação. Portanto, infere-se que esse tipo de dieta promove aporte nutricional elevado aos fetos que estão em desenvolvimento.

A proporção dos AGVs, como acetato, propionato e butirato, produzidos no rúmen modificam-se de acordo com o tipo de carboidrato fermentado, do tempo e da extensão da degradação, das espécies bacterianas encontradas dentro do ambiente ruminal (Van Soest, 1994). Dietas com elevado teor de grãos ocasionam em uma proporção molar maior de ácido propiônico em comparação com dietas ricas em volumosos (Berchielli; Pires e De Oliveira, 2011).

A adoção de dietas com alto teor de grãos para animais despertou interesse em compreender a habilidade dos ruminantes de digerir amido no intestino, uma vez que a absorção e o metabolismo da glicose parecem ser mais eficientes do ponto de vista energético do que a fermentação de ácidos orgânicos no rúmen (Medeiros; Marino, 2015).

A digestibilidade do amido no intestino é inversamente relacionada à sua digestibilidade no rúmen, aumentando a digestibilidade total de amido dos cereais, superior a 90%. O amido que não sofre sua degradação do ambiente ruminal, é digerido através de processos enzimáticos no intestino delgado. Já o amido não digerido no intestino delgado chega ao intestino grosso, sendo fermentado na porção cecal, onde pode ser fermentado pela flora intestinal (Córdova, 2004).

Na porção intestinal, a digestão do amido demanda de ação enzimática que fragmenta as ligações glicosídicas α -1,4 e α -1,6 detectadas na amilose e na amilopectina. O pâncreas secreta α -amilase pancreática, que hidrolisa amilose e amilopectina em oligossacarídeos como maltose, maltotriose e α -dextrina, junto com uma pequena quantidade de glicose (Berchielli; Pires; de Oliveira, 2011). Os enterócitos intestinais absorvem glicose (um monossacarídeo), então processo de hidrólise contínua nas bordas em escova das microvilosidades intestinais através das oligossacaridases: glucoamilase (maltase-glucoamilase, amiloglucosidase) e α -dextrinase (isomaltase). Os ruminantes são dependentes dessas enzimas para produzir glicose para absorção, pois não possuem atividade mensurável de sacarase. A glicose resultante é absorvida por transporte ativo com sódio (Berchielli; Pires; de Oliveira, 2011).

Estudos prévios indicaram que a infusão de amido no abomaso não resulta em níveis plasmáticos de glicose aumentados comparáveis aos observados com infusões de glicose, lactose ou maltose. Esse achado pode sugerir que há uma restrição na capacidade de hidrólise do amido no intestino delgado, ou então que há uma maior utilização de

glicose pelas vísceras que recebem drenagem pelo sistema portal hepático quando o amido é administrado (Silva, 2009).

De acordo com Owens, Zinn e Kim (1986), a digestão do amido no intestino delgado não é limitada por enzimas, pois não encontraram um ponto em que a quantidade de amido digerida nesse segmento parasse de aumentar. Eles sugeriram que a limitação ocorre devido à maneira como o amido alcança o intestino delgado (influenciado por processamento, matriz proteica e área superficial) e ao tempo que ele permanece, afetando o quanto é digerido. Baseando-se em uma análise de regressão múltipla com dados de 40 experimentos envolvendo bovinos de corte, os autores propuseram que a transferência da digestão do amido do rúmen para o intestino delgado poderia aumentar a absorção de glicose e ser 42% mais eficiente energeticamente do que a fermentação ruminal. Segundo Pinto et al. (2023), vacas em lactação obtêm 28% da glicose disponível através da absorção intestinal, enquanto 67% dos ácidos orgânicos são provenientes da fermentação do amido no rúmen. Os restantes 5% provêm de outras fontes.

Desse modo, alguns critérios devem ser respeitados no manejo nutricional, desde a utilização de grãos processados e a escolha ponderada das fontes de amido, e a compreensão das limitações relacionadas às enzimas e à absorção, são primordiais para o aproveitamento do amido pelos ruminantes. Dessa maneira, é viável alcançar um equilíbrio entre a produção dos ácidos graxos voláteis e a absorção de glicose no intestino, suprindo as demandas energéticas requeridas pelos animais de maneira sustentável e eficaz. Além do mais, essas práticas auxiliam a decrescer os impactos ambientais associados à emissão de metano ao ambiente.

5.1 Fermentação do amido de cevada

A cevada é consideravelmente utilizada na alimentação de ruminantes devido ao seu alto teor energético, em decorrência ao elevado teor de amido. Todavia, sua composição nutricional sofre variações em decorrência aos cultivares, o que influencia de forma direta a fermentação ruminal e seu aproveitamento pelos animais. Fatores como teor de amido, estrutura do grão, e a taxa de degradação ruminal podem interferir na eficiência alimentar, saúde ruminal e desempenho produtivo (Nikkhah, 2012).

A cevada destaca-se por apresentar uma alta taxa de fermentação ruminal, substancialmente superior aos demais grãos processados. Essa característica pode ocasionar na modificação da dinâmica fermentativa do rúmen, podendo antecipar liberação precoce de energia possibilitando uma melhor sincronização entre energia disponível e nitrogênio (Brito et al., 2016). Essa sincronia favorece o aproveitamento dos substratos pelos microrganismos ruminais. Para ruminantes, a cevada é considerada o cereal de mais fácil degradação ruminal, sendo superado pela aveia e trigo. Além de apresentar boa palatabilidade, pode ser fornecida em grandes quantidades. De acordo com o NRC (2001), a margem de segurança recomendada é em torno de 25-50% do concentrado.

Contudo, a participação da cevada na dieta não deve ultrapassar 35% da matéria seca total (Nikkhah, 2012; NRC, 2001), pois, valores superiores podem aumentar a velocidade de fermentação do amido, ocasionando a uma redução acentuada do pH ruminal, predispondo o animal a apresentar distúrbios metabólicos como acidose. Em condições de pH baixo, esse distúrbio eleva o acúmulo de ácido lático e ácido graxos voláteis que estão presentes na forma não dissociada, dificultando sua absorção no epitélio ruminal. Além disso, esse ambiente desfavorável compromete a síntese microbiana, induz lise bacteriana e liberação de endotoxinas. O que pode comprometer a saúde e o desempenho do animal.

Em comparação ao milho, a cevada contém maior teor de proteína, e aminoácidos essenciais, como metionina, lisina, cisteína e triptofano. A rápida fermentação de amido e nitrogênio no ambiente ruminal proporciona maior liberação sincronizada desses nutrientes, melhorando a eficiência de utilização de nutrientes pelos microrganismos ruminais reduzindo a necessidade de suplementação de proteína não degradável no rúmen (Nikkhah, 2012).

Diversos estudos avaliaram o uso de cevada e seus co-produtos na dieta de ruminantes. Brito et al., (2016), avaliaram os parâmetros bioquímicos de ovinos alimentados com níveis de inclusão do resíduo úmido de cervejaria na dieta. Sendo utilizados machos inteiros, mestiços, da raça Santa Inês, com aproximadamente 8 meses de idade. A proporção utilizada na dieta foi correspondente a: 0, 10, 20 e 30%. Determinaram-se as seguintes concentrações: Glicose, Proteínas totais, Albumina, Aspartato Aminotransferase-AST, Gama Glutamyltransferase-GGT, Fosfatase Alcalina-

ALP, Colesterol, Ureia e Creatinina. Na avaliação do perfil enzimático da AST, ALP e GGT não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos. Na avaliação do perfil proteico, a atividade sérica da ureia (mg/dL) foi aumentada quando comparado aos valores de referência. Os parâmetros séricos das proteínas totais não sofreram diferenças significativas ($p > 0,05$). Já na avaliação do perfil energético, o colesterol obtido apresentou diferenças significativas estatisticamente ($p <0,05$), mas para níveis de glicose não houve diferença significativa. Dessa maneira, concluíram-se que o resíduo úmido de cervejaria na dieta de ovinos, de acordo com os parâmetros bioquímicos, pode ser utilizado como co-produto, uma vez que não acarreta em prejuízos na fisiologia do animal.

Silva et al. (2010) também avaliaram a utilização de resíduo úmido de cervejaria na substituição parcial de concentrado em dietas para cabras. Observando efeitos sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes, sendo os melhores resultados obtidos até o nível de 25% de inclusão. Os consumos de matéria seca e demais nutrientes apresentaram comportamento quadrático, e a digestibilidade da matéria orgânica, matéria seca e carboidratos totais apresentou redução linear, e a proteína bruta resposta quadrática. Dessa maneira, os autores concluíram que o resíduo pode ser utilizado em até 25% da dieta sem acarretar em prejuízos em relação ao aproveitamento nutricional.

Em outro estudo realizado por Córdova (2004), avaliou os efeitos da substituição parcial e total de grãos de milho moídos por grãos de cevada laminados foram avaliados em relação à produção e composição do leite de vacas holandesas. Foram testados 4 níveis de substituição de milho por cevada, com base na matéria seca do concentrado (T1 – 0% cevada; T2 – 33 % cevada; T3 – 66% cevada; e T4 - 100% cevada). De acordo com os estudos, houve uma redução no consumo de matéria seca, quando houve a substituição da cevada ao milho na dieta. Contudo, o consumo de proteína bruta, fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro não sofreram alteração. Além disso, foi detectado redução linear na produção de leite, e na percentagem de gordura do leite em função do nível de substituição de milho por cevada, enquanto a percentagem de proteína elevou-se linearmente. Conclui-se que a substituição de milho por cevada, acarreta na redução da produção de leite, e na redução de gordura do leite. Em contrapartida, a um maior aporte de proteína.

Dessa maneira, a cevada se destaca como um insumo importante na alimentação de ruminantes, com elevado potencial de fermentação e bom valor nutricional, desde que seja usado com cautela a fim de evitar possíveis distúrbios metabólicos.

5.2 Fermentação do amido de milho

O milho é um cereal amplamente utilizado na alimentação animal, principalmente em ruminantes, em decorrência do seu alto valor energético, atribuído ao elevado teor de amido, que contém em torno de 70-80% da composição do grão. Entretanto, parte desse amido não sofre fermentação no rúmen, restringindo seu total aproveitamento pelos microrganismos ruminais. Dessa maneira, o processamento físico dos grãos passa a ser uma estratégia de maximizar a disponibilidade do amido à digestão ruminal, especialmente pela ruptura da parede celular, o que beneficia o acesso dos microrganismos amilolíticos ao conteúdo intracelular.

Sob a perspectiva bioquímica, o amido é composto por unidade de α -D-glicose, apresentadas em duas formas distintas: amilose, com estrutura linear com ligações α -1,4, e a amilopectina, com estrutura ramificada com ligações α -1,4 e α -1,6. As proporções entre essas frações, influencia diretamente a digestibilidade do amido, bem como suas propriedades fisico-químicas (Berchielli et al., 2006).

No milho, há uma limitação aos microrganismos amilolíticos ao amido, pois a matriz proteica que reveste os grânulos de amido é resistente à adesão e penetração, consequentemente, reduz a hidrólise enzimática. Segundo Theurer et al. (1999), a modificação do perfil fermentativo do milho no rúmen impulsiona aumento da síntese de propionato, decorrendo na maior produção de glicose por meio da gliconeogênese.

O processamento do milho estimula alterações no sítio de digestão do amido, na utilização integral da dieta e na indução de modificações expressivas no rúmen. Quanto menor o tamanho da partícula, maior será o contato do alimento aos microrganismos ruminais e enzimas digestivas, que auxiliam a digestão e absorção. No entanto, o tamanho das partículas interfere significativamente na taxa de passagem pelo rúmen e afeta sua distribuição; embora o tamanho de partículas menores passe mais rapidamente, pode ocorrer fixação no dorso, pela qual possui menor digestão microbiana. De acordo com Lucci et al. (2008), o fornecimento de grãos de milho inteiros é maior o aporte para o saco

dorsal, onde permanece durante mais tempo dentro do órgão. Silva (2023), apontou que a moagem fina dos grãos de milho produz valores de digestibilidade do amido mais altos quando comparados com as demais moagens, mas inferiores à floculação.

O processamento adequado dos grãos acarreta em benefícios como alteração do local de digestão do amido, passando do intestino para o rúmen, além de elevar a proporção de amido digerido em ambos compartimentos do sistema digestivo (Silva, 2023).

Rivera et al. (2010) investigaram que bovinos com alimentação a base de concentrado peletizado contendo milho, a fermentação ruminal contribuiu por 85-100% dos AGVs presentes na veia porta. Enquanto a absorção, parte dos AGVs é metabolizada pelo epitélio ruminal, com a taxa de metabolismo elevando-se conforme o tamanho da cadeia dos ácidos graxos e a atividade da enzima CoA sintetase nos diferentes tecidos. Por volta de 90% do butirato é metabolizado pelo epitélio ruminal, onde é oxidado a dióxido de carbono (CO₂) e corpos cetônicos (β -hidroxibutirato, acetona e acetoacetato), chegando em torno de 10% ao fígado, demonstrando elevada atividade da enzima butiril CoA sintetase no epitélio ruminal.

Em vacas leiteiras, o propionato é metabolizado em menor proporção pelo epitélio ruminal, cerca de 3-15%, com a maior parte (> 80%) alcançando o fígado, sendo em média 95% do fluxo de propionato na veia porta convertido em glicose, refletindo uma alta atividade hepática da enzima propionil CoA sintetase. O propionato é crucial como precursor principal na gliconeogênese de ruminantes. No entanto, o acetato é pouco metabolizado tanto pelo epitélio ruminal quanto pelo fígado, resultando em 90-98% dos AGVs na circulação arterial e venosa periférica sendo acetato, indicando uma baixa atividade das enzimas acetil-CoA sintetase tanto no epitélio ruminal quanto no hepático (Rivera et al., 2010).

Gabarra (2000) em seu experimento utilizou 4 nelores canulados no rúmen e duodeno, com intuito de testar qual a melhor sincronização da degradação ruminal de fontes energéticas e proteicas, utilizando 2 formas de processamento de milho moagem fina X floculação e 2 fontes proteicas (farelo de soja OU ureia), sendo a dieta com alto teor de concentrado 87%, e 13% de gramínea tropical. A floculação de milho apresentou maiores concentração de amido no conteúdo duodenal, sugerindo que houve maior

degradação no ambiente ruminal, conseguinte houve redução da concentração de ureia plasmática.

Vargas Junior et al. (2008) avaliando o processamento de grão de milho na digestibilidade em bezerros, constataram que animais recebendo dieta com processamento de grão de milho moído fino influenciou no pH fecal deixando o pH mais baixo. O processamento do milho promove aumento da digestibilidade do amido no rúmen e no intestino delgado, diminuindo o volume de amido e a reciclagem de nitrogênio para o intestino grosso. O que tende a melhorar a eficiência energética e o aproveitamento de nitrogênio pelo animal.

7. ADITIVOS ZOOTÉCNICOS

Com o mercado consumidor cada vez mais exigente quanto a relação aos produtos de origem animal. Novas alternativas têm sido buscadas, para que não haja consequências negativas ao consumidor, além de benefícios que são buscados quanto à produtividade animal (Danieli; Schogor, 2020).

A classificação de aditivos zootécnicos, destina-se a substâncias que possuem a capacidade de melhorar o desempenho animal. Sendo subdivididos em: a) melhoradores de desempenho, que auxiliam na produtividade animal; b) equilibradores da microbiota, como prebióticos e probióticos; c) digestivos, como enzimas que auxiliam na digestão da dieta (Danieli; Schogor, 2020).

As leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*) são bastante utilizadas na produção animal. Possuindo capacidade de beneficiar a manutenção do pH do ambiente ruminal, através de estímulos de bactérias utilizadoras de lactato, além disso, contribuem com suprimento de nutrientes constantemente para a população bacteriana no intestino (Neumann et al., 2008). Ademais, as leveduras possuem a capacidade de utilização de O₂ no rúmen, proporcionando um ambiente mais anaeróbico, estimulando a multiplicação de bactérias celulolíticas e consequentemente, aumento de degradação de fibras alimentares (Neumann et al., 2008).

Os taninos são compostos que, quando utilizados em dosagens adequadas, apresentam grandes benefícios na nutrição de ruminantes, e também possuem mercado cada vez maior. Inicialmente possuem a capacidade de redução de parasitas intestinais. Além disso, auxiliam o aumento do aporte de aminoácidos no intestino delgado, além de

contribuir para a diminuição da produção de metano (Brutti, 2021). De acordo com Ngwa et al. (2002), a adição de taninos em dietas contendo volumosos para ovinos, proporcionou resultados benéficos, como aumento na absorção de aminoácidos no intestino delgado.

Conforme Neiva (2018), as enzimas são capazes de melhorar o desempenho animal, e nas reduções dos custos de produção, em decorrência do aumento da eficiência no aproveitamento dos nutrientes contidos na dieta. Reduzindo consequentemente os insumos necessários. De acordo com García (2004), quando enzimas exógenas são introduzidas no ambiente ruminal, elas podem atuar de forma direta na digestão dos alimentos ou potencializar indiretamente a atividade digestiva através de sinergias que ocorrem entre os microrganismos ruminais. Adicionalmente, essas enzimas podem permanecer ativas em ambientes pós-ruminais, contribuindo para a digestão e beneficiando a absorção de nutrientes, em decorrência da redução da viscosidade da digesta intestinal e hidrolisar substratos que não foram totalmente digeridos no rúmen.

