



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**METABOLISMO PROTEICO DE DIFERENTES ALIMENTOS NA DIETA DE
RUMINANTES**

ORLANDO FILIPE COSTA MARQUES

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Dourados-MS

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**METABOLISMO PROTEICO DE DIFERENTES ALIMENTOS NA DIETA DE
RUMINANTES**

ORLANDO FILIPE COSTA MARQUES
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira
Coorientador: Prof. Dr. Jeferson Rodrigues Gandra

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Dourados-MS

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M357m Marques, Orlando Filipe Costa
METABOLISMO PROTEICO DE DIFERENTES ALIMENTOS NA DIETA DE
RUMINANTES [recurso eletrônico] / Orlando Filipe Costa Marques. -- 2023.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Euclides Reuter de Oliveira.

Coorientador: Jefferson Rodrigues Gandra.

Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2023.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. bovinocultura. 2. confinamento. 3. nutrição. 4. nitrogênio. 5. proteína. I. Oliveira, Euclides Reuter De. II. Gandra, Jefferson Rodrigues. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

METABOLISMO PROTEICO DE DIFERENTES ALIMENTOS NA DIETA DE RUMINANTES

por

ORLANDO FILIPE COSTA MARQUES

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 28/02/2023



Documento assinado digitalmente
EUCLIDES REUTER DE OLIVEIRA
Data: 01/03/2023 15:53:39-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Euclides Reuter de Oliveira

Orientador UFGD



Documento assinado digitalmente
EDUARDO LUCAS TERRA PEIXOTO
Data: 01/03/2023 15:57:38-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Eduardo Lucas Terra Peixoto

UFGD

Documento assinado digitalmente



FLAVIO PINTO MONCAO
Data: 01/03/2023 16:38:20-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Flávio Pinto Monção

UNIMONTES

Documento assinado digitalmente



ROSELI APARECIDA DOS SANTOS
Data: 01/03/2023 17:04:19-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Roseli Aparecida dos Santos

UFVJM

Documento assinado digitalmente



VERA LUCIA BANYS
Data: 01/03/2023 23:57:01-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Vera Lúcia Banys

UFJ

À minha mãe, Maria que, com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

DEDICO!

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado forças e por sempre me guiar quando tudo se tornava difícil;

A minha família, especialmente a minha mãe Maria e irmã Magda por sempre me apoiarem, pelo amor incondicional recebido.

A Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) e o Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Professor Dr. Euclides Reuter de Oliveira, pela orientação durante o percurso.

Ao Professor Dr. Jefferson Rodrigues Gandra, pela coorientação e auxílio nos projetos.

Aos professores Dr. Eduardo Peixoto e Dr. Flávio Monção pelo auxílio e acompanhamento no desenvolvimento do trabalho.

Aos participantes da banca de defesa final e qualificação pelas contribuições nos manuscritos deste trabalho.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Zootecnia e Técnicos de laboratório que compartilharam conhecimento e experiências durante minha jornada.

Aos funcionários da fazenda experimental da UFGD e da Fazenda Nossa Senhora da Abadia, Sr. Valdomiro, Dona Abadia, Marcos e Danielle pela disponibilização da fazenda, pelo suporte e funcionários Fabio e Walmir por toda ajuda.

A todos os meus colegas do grupo de pesquisa, Brasilino, Rose, Murilo, William, pela ajuda na realização da minha pesquisa.

Aos meus colegas da Pós - Graduação, em especial: Jean, Rita, Henrique Momo (in memoriam), Isabelle, Janaína, Hellen, Nathalie pela convivência durante o percurso.

A todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Biografia do autor

Orlando Filipe Costa Marques, filho de Maria Rosa, nasceu em 10 de março de 1993 em Porteirinha, Minas Gerais. Em fevereiro de 2011, iniciou o curso Bacharelado em Zootecnia pela Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, graduando-se em julho de 2016. Em janeiro de 2017, iniciou-se o Mestrado em Zootecnia na Universidade Estadual de Montes Claros em Janaúba, onde desenvolveu estudos na área de Forragicultura e Pastagens submetendo-se à defesa da dissertação em dezembro de 2018. Em março de 2019, começou o curso de Doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados, em Dourados, Mato Grosso do Sul, procedendo à defesa de sua tese em 28 de fevereiro de 2023.

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
CAPÍTULO 1: REVISÃO DE LITERATURA: CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE PROTEÍNA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES	18
INTRODUÇÃO	20
Cinética da degradação de proteína no rúmen	21
PDR e PNDR na nutrição de ruminantes	24
Aminoácidos protegidos	24
Desempenho de bovinos com diferentes fontes de PDR e PNDR	27
Desempenho de bovinos suplementados com aminoácidos	28
CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO 2: METABOLISMO PROTEICO EM BOVINOS ALIMENTADOS COM SOJA DESATIVADA	38
Introdução	39
Material e Métodos	40
Resultados	44
Discussão	49
Conclusões	52
Referências Bibliográficas	52
CAPÍTULO 3:	57
METABOLISMO PROTEICO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE PROTEÍNA E ENERGIA	57
Metabolismo proteico de ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína e energia	
Introdução	58
Material e Métodos	60
Resultados	64
Discussão	66
Conclusões	68
Referências Bibliográficas	68
CAPÍTULO 4:	72

METIONINA PROTEGIDA E NÍVEIS DE PROTEÍNA NA DIETA SOBRE O METABOLISMO E PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS DE BAIXA PRODUÇÃO	72
Metionina protegida e níveis de proteína na dieta sobre o metabolismo e produção de vacas leiteiras	73
Introdução	74
Material e Métodos	75
Resultados	80
Discussão	85
Conclusão	87
Referências	87
ANEXOS: SOJA DESATIVADA EM DIETAS DE SEMI-CONFINAMENTO PARA NOVILHAS ½ ANGUS-NELORE	92
Introdução	93
Material e Métodos	93
Resultados	96
Conclusão	102
Referências Bibliográficas	102

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Quadro 1. Classificação dos 20 AA encontrados em proteínas do ponto de vista nutricional...25

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Composição bromatológica e composição das dietas experimentais.....41

Tabela 2 - Consumo e digestibilidade de nutrientes em bovinos alimentados com diferentes níveis de soja desativada.....45

Tabela 3 - Dinâmica ruminal de bovinos confinados alimentados com diferentes níveis de inclusão de soja desativada.....46