Dessa maneira, ocorre maior eficiência alimentar e na taxa de passagem do alimento pelo trato digestivo. Freitas et al. (2022) testaram a inclusão de enzimas exógenas em dietas com concentrados a base de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) para cordeiros. O tratamento com enzima amilolítica não proporcionou efeito no consumo de matéria seca e na digestibilidade da matéria seca. A enzima amilolítica acarretou em maior concentração sanguínea de triglicerídeos e lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) e menor concentração sanguínea de lipoproteína de baixa densidade (LDL).

Espera-se que a combinação de tanino, leveduras e enzimas amilolíticas na alimentação de ovinos com dietas ricas em concentrado, proporcione vantagens adicionais em relação ao uso individual, devido ao efeito sinérgico entre seus mecanismos de ação, resultando em maior equilíbrio do ambiente ruminal, melhor aproveitamento dos nutrientes e saúde animal.

7.1 Leveduras

As leveduras são consideradas fungos unicelulares, e a aplicação na nutrição animal como suplemento probiótico têm-se destacado. Tornando uma alternativa com capacidade de auxiliar na disponibilidade de nutrientes, maior ingestão de matéria seca,

além de estimular a atividade da flora microbiana contida no ambiente ruminal (Luz, 2018). Além disso, as leveduras são consideradas organismos heterotróficos que possuem capacidade de viver com ou ausência de oxigênio, porém reproduzem rapidamente em ambientes ricos em oxigênio (Luz, 2018). O ambiente ruminal é favorecido quando se utiliza leveduras como suplemento, dado que elas favorecem a digestão, ocasionando em melhores resultados na produtividade e saúde do animal, além de ser considerado um suplemento alternativo ao uso de antibióticos (Luz, 2018; Sanchez, 2015).

Mais de duas mil cepas de leveduras estão registradas no Instituto Louis Pasteur, cada uma com a sua especialidade, como por exemplo, leveduras que metabolizam açúcares. O gênero mais utilizado na alimentação e na nutrição animal é *Saccharomyces*. Sendo essas cepas mais sensíveis a temperaturas mais elevadas. A sua reprodução se torna limitada, quando suplementadas aos ruminantes, uma vez que o fluido do ambiente ruminal possui temperatura em torno de 39°C, dessa maneira infere-se que sua suplementação deve ser inserida via alimentação animal (Ollé et al., 2007).

As leveduras contêm uma ampla variação no teor de proteína bruta, com variação entre 30-60%. Cerca de 80% do nitrogênio presente se encontra na forma de aminoácidos, sendo 12% equivalente aos ácidos nucleicos e aproximadamente 8% à amônia. Além disso, as leveduras apresentam excelente perfil proteico, sobressaindo-se os aminoácidos lisina, treonina e metionina. Além disso são excelentes fontes de vitaminas do complexo B (Ollé et al., 2007).

As leveduras podem ser introduzidas via alimentação animal, na forma ativa e na forma inativa (Siqueira et al., 2020). Pesquisas indicam que as cepas de *Saccharomyces cerevisiae* ofertadas em sua forma ativa possibilitam o aumento da proteína microbiana, maior utilização do ácido lático, e auxílio na digestão da celulose. Além desses benefícios, estas possuem capacidade de retirar o oxigênio presente no ambiente ruminal, proporcionando um ambiente favorável aos microrganismos anaeróbios (Nóia, 2021). Já as leveduras na forma inativa, proporcionam estímulos das bactérias celulolíticas, além de auxiliar na manutenção do pH, permitindo um ambiente equilibrado no rúmen (Siqueira et al., 2020). As exigências para cada categoria animal ainda não foram especificadas. Portanto, as empresas determinam que a quantidade a ser fornecida por animal/ dia, é baseada em seus princípios técnicos (Ollé et al., 2007).

Siqueira et al., (2020) avaliaram a digestibilidade da matéria seca, consumo e atividade metabólica em borregas alimentadas com leveduras ativas e inativas na ração, com uma dieta composta de alto teor de concentrado. As leveduras não acarretaram em interferência nos parâmetros avaliados, podendo ser utilizada em dietas mais energéticas.

Wilbert et al. (2005) constaram-se que a adição de levedura ativa *Saccharomyces cerevisiae* em uma suplementação proteica com volumoso de baixa qualidade para ovinos, apresentou diferença significativa ($p < 0,5$) em relação a digestibilidade da matéria orgânica, quando comparado ao grupo controle que era sem adição de levedura. Porém, se torna necessário mais pesquisas para avaliar seu potencial em ruminantes.

De acordo com estudos recentes, de Pinto et al., (2017), sugeriram que a utilização de *Saccharomyces cerevisiae* como antiparasitário em ovinos se torna viável. Já que em experimentos realizados, avaliaram o controle de *Haemonchus contortus*, obtiveram resultados benéficos como melhora da resposta imunológica e na redução no número de larvas do parasito. Dessa maneira o probiótico expos ser uma alternativa eficaz ao controle deste nematódeo.

De acordo com pesquisa realizada por Tavares et al. (2018) investigaram os possíveis efeitos da suplementação com levedura *Saccharomyces cerevisiae* e seus impactos em relação a ingestão de matéria seca e ganho médio diário em ovinos que passaram por trocas bruscas de dieta. Os resultados obtidos no experimento, demonstraram melhorias no desempenho animal, principalmente ao ganho de peso durante o período experimental.

A utilização de leveduras principalmente do gênero *Saccharomyces cerevisiae* na nutrição animal, têm demonstrado inúmeros benefícios. Principalmente em ruminantes, a sua utilização tem exibido potencial efeitos na fermentação ruminal, além de auxiliar na produtividade animal, e benefícios para o meio ambiente com a redução da emissão de gás metano (Ollé et al., 2007). Além do mais, a suplementação inclina-se a contribuir ao sistema imune do animal, acarretando num maior desempenho animal, e maior produção de ganho de peso.

Diaz (2017) avaliou, em dois experimentos, a suplementação com leveduras vivas *Saccharomyces cerevisiae* (10^{10} UFC g⁻¹) em dietas à base de grãos, e observou efeitos positivos em relação aos parâmetros ruminais e inflamatórios em bovinos e ovinos. No primeiro experimento, conduzido com bovinos canulados e com dietas com proporções

de 95% de concentrado, a inclusão de levedura viva ($1,5 \text{ g kg}^{-1}$ de MS) aumenta o pH ruminal e as concentrações molares de isovalérico e isobutírico. Além disso, observou-se redução dos níveis de amônia no rúmen, passando de $16,47 \text{ mg dL}^{-1}$ no tratamento controle para $14,47 \text{ mg dL}^{-1}$ no tratamento com levedura.

Ademais, as leveduras auxiliaram na redução das concentrações plasmáticas de lipopolissacarídeos e soro amiloide A, sugerindo menor resposta inflamatória sistémica. O experimento dois, conduzido com ovinos com dieta baseada em grão inteiro de milho, e adição de 2 g kg^{-1} de MS de levedura viva, proporcionando aos ovinos pH ruminal mais elevado, e redução amoniacal (controle: $36,54 \text{ mg dL}^{-1}$; levedura: $29,45 \text{ mg dL}^{-1}$; $P \leq 0,05$). Outros achados foram obtidos, como menor concentração de LPS plasmático ($0,46 \text{ EU mL}^{-1}$), menor espessura da camada córnea do epitélio do rúmen quando comparados ao grupo controle, concluindo-se efeitos benéficos do uso da levedura sobre a saúde ruminal.

Dessa maneira, com os consumidores buscando maior segurança alimentar, produtos como as leveduras deverão ser mais testadas, para alcançarem resultados mais seguros, ocasionando em maior incremento destas na nutrição animal.

7.2 Enzimas exógenas

As enzimas são proteínas com capacidade de catalização, especificamente no trato digestivo contribuindo com reações químicas específicas. Assim sendo, os nutrientes que apresentam maior complexidade são quebrados em menores unidades, favorecendo a absorção pelo animal (Maciel; Brito; Silva, 2020). São inúmeras as enzimas que são aplicadas como aditivos em dietas animal, como amilases, proteases, lipases e celulases, portanto, cada uma possui sua especificidade no processo de digestão (Maciel; Brito; Silva, 2020). Neste contexto, vem se expandido a aplicação dessas moléculas proteicas como aditivos alimentares. Especialmente em ruminantes, pela qual as enzimas degradam substratos em componentes químicos, como açúcares, ácidos graxos e aminoácidos, que são habitualmente usufruídos no crescimento de células (Rodrigues et al., 2022).

Com objetivo de aumentar os índices produtivos, a utilização de novas técnicas como o uso de enzimas exógenas tem se tornado frequentes. Com efeitos que visam

auxiliar a cinética ruminal, e digestibilidade dos nutrientes. Além disso, a utilização dessa biotecnologia não acarreta em alterações na composição da dieta ofertada.

7.2.1 Amilases exógenas na dieta dos ruminantes

Denominadas enzimas amilases ou amilolíticas, estas possuem a capacidade de degradar a molécula do amido. São originárias do cultivo de microrganismos. As enzimas amilases são divididas em três grupos, de acordo com o processo de hidrolisação que são capazes de realizar. As α -amilases, que quebram as ligações no interior do substrato, as β -amilases, removem as unidades das extremidades não redutoras do substrato, rompendo-as em moléculas menores, e as glicoamilases, que liberam unidades de glicose do terminal não redutor das moléculas do substrato (Rodrigues et al., 2022).

No ambiente ruminal, as enzimas são capazes de agir no alimento, e estimulando indiretamente o processo de digestão, potencializando a ação das enzimas produzidas pelos próprios microrganismos ali presentes (Santos Júnior, 2017). De acordo com Freitas et al. (2018) ao avaliarem os possíveis efeitos de enzimas amilolíticas na digestibilidade in vitro de milho. Obtiveram aumento na digestibilidade com o tratamento à base de 10mL, pela qual a utilização das enzimas acarretou na melhora da digestibilidade em 55,54%, quando comparado ao grupo controle.

Um estudo conduzido por Neiva (2019) investigou o uso de enzimas exógenas em dietas de cinco borregas Dorper/Santa Inês, no qual tratamento contendo enzima amilolítica expôs superioridade em relação ao consumo de matéria seca e ao peso corporal, além de elevação no consumo de proteína bruta, consumo de nitrogênio e do balanço de nitrogênio. Com relação ao comportamento ingestivo, observou-se maior tempo de mastigação total nos animais consumindo a dieta com as enzimas fibrolíticas e amilolíticas. Além disso, houve maior atividade hepática. Em relação aos metabólitos energéticos, houve menor concentração da lipoproteína de baixa densidade (LDL) para os animais consumindo dietas com adição das enzimas. Consequentemente, constatou-se que o uso de enzimas exógenas acarreta no maior aproveitamento dos nutrientes, com elevada digestibilidade da matéria seca, fibra em detergente neutro e proteína bruta.

De acordo com Santos Junior (2017), analisando o consumo de matéria seca em ovinos da raça Santa Inês, com uma dieta experimental baseada em silagem de grãos

úmidos milho, feno e mistura proteica, com uma suplementação com enzima amilolíticas, e enzima celulítica. Obteve os seguintes resultados: tratamento com enzima amilolítica proporcionou influência no consumo de matéria seca em relação ao tratamento controle, além disso, o consumo de proteína, amido, e digestibilidade dos mesmos também apresentaram elevação. Em síntese, os resultados desses estudos indicam que a suplementação de enzima amilolítica proporciona aos ovinos da raça Santa Inês efeitos positivos.

Outro estudo relevante foi conduzido por Sousa et al. (2023), no qual avaliaram os possíveis efeitos da utilização de níveis crescentes de enzima amilolítica exógena em ovelhas alimentadas com dietas de alto teor de concentrado contendo milho flint. Os resultados do experimento mostraram que a utilização da enzima não interfere no consumo de nutrientes, mas auxilia na digestibilidade. Demonstrando a grande utilidade da enzima em dietas de alto teor concentrado, no qual as enzimas auxiliam na digestibilidade da dieta, porém não afeta o consumo.

Sousa (2019), encontrou resultados significativos com utilização de enzimas exógenas em níveis crescentes em dietas de ovinos. A inclusão da enzima amilolítica na dieta expôs efeito significativo na avaliação da digestibilidade de vários nutrientes incluindo: digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, nutrientes digestíveis totais e energia bruta. A digestibilidade de energia bruta demonstrou efeito quadrático com a incorporação máxima da enzima em 0,82%, da mesma forma a digestibilidade da matéria seca. Os demais parâmetros analisados não apresentaram influências pela adição de enzima amilolítica na dieta.

Freitas et al. (2022) avaliando efeitos de diferentes inclusões de enzimas exógenas em dietas para ovinos obtiveram o seguinte resultado: com o tratamento contendo enzimas amilolíticas houve aumento na concentração sanguínea de triglicerídeos e lipoproteínas de muita baixa densidade, menor concentração de lipoproteína de baixa densidade. Os valores de consumo e digestibilidade da matéria seca estavam dentro da normalidade para os ovinos.

A suplementação enzimática com enzimas amilolíticas (alfa-amilase e glucanase), em dietas com alto teor de concentrado, promoveu efeitos positivos no desempenho nutricional de ovinos da raça Santa Inês. Houve aumento significativo ($P<0,05$) no consumo de matéria seca, amido e proteína, bem como na digestibilidade de matéria seca,

matéria orgânica, proteína bruta e amido, quando comparado ao grupo controle Santos Junior (2017).

São necessárias mais pesquisas sobre o modo de ação em relação a efeitos da adição dietética de amilase exógena sobre a digestão de nutrientes.

7.3 Taninos e saponinas

Os taninos são considerados compostos fenólicos que apresentam características específicas. Com elevada solubilidade em água, e peso correspondente em torno de 500 e 3000 Dalton. Possuem a capacidade de produzir complexos não solúveis em água com proteínas, gelatinas e alcaloides (Monteiro et al., 2005). Além disso, são causadores da adstringência de muitos produtos vegetais, dentre eles frutos. Esses compostos também apresentam poder inibitório contra agentes antimicrobianos e herbívoros, participando na interação planta e ecossistema (Monteiro et al., 2005).

Os taninos são classificados em dois grupos: Taninos hidrossolúveis (TH) e Taninos condensados (TC). Os TH possuem origem do chiquimato que corresponde à forma aniónica do ácido chiquímico (Costa et al., 2008). Esse grupo de TH são compostos de ésteres de ácidos gálicos e ácidos glicosilados. E TC são polímeros de flavan-3-ol e flavan-3,4-diol, provenientes do metabolismo do fenilpropano (Costa et al., 2008).

A maior parte das plantas que são consumidas pelos ruminantes possuem TC. Evidenciam-se que a quantidade de TC é correspondente à 2-5% de matéria seca, prejudicando a proteólise que ocorre no ambiente ruminal, ocasionando aos microrganismos do rúmen a indisponibilidade da proteína da dieta (Tontini et al., 2021). Consequentemente, são formados complexos originários das ligações de hidrogênio. A proteína consumida é absorvida no intestino delgado, ocasionando maior absorção de aminoácidos, dessa maneira proporcionando maior desempenho animal (Tontini et al., 2021). Esse complexo tanino-proteína é dependente da faixa de pH do rúmen (6,5-7,0) mas também requer nutrientes, como potássio, sódio, magnésio e cálcio. Adicionalmente, os TC também podem formar complexos com carboidratos, porém possuem afinidade mais baixa, quando comparados a proteínas (Brutti, 2021).

Van Soest (1994), argumenta que dietas contendo teores de taninos, auxiliam na eficiência de reciclagem de ureia, em decorrência do aumento de ureia na saliva e elevação do fluxo salivar para o rúmen. Consequentemente, aumenta-se o aporte de ureia

para os microrganismos presentes no ambiente ruminal, auxiliando em seu crescimento e multiplicação.

Alguns efeitos adversos também são observados quando utilizados doses excessivas de taninos, como a redução da digestibilidade e desempenho animal. Essas consequências adversas são atribuídas ao alto teor de tanino e aos compostos que formam complexos com os alimentos, prejudicando a palatabilidade e a digestibilidade (Costa et al., 2008). De acordo com Gonçalves (2014), outros benefícios são obtidos em relação à nutrição, como a redução de gás metano no ambiente ruminal, menor perda de amônia, e até mesmo prevenção de timpanismo. Tenedale et al. (2005) afirmam que os TC auxiliam na inibição do crescimento de bactérias metanogênicas, proveniente de efeitos bactericidas.

Segundo estudo de Adejoro et al., (2019) a inclusão de tanino condensado (*Acacia mearnsii*) em dietas de carneiros, com proporção volumoso:concentrado (50:50), resultou em menor produção de metano entérico, modulação favorável da fermentação ruminal (com redução na relação acetato: propionato) e menor excreção de nitrogênio na urina. O tanino condensado encapsulado em óleo de palma manteve os mesmos efeitos.

Segundo Orlandi et al. (2020), a inclusão de uma baixa dose de tanino (10 TA/kg MS) na dieta de ovinos não interfere no consumo e na digestibilidade da matéria seca. Porém, houve a diminuição da digestibilidade verdadeira do nitrogênio, mas não ocasionou efeitos na eficiência da síntese microbiana no ambiente ruminal.

Além disso, avaliando a digestibilidade de borregas em outro estudo, Dutra (2023), constatou que o consumo de matéria seca com a utilização de TC apresentou elevação, e o consumo de proteína foi acima do valor recomendado para a espécie. Esses resultados devem ser levados em consideração as diferenças de dose de tanino utilizadas e características das dietas. Além dos benefícios nutricionais que os taninos podem oferecer aos ruminantes, os TC possuem ação anti-helmíntico, potencializando o sistema imune, além de ter potencial de dificultar o desenvolvimento larval no hospedeiro (Tontini et al., 2021).

Minho et al., (2010), demonstraram que os TC possuem potencial no controle de *Trichostrongylus colubriformis* em ovinos. O grupo infectado propositalmente pelo parasita, obteve no tratamento com o TC, controle na viabilidade de ovos de helmintos,

com redução na contagem de larvas por gramas de fezes. Logo, o TC demonstrou resultados promissores como antiparasitários.

Cabral filho et al. (2013), analisaram três níveis de tanino na dieta de ovinos e identificaram variações na digestibilidade de matéria seca entre os cultivares com diferentes teores de tanino. A dieta contendo menor teor de tanino exibiu maior digestibilidade da proteína bruta, ao passo que não foram identificadas diferenças significativas entre as dietas com níveis médio e alto de tanino.

A suplementação com taninos condensados provenientes de mimoso (*Acacia negra*) e gambier (*Uncaria gambir*) proporcionou redução de metanógenos e protozoários ruminais em cordeiros, não comprometendo a fermentação do rúmen, beneficiando na mitigação do metano entérico (Salami et al. 2018).

Saponinas, também denominadas como saponosídeos, são compostos químicos complexos sintetizados pelas plantas e sendo componente do seu metabolismo secundário. Fazendo parte do sistema de defesa das plantas. Elas possuem características únicas com capacidade de formar espumas, além de possuir propriedades detergentes e surfactantes. Além disso, possui capacidade hidrofílica e lipofílica. Essa característica auxilia as saponinas a interagirem com substâncias aquosas quanto oleosas (Castejon, 2011).

A espuma das saponinas possui alta estabilidade em condições ácidas diluídas. Além disso, possui potencial para desestabilizar a membrana dos glóbulos vermelhos, podendo ocasionar hemólise. Animais que consomem saponinas na forma de aditivo, podem apresentar redução do odor fecal, em decorrência da menor liberação de amônia e além da maior consistência fecal (Castejon, 2011). Wanapat et al. (2013) constataram que a utilização de extratos vegetais contendo saponinas, demonstrou alto potencial para reduzir a emissão de metano. Podendo este efeito estar relacionado a influência das saponinas sobre a população de protozoários no rúmen.

Em decorrência de sua ação surfactante, as saponinas apresentam efeito antiprotozoário, através de complexos com o colesterol presente nas membranas celulares de protozoários, ocasionando em lise e destruição das células. Em outras palavras as saponinas inibem os protozoários no ambiente ruminal, proporcionando dessa maneira aumento e multiplicação de bactérias, elevando a produção de ácidos graxos voláteis. Quando utilizadas em dietas ricas de carboidratos e proteínas beneficia as papilas

ruminais aumentando sua absorção de AGV, aumentando a eficiência energética dos animais (Dutra, 2023).

Avaliando a adição de saponinas em dietas de vacas leiteiras, Schwarzbach (2024) observou aumento na produção de leite e na composição de leite, incluindo aumento de gordura e proteína. Também foram encontrados maior síntese de proteína microbiana no ambiente ruminal e redução de concentração de amônia, assim como da ingestão e excreção de nitrogênio. Em doses reduzidas de saponina (2 a 6mg/kg de matéria seca) houve decréscimo na população de protozoários ruminais, enquanto doses maiores não apresentaram efeito.

Mao et al. (2010) evidenciaram que a inclusão de saponinas (3g/dia) em dietas de cordeiros proporcionou uma redução de metano em 27,7%. Além disso, houve uma diminuição significativa na população de protozoários. Entretanto, não observaram mudanças na população de bactérias metanogênicas, sugerindo que a diminuição da produção de metano no rúmen está relacionada ao efeito das saponinas aos protozoários.

Em experimento realizado por Dutra (2023), com borregas em crescimento, o consumo de matéria seca e consumo de matéria seca em relação ao peso corporal apresentaram elevação em dietas com alto teor de concentrado ao utilizar tanino oriundo de castanha e quebracho com saponinas.

Foi evidenciado que as saponinas originárias de *Pithecellobium saman* (200 mg/g, contendo 1,7% de saponinas na matéria seca) resultaram em redução de 17% na concentração de amônia no fluido ruminal em comparação aos demais tratamentos (Hess et al. 2003). Esse efeito pode ser justificado pela diminuição da população de protozoários, que desempenham papel na contribuição de 10% a 40% do nitrogênio amoniacal no rúmen. (Van Soest, 1994).

Concluindo-se que os TC exercem papel na proteção da proteína dietética no rúmen, favorecendo maior absorção de aminoácidos e demonstrando efeitos antiparasitários e antimetanogênicos. Contudo, doses excessivas comprometem a digestibilidade e desempenho. As saponinas desempenham função antiprotozoária, mitigando a emissão de metano e beneficiando a fermentação ruminal, com resultados vantajosos na produção animal. A utilização controlada desses compostos bioativos contribui na eficiência nutricional e reduz impactos ambientais em ruminantes.

REFERÊNCIAS

- ADEJORO, F. A.; HASSEN, A.; AKANMU, A. M. Efeito do extrato de tanino de acácia encapsulado em lipídios na ingestão de ração, na digestibilidade de nutrientes e na emissão de metano em ovinos. *Animals*, v.9, n.11, 2019. DOI: 10.3390/ani9110863. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/9/11/863>. Acesso em 21 fev. 2025.
- ANTUNES, R. C.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E. O. S. Composição bromatológica e parâmetros físicos de grãos de sorgo com diferentes texturas do endosperma. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 59, n. 5, p. 1351-1354, 2007. DOI:10.1590/S0102-09352007000500042. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/KNVmjqtLbtVzvvVG5J3ksh/>
- ASSIS, T. S. de. **Utilização de volumoso extrusado contendo diferentes aditivos na alimentação de ovinos.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24281>. Acesso 20 jan. 2025.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de. **Nutrição de ruminantes.** 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2011. 616 p.
- BRITO, D. R. B.; ROCHA, V. de N. C.; CUTRIM JÚNIOR, J. A. A.; CHAVES, D. P.; SILVA, E. C. V.; COELHO, A. P.; SOARES, E. D. S.; SILVA, E. M. da; SOARES, I. C. S. Profile biochemical sheep fed levels of inclusion of wet brewery residue. *Agriculture Sustainability and Environmental Impact*, [S. l.], v. 10, n. 4, 2016. DOI: 10.5935/1981-2965.20160048. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=all&id=W2570931403>. Acesso em: 19 dez. 2024.
- BRUTTI, D. D. **Taninos na nutrição de bovinos: revisão sistemática e meta-análise.** 2021. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, RS, 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/232292>. Acesso em: 29 abr. 2025.
- CABRAL FILHO, S. L. S.; BUENO, I. C. da S.; ABDALLA, A. L. Substituição do feno de tifton pelo resíduo úmido de cervejaria em dietas de ovinos em manutenção. *Ciência Animal Brasileira, Goiânia*, v. 8, n. 1, p. 65–73, jan./mar. 2007. DOI: 10.5216/cab.v8i1.1160. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/1160>. Acesso em: 27 dez. 2024.
- CABRAL FILHO, S. L. S.; ABDALLA, A. L.; BUENO, I. C.; OLIVEIRA, A. Efeito dos taninos do sorgo em ovinos alimentados com dietas hiperconcentradas. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 65, n. 6, p. 1759–1766, 2013. DOI: 10.1590/S0102-0935201300060002. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/fJtcWnKRhCNfCgq8Xm55KbH/?lang=en> Acesso em: 20 jan. 2025.

CASTEJON, F. V. **Taninos e saponinas**. Programa de pós graduação em ciência animal, Universidade Federal de Goiás, p. 1-29, 2011. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/semi2011_Fernanda_Castejon_1c.pdf. Acesso em: 13 maio 2025.

CÓRDIVA, Helder de Arruda. Utilização de cevada em substituição ao milho em dietas para vacas holandesas de alta produção. 2004. 99 f. Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC, Lages, 2004. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1134/Utiliza_o_de_cevada_em_substitui_o_no_milho_em_dietas_para_vacas_holandesas_de_alta_produ_o_15669240574614_1134.pdf. Acesso em: 19 nov. 2024.

COSTA, C. T. C.; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, S. M.; VIEIRA, L. S. Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, [s. l.], v.10, n.4, p.108-116, 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/534095/1/APITaninosesuutilizacaoempequenosruminantes.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.

DIAZ, T. G. **Uso de leveduras vivas (*Saccharomyces Cerevisiae*) e mananoligossacarídeos em dietas à base de grãos para ruminantes**. 2017. 62 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, 2017. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/1640>. Acesso em: 14 maio 2025.

DA SILVA, H. L.; FRANÇA, A. F. de S.; FERREIRA, F. G. C.; FERNANDES, E. de S.; LANDIM, A.; CARVALHO, E. R. Indicadores fecais de bovinos nelore alimentados com dieta de alta proporção de concentrado. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 2, p. 145–156, 2012. DOI: 10.5216/cab.v13i2.5732. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/5732>. Acesso em: 13 nov. 2024.

DANIELI, B.; SCHOGOR, A. L. B. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes: revisão. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 27, p.1-13. DOI <https://doi.org/10.35172/rvz.2020.v27.444>. Disponível em: <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/444>. Acesso em: 6 mar. 2025.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. da. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 945-954, 2009. DOI: 10.1590/S0103-8478200900500003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/FSP37sVnbZjVK9zLLSSsX5h/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

DOTTO, S. R. Cultivo de cevada. In: **Sistemas de Produção**: Embrapa. 6. ed. [S. l.]: Embrapa, n. 2, p. 1-39, 21 mar. 2023. ISSN 1809-2985. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1155367/1/Cultivo-de-Cevada.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2024.

DUTRA, Thamiris Oliveira. **Uso do tanino em ração para ovinos: avaliação nutricional.** 2023. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/39490>. Acesso em: 15 abr. 2025.

Duarte, D. V. L. **Resíduo de cervejaria para vacas leiteiras.** [s. l.], 15 out. 2019. Disponível em: <https://www.grupoullmann.com.br/blog/residuo-de-cervejaria-para-vacas-leiteiras>. Acesso em: 26 nov. 2024.

FREITAS, A.B. I. de; VILAÇA, L. E. G.; OLIVEIRA, K. A.; SCHULTZ, E. B.; SOUSA, L. F.; MACEDO JÚNIOR, G. de L. Uso de enzimas exógenas na alimentação de ovinos em crescimento. **Caderno de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 14, p. 01–09. DOI <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2022.41624>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmq/article/view/41624>. Acesso em: 5 mar. 2025.

FREITAS, P. R.; SOUTO, C. N.; ULHÔA, C. J.; NASSAR, R. F.; PADUA, D. M. C.; MOTA, V. S. Efeito de enzimas amilolíticas de *Aspergillus Awamori* sobre a digestão do amido em bovinos. **Revista Ciência Agrícola**, [s. l.], v. 16, n. 3, 2018. DOI <https://doi.org/10.28998/rca.v16i3.3183>. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/3183>. Acesso em: 1 abr. 2025.

GABARRA, P. R. **Sincronização na degradabilidade de fontes de amido e proteína na alimentação de ruminantes.** 2001. 94 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-11062002-105021/publico/paola.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2024.

GARCÍA, E. G. Utilización de enzimas fibrolíticas en cabras lecheras: evaluación de su actividad y características fermentativas in vitro. 2004. 146 f. Dissertaçao (Mestrado em Ciênciia Animal e dos Alimentos) – Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 2004. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2004/tdx-0207105-163721/egg1de1.pdf?utm_source.

GOULARTE, S. R.; ÍAVO, L. C. V.; ÍAVO, C.C.B.F.; DIAS, A.M.; MORAIS, M.G.; SANTOS, G.T.; OLIVEIRA, L.C.S. Comportamento ingestivo e digestibilidade de nutrientes em vacas submetidas a diferentes níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.414-422, 2011. DOI <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000200020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/sNLNFRbcMfvd9tZVnntyYnh/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

GONÇALVES, L. F. **A utilização de taninos condensados na dieta de ovinos: Possível alternativa anti-helmíntica à resistência de helmintos.** 2014. 22f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/110043>. Acesso em: 10 jun. 2025.

HESS, H. D.; KREUZERA, M.; DIAZ, T. E.; LASCANO, C. E.; CARULLA, J. E.; SOLIVA, C. R.; MACHMÜLLER, A. Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 109, n. p. 79-94, 2003.

KELLY, E. F.; LEAVER, J. D. Animal Production. Lameness in dairy cattle and the type of concentrate given: **Animal Production**, Cambridge University, v.51, n.2, p.221, 2010. DOI <https://doi.org/10.1017/S0003356100005365>. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/animal-science/article/abs/lameness-in-dairy-cattle-and-the-type-of-concentrate-given/6F8D188D495DF318BB49D3AC6161FF58>. Acesso em: 6 maio 2025.

KOZLOSKI, G. V. Bioquímica dos Ruminantes. In: **Metabolismo microbiano ruminal**. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: <https://archive.org/details/bioquimica-dos-ruminantes-gilberto-vilmar-kozloski/page/6/mode/2up>. Acesso em: 4 nov. 2024.

LUCCI, C. de S.; FONTOLAN, V.; HAMILTON, T. R.; KLU, R.; WICKBOLD, V. Processamento de grãos de milho para ruminantes: Digestibilidade aparente e “in situ”. **Revista USP**, [s. l.], v. 45, n.1, p. 1-6, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/26718/28501>. Acesso em: 31 out. 2024.

LUZ, Y. dos S. **Avaliação In vitro de cepas de *Saccharomyces cerevisiae* para uso nas dietas de ruminantes**. 2018. 72f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2018. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppz/wp-content/uploads/2018/09/TESE-YANN-FINAL-2018.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025

MACIEL, J. T. de L.; BRITO, C. O.; SILVA, C. M. Enzimas exógenas sobre a microbiota intestinal: A expressão de genes e o desempenho de frangos de corte. **Ciência Animal**, [S.I.], v. 30, n.2, p. 94-108, 2020. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/download/9608/7800/37029>. Acesso em: 5 fev. 2025.

MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (Eds.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 176 p. ISBN 978-85-7035-419-8. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1010951/1/NutricaoAnimallivroembaixa.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2024.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. **Carboidratos na nutrição de gado de corte**. In: MEDEIROS, S. R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 1–18. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1011216>. Acesso em: 21 nov. 2024.

MENEZES, B. B. de. **Processamento de grãos de milho no desempenho de ovinos**. 2020. 99 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2020.

Disponível em: <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/7820>. Acesso em: 5 mar. 2025.

MINHO, A. P.; FILIPPSEN, L. F.; AMARANTE, A. F. T.; ABDALLA, A. L. Eficácia dos taninos condensados presentes no extrato de acácia no controle de *Trichostrongylus colubriformis* em ovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, p.1360-1365, 2010. DOI <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000088>. Disponível em: <https://www.sgabcielo.br/j/cra/RhpmpxYTBTvgYvGx6wsLNpn/>. Acesso em: 18 fev. 2025.

MONTEIRO, J. M.; ALBURQUERQUE, U. P. de; ARAÚJO, E. de Lima; AMORIM, E. L. C. de. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química nova**, [s. l.], v. 28, n.5, p.892-896, 2005. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qna/YJDjDfvLBpkkbFxml3GPjdt/?lang=pt>. Acesso em: 1 abr. 2025.

NIKKAH, A. Barley grain for ruminants: A global treasure or tragedy. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, [s.l.], v.3, n. 22, 2012. DOI <https://doi.org/10.1186/2049-1891-3-22>. Disponível em: <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/2049-1891-3-22#citeas>. Acesso em: 28 abr. 2025.

NEIVA, M. C. **Avaliação de enzimas exógenas na nutrição de ovinos**. 2018. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.1232>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24572?mode=full>. Acesso em: 12 mar. 2025.

NÓIA, I. Z. **Avaliação produtiva e fisiológica de vacas leiteiras sob estresse calórico suplementadas com aditivos imunodulador e leveduras vivas**. 2021. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, 2021. Disponível em: <https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/MESTRADO-ZOOTEENIA/Egressos/Disserta%C3%A7%C3%B5es/IsabelleZocolaroNoia-Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2025.