Tabela 4 - Balanço de nitrogênio em bovinos confinados alimentados com diferentes níveis de soja desativada.....47

Tabela 5 - Fermentação ruminal de bovinos confinados alimentados com soja desativada.....48

CAPÍTULO 3

Tabela 1- Composição das dietas experimentais.....60

Tabela 2- Consumo e digestibilidade de nutrientes de ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína e energia.....64

Tabela 3- Parâmetros ruminais de ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína e energia.....65

Tabela 4- Metabolismo proteico de ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína e energia.....65

CAPÍTULO 4

Tabela 1- Composição das dietas experimentais.....	74
Tabela 2- Consumo e digestibilidade de nutrientes de vacas de leite de baixa produção alimentadas com níveis de proteína com ou sem aminoácido protegido.....	80
Tabela 3- Parâmetros ruminais de vacas de leite de baixa produção alimentadas com níveis de proteína com ou sem aminoácido protegido.....	81
Tabela 4- Metabolismo de nitrogênio de vacas de leite alimentadas com aminoácido protegido	82
Tabela 5- Produção e composição do leite de vacas de leite de baixa produção alimentadas com níveis de proteína com ou sem aminoácido protegido.....	83
Tabela 6- Perfil lipídico do leite de vacas alimentadas com aminoácido protegido.....	83

ANEXOS

Tabela 1 - Composição e valor nutricional das dietas experimentais utilizadas.....	94
Tabela 2- Desempenho produtivo de novilhas ½ sangue Nelore-Angus acordo com as dietas experimentais.....	96
Tabela 3- Atributos e ultrassonografia de carcaça conforme as dietas experimentais.....	99
Tabela 4- Custos alimentares conforme as dietas experimentais.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ganho de peso médio diário conforme as dietas experimentais em função do período experimental.....	97
Figura 2. Conversão alimentar conforme as dietas experimentais em função do período experimental.....	97
Figura 3. Consumo concentrado conforme as dietas experimentais em função período experimental.....	98

RESUMO GERAL

A presente tese é apresentada em 5 capítulos, sendo uma revisão de literatura, e 4 artigos referentes aos experimentos 1, 2, 3 e 4. Capítulo 1: revisão de literatura: contextualização sobre proteína na alimentação de ruminantes. Objetivou-se por meio desta revisão bibliográfica é elucidar os principais avanços relacionados à utilização de fontes de proteína na nutrição de ruminantes e sua relação com o metabolismo dos nutrientes, desempenho e saúde animal. A busca por artigos foi realizada nas bases de pesquisa literária eletrônica: *Web of Science* e *Google Scholar*, utilizando termos de busca associados ou não, no plural ou singular, em inglês e em português, como: “*protein, ruminants, and cattle nutrition*”. Foram abordados aspectos como fontes de PDR e PNDR, relação entre PDR e PNDR, cinética da degradação de proteína no rúmen, aminoácidos protegidos, desempenho e metabolismo de bovinos com diferentes fontes de PDR e PNDR e desempenho e metabolismo de bovinos suplementados com aminoácidos. Capítulo 2: Metabolismo proteico de bovinos alimentados com soja desativada na dieta. Objetivou-se por meio deste trabalho avaliar o consumo e digestibilidade da matéria seca e metabolismo de bovinos confinados alimentados com inclusão de soja desativada na dieta. Foram utilizados cinco novilhos cruzados 7/8 Jersey x Zebu, divididos aleatoriamente em um quadrado latino onde os tratamentos experimentais foram: 0, 7, 14, 21 e 28% de inclusão de soja desativada na dieta total. Não foram observadas diferenças significativas para o consumo de matéria seca e orgânica entre os tratamentos. Para a digestibilidade foram observados efeitos quadráticos da inclusão de soja desativada para a MS, MO, PB E FDN. A soja desativada pode ser incluída entre 12% a 15% da matéria seca em dietas para terminação de bovinos confinados. Capítulo 3: Metabolismo proteico de ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína e energia. Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o metabolismo proteico de ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína e energia na dieta. Foram avaliados: Consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes e metabolismo. Foram utilizados oito cordeiros, distribuídos em um delineamento experimental em quadrado latino 4x4 duplo, com duas fontes de energia (silagens de grão úmido de milho e sorgo) e duas fontes de proteína (ureia e soja desativada). Os valores de consumo de MS, FDN e MO não diferiram entre as diferentes fontes de proteína e de energia avaliados ($P>0,05$). Os valores de pH diferiram entre si ($P=0,024$), onde o menor valor foi observado no tratamento SGUM+U. O uso da ureia ou soja desativada associada as silagens de grão de milho, ou sorgo reidratado na dieta de ovinos teve resultados semelhantes no metabolismo proteico. Capítulo 4: Aminoácidos

protegidos sobre o metabolismo e produção de vacas leiteiras. Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar níveis de proteína e a suplementação de aminoácidos protegidos sobre o metabolismo e produção de vacas leiteiras. Foram avaliados: o consumo e digestibilidade de matéria seca e nutrientes e metabolismo. Foram utilizadas oito vacas Jersey, distribuídas aleatoriamente em quadrado latino 4x4 duplo. As dietas experimentais foram: 1- Alta PB+ AA, 2- Baixa PB+AA, 3- Alta PB 4- Baixa PB, de forma que a alta e baixa PB fosse em concentrações de 15 e 12% respectivamente e fornecimento de 40g de metionina protegida. O consumo de MS, PB, FDN e MO não diferiram entre os tratamentos avaliados ($P>0,05$). Os parâmetros ruminiais avaliados, como NH_3 , pH e AGV's não apresentaram diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos. O uso de dietas com alta ou baixa proteína com ou sem a suplementação com metionina protegida não alterou o metabolismo, a produção e a composição do leite quando fornecida para vacas leiteiras de baixa produção. Anexos: Artigo submetido na revista Ciência Animal Brasileira. A pesquisa foi conduzida com objetivo de avaliar o desempenho produtivo, os atributos de carcaça, a ultrassonografia da carcaça e o custo alimentar de novilhas ½ sangue Nelore-Angus com dietas contendo ou não soja desativada.

Palavras-Chave: bovinocultura, confinamento, nutrição, nitrogênio, proteína.

GENERAL ABSTRACT

This thesis is presented in 5 chapters, being a literature review, and 4 articles referring to experiments 1, 2, 3, and 4. Chapter 1: literature review: contextualization of protein in ruminant feed. This literature review aims to elucidate the main advances related to the use of protein sources in ruminant nutrition and their relationship with nutrient metabolism, performance, and animal health. The search for articles was carried out in the electronic literary search databases: Web of Science and Google Scholar, using search terms associated or not, in the plural or singular, in English and Portuguese, such as: "protein, ruminants, and cattle nutrition". Aspects such as Sources of RDP and NDRP, Relationship between RDP and NDRP, Kinetics of protein degradation in the rumen, protected amino acids, performance and metabolism of cattle with different sources of RDP and NDRP, and performance and metabolism of cattle supplemented with amino acids were addressed. Chapter 2: Protein metabolism of cattle fed soy deactivated in the diet. The objective of this work was to evaluate the dry matter intake and digestibility and metabolism of feedlot cattle fed with the inclusion of deactivated soy in the diet. Five 7/8 Jersey x Zebu steers were used, randomly divided into a Latin square where the experimental treatments were: 0, 7, 14, 21, and 28% of deactivated soy inclusion in the total diet. No significant differences were observed for dry and organic matter intake between treatments. For digestibility, quadratic effects of deactivated soybean inclusion were observed for DM, OM, CP, and NDF. Deactivated soy can be included between 12% and 15% of the dry matter in diets for finishing feedlot cattle. Chapter 3: Protein metabolism of sheep fed different sources of protein and energy. The objective of this research was to evaluate the protein metabolism of sheep fed different sources of protein and energy in the diet. The following were evaluated: Intake and digestibility of dry matter and nutrients and metabolism. Eight lambs were used, distributed in a 4x4 Latin double square experimental design, with two sources of energy (wet corn and sorghum grain silages) and two sources of protein (urea and deactivated soy). DM, NDF, and OM consumption values did not differ between the different protein and energy sources evaluated ($P>0.05$). The pH values differed from each other ($P=0.024$), where the lowest value was observed in the SGUM+U treatment. The use of urea or deactivated soy associated with corn grain silages or rehydrated sorghum in sheep diets had similar results in protein metabolism. Chapter 4: Protected amino acids on metabolism and production in dairy cows. The objective of the present research was to evaluate protein levels and the supplementation of protected amino acids on the metabolism and production of dairy cows. The

intake and digestibility of dry matter and nutrients and metabolism were evaluated. Eight Jersey cows were used, randomly distributed in a 4x4 double Latin square. The experimental diets were: 1- High CP+AA, 2- Low CP+AA, 3- High CP 4- Low CP, so that the high and low CP were in concentrations of 15 and 12% respectively, and supply of 40g of methionine protected. The consumption of DM, CP, NDF, and OM did not differ between the evaluated treatments ($P>0.05$). The ruminal parameters evaluated, such as NH_3 , pH and AGV's did not show statistical difference between treatments ($P>0.05$). The use of high or low-protein diets with or without protected methionine supplementation did not alter milk metabolism, production, and composition when fed to low-producing dairy cows. Attachments: Article submitted to the journal *Ciência Animal Brasileira*. The research was carried out to evaluate the productive performance, the carcass attributes, the carcass ultrasonography, and the feed cost of ½ blood Nelore-Angus heifers with diets containing or not deactivated soy.

Keywords: livestock, confinement, nutrition, nitrogen, protein.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No cenário econômico brasileiro, a participação da pecuária vem se destacando, sendo fundamental para a manutenção do saldo comercial positivo brasileiro. No entanto, esse crescimento requer um enfoque sustentável no aspecto produtivo e nutricional, para evitar a crescente pressão sobre os recursos naturais da região e sobre o meio ambiente. Dentre estes aspectos a nutrição dos ruminantes apresenta uma grande vertente para estudos, visando diminuição de custos e aumento da produção de forma sustentável.

Avaliando os conceitos nutricionais, a utilização de diferentes fontes de proteína na dieta de ruminantes são formas práticas que visam esse estímulo produtivo na pecuária sustentável. As proteínas são moléculas formadas por um conjunto de aminoácidos, e apresentam papel fundamental nas funções biológicas do metabolismo animal, onde fazem parte do conteúdo celular, funções estruturais e enzimáticas, armazenamento de informações genéticas, receptores de informações dentre outras diversas funções (ZANTON, 2017).

Na nutrição de ruminantes, a proteína tem grande destaque, por ser o ingrediente de maior custo, além de ter efeito direto sobre o metabolismo de carboidratos (ROTTA *et al.*, 2016). Quanto às exigências de proteínas em bovinos, os níveis de fornecimento nas dietas dependem diretamente do nível de produção e ganho pretendido. O metabolismo de proteínas em ruminantes, se difere dos demais animais que não possuem câmaras fermentativas, de forma que a pré digestão pelos microrganismos ruminais podem ocorrer de diferentes maneiras, de acordo a fonte de proteína, modificando a composição da dieta. As principais fontes de proteínas para os animais ruminantes são a proteína microbiana, proteína dietética que não sofreu fermentação ruminal e proteína endógena sendo que a proteína que vai ser absorvida no abomaso é o resultado da digestão dos compostos nitrogenados, dentre eles os aminoácidos livres para serem absorvidos (SILVA *et al.*, 2007).

O incremento no desempenho animal em função da suplementação proteica pode não ser devido apenas ao maior consumo de forragem, mas devido a mudanças na digestibilidade ou na eficiência de utilização dos nutrientes (SOCREPPA 2020). A eficiência de utilização dos nutrientes via suplementação surge a partir da otimização de utilização dos recursos nutricionais basais oriundos das forragens tropicais, que constituem os principais recursos nutricionais em sistemas de produção de bovinos em pastejo, provendo, principalmente, compostos energéticos de baixo custo. Dessa forma justifica-se a importância da avaliação do metabolismo proteico na nutrição de animais ruminantes.