OLIVEIRA, K. A. **Ração extrusada com diferentes relações volumoso: concentrado para ovinos em crescimento**. 2018. 92 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/Ana/Documents/RESULTADO%20DE%20AMOSTRA%20MESTRADO/Ra%C3%A7%C3%A3oExtrusadaDiferentes.pdf>. Acesso em: 3 out. 2024.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal Animal Science**, [s.l.], v.63, n.5, p.1634-481986, 1986. DOI <10.2527/jas1986.6351634x>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3539905/>. Acesso em: 22 nov. 2024.

OLLÉ, M. de A.; FLUCK, A. C.; PAVEGLIO, P.; COSTA, P. T.; MOREIRA, S. M.; BRAUNER, C. C. Suplementação com leveduras na alimentação de bovinos. **Revista**

eletônica de Veterinária, [s. l.], v. 18, n. 12, p. 1-17, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63654640002>. Acesso em: 4 mar. 2025.

ORLANDI, T.; POZO, C. A.; MEZZOMO, M. P.; KOZLOSKI, G. V. Extrato tanífero de Acacia mearnsii como aditivo alimentar: impacto sobre o consumo, digestibilidade e excreção de nitrogênio em ovinos alimentados com uma dieta a base de graminea tropical. **Ciência rural**, Santa Maria, v.50, n.9, e20200095, 2020. DOI <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200095>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/N8GmFTdrsMB3nQgnV3H8tkc/?format=html>. Acesso em: 11 mar. 2025.

PAES, M. C. D. Manipulação da composição química do milho: impacto na indústria e na saúde humana. **Embrapa Milho e Sorgo**, [s. l.], p. 1-6, 2006. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490154/1/Manipulacaocomposicao.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2025.

PARRA, F. S. **Protocolos de adaptação á dietas com alta inclusão de concentrados para bovinos nelores confinados**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2011, 2011. Disponível em: <https://www.fmvz.unesp.br/Home/ensino/pos-graduacao/768/zootecnia/dissertacoeseses/fernando-salvador-parra.pdf>. Acesso em: 3 out. 2024.

PINTO, A. C. J.; BERTOLDI, G. P.; FELIZARI, L. D.; DEMARTINI, B. L.; DIAS, E. F. F.; SQUIZATTI, M. M.; SILVESTRE, A. M.; PERNA JUNIOR, F.; MESQUITA, L. G.; SOUZA, J. M.; RODRIGUES, P. H. M.; CRUZ, G. D.; MILLEN, D. D. Influence of nutritional management prior to adaptation to a feedlot diet on ruminal microbiota of Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v.52:e20210229, 2023. DOI <https://doi.org/10.37496/rbz5220210229>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/RcgDFv84YGmHhRhZfjKMvCH/>. Acesso em: 4 dez. 2024.

PINTO, N. B.; MINHO, A. P.; GASPAR, E. B.; DOMINGUES, R.; MOURA, M. Q. de; LEITE, F. P. L. Controle *Haemonchus contortus* em ovinos utilizando *Saccharomyces cerevisiae*. In: XIX Encontro de Pós-graduação, 3., 2017, [s. l.], Anais [...] 3ª Semana Integrada, 2017. p.1-4. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1087015/1/CA02747.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2025.

RIVERA, A.; BERCHIELLI, T. T.; MESSANA, J. D.; VELASQUEZ, P. T.; FRANCO, A. V. M.; FERNANDES, L. B. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 39, n. 3, p. 617-624, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/sWSkjQgLp7xqfDcK5Dgnrkj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 nov. 2024.

RODRIGUES, G. R. D.; SIQUEIRA, M. T. S.; DUTRA, T. O.; SCHUTZ, E. B.; FERNANDES, L. F. S.; MACEDO JÚNIOR, G. de L. Uso de enzima amilolítica

associada a enzimas proteolíticas e fibrolíticas na dieta para ovinos. **Revista Agrária Acadêmica**, [s. l.], 2022. DOI doi: 10.32406/v5n3/2022/59-72/agrariacad. Disponível em: <https://agrariacad.com/2022/09/08/uso-de-enzima-amilolitica-associada-a-enzimas-proteoliticas-e-fibroliticas-na-dieta-para-ovinos/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

SALAMI S.A; VALENTI B.; BELLA M.; O'GRADY MN; LUCIANO G.; KERRY J.P; JONES E., PRIOLO A., NEWBOLD, C.J. Caracterização da fermentação ruminal e do microbioma em cordeiros suplementados com taninos hidrolisáveis e condensados. **FEMS Microbiology Ecology**, [s. l.], v.94, n.5, 2018. DOI: 10.1093/femsec/fiy061. Disponível em: <https://academic.oup.com/femsec/article/94/5/fiy061/4966975>. Acesso em: 12 fev. 2025.

SANTOS, J. P. dos. **Colheita e pós-colheita:** Pragas de grãos armazenados. In: EMBRAPA Milho e Sorgo: Sistema de produção. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27310/1/Colheita-pos-colheita-Pragas.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2025.

SANTOS JÚNIOR, E. A. dos. **Suplementação de enzimas amilolíticas para ovinos recebendo silagem de grãos úmidos de milho: consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio.** 2017. 36 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados, 2017. Disponível em:<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/3189/1/EuclidesAmanciodosSantosJunior.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2025.

SILVA, M.T. **Principais aditivos zootécnicos utilizados na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento: revisão de literatura.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Residência Médica) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: https://repositorio.usp.br/directbitstream/bbc984f4-fa8f-4cdb-a7cd-16bcd410d7f4/Residencia_Mirella_Trindade_Silva_3004031.pdf. Acesso em: 4 nov. 2024.

SILVA, F. L. M.; POLIZEL, D. M.; FREIRE, A. P.; SUSIN, I. Manejo nutricional de ovelhas gestantes e lactantes com ênfase em carboidratos fibrosos e não fibrosos. **Revista Agropecuária Técnica**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 1-8, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/19184/12788>. Acesso em: 15 out. 2024.

SILVA, J. S.; BORGES, A. L. C. C.; LOPES, F. C. F.; SILVA, R. R.; VIEIRA, A. R.; DUQUE, A. C. A.; BORGES, I.; RODRIGUES, J. A. S.; GONÇALVES, L. C. Degradabilidade ruminal in situ do sorgo grão em diferentes formas de reconstituição. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v.66, n.6, p.1822-1830, 2014. DOI <https://doi.org/10.1590/1678-6731>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/PjbW4rN453Kx7YQyVZT7gTr/?lang=pt#>. Acesso em: 23 fev. 2025.

SILVA, V. B.; FONSECA, C. E. M. da.; MORENZ, M. J. F.; PEIXOTO, E. L. T.; MOURA, E. dos S.; CARVALHO, I. das N. O. Resíduo úmido de cervejaria na

alimentação de cabras. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v.39, n.7, p.1595–1599, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000700028>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/MvxZGCjFRpddy4n7C5xcKZw/>. Acesso em: 22 out.2024.

SIQUEIRA, M. T. S.; RUELA, P. A. C.; OLIVEIRA, K. A.; SILVA, D. A. de P.; SOUSA, L. F.; MACEDO JÚNIOR, G. de L. Avaliação dos parâmetros nutricionais e metabólicos de borregas alimentadas com leveduras na ração. **Caderno de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 12, 2020. DOI <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.23902>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/23902>. Acesso em: 4 fev. 2025.

SOUZA, L. F.; DE SOUSA, J. T. L.; SCHUTZ, E. B.; FEITOSA, T. R. M.; GOMES, V. C.; LUNA, R. E. M.; MACEDO JÚNIOR, G. de L. Ovelhas alimentadas com dietas de alto teor de concentrado contendo milho flint e níveis crescentes de enzima amilolítica exógena: efeitos sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes. **Semina - Ciências Agrárias**, Londrina, v. 44, n. 3, p. 1197-1206, 2023. DOI <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2023v44n3p1197>. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/46457?articlesBySimilarityPage=1>. Acesso em: 4 fev. 2025.

STUMPF JUNIOR, W.; LÓPEZ, J. Influência do grão de sorgo como fonte de amido em ovinos alimentados com feno: parâmetros plasmáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v.29, n.4, p.1183-1190, 2000. DOI <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000400032>. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/rbz/a/qHDN8wGD4mnxPCtYyqnYQ7t/?lang=pt#:~:text=Algumas%20ra%C3%ADzes%20e%20tub%C3%A9culos%20\(mandioca%20batata%20araruta%20cultivar%20do%20ano%20e%20das%20condi%C3%A7%C3%A7%C3%B5es%20clim%C3%A1ticas](https://www.scielo.br/j/rbz/a/qHDN8wGD4mnxPCtYyqnYQ7t/?lang=pt#:~:text=Algumas%20ra%C3%ADzes%20e%20tub%C3%A9culos%20(mandioca%20batata%20araruta%20cultivar%20do%20ano%20e%20das%20condi%C3%A7%C3%A7%C3%B5es%20clim%C3%A1ticas). Acesso em: 8 out. 2024.

SCHWARZBACH, V. da S. **Avaliação dos efeitos da saponina sobre o desempenho e parâmetros ruminais de vacas leiteiras: um estudo de meta-análise**. 2024. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/277369>. Acesso em: 13 maio 2025.

TAVARES, L. A.; SCHMIDT, A. P.; MALAGUEZ, E. G.; NOSCHANG, J. P.; BRAUNER, C. C.; CORRÊA, M. N. Utilização de *Saccharomyces cerevisiae*: relação com consumo e GMD em trocas de dieta em ovinos. In: Anais do 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SIEPE, 10., 2018, [s. l.], **Anais [...] 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SIEPE**, 2018, p.1-6. Disponível em: https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/18571/seer_18571.pdf. Acesso em: 12 fev. 2025.

TAVENDALE, M. H.; MEAGHER, L.P.; PACHECO, D.; WALKER, N.; ATTWOOD G. T.; SIVAKUMARAN, S. Methane production from in vitro rumen incubations with *Lotus pendunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. **Animal Feed Science and Technology**, [s. l.], v. 123–124, p.403–419, 2005.<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.037>

THEURER, C. B.; HUBER, J. T.; DELGADO E., A. Invited review: Summary of steamflaking corn or sorghum grain for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v.82, p.1950- 1959, 1999.

TONTINI, J. F.; DA SILVA, J. A.; FARIA, M. de S.; POLI, C. H. E. C. Respostas na fisiologia da digestão ruminal ao uso de taninos na alimentação de ruminantes. **PubVet**, [Internet], v. 15, n.3, p.1-14, 2021. DOI <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n03a780.1-14>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/349696379_Respostas_na_fisiologia_da_digestao_ruminal_ao_uso_de_taninos_na_alimentacao_de_ruminantes#full-text#full-text. Acesso em: 6 jan. 2025.

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

VARGAS JÚNIOR, F. M. de; SANCHEZ, L. M. B.; WECHSLER, F. S.; BIANCHINI, W.; DE OLIVEIRA, M. V. M. Influência do processamento do grão de milho na digestibilidade de rações e no desempenho de bezerros. Scielo, **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 37, n. 11, p.2056-2062, 2008. DOI <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001100023>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/GbVGfZGVytHcvx64VKnPD9H/>. Acesso em: 21 nov. 2024.

VIEIRA, A. L. S. **Caracterização do amido isolado de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) em função da temperatura e tempo de armazenamento do grão**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/35227>. Acesso em: 19 fev. 2025.

VILAR, D. Estrutura Anatômica e Composição Química do Grão de Milho. **Portal Agriconline**, [s. l.], 29 mar. 2022. Disponível em: <https://agriconline.com.br/portal/artigo/estrutura-anatomica-e-composicao-quimica-do-grao-de-milho/>. Acesso em: 4 fev. 2025.

WALTER, M.; SILVA, L. P. da; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 974–980, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/K5bRNBgDq76JZNK4zLjpJjr/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

WANAPAT, M.; KANG, S.; POLYORACH, S. Development of feeding systems and strategies of supplementation to enhance rumen fermentation and ruminant production in the tropics. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, n. 4, v. 32, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-32>. Acesso em: 13 nov. 2024.

WILBERT, C. A.; PATINO, H. O.; SILVEIRA, A. F. L.; MEDEIROS, F. S.; BERNADÁ, M. H. G. Influência da adição de levedura ativa (*Saccharomyces cerevisiae*), em uma suplementação protéica, sobre o consumo de matéria orgânica digestível, digestibilidade da matéria orgânica e digestibilidade da fibra em detergente neutro em ovinos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia 42., 2005, Goiânia.

Anais [...] 42. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Goiânia: SBZ, 20052005. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/289415>. Acesso em: 4 fev. 2025.

WLODARSKI, L. Determinação e quantificação de protozoários ciliados e bactérias do rúmen de bovinos em pastagens temperadas e tropicais. 2017. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2457>. Acesso em: 5 nov. 2024.

CAPÍTULO 2: EFEITO DE DIETAS COM ALTA CONCENTRAÇÃO DE AMIDO DE MILHO E CEVADA ASSOCIADAS A ADITIVOS NO CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E BIOQUÍMICA DE CORDEIROS

1. INTRODUÇÃO

A alimentação exerce papel fundamental nos sistemas de produção animal, considerando que é em decorrência dela que os nutrientes essenciais são disponibilizados para que os animais expressem seu potencial produtivo. Os ovinos são especificamente exigentes do ponto de vista nutricional, o que requer dietas balanceadas em energia, proteínas, vitaminas e minerais. Deficiências ou excessos na alimentação podem afetar seu crescimento, saúde, reprodução e produção. A inclusão de concentrados na dieta visa atender as exigências nutricionais dos animais, em decorrência dos sistemas baseados em pastagens não apresentarem em geral alta densidade de nutrientes, além de conterem altos teores de fibra, o que restringe o consumo voluntário. Além disso, a adoção de tecnologias alimentares que promovam maior eficiência produtiva é fundamental, principalmente no uso contínuo dos insumos.

Dietas com elevados teores de amido têm se tornado cada vez mais comuns na produção de ruminantes, em razão do seu potencial para beneficiar a eficiência alimentar - que é relação entre a quantidade de alimento consumido e o gado de peso ou produção obtida - e o desempenho produtivo dos animais. Entretanto, o uso inadequado de amido pode ocasionar desequilíbrios na fermentação ruminal, aumentando o risco de distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal, que comprometem a saúde e o bem-estar animal.

Para assegurar a estabilidade ruminal e aumento da produtividade a utilização de aditivos, como leveduras, enzimas e taninos, têm se mostrado uma estratégia eficaz para mitigar os efeitos adversos associados ao alto consumo de amido, beneficiando a

digestibilidade do amido e modulando a microbiota ruminal, o que proporciona um ambiente mais estável e eficiente. Ademais, esses aditivos contribuem para a melhoria da eficiência alimentar, tornando a dieta mais segura ao estabilizar o ambiente ruminal e reduzir distúrbios metabólicos, e mais produtiva, por otimizar a digestibilidade e a utilização dos nutrientes, resultando em maior desempenho zootécnico. Portanto, o manejo adequado do uso de aditivos em dietas ricas em amido é primordial para garantir a segurança e produtividade na alimentação de ruminantes.

A utilização de enzimas exógenas, como as enzimas amilolíticas, e de leveduras, como *Saccharomyces cerevisiae*, tem sido estudada com objetivo de melhorar os índices de digestibilidade e degradabilidade das fibras, do amido e das proteínas nos alimentos de ruminantes, além de auxiliar otimização dos ingredientes da dieta, torna-se possível reduzir os custos com alimentação sem comprometer o desempenho produtivo dos animais. As enzimas amilolíticas auxiliam no melhor aproveitamento energético da dieta. As leveduras vivas promovem um ambiente anaeróbio no rúmen, além de beneficiar as bactérias fibrolíticas. Os taninos, por sua vez, têm capacidade de formar complexos com proteínas, propiciando efeitos positivos na eficiência do uso das proteínas, ou quando em altos teores podendo ser prejudiciais.

Com base nas informações apresentadas, é indispensável investigar de que forma a combinação estratégica de taninos, enzimas e leveduras, pode influenciar os parâmetros digestivos e metabólicos em cordeiros. Embora esses compostos sejam bem documentados em estudos isolados, suas prováveis interações possuem estudos limitados, principalmente em dietas baseadas em alto teor de concentrado. Dessa maneira, o estudo em questão tem como intuito avaliar os efeitos de diferentes combinações desses aditivos sobre a digestibilidade dos nutrientes no perfil metabólico sanguíneo de cordeiros, alimentados com dieta com alto teor de amido.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Experimental Capim Branco, no setor de caprinos e ovinos pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, MG. O estudo ocorreu de 10 de julho de 2023 a 22 de setembro de 2023, e foi aprovado pela CEUA da UFU com o nº de protocolo 139/16.

Durante setenta e cinco dias, foi conduzido o estudo de digestibilidade com cinco cordeiros mestiços (Dorper X Santa Inês), com idade média de 65 dias e peso médio inicial de 15,768 kg. Inicialmente, os animais foram desmamados e, em seguida, submetidos a um período de adaptação a uma dieta com alto teor de concentrado. Esse período de transição alimentar foi planejado com o objetivo de adaptar gradualmente o rúmen a nova dieta, rica em concentrado e energia. Os animais foram distribuídos ao acaso e posicionados em gaiolas metabólicas individuais identificadas, cada uma correspondendo a uma unidade experimental e seu respectivo tratamento. Essas gaiolas eram providas por bebedouro e cocho, de acordo com o padrão estabelecido pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT).