**CAPÍTULO 1: REVISÃO DE LITERATURA: CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE
PROTEÍNA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

Artigo redigido, formatado e adaptado as normas da Revista Ciência Agronômica

Qualis 2017-2022: A4

CONTEXTUALIZAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO PROTEICA EM DIETAS DE RUMINANTES

RESUMO: O objetivo desta revisão bibliográfica é elucidar os principais avanços relacionados à utilização de fontes de proteína na nutrição de ruminantes e sua relação com o metabolismo dos nutrientes, desempenho e saúde animal. Essa revisão foi realizada a partir de uma busca bibliográfica embasada em diferentes publicações encontradas em banco de dados. A busca por artigos foi realizada nas seguintes bases de pesquisa literária eletrônica: *Web of Science* e *Google Scholar*, utilizando termos de busca associados ou não, no plural ou singular, em inglês e em português, como: “*protein, ruminants, and cattle nutrition*”. Após análise dos arquivos nas duas bases científicas *Web of Science* e *Google Scholar*, foram excluídos arquivos por não se enquadrarem na temática ou por não atenderem os critérios de inclusão e artigos repetidos. Assim, foram selecionados 70 arquivos para uso no estudo, os mesmos foram tabulados em planilha do Excel® com as informações que são relevantes, para exploração na revisão. Foram abordados aspectos como fontes de PDR e PNDR, relação entre PDR e PNDR, cinética da degradação de proteína no rúmen, aminoácidos protegidos, desempenho e metabolismo de bovinos com diferentes fontes de PDR e PNDR e desempenho e metabolismo de bovinos suplementados com aminoácidos.

PALAVRAS-CHAVE: aminoácidos, bovinocultura, metabolismo, nutrição.

ABSTRACT: The aim of this bibliographical review is to elucidate the main advances related to the use of protein sources in ruminant nutrition and their relationship with nutrient metabolism, performance and animal health. This review was carried out based on a bibliographic search based on different publications found in the database. The search for articles was carried out in the following electronic literary search databases: Web of Science and Google Scholar, using search terms associated or not, plural or singular, in English and Portuguese, such as: “protein, ruminants, and cattle nutrition”. After analyzing the files in the two scientific databases Web of Science and Google Scholar, files were excluded because they did not fit the theme or because they did not meet the inclusion criteria and repeated articles. Thus, 70 files were selected for use in the study, they were tabulated in an Excel® spreadsheet with the relevant information, for exploration in the review. Aspects such as sources of PDR and PNDR, relationship between PDR and PNDR, kinetics of protein degradation in the rumen, protected amino acids, performance and metabolism of cattle with different sources of PDR and PNDR, and performance and metabolism of cattle supplemented with amino acids were addressed.

KEYWORDS: amino acids, cattle, metabolism, nutrition.

INTRODUÇÃO

As proteínas são moléculas formadas por um conjunto de aminoácidos ligados por ligações peptídicas, e apresentam papel fundamental nas funções biológicas do metabolismo animal, executando ações na célula, funções estruturais, enzimáticas, armazenamento genético, (ZANTON, 2017). Além de trabalhar como fonte de energia, está associado a vitaminas, minerais, lipídios e carboidratos, facilitando sua absorção e desempenho fisiológico (ANDRIGUETTO, 2006; ARAÚJO *et al.*, 2019).

Ademais, nos seres vivos, as proteínas participam ainda da formação dos músculos, no núcleo, citoplasma, membrana celular, órgãos, sistema neuronal e ossos (ANDRIGUETTO, 1990; NUNES, 1998). Em ruminantes, as principais fontes de proteínas são: proteína microbiana, dietética (sem fermentação ruminal), endógena (ROTTA *et al.*, 2016).

A pré digestão da proteína inicia-se no rúmen através da fermentação, enquanto a digestão ácida ocorre no intestino (abomaso) (SANTOS 2011; SOCREPPA 2020). Devido à digestão dos compostos nitrogenados, dentre eles os aminoácidos livres (ANDRIGUETTO, 1990).

Dessa forma evidencia-se a importância dos efeitos metabólicos de fontes protéicas na nutrição de animais ruminantes. Portanto, a presente revisão bibliográfica objetivou avaliar as

principais fontes de proteína das dietas de animais ruminantes, e suas relações com metabolismo e desempenho animal.

DESENVOLVIMENTO

Essa revisão foi realizada a partir de uma busca sistemática em diferentes bancos de dados. Foi utilizado bases de dados eletrônicos, como *Web of Science* e *Google Scholar*, utilizando termos de busca associados ou não, no plural ou singular, em inglês e em português, como: “*protein, ruminants and cattle nutrition*”. Após análise dos arquivos, foram excluídos arquivos por não se enquadrarem na temática ou por não atenderem os critérios de inclusão e artigos repetidos. Assim, foram selecionados 70 arquivos, os mesmos foram tabulados em planilha do Excel® com as informações que são relevantes, para exploração na revisão.

Cinética da degradação de proteína no rúmen

A proteína bruta dos alimentos pode ser dividida em proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR), ocorrendo conforme a disponibilidade das proteínas ou frações nitrogenadas no ambiente ruminal (SILVA *et al.*, 2007). De acordo Van Amburgh *et al.* (2015), as proteínas dos alimentos podem ser subdivididas em frações em função da sua solubilidade segundo modelo proposto pelo *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS): fração A (fração solúvel), B1 (fração solúvel rapidamente degradada no rúmen), B2 (fração insolúvel, com taxa de degradação intermediária no rúmen), B3 (fração insolúvel lentamente degradada no rúmen) e fração C, que é indigestível no trato digestivo.

Para a quantificação dessas proteínas, são aplicados três métodos, *in vivo*, *in situ*, *in vitro*, assim o método *in vivo* é mais preciso, por ser realizado no diretamente no animal, já a técnica de digestibilidade *in situ*, proposta por Orskov & McDonald (1979), consiste na avaliação da degradação de alimentos incubados em sacos de náilon, mantidos dentro do rúmen por uma fístula. A técnica *in vitro* desenvolvida por Tilley & Terry (1963), simula os processos de digestão que ocorrem no rúmen em ambiente de laboratório, artificialmente, apresentado valores de digestibilidade similares ao método *in vivo*.

A degradabilidade ruminal pode ser influenciada pelo pH, desempenhando papel na solubilidade da proteína bruta e na digestibilidade da fração fibrosa, devido maior quantidade de ácido que irá dificultar a ação das bactérias fibrolíticas e o acesso microbiano a proteína (CLARINDO, 2006). Contudo, o autor relata que pH ruminal também é influenciado pela taxa

de passagem, isso porque, uma vez há o aumento da taxa de passagem provocado pelo aumento do consumo de matéria seca ou processamento do alimento, poderá ocasionar na diminuição do período de permanência do alimento no rúmen e aumentar o seu teor de PNDR.

Além disso, Socreppa *et al.*, (2017) relata que as proporções de proteína verdadeira e de nitrogênio não protéico (NNP) possuem influência na degradabilidade da proteína, onde o NNP possui degradação total no rúmen rápida. Ao chegar ao rúmen NNP é convertido em amônia e utilizada pelos microrganismos ruminais (MEDEIROS & MARINO, 2015).

Deste modo, o NNP é considerado como proteína disponível, pois as bactérias irão incorporar a amônia e a transformar em proteína microbiana, sendo essa considerada de alto valor biológico (MEDEIROS & MARINO, 2015). A incorporação depende da taxa de crescimento dos microrganismos ruminais (NOLAN & DOBOS, 2005).

O crescimento microbiano é dividido em lento e rápido. De acordo com Russel *et al.* (1992) os de microrganismos de crescimento lento, utilizam amônia para síntese de proteína e fermentam celulose e hemicelulose, e o rápido, é caracterizado pela fermentação de açúcares, amido e pectina e utilizam amônia, peptídeos e aminoácidos para sintetizar proteína. A utilização de fontes ricas em PNDR aumenta o suprimento de proteína metabolizável, e eleva a quantidade de compostos disponíveis para a reciclagem no ambiente ruminal (BATISTA, 2012).

Outras alterações como variações na composição física e química da proteína, estrutura tridimensional, tempo de permanência do alimento no rúmen, ligações de dissulfeto, temperatura ambiental favorecem para a ocorrência da degradação (SOCREPPA, 2020).

Assim, para atender as demandas de nitrogênio no ambiente ruminal e absorção intestinal, deve-se conhecer a dinâmica de degradação ruminal das proteínas dos alimentos, para balancear os níveis de PDR e PNDR da dieta, além de que o correto balanceamento de carboidratos e PDR e PNDR pode maximizar a produção dos animais (CLARINDO *et al.*, 2008).

A proteína é representada pelos teores de nitrogênio, sendo composta pela fração degradável no rúmen (PDR), onde os microrganismos a degradam e utilizam peptídeos, aminoácidos e amônia para a síntese de proteína microbiana, e pela fração não degradável no rúmen (PNDR) que resiste a degradação ruminal, no qual parte é degradada e absorvida nos intestinos, e é a parte da proteína que passa pelo ambiente ruminal sem sofrer fermentação (SNIFFEN *et al.*, 1992). A PDR é fonte de peptídeos, amônia e aminoácidos que serão utilizados para síntese de proteína microbiana e multiplicação celular (NRC, 2001).

A degradação da proteína no rúmen ocorre através da ação de microrganismos, as bactérias são responsáveis por esse processo, produzindo e liberando proteases, peptidases e deaminases que são enzimas capazes de proteínas em aminoácidos, peptídeos e amônia (CLARINDO, 2006; SANTOS *et al.* 2011). No ambiente ruminal, as bactérias aderem a parede das partículas dos alimentos e iniciam o processo de hidrólise, após a quebra da proteína em oligopeptídeos esses serão quebrados novamente a peptídeos e aminoácidos livres (KOZLOSKI, 2011). Os aminoácidos livres e os peptídeos são absorvidos pelas bactérias, e no seu interior são degradados e incorporados na multiplicação celular, desaminação de aminoácidos em amônia e esqueleto de carbono e uso da amônia para síntese de aminoácidos ou difusão de amônia que não foi utilizada (SANTOS *et al.*, 2011).

A separação da PDR e PNDR permite o balanceamento das dietas de maneira que a PDR supre nitrogênio para os microrganismos no ambiente ruminal maximizando a síntese microbiana (Camargo, 2020). Outro fator importante é a excreção de N pelos animais, em decorrência do fornecimento em níveis acima das exigências que podem ocasionar excreção através de fezes (CHIZZOTTI *et al.*, 2016; ARRIGONI *et al.*, 2013).

Segundo Cacareto (2011), às fontes de nitrogênio proteico podem ser classificadas em altas, intermediárias e baixas em PNDR. Grãos de soja, farelo de soja, de amendoim, de girassol, de canola e de glúten-21 são exemplos de fontes com baixo teor, os resíduos de grãos destilados, resíduos de cervejaria, farelo de soja tratado em altas temperaturas, glúten de milho-60, farelo de soja extrusada e grãos de soja tostado são as fontes mais ricas de proteína e possuem alto teor de PNDR (BERCHIELLI *et al.*, 2007).

Além disso, o grão de soja apresenta em sua composição aproximadamente 39,3% de proteína bruta, 19,2% de extrato etéreo e 95% de NDT, devido a isso é um produto utilizado por apresentar fibra de alta digestibilidade, e com efetividade mediana quando comparado com forragens (NRC, 2001).

Como fonte de PDR, a ureia é o principal alimento utilizado na formulação de rações e dietas, sendo um composto não proteico utilizado devido a simbiose com as bactérias ruminais (SANTOS & MENDONÇA, 2011) que utilizam esses compostos para formação de proteína microbiana, a ureia possui 45% de nitrogênio (N), cada grama de ureia possui nitrogênio correspondente a 2,81g, contudo, o autor relata que requer atenção na administração, devido a ação da hidrólise no rúmen, que favorece a produção de amônia, que em altas concentrações torna-se tóxico os animais.

PDR e PNDR na nutrição de ruminantes

Segundo Köster *et al.* (1996), o consumo de proteína degradável pode ser considerado na dieta como primeiro componente limitante na utilização de forragens de baixa qualidade, já que favorece o crescimento das bactérias fibrolíticas, aumentando a taxa de degradação e a síntese de proteína microbiana, desse modo, permite incrementar o consumo voluntário da forragem e melhorar a extração energética a partir dos carboidratos fibrosos da forragem, resultando em maior aporte de nutrientes para o metabolismo animal e ácidos graxos voláteis em seu sistema energético (DETMANN *et al.*, 2004).