O experimento foi conduzido segundo um delineamento quadrado latino 5x5, envolvendo cinco tratamentos e cinco períodos. O estudo foi dividido em cinco fases, cada uma com 15 dias. Em cada fase, realizaram-se pesagens no início e no final para obtenção do peso médio, o qual foi utilizado no cálculo do consumo de matéria seca (CMS) em relação ao peso corporal e ao peso metabólico. O período de adaptação dos animais à dieta teve duração de 10 dias, sendo os 5 dias restantes atribuídos para coleta de dados. Ao final de cada fase, os animais foram sujeitos a uma troca de tratamento, seguida por novo período de adaptação e, posteriormente, coleta de dados. No decorrer da coleta de dados foram avaliadas diariamente as sobras de alimento, o consumo da dieta ofertada, o consumo de água, avaliação de escore fecal, a densidade e o volume de urina, além da excreção urinária e fecal. O consumo era ajustado semanalmente, de acordo com as pesagens dos animais.

Os aditivos empregados no experimento abrangearam o Tanino SilvaFeed® BX, um fitogênico formulado por uma associação de taninos extraídos de castanha e Quebracho (62%) e saponinas (7%). Também foi aplicada a enzima amilolítica Amaize® (Alltech®), proveniente da fermentação do fungo *Aspergillus oryzae*, que fornece enzimas alfaamilases. Por fim, utilizou-se a levedura viva Yea-Sacc® (*Saccharomyces cerevisiae*, 5×10^9 UFC/g, Alltech®). As dietas experimentais incluíram 5 tratamentos distintos: 1 – Controle (sem aditivos); 2 – Enzima Amilolítica + Tanino; (TE), 3 – Enzima Amilolítica + Levedura Viva (EL); 4 – Levedura Viva + Tanino (TL); 5 – Levedura Viva + Tanino + Enzima Amilolítica (TLE). Os aditivos foram dosados diariamente em uma balança de precisão Shimadzu® UW620H (precisão de 0,001), e adicionados nas rações ofertadas.

As proporções utilizadas foram: 0,5 g de enzima amilolítica por kg de MS, 0,15 g de tanino por kg de MS e 2 g de levedura por kg de MS.

As dietas utilizadas no experimento foram formuladas de acordo com o NRC (2007) para cordeiros mestiços, com uma proporção de 25% de volumoso e 75% de concentrado. As tabelas 1,2 e 3 apresentam a composição bromatológica e a formulação do concentrado e dos aditivos.

Tabela 1. Composição Bromatológica das dietas experimentais

Nutrientes	Dieta				
	Concentrado	Silagem	Dieta Total		
Matéria Seca%*	91,57	29,61	75,08		
Proteína Bruta%*	27,13	8,86	22,06		
Fibra em Detergente Neutro%*	37,69	54,02	41,27		
Fibra em Detergente Ácido%*	14,68	33,84	19,97		
Matéria Mineral%*	12,43	5,34	10,66		
Amido%*	72,15	30	58,62		
Energia Bruta*(cal/g)	4,04	4	4,3		
Concentrado					
Ingredientes	Cevada	Milho moído	Farelo de Soja	Sal mineral	Calcário
Inclusão (%)	55	28	10	5	2
Composição dos aditivos					
Aditivos	Fonte				
Enzima	Produto seco de fermentação de <i>Aspergillus oryzae</i>				
Levedura	Levedura ativa de cepas de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>				
Tanino	Mistura de taninos de castanha e quebracho (62%) e saponinas (7%)				

*Valores obtidos após análises feitas no laboratório de nutrição animal do curso de Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia. Enzima (Amaize® – Alltech); Levedura (Yea-Sacc® – Alltech); Tanino (Silvafeed® BX)

Os animais foram pesados no início e no final de cada fase experimental, sendo as pesagens realizadas com balança digital contendo pêndulo da marca Kapbom, e precisão de 50 g. Após jejum noturno, os animais foram pesados antes da primeira refeição do dia no período matinal para obtenção do peso vivo e ajuste do consumo alimentar. O fornecimento das dietas experimentais ocorreu duas vezes ao dia, às 08h e às 16h, após pesagem precisa em balança eletrônica Junipi®, com precisão de 5 g.

As sobras foram medidas diariamente no período da manhã, e quando necessário, a quantidade fornecida foi ajustada para que permanecesse as sobras em 10%. O consumo pelos animais foi calculado através da diferença entre a quantidade oferecida e a quantidade de sobras. Além disso, amostras de sobras foram coletadas diariamente de cada gaiola, para que no final de cada período de coleta, realizasse uma amostra composta, referente aos cinco dias de coleta de cada fase. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em freezer a -15°C.

O escore fecal foi avaliado por meio de observação visual, utilizando uma escala de 1 a 5, conforme descrito por Dickson e Jolly (2011). As avaliações foram realizadas durante os cinco dias de coleta, sempre pelo mesmo observador, visando assegurar a padronização. Fezes ressecadas e sem brilho foram classificadas como escore 1, enquanto fezes diarreicas receberam escore 5. A escala foi caracterizada da seguinte forma: 1) fezes ressecadas e sem brilho; 2) fezes com aspecto normal; 3) fezes amolecidas, com perda de formato e aderência entre si (semelhante a cacho de uva); 4) fezes amolecidas e sem formato definido (semelhantes às de suínos); 5) fezes diarreicas. Ao longo desse período, as fezes eram pesadas para estimar a produção diária total, e 100g de fezes eram coletadas diariamente. Ao final de cada fase, as amostras diárias foram homogeneizadas e armazenadas em freezer a -15°C.

Ao encerrar cada período experimental, as amostras compostas de sobras e fezes foram sujeitas a pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar com temperatura de 55 °C durante 72 horas, até atingir peso estável. Posteriormente, as amostras passaram por moinho de facas do tipo Willey para moagem total das amostras, a fim de obter partículas de 1 mm. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas no laboratório, para obter o teor de matéria seca das sobras e fezes. A determinação ocorreu utilizando estufa, com temperatura de 105 °C, durante 24 horas. Dessa maneira, conseguiu-se

calcular a matéria seca definitiva, o teor, e a digestibilidade dos nutrientes dessas amostras.

Foram analisadas no laboratório de nutrição animal do curso de Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia os seguintes nutrientes: proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e amido,

A proteína bruta (PB) foi determinada pelo método Kjeldahl, conforme descrito no Compêndio de métodos Analíticos (Detmann et al., 2012 – Método INCT-CA N-001/1). A matéria mineral foi avaliada por meio da queima da amostra a 600°C por 3 horas, segundo o método INCT-CA M001/1. Com base nos resultados, foram calculados parâmetros como consumo e digestibilidade de proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), amido (CA) e matéria seca (CMS), considerando a diferença entre o ofertado, sobras, excreção fecal.

A energia bruta (EB) foi estimada por meio de um calorímetro adiabático (Parr®, modelo 6200, Moline, Illinois, EUA), empregando a técnica direta de quantificação energética por bomba calorimétrica. Para esse fim, foram mensurados os teores energéticos do alimento fornecido, das sobras e das fezes. 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.

O consumo de água pelos animais, foi analisada medindo-se a diferença entre a quantidade de água ofertada diariamente (8 litros por animal) e a quantidade restante nos baldes, considerando também a perda por evaporação diária. Para medir a evaporação diária da água, um balde com capacidade de oito litros era colocado todos os dias no galpão experimental, em local fora do alcance dos animais e na mesma altura dos baldes utilizados nas gaiolas metabólicas. A determinação da perda por evaporação ocorreu pela diferença entre os oito litros oferecidos e as sobras averiguadas na manhã seguinte. Sendo a quantificação obtida por meio de provetas graduadas de plástico, com capacidade de dois litros e precisão de 20 mL da marca prolab®.

A coleta total de urina foi realizada utilizando baldes contendo 100 mL de ácido clorídrico (HCl) para evitar a volatilização do nitrogênio (N), bem como a eventual fermentação microbiana existente no ambiente, e telas para retenção de fezes, com objetivo de evitar a contaminação. A coleta urinária foi executada diariamente no período

da manhã, sendo o volume urinário mensurado por meio de uma proveta plástica com capacidade de dois litros e precisão de 20 mL. A densidade da urina foi determinada utilizando um refratômetro manual portátil da marca Megabrix®, incorporada ao uso de pipetas descartáveis para a coleta de um volume de 1 mL da amostra retirada do balde coletor. Essa amostra foi cuidadosamente inserida sobre o prisma do refratômetro, mantendo-se a mesma posição durante a medição a fim de evitar oscilações e garantir a precisão dos resultados. Após cada análise, o refratômetro foi higienizado, procedimento crucial para prevenir interferências dos dados entre as diferentes unidades experimentais.

Diariamente, foi coletada 20% da urina de cada animal e armazenadas em garrafas plásticas ao longo dos cinco dias. Após a coleta, as amostras foram homogeneizadas individualmente e filtradas com papel descartável. Posteriormente, foram armazenadas em garrafas plásticas identificadas a -15°C para análise subsequente.

A quantidade de nitrogênio (N) na urina foi quantificada pelo método Kjeldahl (Silva e Queiroz, 2002), com as seguintes modificações:

- Foi incorporado 1 mL de amostra de urina, 5 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e uma mistura catalítica em um tubo de ensaio.
- As amostras foram submetidas a um processo de digestão, com temperatura inicial de 50°C e aumentando gradualmente a temperatura de 50°C, até a mudança de coloração da amostra.
- Concluída a digestão, as amostras foram então destiladas, adicionando-se uma quantidade de água destilada à amostra digerida.
- Durante a destilação, adicionaram-se 25 mL de hidróxido de sódio a 50% ($NaOH$) e 20 mL de ácido bórico (H_3BO_3) em um erlenmeyer. O processo resultou na coleta de 100 mL amostra destilada.
- A amostra destilada foi titulada com ácido clorídrico (HCl) 0,1N, adicionando gradualmente o ácido até observar a mudança de coloração da amostra.
- O consumo de ácido na titulação permitiu calcular o teor de nitrogênio da amostra, através da fórmula:

$$\%N = (V \times FC \times N \times 0,014) \times 100$$

Onde: V = volume de HCl 0,1N gasto na titulação; FC = fator de correção do HCl 0,1N; N = normalidade do ácido utilizado na titulação; 0,014 = miliequivaleente-grama do nitrogênio; P = peso da amostra em gramas.

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):

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

Amostras de sangue foram coletados através da veia jugular por venopunção com auxílio de tubos Vacutainer® (BD, São Paulo, São Paulo, Brasil) nos d11, d13 e d15 para avaliação dos componentes bioquímicos no sangue, e no d15 para avaliação da curva glicêmica em cada fase. As coletas ocorreram às 8:00 h, antes da primeira alimentação.

Para avaliar a curva glicêmica no d15 de casa fase experimental, as amostras foram coletadas às 8:00 h antes da primeira refeição, 11:00 h, 14:00 h, 17:00 h e 20:00 h com tubos contendo fluoreto de sódio e ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) como inibidor glicolítico e anticoagulante. A segunda refeição foi ofertada logo após a última coleta noturna. As amostras de sangue foram centrifugadas a 3500 RPM por 15 minutos, sendo o soro separado em alíquotas, armazenado em microtubos plásticos estéreis de 1,5 mL, identificados antecipadamente, e congelado a -20°C para análise posterior.

Para análises de metabólitos sanguíneos energéticos, enzimáticos e proteicos dos animais foram coletados dois tubos, um com ativador de coágulos (sílica) para estimar, colesterol, triglicérides, lipoproteína de alta densidade (HDL), lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), gamaglutamiltransferase (GGT), fosfatase alcalina (FA) aspartatoaminotransferase (AST) e outro tubo de fluoreto para glicose, em jejum antes da primeira alimentação. As amostras foram processadas em um analisador PKL 125 com reagentes Labtest®, e os resultados obtidos pela média de 3 dias de coleta por fase.

O experimento foi analisado estaticamente utilizando por meio de um delineamento quadrado latino 5x5. Inicialmente todos os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov) e de homocedasticidade (Bartlett) para verificar a conformidade aos pressupostos da análise de variância (ANOVA). Para a variável escore de fezes foi utilizado análise não paramétrica de Friedman. A curva glicêmica foi avaliada por meio da análise de significância dos efeitos e regressão linear. E as variáveis de consumo, digestibilidade de nutrientes, e metabólitos sanguíneos, foi adotada a ANOVA, seguida pelo teste de comparações múltiplas de Tukey a 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas para o consumo de matéria seca (CMS), tampouco na relação consumo de matéria seca com peso metabólico (CMSPM) (tabela 2). De acordo com o NRC (2007), cordeiros com peso corporal aproximado de 20 kg, é recomendado consumir 0,83 kg/dia. Logo, no presente estudo, o consumo de matéria seca apresentou valores acima do recomendado, representando 139%, 141%, 141%, 127% para os tratamentos Controle, TE, TL e TLE, respectivamente, sendo uma média de 136%.

Provavelmente isso ocorreu devido a proporção da dieta conter maior teor de concentrado (75:25, conforme Tabela 1), o que confere maior palatabilidade e qualidade nutricional, tornando a dieta mais atrativa para os animais, além da maior qualidade, o que estimula maior consumo. Segundo Nunes et al. (2020), dietas com menor teor de fibra, os ovinos demonstram aumento no consumo de matéria seca. Infere-se que isso ocorra em decorrência ao menor volume de ocupação ruminal e à maior digestibilidade desses alimentos, em comparação com aquelas que apresentam teores mais elevados de fibra.

Em contrapartida, o consumo de matéria seca em relação ao peso corporal sofreu diferenças estatísticas significativas ($P=0,04$). O tratamento tanino e levedura (TL), apresentou maior valor (4,96%) significativamente superior ao tratamento tanino, levedura e enzima (TLE) (4,30%). Possivelmente, houve relação sinérgica entre o TL. A levedura favorece a estabilidade do pH ruminal e estimula a populações de microrganismos benéficos do rúmen.

Enquanto o tanino em níveis adequados aumenta o aporte de aminoácidos no intestino em decorrência do complexo-proteína que ocorre no rúmen, melhorando a eficiência do uso da proteína. Adicionalmente, os taninos utilizados, continham saponinas, melhorando a proliferação de bactérias, em decorrência do efeito inibitório aos protozoários, acarretando na maior fermentação e produção de ácidos graxos voláteis que fornecem energia. Infere-se que essa combinação tenha proporcionado estabilidade no rúmen tornando-o mais eficiente, favorecendo maior consumo relativo sem comprometer a saúde do ambiente ruminal.

Tabela 2. Influência da adição de aditivos no consumo e na digestibilidade da ração

Parâmetros Avaliados	Tratamentos					P-valor	Média	CV	EP
	Controle	LE	TE	TL	TLE				
<i>Consumo</i>									
CMS	1,16	1,17	1,17	1,14	1,05	0,14	1,14	6,74	0,06
CMS/PV	4,87ab	4,85ab	4,81ab	4,96a	4,30b	0,04	4,76	6,47	0,1
CMS/PM	106,69	106,33	106,69	105,45	94,48	0,06	103,93	6,44	2,26
CPB	0,31	0,31	0,31	0,3	0,26	0,07	0,3	10,88	0,02
CFDN	0,67	0,68	0,68	0,66	0,63	0,4	0,67	6,32	0,04
CFDA	0,34	0,35	0,35	0,34	0,33	0,77	0,34	7,44	0,02
CA	0,8	0,79	0,8	0,71	0,78	0,94	0,78	27,96	0,04
CA/PV	3,37	3,27	3,31	2,93	3,13	0,59	3,2	5,89	0,8
<i>Digestibilidade</i>									
DMS	70,99	71,92	71,71	69,49	73,35	0,77	71,49	6,55	1,38
DPB	84,96	85,54	84,73	83,08	83,78	0,25	84,42	5,05	0,85
DFDN	72,38	74,07	70,97	70,85	74,99	0,67	72,65	7,37	1,71
DA	98,15	98,55	98,68	95,92	97,74	0,66	97,81	3,7	0,72

LE= Levedura + Enzima; TE= Tanino + Enzima; TL= Tanino + Levedura; TLE= Tanino + Levedura + Enzima. CMS: consumo de matéria seca, CMSPV: consumo de matéria seca em relação ao peso corporal, CMSPM: consumo de matéria seca por peso metabólico e CPB: consumo de proteína bruta, CFDN: consumo de fibra em detergente neutro, em kg dia-1, CFDA: consumo de fibra em detergente ácido, em kg dia-1, CA: consumo de amido expresso em kg dia-1. DMS: digestibilidade da matéria seca; DPB: digestibilidade da proteína bruta; DFDN: digestibilidade da fibra em detergente neutro; DA: Digestibilidade Amido. MG: média geral CV: coeficiente de variação; EP: Erro padrão. Letras distintas na coluna diferem-se pelo Teste de Tukey a 5%. MG: média geral CV: coeficiente de variação;

Schuh (2021), avaliando o efeito da adição de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), em dieta com alto teor de concentrado, não observou influência da inclusão de levedura no CMS e no ganho médio diário. Freitas et al., (2022), ao utilizar enzimas

exógenas em dietas de alto teor de concentrado para ovinos em crescimento, não encontraram diferenças significativas no CMS. A inclusão de taninos de diferentes origens nas dietas de borregas não influenciou o CMS, de acordo com Dutra (2023). Os demais parâmetros avaliados - consumo de proteína bruta (CPB), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e o consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) - não obtiveram diferenças estatísticas.

O CPB recomendado pelo NRC (2007) é de 0,137 kg/dia para ovinos em crescimento, dessa maneira os animais apresentaram valores acima do recomendado, sendo 226%, 226%, 226%, 218% e 190% para os tratamentos Controle, TE, TL e TLE, respectivamente. Esses resultados podem ser atribuídos ao alto teor de concentrado presente nas dietas, o que favorece o maior aporte proteico independentemente da combinação dos aditivos. Vilaça (2025), propôs dietas com alto teor de concentrado para ovinos, e o CPB se manteve constante mesmo com as diferenças de combinações de aditivos.

Dietas com elevados teores de proteína bruta podem sobrecarregar o organismo animal e afetar seu metabolismo, levando à desaminação do excesso de aminoácidos. Esse processo gera subprodutos, como amônia e ureia, que, em concentrações elevadas, podem tornar-se tóxicos aos animais (Zhao et al. 2023).

O CFDN apresentou valores superiores aos observados por Vilaça (2025), que utilizando dieta com altos teores de amido para ovinos, encontrou uma média de 0,32 kg dia⁻¹. Isso ocorre devido a composição da dieta, provavelmente em decorrência do presente estudo conter resíduo de cervejaria e apresentar alto teor de fibras. Sanchez et al., (2007) analisaram dietas com diferentes tipos de relação volumoso:concentrado, e diferentes formas de oferta do grão de milho, sendo grão inteiro e grão moído, constaram-se que o tratamento contendo grãos de milhos inteiros e proporção 50:50 apresentou valores próximos do CFDN do presente estudo.

Quanto ao CFDA, os valores também apresentaram elevação em comparação ao estudo realizado por Vilaça (2025), que apresentou média de 0,13 kg dia⁻¹. Infere-se que a combinação entre o concentrado contendo resíduo de cervejaria, e o uso de apenas 25% de volumoso na dieta esteja contribuindo para o aumento do CFDA.

Os parâmetros de CA e CAPV não apresentaram alterações no consumo em decorrência da adição dos aditivos. De acordo com Vilaça (2025), isso ocorre

possivelmente devido às dietas serem iguais entre todos os tratamentos, aliadas à alta palatabilidade proporcionada pelo alto teor de amido, à semelhança da idade dos animais, que eram jovens, e a ausência de diferença estatística no CMS. Apesar do alto CA no presente estudo, os animais não apresentaram distúrbios metabólicos. Infere-se que a fibra fisicamente efetiva presente na dieta contribuiu para que os animais não apresentassem distúrbios metabólicos, uma vez que estimulou a salivação, a qual exerce função tamponante no rúmen, promovendo aumento do pH ruminal. As variáveis de digestibilidades aparentes não foram influenciadas pelos tratamentos ($P \geq 0,05$) (Tabela 2). Todas as variáveis mantiveram valores elevados, não sendo dependente das combinações de aditivos.

A digestibilidade da matéria seca (DMS) no presente estudo foi de 71,49%, não havendo diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Esses resultados corroboram com os dados apresentados por Moreno et al. (2010), que também não detectaram diferenças significativas nos coeficientes de DMS (77,23%) em cordeiros alimentados com diferentes níveis de concentrado. O elevado consumo de matéria seca observado pode estar relacionado ao alto teor de carboidratos não fibrosos, especialmente amido, presente no concentrado. A substituição parcial da fibra em detergente neutro do volumoso por carboidrato não fibroso gera maior rapidez e intensidade dos processos fermentativos no rúmen e ao longo do trato gastrintestinal, o que pode elevar a taxa de digestão da dieta.

Apesar de não terem sido encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos, os coeficientes de digestibilidade de proteína bruta (DPB) foram altos, com média de (84,4%). Dutra (2023), trabalhando com inclusão de taninos de diferentes origens na dieta de borregas, obteve valor de DPB de 92,54%, e os outros tratamentos que contendo inclusão de taninos mantiveram DPB próximas aos sem taninos. De forma semelhante, Gloria-Trujillo et al. (2022) não encontraram alterações nos coeficientes de digestibilidade da dieta com a adição 0, 3, 5 e 10 g animal⁻¹ dia⁻¹ de *Saccharomyces cerevisiae* em dietas ricas em amido para cordeiros.

Sugere-se que a qualidade da dieta e a proporção concentrado: volumoso, exerceram maior influência sobre a digestibilidade do que a inclusão dos aditivos. Espera-se no presente estudo, que a inclusão de farelo de soja no concentrado como fonte nitrogenada de alto valor biológico, aliada ao uso de ingredientes ricos em carboidratos

fermentáveis (milho e cevada), auxilie o crescimento microbiano no rúmen. Este efeito, ocasiona em maior incorporação do nitrogênio dietético à proteína microbiana, ocasionando em aumento da digestibilidade. Assim, o sinergismo entre as fontes energéticas e nitrogenadas na dieta parece ter sido fator determinante para os elevados valores do coeficiente de DPB.

A digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) apresentou valores próximos a 72,5%, mesmo com o volumoso utilizado na dieta, a silagem de milho, sendo considerado de boa qualidade. No entanto, a alta proporção de concentrado (75%), rica em amido, pode ter promovido uma intensa fermentação ruminal, elevando a produção de ácidos graxos voláteis (AGV), e consequente redução do pH no rúmen. Essa acidez no rúmen tende a comprometer a atuação das bactérias fibróticas o que pode reduzir a digestibilidade da fração fibrosa, mesmo quando esta apresenta elevado valor nutricional. O aproveitamento da fração fibrosa é pertencente à qualidade da fibra, assim como a composição da microbiota ruminal, e o tempo de retenção da digesta no rúmen (Maeda et al., 2007).

A distinção no aproveitamento da fração fibrosa está relacionada à qualidade da fibra, à composição da microbiota ruminal e ao tempo de retenção da digesta no rúmen. Gilaverte et al., (2011) avaliando dietas com alto teor de concentrado (72%), encontrou DFDN correspondente a 64,61%.

A forma de processamento de grão, tipo de grão e a proporção entre amilose e amilopectina afetam significativamente em como será degradado o amido no trato digestivo de ruminantes. No presente estudo, as fontes de amido eram compostas por resíduo de cervejaria (cevada) e milho moído, com diferentes fermentabilidade ruminal. A cevada, contida no resíduo de cervejaria, contém alta proporção de amilopectina (70-80%), o que possui alta fermentação ruminal. Em comparação ao milho moído, embora também rico em amilopectina (72-76%), possui estrutura do grão mais densa e resistente, o que retarda sua fermentação no rúmen, permitindo que parte do amido escape para digestão no intestino delgado. Essa diferença no perfil de fermentação permite um equilíbrio entre o fornecimento energético imediato no rúmen (via cevada) e eficiência da digestão pós ruminal (via milho), contribuindo para altos coeficientes de digestibilidade do amido (DA), como observado no estudo.

Em estudo conduzido por Queiroz et al., (2008) a DA apresentou valores semelhantes ao presente estudo, correspondendo a (99,4%), demonstrando que o amido das rações experimentais foi digerido no trato gastrointestinal. Da mesma forma Vilaça (2025), também encontrou valores semelhantes ao presente estudo, onde a DA correspondeu a 99,25%. Já Hart & Glimp (1991), obtiveram 85% de digestibilidade do amido e não observaram diferença ($p>0,05$) nessa variável. Concluindo-se, quanto maior o índice de processamento do grão e maior a qualidade do grão e do volumoso utilizado na dieta, maior será o índice de digestibilidade.

Os dados demonstrados na Tabela 3, não houve diferença entre os tratamentos. Os ovinos conseguem obter água de diferentes fontes, como água presente nos alimentos, água metabólica proveniente do catabolismo dos nutrientes, e água de beber. De acordo com o NRC (2007), para ovinos, o consumo de água ingerida deve ser de duas a três vezes superior ao consumo de matéria seca (CMS) conforme indicado na Tabela 2 (valor do CMS = 1,14). Dessa forma, no presente estudo os animais mantiveram-se dentro da faixa de normalidade fisiológica. Assim sendo, considerando o alto teor de MS presente na dieta (Tabela 1), observou-se uma relação água ingerida/consumo de matéria seca ($\text{CH}_2\text{O}/\text{CMS}$), de 3,16 L, o que demonstra que esses animais estavam em equilíbrio hídrico.

A relação entre o consumo de água e a produção de urina ($\text{CH}_2\text{O}/\text{U}$) detectada no presente estudo foi de 2,20 L, sugerindo que para cada 2,20 L de água ingerida, os animais excretam 1 L de urina. Sendo esse valor fisiologicamente aceitável, dado que parte da água ingerida é utilizada em processos metabólicos, secreções digestivas, produção fecal, manutenção do equilíbrio hídrico, não sendo exclusivamente eliminada em forma de urina.

A quantidade de volume de excreção urinária recomendada por Reece (2006), é 100-400 mL para cada 10 kg de peso vivo em ovinos. No presente estudo, o peso médio encontrado foi de 24,28 kg e a excreção média foi aproximadamente 1,640 mL dia⁻¹, sendo assim, estava em média 70% maior que o valor de referência. Este fato ocorre em decorrência do maior consumo de água (CH_2O), induzido pelo alto teor de matéria seca da dieta. Consequentemente, observou-se também uma maior razão entre o consumo de água e o consumo de matéria seca ($\text{CH}_2\text{O}/\text{CMS}$), ocasionando na maior produção urinária, sem, no entanto, comprometer o equilíbrio hídrico dos animais.

Apesar das oscilações quantitativas aos parâmetros de CH₂O/CMS, os valores permaneceram de acordo com os padrões fisiológicos esperados, indicando que os aditivos não impactaram de forma significativa. Além do mais, os aditivos parecem não interferir na eficiência do uso hídrico, associada ao consumo de matéria seca ou excreção urinária.

Tabela 3. Influência da adição de aditivos sobre o Consumo de água (CH₂O) expresso em L dia⁻¹, Relação Consumo de água e consumo matéria seca (CH₂O/CMS), expresso em L kg dia⁻¹, Relação Consumo de água e produção urina (CH₂O/U) expresso em L dia⁻¹, Quantidade urinária (UR) expresso em L dia⁻¹, Densidade urinária (DUR), Balanço de nitrogênio (BN) expresso em % dia⁻¹, Nitrogênio urinário (NUR) expresso em % dia⁻¹, Nitrogênio fecal (NF) expresso em % dia⁻¹.

Parâmetros avaliados	Tratamentos					P- VALOR	MG	CV	EP
	Controle	LE	TE	TL	TLE				
CH ₂ O	3,77	3,60	3,86	3,97	3,71	0,85	3,78	14,24	0,29
CH ₂ O/CMS	3,05	2,81	3,01	3,39	3,55	0,27	3,16	17,58	0,2
CH ₂ O/U	2,47	2,01	2,12	2,45	1,95	0,24	2,2	19,53	0,19
UR	1,56	1,59	1,74	1,52	1,76	0,86	1,64	26,03	0,14
DUR	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	0,69	1,02	0,19	0
BN	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,70	0,06	31,25	0
NUR	4,33	4,24	4,3	4,44	4,01	0,89	4,26	16,21	0,16
NF	0,71	0,73	0,72	0,72	0,74	0,99	0,72	10,21	0,03

LE= Levedura + Enzima; TE= Tanino + Enzima; TL= Tanino + Levedura; TLE= Tanino + Levedura + Enzima. CH₂O: Consumo de água (L); CH₂O/CMS: Relação Consumo de água e consumo matéria seca (L/Kg); CH₂O/U: Relação Consumo de água e produção urina (L); UR: Quantidade urinária (L); DUR: Densidade urinária; BN: Balanço de nitrogênio (%); NUR: Nitrogênio urinário (%); NF: Nitrogênio Fecal MG: média geral, CV: coeficiente de variação, EP: Erro padrão.

Os valores encontrados no presente estudo relativos à densidade urinária (DUR) são valores que estão dentro do intervalo considerado fisiologicamente normal (1,020 g/mL), de acordo com os níveis propostos por Henriques et al. (2016), que corresponde

ao intervalo de (1,020-1,050 g/mL). Concluindo-se que os animais permaneceram hidratados durante o experimento, além de indicar função renal preservada.

Os parâmetros relacionados ao metabolismo do nitrogênio - Balanço de nitrogênio (BN), Nitrogênio urinário (NUR), Nitrogênio fecal (NF) não apresentaram efeito estaticamente significativo entre os tratamentos ($P > 0,05$). Morgado (2014) estabelece que a excreção diária de nitrogênio urinário (NU) deve variar entre 4,0-8,5 g no presente estudo, a média registrada foi de 4,26 g dia⁻¹, valor que se enquadra dentro do intervalo recomendado, indicando que a perda renal de nitrogênio foi baixa, sendo assim, pode se dizer que os ovinos estão aproveitando a proteína ingerida, os aminoácidos estão sendo utilizados e os rins não está sobrecarregado.

O consumo de nitrogênio possui relação com o consumo de proteína bruta (CPB) na dieta dos animais. Sendo que maiores teores proteína bruta, maior será a ingestão de nitrogênio. Consequentemente, maiores excreções de NUR e NF (Berchielli; Pires; Oliveira; 2011). Todavia, Van Soest (1994) ressalta que aproximadamente 85% do nitrogênio total contido nas fezes é de origem bacteriana, sugerindo que a excreção fecal de nitrogênio está relacionada a eficiência da fermentação ruminal, e crescimento microbiano que é dependente do tipo de dieta ofertada. Dietas balanceadas, com apropriado fornecimento de proteína degradável no rúmen (PDR), beneficiam a síntese de proteína microbiana, auxiliando maior incorporação de nitrogênio pelos microrganismos, acarretando em menor excreção fecal.

No presente estudo, o valor médio de nitrogênio fecal observado foi de 0,71, considerado relativamente baixo. Concluindo-se que a dieta fornecida aos animais do presente estudo, possuía boa qualidade, e disponibilidade adequada de PDR, beneficiando a utilização eficiente do nitrogênio para a síntese microbiana no rúmen e reduzindo a perda de nitrogênio pelas fezes.

O balanço de nitrogênio (BN) observado no presente estudo não sofreu influências com a adição dos aditivos ($p=0,70$), mantendo-se positivo, o que indica que os animais tiveram boa eficiência na utilização de nitrogênio da dieta. O que está de acordo com os dados de digestibilidades aparentes da dieta que não sofreram divergências entre os tratamentos. Além disso, não foram observadas alterações na digestibilidade de proteína bruta (DPB) e nem a retenção de nitrogênio pelos animais. Porém, a DPB apresentou valores elevados (Tabela 5), devido ao alto teor de concentrado na dieta, indicando que

as perdas fecais e urinárias de nitrogênio foram menores e não afetaram o aproveitamento proteico.

A concentração de amônia no rúmen exerce papel essencial na determinação do destino do nitrogênio, podendo haver perda de nitrogênio pela parede ruminal, ou conversão em a ureia proveniente da síntese no fígado a partir da amônia (Van Soest, 1994). Isso significa que o organismo gasta energia para metabolizar, e quando não utilizado, é descartado quanto o N não é aproveitado pela síntese microbiana.

A ausência de efeito pode estar relacionada com a modificação da população microbiana ruminal. O que sugere que os microrganismos do ambiente ruminal possuem a capacidade de se adaptarem conforme a dieta, devido aos microrganismos possuírem suas preferências a determinados substratos. Além disso, os taninos possuem potencial para reduzir a degradação ruminal de proteínas, formando complexos taninos-proteínas. Sendo fortemente relacionado com a fonte e concentração, podendo não acarretar em efeitos expressivos para alterar a dinâmica do nitrogênio significativamente (Fróes; Pinheiro, 2023).

Dessa maneira, a falta de efeitos estaticamente significativos sobre os parâmetros nitrogenados pode ser explicada por diversos fatores, como adaptação da microbiota ruminal, o alto teor de concentrado da dieta e volumoso de alta qualidade, ou sinergia dos aditivos testados. Monnerat et al. (2013) também não observaram efeitos sobre balanço de nitrogênio em bovinos de corte suplementados com leveduras em dietas com alto teor de concentrado. Reforçando os achados do presente estudo. Conclui-se, que os aditivos testados não acarretam em prejuízos ao metabolismo de nitrogênio e nem em relação a eficiência de uso proteico pelos animais. Ademais, a composição da dieta favoreceu com seus ingredientes a fermentação ruminal.

Não houve efeito dos tratamentos sobre a energia bruta ingerida (EBI), energia digestível ingerida (EDI) e digestibilidade da energia bruta (DEB) ($P > 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Influência da adição de aditivos sobre a Energia bruta ingerida (EBI) expresso em kcal/g, e Energia digestível ingerida (EDI) expresso em % dia -1 e Digestibilidade da energia bruta (DEB).