Segundo Paula *et al.* (2011) os suplementos proteicos promovem o aumento do consumo de forragem devido o fornecimento de nitrogênio amoniacal para os microrganismos ruminais, proporcionando acréscimo no consumo de energia. A suplementação otimiza a utilização dos recursos nutricionais basais oriundos das forragens tropicais (MORAES *et al.*, 2006). Deste modo, a suplementação com compostos nitrogenados deve ser associada ao fornecimento de substratos essenciais à atividade microbiana ruminal visando então atender as exigências nutricionais durante o período seco (SAMPAIO *et al.*, 2010)

Com o exposto, a soja e seus coprodutos são fontes mais usadas na suplementação contendo aminoácidos mais equilibrados (LIMA SANTOS *et al.*, 2020), sendo fonte de lisina e histidina digestível, com baixa concentração de metionina (1,44 a 1,47% da PB) e pode ser degradada pelos microrganismos ruminais (PDR em torno de 65,72%) (VALADARES FILHO *et al.*, 2020). Porém, o tratamento térmico desse ingrediente aumenta a quantidade de PNDR (EDMUNDS *et al.*, 2013; FRANÇA, 2017).

Aminoácidos protegidos

Os aminoácidos são classificados como unidades básicas que compõem as moléculas de proteína. Sendo compostos pelo grupo α - carboxila e pelo α -amino e um R distinto que substitui no átomo do carbono e diferem entre si pela sua estrutura, tamanho e carga elétrica (MARTINS *et al.*, 2018).

Vinte aminoácidos são classificados como importantes para a síntese proteica. Os animais de produção não são capazes de sintetizar aminoácidos essenciais fazendo que seja necessária sua inclusão na dieta, surgindo a classificação de essenciais e não essenciais (CORSINO, 2009). Conforme o quadro 1.

Quadro 1. Classificação dos 20 AA encontrados em proteínas, do ponto de vista nutricional.

Aminoácidos essenciais	Aminoácidos não essenciais
Arginina (Arg)	Alanina (Ala)
Histidina (His)	Ácido aspártico (Á. Asp)
Isoleucina (Ile)	Asparagina (Asp)
Leucina (Leu)	Cisteína _[m1] (Cis)
Lisina (Lis)	Ácido glutâmico (Á. Glut)
Metionina (Met)	Glutamina (Glu)
Fenilalanina (Phe)	Glicina (Gli)
Treonina (Thr)	Prolina (Pro)
Triptofano (Trp)	Serina (Ser)
Valina (Val)	Tirosina

Guimarães *et al.*, (2015) adaptado de Santos & Mendonça (2011).

Conforme Guimarães *et al.* (2015), os aminoácidos não essenciais (AANE) são produzidos pelo próprio organismo animal a partir de outros AANE ou até mesmo de aminoácidos essenciais (AAE), sendo sintetizados em quantidades que satisfazem as exigências do metabolismo animal. Conforme Alves (2004), relatou, as inclusões destes compostos aminoácidos não são obrigatórias nas dietas dos ruminantes, pois podem ser produzidos a partir de fontes de carbono e grupos amino de outros aminoácidos ou de compostos mais simples. Já

os AAE são sintetizados em pequenas quantidades que são incapazes de suprir as exigências dos animais.

Segundo Alves (2004), o perfil e a proporção de AAs da proteína metabolizável no intestino determinam a eficiência de utilização pelo ruminante. Quando a proteína metabolizável é de alta qualidade contendo perfil adequado de AAs, o teor de proteína bruta da dieta pode ser reduzido, a utilização da PM é otimizada e a excreção de ureia e outros compostos nitrogenados é reduzido e o desempenho do animal é maximizado.

Nos animais de produção, os aminoácidos são absorvidos e aproveitados na síntese proteica, seguindo vários caminhos metabólicos. A principal utilização desses aminoácidos ocorre na síntese proteica orgânica, mas caso haja deficiência energética os mesmos poderão ser aproveitados no metabolismo energético sendo desaminados e seu esqueleto é utilizado para a produção de ATP (MARTINS *et al.*, 2018).

Os aminoácidos lisina e metionina são considerados muito importantes para o crescimento microbiano, fermentação ruminal, produção de leite e crescimento de lã, maximizando o desempenho destes animais (NRC, 2007). Os requisitos de lisina e metionina digestível que permite maximizar o uso da proteína metabolizável na síntese de proteína é de 2,4 e 7,2% na proteína metabolizável, respectivamente, resultando em uma relação de 3:1. Segundo o NRC (2007) essa relação foi obtida levando-se em consideração as proporções destes dois aminoácidos presentes no leite e tecido muscular. O fornecimento de lisina e metionina encapsulados podem reduzir os gastos energéticos no metabolismo animal, uma vez que há um maior aporte de aminoácidos essenciais para o intestino delgado e menor excreção de compostos nitrogenados para o ambiente.

Animais de alto potencial genético demandam maior exigência de aminoácidos, para manter seu desempenho produtivo. Aminoácidos como a lisina e metionina, devem ser suplementados, já que estes não são produzidos em quantidades suficientes através da síntese de proteína microbiana, sendo suplementados com aminoácidos protegidos (ALVES, 2004).

De acordo com Kung & Rode (1996), a alteração química ou uma proteção física pode ser utilizada em aminoácidos para protegê-los da degradação ruminal, aumentando sua disponibilidade no intestino delgado.

Existem vários métodos de produção de aminoácidos protegidos no mercado, esses devem garantir a proteção contra a degradação ruminal e garantir que seja digerido no intestino delgado para que sejam eficazes. De acordo com o NRC (2001), os métodos mais utilizados podem ser através do polimento de ácidos graxos sensíveis ao pH, revestimento ou matrizes

contendo ácidos graxos saturados e minerais análogos de metionina de baixa degradação ruminal.

Os aminoácidos disponíveis para absorção no intestino delgado em ruminantes são derivados de proteínas microbianas sintetizadas no rúmen, proteínas dietéticas não degradadas que escapam do rúmen e secreções endógenas. Loerch & Oke (2018), relatam o análogo de aminoácido mais extensivamente investigado tem sido o análogo de metionina hidroxil (MHA).

Se o MHA exerce sua influência na gordura do leite por meio de alterações no metabolismo ruminal, parece improvável que o estágio de lactação desempenhe um papel significativo na responsividade ao MHA. Muitos outros derivados e análogos da metionina foram investigados por sua capacidade potencial de escapar da destruição microbiana e melhorar o status da metionina (LOERCH & OKE, 2018).