Parâmetros avaliados	Tratamentos					P-valor	Média	CV	EP
	Controle	LE	TE	TL	TLE				

EBI	4,66	4,73	4,68	4,54	4,23	0,17	4,57	7,05	0,22
EDI	3,41	3,48	3,51	3,32	3,12	0,63	3,37	^{12,9} ₂	0,2
DEB	72,58	73,05	73,92	71,07	72,86	0,93	72,69	7,04	1,35

LE= Levedura + Enzima; TE= Tanino + Enzima; TL= Tanino + Levedura; TLE= Tanino + Levedura + Enzima. EBI: Energia bruta ingerida (Kcal/g); DEB: digestibilidade da energia bruta; EDI: Energia digestível ingerida (%); MG: média geral, CV: coeficiente de variação; EP: erro padrão.

A energia bruta ingerida (EBI) apresentou média geral de (4,57 kcal/g), o que era esperado, uma vez que as dietas apresentavam alto teor de concentrado (75%). Refletindo o elevado teor energético da dieta. Essa densidade energética elevada pode resultar em maior desempenho animal, desde que a dieta esteja adequadamente balanceada para atender as necessidades nutricionais (Medeiros et al. 2007).

A energia digestível ingerida (EDI) apresentou média de 3,37% dia⁻¹, não apresentando diferenças significativas ($P=0,63$). Infere-se que esse valor, aliado à elevada EBI, indica que embora a alta densidade da dieta a eficiência na conversão dessa energia em frações digestíveis foi consistente entre os grupos experimentais. Além disso, a digestibilidade da energia bruta (DEB) teve média de 72,69%, o que é considerado moderado para dietas com alta proporção de concentrado.

As leveduras possuem a capacidade de favorecer um ambiente anaeróbico no rúmen, além de estimular a fermentação microbiana. Em pesquisa realizada por Kogbuewu e Mbajiorgu (2023), observaram que a inclusão de levedura na dieta, de forma isolada, elevou a energia digestível em cabras lactantes. Este efeito pode ser relacionado com a capacidade das leveduras remover oxigênio das superfícies dos alimentos recém-ingeridos, beneficiando para um ambiente mais anaeróbico no rúmen, além da presença de composto solúveis, como vitaminas, peptídeos, aminoácidos e ácidos orgânicos, que beneficiam a microbiota ruminal. Infere-se, portanto, que houve sinergia na combinação dos três aditivos proporcionando adequado consumo de energia.

Com relação ao perfil proteico, a inclusão dos aditivos na dieta trouxe diferenças estatísticas para a concentração de albumina (Tabela 5), já os demais metabólitos se mantiveram dentro dos valores recomendados por Varanis et al. (2021).

Tabela 5 - Influência da adição de aditivos sobre o perfil proteico em relação a albumina (g/dL), Proteínas totais(g/dL), Ureia (mg/dL), Ácido úrico (mg/dL) e Creatinina (mg/dL).

Parâmetros Avaliados	Tratamentos				P-V	MG	EP	VR
	Controle	LE	TE	TL				
Alb. (g/dL)	7,54a	2,76ab	5,34a	2,68b	3,31a	0,001	3,99	0,88
Prot. T. (g/dL)	5,2	6,01	5,64	6,02	5,6	0,32	5,72	0,17
Ureia (mg/dL)	47,04	47,86	44,44	47,46	44,68	0,9	46,3	2,05
Ác. úrico (mg/dL)	3,47	3,8	2,36	3,44	3,08	0,4	3,23	2,56
Creat. (mg/dL)	0,54	0,69	0,78	0,71	0,7	0,29	0,69	0,04
								0,40-1,80

Alb= albumina; Prot. T. = proteínas totais; Ureia = Ureia; Ác. úrico= ácido úrico; Creat = creatinina; LE= Levedura + Enzima; TE= Tanino + Enzima; TL= Tanino + Levedura; TLE= Tanino + Levedura + Enzima; P-V: P-Valor; MG: Média Geral; EP= Erro padrão; CV: Coeficiente de variação; VR: Valores de referência segundo Varanis et al., (2021);

A albumina é a proteína mais presente no plasma sanguíneo, sintetizada principalmente pelo fígado, e suas concentrações plasmáticas são amplamente usadas como marcador da função hepática e do estado nutricional proteico. Infere-se que a densidade energética e proteica da dieta tenha influenciado os níveis plasmáticos de albumina, enquanto os aditivos parecem ter atenuado esse efeito. Isso explica o valor acima da faixa fisiológica recomendada no grupo controle (7,54 g/dL), refletindo uma resposta hepática exacerbada. De acordo com Brito (2004), menores concentrações de proteínas totais estão associadas a dietas com deficiências nutricionais, as quais resultam na diminuição dos níveis plasmáticos de albumina, o que não foi demonstrado no presente estudo.

Os níveis séricos de proteínas totais, ureia e creatinina permaneceram dentro dos valores de referências estabelecidos por Varanis et al. (2021). A dieta proporcionou uma ingestão adequada de proteína bruta ($0,30\text{g dia}^{-1}$) (Tabela 1), com uma taxa de digestibilidade de 84,42% (Tabela 1), indicando que os animais estavam usufruindo bem a proteína consumida. Esses resultados indicam que a inclusão de diferentes combinações de aditivos do presente estudo, não afetou negativamente o metabolismo proteico dos animais. Grande parte da proteína que chega ao ambiente ruminal é transformada em amônia, para que possa ser aproveitada pelos microrganismos presentes no rúmen na produção da proteína microbiana.

Quando há escassez de carboidratos na dieta para essa utilização da amônia, ela será absorvida pela parede ruminal e conduzida até o fígado transformando em ureia. Essa

ureia pode retornar ao rúmen via saliva, difusão na parede ruminal, ou eliminada na urina ou no leite aos animais lactantes. Conclui-se, portanto, que é possível que houve grande sinergismo com o alto teor de concentrado presente na dieta (Tabela 1). Indicando maior passagem de nitrogênio, menor quantidade de nitrogênio livre no ambiente ruminal que poderia escapar e ser metabolizado em ureia no fígado (Kaneko; Harvey; Bruss, 2008).

Os níveis séricos de ácido úrico permaneceram elevados na maioria dos tratamentos, excedendo o intervalo de referência (0-2,9 mg/dL), até mesmo o grupo controle (3,47 mg/dL), o que reforça a influência da própria dieta, com alto teor de concentrado (75%), sobre o perfil fermentativo ruminal. Somente o grupo tanino + enzima amilolítica (TE) demonstrou valor médio dentro da faixa fisiológica (2,36 mg/dL). O grupo TLE (tanino + levedura + enzima amilolítica) registrou a maior concentração (3,08 mg/dL), indicando intensificação do metabolismo microbiano. Não houve diferença estatística entre os tratamentos. Tais valores elevados sugerem que ocorreu intensa fermentação no ambiente ruminal, uma vez que cerca de 85% de ácido úrico plasmático é derivado do metabolismo bacteriano no rúmen. Partindo do pressuposto que a dieta continha elevado nível de concentrado e duas fontes de amido de alta digestibilidade ruminal, é plausível atribuir os níveis elevados de ácido úrico ao efeito direto da composição da dieta sobre a atividade microbiana.

O ácido úrico é resultante da degradação de purinas, indicando diretamente a intensidade da fermentação e a eficiência da síntese microbiana (Kosloski, 2011). Sob essa perspectiva, infere-se que os aditivos tenham promovido respostas distintas no ambiente ruminal, impactando a produção e absorção de compostos nitrogenados. O grupo TE, com valores dentro da normalidade, pode indicar uma fermentação microbiana mais equilibrada, beneficiando o aproveitamento dos metabólitos purínicos, como o ácido úrico (Neto et al. 2017).

A creatinina é excretada estritamente por via renal, sendo que sua concentração plasmática representa a taxa de filtração glomerular. Altos níveis deste metabólito podem sugerir deficiência na função renal (Silva et al., 2020). O presente estudo expõe valores que estão dentro da faixa recomendada (0,69 mg/dL) (Tabela 5), indicando boa saúde renal, com ou sem aditivos corroborando essa observação, os valores de densidade urinária (DUR) também se mantiveram dentro do intervalo fisiológico (1,020 g/mL) (Tabela 6), o que reforça adequada capacidade de concentração renal e bom estado de

hidratação dos animais durante o experimento. Além disso, os níveis de nitrogênio urinário (N urinário = 4,26) (Tabela 3) confirmam a manutenção da função renal considerando que esse parâmetro reflete a excreção de compostos nitrogenados, cuja eliminação é dependente da boa funcionalidade renal e balanço hídrico adequado. Conclui-se que os animais apresentaram boa integridade da função renal e se mantiveram hidratados durante o período experimental.

Em estudo realizado por Schuh (2022), avaliando cordeiros mestiços Dorper X Santa Inês alimentados com dieta com proporção concentrado:volumoso (60:40), observou que a adição de levedura viva (5 g/animal/dia) não apresentou alterações nos parâmetros metabólicos (albumina 3,14 g/L; creatinina: 1,01 g/L; ureia: 52 g/L; glicose 85,47mg/dL).

A suplementação de taninos, leveduras e enzimas amilolíticas em dietas de alto teor de concentrado para borregos foram avaliadas por Vilaça (2025) encontrando valores similares aos do presente estudo, proteínas totais (6,42 mg/dL), ureia (46,77 mg/dL), creatinina (0,77 mg/dL) apresentando diferenças apenas para a albumina (0,59 g/dL) e ácido úrico (0,39 mg/dL). Esses achados indicam que a adição de aditivos em dietas de alto teor de concentrado contribuiu para a manutenção do perfil adequado, sem comprometer os bioquímicos avaliados, o que pode ser considerado benéfico sobre o metabolismo proteico. Dessa forma, são necessários mais estudos para entender melhor as combinações de aditivos utilizados em dietas para cordeiros em crescimento, com intuito de aprofundar a compreensão sobre suas combinações e possíveis impactos positivos no desempenho e metabolismo de ovinos.

As análises em questão a associação dos aditivos não causaram efeitos significativos ($p>0,05$) para o colesterol, triglicerídeos, HDL, LDL, conforme a tabela 6. A análise integrada das concentrações de glicose, colesterol, triglicerídeos, lipoproteínas em ruminantes é indicada por que nenhum desses indicadores, avaliados isoladamente, são capazes de refletir com exatidão o estado do metabolismo energético. Essa exigência é em decorrência da complexidade do metabolismo desses animais, principalmente em fases fisiológicas críticas como crescimento, transição, lactação ou em condições de estresse nutricional, em que múltiplos processos metabólicos estão engajados simultaneamente (Fernandes et al., 2012).

Tabela 6. Influência da adição de aditivos em relação ao perfil energético

Parâmetros Avaliados	Tratamentos				P-V	MG	CV	EP	VR
	Controle	LE	TE	TL					
Col.(mg/dL)	49,8	54	47,2	43,8	50,4	0,71	49,04	23,57	2,61
Trig. (mg/dL)	63,26	48,52	88,82	37,78	40,52	0,52	55,78	34,48	15
HDL (mg/dL)	43,52	51,66	50,9	51,26	49,5	0,59	49,37	27,75	2,74
LDL (mg/dL)	21,41	25,09	28,21	23,14	25,91	0,36	24,74	24,42	1,28
									0,80- 83,36

Col.=Colesterol (mg/dL); Trig.=Triglicerídeos(mg/dL); LE= Levedura + Enzima; TE= Tanino + Enzima; TL= Tanino + Levedura; TLE= Tanino + Levedura + Enzima; P-V= P-Valor; MG=Média geral; CV: Coeficiente de variação; EP: Erro padrão; VR: Valores de referência segundo Varanis et al., (2021);

Os teores séricos de colesterol permaneceram dentro do esperado para todos os tratamentos avaliados. Apesar da dieta do presente estudo possuir uma maior proporção de concentrado, ainda assim manteve os níveis séricos de colesterol dentro dos valores de referência, mesmo com o uso das combinações dos aditivos. De acordo com Villa et al (2009), os níveis de colesterol plasmático servem como bons indicativos para o total de lipídeos no plasma, estando relacionado com a dieta do animal. No rúmen o colesterol é sintetizado a partir do acetil-COA, proveniente do ácido acético, gerado no rúmen originado da fermentação da fibra dietética (Silva et al., 2020).

A ausência de diferenças significativas pode estar relacionada com a composição da dieta, predominantemente baseada em carboidratos solúveis. Além disso, os aditivos utilizados na dieta não possuem ação direta em relação ao metabolismo lipídico, o que pode ter contribuído para a estabilidade dos níveis de colesterol entre os grupos experimentais. Vale destacar que o colesterol desempenha papel crucial na síntese de ácidos biliares e hormônios esteroides, incluindo os originados pelas glândulas adrenais e gônadas. Contudo, concentrações elevadas de colesterol, triglicerídeos estão relacionadas a possíveis distúrbios metabólicos e variações fisiopatológicas, podendo

acarretar em problemas à saúde dos animais (Carneiro et al., 2015), o que não foi encontrado no presente estudo.

Nos ruminantes, os lipídeos desempenham papel central no fornecimento de energia, sendo o colesterol derivado tanto de origem endógena quanto exógena. Sua forma de circulação no plasma é associada com lipoproteínas (HDL, LDL, VLDL), representando em torno de 30% da fração lipídica plasmática (Carneiro et al., 2015).

Os níveis plasmáticos de triglicerídeos não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. Infere-se que as associações dos aditivos utilizados no presente estudo não promoveram alterações significativas. Segundo Kaneko et al. (2008), os triglicerídeos representam uma fração relativamente pequena em relação ao perfil lipídico plasmático, apresentando normalmente concentrações baixas em decorrência da limitada síntese hepática de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), responsáveis pelo transporte de triglicerídeos na corrente sanguínea. Portanto, conclui-se que não houve influência significativa da associação dos aditivos sobre os níveis de triglicerídeos plasmáticos em ovinos alimentados com dietas ricas em carboidratos solúveis.

Os valores médios obtidos no presente estudo de HDL e LDL não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. Apesar da ausência de significância estatística, os valores médios gerais foram 49,37 mg/dL para HDL e 24,74 mg/dL para LDL, ambos dentro da faixa de referência para ovinos, segundo Varanis et al. (2021), que reportam valores de 13-79 mg/dL para HDL e 0,80-83,36 mg/dL para LDL. Esses resultados indicam que os animais mantiveram um perfil lipídico compatível com a normalidade fisiológica sem indícios de distúrbios no metabolismo de lipoproteínas.

Vilaça (2025), ao investigar os efeitos de diferentes combinações de aditivos (levedura, enzima amilolítica e tanino) em cordeiros alimentados com dietas ricas em concentrado relatou que não houve diferença significativa nos níveis de colesterol (53,33 mg/dL), triglicerídeos (16,34 mg/dL), HDL (34,72 mg/dL), LDL (19,94 mg/dL).

A suplementação de extrato de tanino de Quebracho (52,8 g/kg), conforme investigado por Buccioni et al. (2017), não resultou em modificações nos triglicerídeos plasmáticos (17,91) dos cordeiros. Demonstrando a não diferença estatística.

Com intuito de avaliar uma possível sobrecarga hepática nos animais, foram quantificadas as concentrações de enzimas hepáticas no decorrer do experimento. Contudo, não foram observadas diferenças entre os grupos experimentais (Tabela 7).

Tabela.7 Influência da adição de aditivos em relação ao perfil enzimático

Tratamentos	Parâmetros Avaliados		
	AST (UL)	GGT (UL)	ALP (UL)
Controle	102,1	23,08	257,48
LE	103,46	25,2	247,62
TE	110,34	30,02	262,08
TL	99,04	29	256,5
TLE	112,18	34,44	220,94
P-Valor	0,56	0,86	0,45
MÉDIA	105,42	28,35	248,92
CV	13,47	1,25	14,89
EP	4,53	2,86	10,33
VR	47-353,5	31-154	58-727,7

LE= Levedura + Enzima; TE= Tanino + Enzima; TL= Tanino + Levedura; TLE= Tanino + Levedura + Enzima. CV: Coeficiente de variação; VR: Valores de referência segundo Varanis et al., (2021); AST - aspartato aminotransferase; GGT - gama glutamil transferase; ALP: Fosfatase alcalina

As enzimas hepáticas mensuradas no presente estudo (AST, GGT e ALP) não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, apontando que as combinações de aditivos não comprometeram significativamente esses parâmetros. Todos os tratamentos exibiram valores de AST e ALP correspondente aos intervalos fisiológicos descritos por Varanis et al., (2021), (47-353,5 U/L para AST e 58-727,7 U/L para ALP), evidenciando preservação da função hepática. Entretanto, os níveis de GGT apresentaram valores inferiores aos níveis de referência (31 U/L) em todos os grupos, com exceção ao tratamento TLE (34,44 U/L). Essa redução não foi estatisticamente significativa, inferindo-se que houve uma modulação fisiológica provocada pela dieta do presente estudo, caracterizada com alto teor de concentrado e ricas em fontes de amido altamente fermentáveis, o que aumenta a carga metabólica hepática. Conclui-se que a dieta, em síntese, tenha influenciado a liberação da GGT de forma geral, sendo o tratamento TLE o único a manter o nível enzimático dentro da faixa de normalidade, o que pode refletir sinergia entre tanino, levedura e enzima sobre a função hepática.

A enzima aspartato aminotransferase (AST) está principalmente presente no fígado, mas também é encontrada em músculo cardíaco, músculos esqueléticos e nos eritrócitos. Valores elevados nas concentrações de AST, podem sugerir lesões hepáticas extensas, como lesão hepato-celular secundária, proveniente da excessiva mobilização lipídica, e outros sinais clínicos como icterícia. O que não foi observado neste estudo. Da mesma forma a enzima gama glutamil transferase (GGT) deve ser considerada, dado que pode indicar lesões hepáticas como AST, sendo assim deduzindo a sobre o estado de saúde do fígado.

A fosfatase alcalina (ALP) é uma enzima encontrada em múltiplos tecidos, principalmente nos hepatócitos, principais contribuidores por sua atividade sérica basal. A ALP é empregada comumente como biomarcador funcional hepático. Seus níveis, assim como os de colesterol, podem estar associados ao estado metabólico e a mobilização de reservas energéticas. Neste estudo, os níveis de ALP permaneceram de acordo com os valores de referência (Zani; Barcelos; Madureira, 2010).

Os resultados obtidos de acordo com o perfil metabólico energético e enzimático, indica que a dieta estava balanceada. As condições experimentais foram realizadas de forma a evitar qualquer privação nutricional ou problemas hepáticos. Os diferentes aditivos e suas demais combinações não geraram alteração destes metabólitos no sangue corroborando a adequação nutricional.

A glicose é um substrato energético primordial em todas as fases da vida dos ruminantes, e executa papel importante na avaliação do perfil metabólico desses animais. Suas concentrações no plasma sanguíneo, reguladas sobretudo pelos hormônios glucagon e insulina, são empregadas preponderantemente como um indicador significativo do metabolismo energético, suprindo combustível para a oxidação respiratória (Osório; Peixoto, 2007). Contudo os níveis de glicose mesmo que mantidos constantes por esses mecanismos hormonais, ela pode ser afetada por estados fisiológicos, como déficit energético, gestação ou lactação. Em decorrência a esse controle funcional, a glicose não costuma ser sensível a variações na ingestão de carboidratos na dieta, porém, pode sofrer variações em decorrência de desequilíbrio metabólico (Osório; Peixoto, 2007).

Não houve efeito da utilização dos aditivos testados e dos tempos de coleta sobre a glicose (Tabela 8). O valor geral médio encontrado da glicose foi de 72,73 mg/dL, demonstrando estar dentro dos valores de referência (33,98 mg/dL), proposto por Varanis

et al. (2021). A sua constância no decorrer do dia entende-se que os animais mantiveram a glicose estável de acordo com fornecimento energético alimentar

Tabela 8. Influência da adição de aditivos em relação ao nível de glicose ao longo do dia

Tratamentos	Parâmetros Avaliados				
	8 horas	11 horas	14 horas	17 horas	20 horas
Controle	68,10	70,26	70,14	72,46	72,98
LE	67,00	72,00	69,04	71,50	67,60
TE	67,58	69,84	73,78	76,00	76,36
TL	71,40	69,48	78,88	71,1	78,30
TLE	75,78	72,96	75,22	80,00	73,42
Média	69,97	70,91	71,81	74,21	73,73
P-valor	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
CV	12,43	7,74	7,14	9,86	10,73
Erro	1,74	1,1	1,03	1,47	1,58

LE= Levedura + Enzima; TE= Tanino + Enzima; TL= Tanino + Levedura; TLE= Tanino + Levedura + Enzima. CV: Coeficiente de variação;

5 CONCLUSÃO

A inclusão combinada de enzima amilolítica, levedura viva e tanino em dietas de alto teor de amido, não influenciou o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, e tampouco, acarretou distúrbios metabólicos de ovinos em crescimento.

REFERÊNCIAS

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. 583 p.

BUCCICIONI, A.; PAUSELLI, M.; MINJERI, S.; ROSCINI, V.; MANNELI, F.; RAPACCINI, S.; MELE, M. Chestnut or quebracho tannins in the diet of grazing ewes supplemented with soybean oil: effects on animal performances, blood parameters and fatty acid composition of plasma and milk lipids. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 153, p. 23–30, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.05.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448817301414?via%3Dihub>

CAIRO, F. C. **Effect of dietary protein and energy contents in hepatic and renal metabolism in sheep** - 2024. 41 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/41283>. Acesso em: 7 maio 2025.

CARNEIRO, M. M. Y.; MORAIS, M. das. G.; TONISSI, R. H. de; GOES, B. de; CARNEIRO FILHO, E. C.; COSTA, T. G. da; SOUSA, R. de; DUARTE, L. L.; SOUZA, A. B. D. L. Lipídios nas dietas de ruminantes. In: X MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ, 10., 2015, Campo Grande. *Anais [...]ANAIS DA X MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ*, 2015, p. 240-247. Disponível em: <https://famez.ufms.br/files/2015/09/LIP%C3%8COS-NA-DIETA-DE-RUMINANTES.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2025.

DICKSON, H.; JOLLY, S. **National procedures and guidelines for intensive sheep and lamb feeding systems**. Meat and Livestock Australia, [s. l.], 2011. Disponível em: <https://www.mla.com.au/research-and-development/reports/2020/national-procedures-and-guidelines-for-intensive-sheep-and-lamb-feeding-systems/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

DUTRA, T. O. **Uso do tanino em ração para ovinos: avaliação nutricional**. 2023. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/39490>. Acesso em: 27 abr. 2025.

FERREIRA, A. L. **Exigências nutricionais de energia de bovinos machos F1 Holandês x Gir determinadas pelas metodologias de abates comparativos e respirometria calorimétrica** – 2014. 117 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola Veterinária, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-9NSFWZ?locale=pt_BR. Acesso em: 28 abr. 2025.

FERNANDES, S. R.; FREITA, J. A. de; SOUZA, D. F. de; KOWALSKI, L. H.; DITTRICH, R. L.; ROSSI JUNIOR, P.; SILVA, C. J. A. da. Lipidograma como ferramenta na avaliação do metabolismo energético em ruminantes. *Bras. Agrociência*, Pelotas, v.18, n.1-4, p.21-32, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/CAST/article/view/2484>. Acesso em: 29 abr. 2025.

FREITAS, A. B. I. de; VILAÇA, L. E. G.; OLIVEIRA, K. A.; SCHUTZ, E. B.; SOUSA, L. F.; MACEDO JÚNIOR, G. de L. Uso de enzimas exógenas na alimentação de ovinos em crescimento. *Caderno De Ciências Agrárias*, [s. l.], v.14, p.1-9. DOI <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2022.41624>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/41624/32056>. Acesso em: 16 abr. 2025.

FRÓES, R. S.; PINHEIRO, D. N. Estratégias nutricionais para potencializar o uso do nitrogênio em ruminantes. *Boletim Científico Agronômico do CCAAB/UFRB*, v. 1, e2258, 2023. Disponível em: <https://ufrb.edu.br/ccaab/boletim-cientifico-agronomico-do-ccaab-volume1/2258-2258-pdf>. Acesso em: 27 abr. 2025.

GILAVERTE, S.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; FERREIRA, E. M.; MENDES, C. Q.; GENTIL, R. S.; BIEHL, M. V.; RODRIGUES, G. H. Digestibilidade da dieta, parâmetros ruminais e desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v.40, n.3, p.639-647, 2011. DOI <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000300024>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/WhZffYgbYTrZRq9GGTxgP8q/>. Acesso em: 27 abr. 2025.

GLORIA-TRUJILLO, A.; HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, D.; CROSBY-GALVÁN, M. M.; HERNÁNDEZ-MENDO, O.; MATA-ESPINOSA, M. A.; PINTO-RUIZ, R.; AYALA-MONTER, M. A.; OSORIO-TERAN, A. I. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de *Saccharomyces cerevisiae*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v.8, e20200281, 2022. DOI <http://dx.doi.org/10.37496/rbz5120200281>. Disponível em: <https://rbz.org.br/article/performance-and-carcass-characteristics-of-lambs-fed-diets-supplemented-with-different-levels-of-saccharomyces-cerevisiae/>. Acesso em: 4 maio 2025.

HART, S.P.; GLIMP, H.A. Effect of diet composition and feed intake level on diet digestibility and ruminal metabolism in growing lambs. **Journal of Animal Science**, [s. l.], v.69, p.1636-1644, 1991.

HENRIQUES, L. C. S.; GREGORY, L.; RIZZO, H.; HASEGAWA, M. Y.; MEIRA JUNIOR, E. B. S. Avaliação dos fatores etários sobre a função renal de ovelhas Santa Inês. Morfofisiologia. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n.07, p.642-646, 2016. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000700014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/sSgdKg5DJR6SXQw6qp9ns5z/?lang=pt#:~:text=Os%20valores%20encontrados%20neste%20estudo,que%20os%20animais%20mais%20jovens>. Acesso em: 4 maio 2025.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. San Diego: Academic Press, 2008.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3. ed. revista ampliada. Santa Maria: Editora UFSM, 2011.

MAEDA, E. M.; ZEOULA, L. M.; GERON, L. J. V.; BEST, J. de; PRADO, I. N. do; MARTINS, E. N.; KAZAMA, R. Digestibilidade e características ruminais de dietas com diferentes níveis de concentrado para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v.36, n.3, p.716-26, 2007. DOI 10.1590/S1516-35982007000300027. Disponível em: <https://rbz.org.br/pt-br/article/digestibilidade-e-caracteristicas-ruminais-de-dietas-com-diferentes-niveis-de-concentrado-para-bubalinos-e-bovinos/>. Acesso em: 27 abr. 2025.

MAKKAR, H. P. S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, Science Direct, v.49, n.3, p.241-256, 2003. DOI [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00142-1](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00142-1). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921448803001421?via%3Dihub>. Acesso em: 27 abr. 2025.

MARCONDES, M. I. Suplementação com produto da fermentação de levedura para vacas leiteiras recebendo dietas com diferentes níveis de amido. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEM-10_3aecc82777580771f5f405f519e670e2. Acesso em: 9 maio 2025.

MEDEIROS, G. R. de; CARVALHO, F. F. R. de; FERREIRA, M. de A.; BATISTA, Â. M. V.; ALVES, K. S.; MAIOR JÚNIOR, R. J. de S.; ALMEIDA, S. C. de. Efeito dos níveis de concentrado sobre o desempenho de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira De Zootecnia**, [s. l.], v.36, n.4, p.1162–1171, 2007. DOI <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000500025>. Disponível em:<https://www.scielo.br/j/rbz/a/cDCWgDFPGFZqKsNPXDQWRbQ/>. Acesso em:9 maio 2025.

MIGLIO, A.; ANTOGONNI, M. T.; MARESCA, C.; MONCADA, C.; RIONDATO, F.; SCOCCHIA, E.; MANGILI, V. Serum protein concentration and protein fractions in clinically healthy Lacaune and sarda sheep using agarose gel electrophoresis. **Veterinary clinical pathology**, [s. l.], v.44, n.4, p.564- 569, 2015. DOI <https://doi.org/10.1111/vcp.12302>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vcp.12302>. Acesso em:24 abr. 2025.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P. de; ARAÚJO, E. de L.; ALMORIM, E. L. C. de. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química nova**, [s. l.], v.28, n.5, p.892-896, 2005. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/YJDjDfvLBpkkbFXML3GPjdt/?lang=pt>. Acesso em: 27 abr. 2025.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L.; ROSSI, R. C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010. Acesso em: 20 maio de 2025.

ARAUJO, C. A.; NIKOLAUS, J. P.; MORGADO, A. A.; MONTEIRO, B. M., RODRIGUES, F. A.; VECCHIATO, T. A.; SUCUPIRA, M. C. Perfil energético e hormonal de ovelhas Santa Inês do terço médio da gestação ao pós-parto. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [s.l.], v.34, n.12, p.1251-1257, 2014. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014001200019>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/tgRTp5hh7QYmBZYM4hLbYdr/?lang=pt>. Acesso em: 27 abr. 2025.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2007.

NETO, J. G.; PEDREIRA, M. S.; SILVA, H. G. O.; ALVES, E. M.; SANTOS, E. D. J.; SILVA, Á. C.; CORRÊA, Y. R. Tipos de ureia e fontes de carboidratos nas dietas de cordeiros: síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio. **Revista Electrónica**

de Veterinária, [s. l.], v.18, n.9, p. 1–15, 2017. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653009064>.

NEUMANN, M.; OST, P. R.; PELLEGRINI, L. G. de; MELLO, S. E. G. de; SILVA, M. A. A. da; NÖRNBERG, J. L. Utilização de leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*) visando à produção de cordeiros Ile de France superprecoce em sistema de creep-feeding. **Ciência rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p.2285-2292, 2008. DOI <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000800030>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/wqhPTSDF5yQGSg4TZMjqySh/>. Acesso em: 6 maio 2025.

NUNES, A. S.; OLIVEIRA, R. L.; BORJA, M.S; BAGALDO, A. R.; MACOME, F. M.; JESUS, I. B.; SILVA, T. M.; BARBOSA, L. P.; GARCEZ NETO, A. F. Consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cordeiros submetidos a dietas com torta de dendê. **Archivo de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 232, p. 903-912, 2011 DOI <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000400007>. Disponível em: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_serial&pid=0004-0592&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 27 abr. 2025.

OGBUEWU, I. P.; MBAJIORGU, C. A. Meta-analytic effect of *Saccharomyces cereisiae* on dry matter intake, milk yield and components of lactating goats. **Frontiers in Veterinary Science**, [s. l.], v. 9, 2023. DOI <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1144334>. Disponível em:<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9942241/>. Acesso em: 30 abr. 2025.

OSÓRIO, M. T. M.; PEIXOTO, L. A. de O. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 299-304, 2007 DOI 10.18539/cast.v13i3.1376. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/busador.html?task=detalhes&source=all&id=W1556097006>. Acesso em: 28 abr. 2025.

QUEIROZ, M. A. A.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; GENTIL, R. S.; ALMEIDA, O. C.; AMARAL, R. C. do; MOURÃO, G. B. Desempenho de cordeiros e estimativa da digestibilidade do amido de dietas com diferentes fontes protéicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.9, p.1193-1200, 2008. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000900014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/hk54gydNdhZTwq54Xb7CyfK/>. Acesso em: 27 abr. 2025.

RAMALHO, L. M. **Acidose em vacas leiteiras: Revisão bibliográfica** - 2022, 50 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado – Engenharia Agronômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/993c6ea1-8ae5-4a1e-9a33-ba7b32d8def9>. Acesso em: 14 maio 2025.

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

SANCHEZ, L. M. B.; CARVALHO, P. A.; VELHO, J. P.; LIMA, L. D. de; CODORIN JUNIOR, R. L. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo

grão de milho moído, inteiro ou tratado com uréia, com três níveis de concentrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.1, p.229-234, 2007. DOI <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000100037>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/WfNqHsz8TK87sbQSw76xZBR/?lang=pt>. Acesso em: 7 maio 2025.

SARTORI, E. D. Uso de levedura na alimentação de bovinos de corte: uma revisão sistemática-metanálise – 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/142167>. Acesso em: 27 abr. 2025.

SCHUH, B. R. F. Uso de levedura na alimentação de ovinos confinados – 2021. 36f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, 2022. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/73400?show=full>. Acesso em: 27 abr. 2025.

SILVA, D. A. de P.; VARANIS, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. M.; SIQUEIRA, M. T. S.; MACEDO JÚNIOR, G. de L. Parâmetros de metabólitos bioquímicos em ovinos criados no Brasil. **Caderno de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 12, p.1-5, 2020. DOI <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.20404>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/20404>. Acesso em: 28 abr. 2025.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

VILLA, N. A.; PULGARÍN, E. F.; TABARES, P. A.; ANGARITA, E.; CEBALLOS, A. Medidas corporales y concentración sérica y folicular de lípidos y glucosa en vacas Brahman fértiles y subfértils. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.9, p.1198-1204, 2009. DOI <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000900019>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/FdZcKmtdDFdDHdBPJspsfCH/?lang=es>. Acesso em: 28 abr. 2025.

VILAÇA, L. E. G. Aditivos alimentares em dietas com alta concentração de amido para ovinos. 2025. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2025. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.118>. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/44947>. Acesso em: 14 abr. 2025.

ZANI, B. H.; BARCELOS, B.; MADUREIRA, K. M. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de ovinos da raça Dorper. **Anuário de produção de iniciação científica discente**, [s. l.], v.13, n. 20, p. 83-92, 2010. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/1235/1/artigo%2018.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2025.

ZHAO, X.; ALI, S.; HASSAN, M. F.; BASHIR, M. A.; NI, X.; LV, C.; YANG, H.; DANZENG, B.; QUAN, G. Effects of graded levels of dietary protein supplementation

on milk yield, body weight gain, blood biochemical parameters, and gut microbiota in lactating ewes. **Frontiers in Veterinary Science**, [s. l.], v.10, 1223450, 2023 doi: 10.3389/fvets.2023.122345 t. Sci. 10:1223450. doi: 10.3389/fvets.2023.122345