O encapsulamento polimérico que torna o aminoácido protegido oferece a maior oportunidade de aumentar o fornecimento e a composição de aminoácidos pós-ruminal em dietas de produção práticas. Enquanto os produtos encapsulados em lipídios contêm apenas cerca de 20% de aminoácidos, os produtos protegidos com polímero geralmente contêm 70 a 80% de aminoácidos. Esta densidade de aminoácidos oferece a vantagem óbvia de poder fornecer os aminoácidos com níveis relativamente baixos do complexo polimérico na dieta (LOERCH & OKE, 2018).

Desempenho de bovinos com diferentes fontes de PDR e PNDR

A utilização da ureia como fonte de nitrogênio não proteico tem o objetivo de melhorar o desempenho dos animais nas épocas do ano em que a forragem apresenta maior teor de fibras, recentes pesquisas têm demonstrado mesmo utilizando forragem de qualidade, há necessidade de suplementação com composto nitrogenado, como a ureia (GOES *et al.*, 2015).

Figueiredo *et al.* (2008), ao avaliarem a utilização de diferentes fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período das águas, verificaram que os animais que receberam suplemento contendo ureia (a nível de 10% da matéria seca do suplemento) como principal composto nitrogenado apresentaram desempenho similar àqueles alimentados com suplementos contendo fontes de proteína verdadeira, como farelo de soja, farelo de algodão e farelo de glúten de milho.

De maneira semelhante, Costa *et al.* (2011) que verificaram que a utilização de suplementos contendo compostos nitrogenados degradáveis no rúmen (ureia) na época das águas elevou a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal e ampliou a eficiência de uso do

pasto. Zervoudakis *et al.* (2008), ao observarem o efeito da inclusão do glúten de milho na dieta de bovinos de corte, afirmaram que foi possível verificar os ganhos adicionais de 0,20 kg/dia em relação aos animais do tratamento controle com sal mineral.

Paengkoum *et al.* (2019), também observaram aumento linear no ganho médio diário, com aumento de níveis de 15, 25 e 35% na ingestão de PNDR com médias de 0,21; 0,45 e 0,61 kg/dia, respectivamente. Ao avaliar a substituição do farelo de soja convencional por farelo de soja tratado com taninos na proporção de 0, 33, 66 e 100 %, Moriel *et al.* (2015), afirmaram que o fornecimento de níveis de 100 e 115% da exigência proteica reduziu a mobilização de tecido muscular, resultando em maior ganho médio diário em comparação com animais alimentados com 85% da exigência de PM (0,83 kg/dia x 1,28kg/dia). Mezzomo *et al.* (2016), também observaram diferenças significativas, como a alteração no rendimento de carcaça, com máximo valor de proteína bruta na carcaça em nível de 100% de substituição (MEZZOMO *et al.* 2016).

Desempenho de bovinos suplementados com aminoácidos

As exigências de aminoácidos essenciais são definidas pelas taxas de crescimento ou nível de produção dos animais. As demandas de AAs podem ser atendidas baseando-se no balanceamento de AAs disponíveis nos alimentos ou através do fornecimento de aminoácidos protegidos. Para fornecimento de lisina e metionina, há duas formas de formular dietas para esses AAs digestíveis: AFRC (Proteína Digestível no Intestino - PDI) e o sistema americano (*Cornell Penn Minor* - CPM), originário do CNCPS (SLOAN *et al.*, 1998).

Os AA são utilizados como fonte de energia, para síntese proteica dos tecidos e s para a síntese do sistema imune (LÖEST *et al.*, 2018; TSIPLAKOU *et al.*, 2018), os aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) não são sintetizados pelos animais e necessitam ser obtidos no alimento (VAN SOEST, 1994; BERCHIELLI *et al.*, 2011). Os aminoácidos na alimentação de camundongos favoreceu para o aumento da sobrevivência de camundongos, por um outro lado, estudos recentes com ovinos demonstram que os aminoácidos estão relacionados aos efeitos da expressão de diferentes genes relacionados ao sistema reprodutivo (ZHANG *et al.*, 2019). Assim, como o consumo de proteína está diretamente relacionado aos níveis de excreção de N (CHIZZOTTI *et al.*, 2016), para maiores reduções deste impacto, deve-se ajustar os níveis de proteína da dieta, visando otimizar a estratégia nutricional (ARRIGONI *et al.*, 2013). Pinto *et al.* (2019), relataram que as exigências de proteínas devem ser atendidas devido à capacidade

de absorção no intestino delgado das proteínas microbianas e de proteínas não degradadas neste segmento digestivo.

Em sistemas nutricionais desbalanceados, ocorre a excreção de nitrogênio (N) em altas quantidades, constituindo prejuízos econômicos e ambientais, excedendo a capacidade de armazenamento de N no solo, desencadeando contaminação devido ao processo de lixiviação ou em forma de gases como o óxido nitroso (PINTO *et al.*, 2019). A proteína microbiana, pode suprir de 50-100% da proteína metabolizável exigida na dieta de bovinos (ROSSI JÚNIOR *et al.*, 2007), desde que níveis adequados de substratos sejam fornecidos, e que permitam crescimento bacteriano no rúmen (BERGMAN, 1990; PINTO *et al.*, 2019).

Deste modo, a suplementação adequada com lisina e metionina pode proporcionar aumento na produção e no teor de gordura do leite, além de aumentar a produção de proteína do leite, melhorando a eficiência reprodutiva e saúde dos animais (SCHWAB *et al.*, 2007; SCHWAB, 2010). Dentre as opções para atender as exigências de aminoácidos (AA) destacam-se o uso de AA protegidos, que não são degradados no rúmen e a suplementação parenteral de AA (LÖEST *et al.*, 2018).

Porém, Araújo *et al.* (2019), relataram que a inclusão de lisina protegida na dieta de novilhos Nelore e mestiços, criados no sistema intensivo a pasto não seria interessante devido não alcançarem maiores ganhos de peso diários. Leonardi *et al.* (2003) ao avaliar teores de PB (16,1 e 18,8%) com e sem a suplementação de metionina (0,07 g/100 g MS dieta), observou que adição de metionina, favoreceu para o aumento da concentração de proteína no leite de 3,17 para 3,26%, não alterando a excreção de N nas fezes e urina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O balanceamento proteico com adição de PDR e PNDR em dietas de ruminantes possui efeito direto sobre o desempenho dos animais. De maneira semelhante, a utilização de aminoácidos protegidos como lisina e metionina favorecem para o crescimento microbiano, fermentação ruminal, produção de leite e carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES D. D. Nutrição Aminoacídica de Bovinos. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 10, n. 3, p. 265-271, 2004.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. *et al.* **Nutrição animal, as bases e fundamentos da nutrição animal, os alimentos**. 1. Ed. Editora Nobel, São Paulo, 2006.

ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal: Os alimentos**. NBL Editora, 1990.

ARAÚJO, C. M.; OLIVEIRA, K. A.; MACEDO JUNIOR, G. L.; *et al.* Aminoácidos protegidos na ração de borregas sobre o consumo, desempenho e comportamento ingestivo. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2019.

ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; SARTI, L. M. N.; *et al.* Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 4, p. 539-551, 2013.

BATISTA, E. D. Suplementação nitrogenada ruminal e/ou abomasal em bovinos alimentados com forragem tropical de alta qualidade. 2012.64f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BERCHIELLI, T. T., VEGA-GARCIA, A.; REIS, R. A. Técnicas de avaliação de consumo em ruminantes: Estado da arte. In: Rennó EP, Silva LFP. (Eds.) Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes, Pirassununga, 2007, **Anais...** Pirassununga, 2007. p. 305-341.

BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal, Brazil: FUNEP. 2011

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, v. 70, n. 2, p. 567-590, 1990.

CACARETO, R. Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento de milho em rações para tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento. 2011. 104 f. **Tese** (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2011.

CAMARGO, K. D. V. Influência da suplementação com proteína não-degradável no rúmen sobre o consumo, metabolismo e desempenho na recria de bovinos Nelore em pasto. 2020. 61 f. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2020.

CHIZZOTTI, M.; CHIZZOTTI, F. H. M.; COSTA E SILVA, L. F.; *et al.* Nutrição de precisão e manejo ambiental de bovinos de corte. **Produção Animal e Recursos Hídricos**. Ed. 1, São Carlos: Editora Cubo, 2016.

CLARINDO, R. L. Fontes energéticas e proteicas para bovinos confinados em fase de terminação. 2006. 61 f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, 2006.

CLARINDO, R. L.; SANTOS, F. A. P.; BITTAR, C. M. M.; *et al.* Avaliação de fontes energéticas e proteicas na dieta bovinos confinados em fase de terminação. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 902-910, 2008.

CORSINO, J. **BIOQUÍMICA**. 1. Ed. Editora: UFMS, Campo Grande, 2009.

COSTA, V. A. C.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; *et al.* Digestibilidade total e parcial e balanço nitrogenado em bovinos em pastejo no período das águas recebendo suplementos com nitrogênio não-proteico e/ou proteína verdadeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2815-2826, 2011.

LIMA SANTOS, G. C.; NETO, S. G.; BEZERRA, L. R. Uso de tortas na alimentação de vacas leiteiras: uma revisão. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. v. 3, n. 1, p. 89-113, 2020.

DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S.; *et al.* Validação de equações preditivas da fração indigestível da fibra em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, p. 1866-1875, 2004.

EDMUNDS, B.; SUDEKUM, K. H.; BENNETT, R. R.; *et al.* The amino acid composition of rúmen-undegradable protein: A comparison between forages. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n.7, p. 4568-4577, 2013.

FIGUEIREDO, D. M.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; *et al.* Fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, N. 12, p.2222-2232, 2008.

FRANÇA M. Produção e composição do leite de vacas Jersey em pastagem tropical suplementadas com proteína de baixa degradabilidade ruminal. 2017. 67 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Santa Catarina, 2017.

GOES, R. H. T. B.; GANDRA, J. R.; MARQUEZ, A. F. *et al.* Metabolismo nitrogenado em bovinos suplementados a pasto durante a transição águas seca. **Archivos de Zootecnia**, v. 64, n. 247, p. 281-290, 2015.

GUIMARÃES, T. P.; PERON, H. J. M. C.; SILVA, D. B. *et al.* Exigências Proteicas para bovinos de corte. **Multi-Science Journal**, v.1, n. 1, p. 90-99, 2015.

KÖSTER, H. H.; COCHRAN, R. C.; TITGEMEYER, E. C.; *et al.* Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef cows. **Journal of Animal Science**. v. 74, n. 10, p. 2473-2481, 1996.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência Editora UFSM, 2011.

KUNG, L.; RODE, L. Amino acid metabolism in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**. v.59, n.1, p.167-172, 1996.

LEONARDI, C.; STEVENSON, M.; ARMENTANO, L. E. Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 6, n. 12, p. 4033-4042, 2003.

LÖEST, C. A.; GILLIAM, G. G.; WAGGONER, J. W.; *et al.* Post-ruminal branched-chain amino acid supplementation and intravenous lipopolysaccharide infusion alter blood metabolites, rumen fermentation, and nitrogen balance of beef steers. **Journal of Animal Science**. v. 96, n. 7, p. 2886-2906, 2018.

LOERCH, S. C.; OKE, B. O. Rumen protected amino acids in ruminant nutrition. In: **Absorption and utilization of amino acids**. FRIEDMAN, M. (Ed.). CRC Press, p. 187-200, 2018.

MARTINS, R. A.; ASSUNÇÃO, A. S. A. Importância dos aminoácidos na nutrição de frangos de corte: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, n. 4, p. 539-554, 2018.

MEDEIROS, S. R.; MARINO, C. T. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. In: In: MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. 1. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. p. 27-44.

MEZZOMO, R.; PAULINO, P. V. R.; BARBOSA, M. M.; *et al.* Performance and carcass characteristics of young cattle fed with soybean meal treated with tannins. **Animal Science Journal**. v. 87, n. 6, p. 775-782, 2016.

MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; *et al.* Níveis de proteína em suplementos para novilhos mestiços em pastejo durante o período de transição seca/águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, p. 2135-2143, 2006.

MORIEL, P. L.; ARTIOLI, F. A.; POORE, M. H.; CONFER, A. W.; *et al.* Increasing the metabolizable protein supply enhanced growth performance and led to variable results on innate and humoral immune response of preconditioning beef steers. **Journal of animal science**, v. 93, n. 9, p. 4473-4485, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. Nutrient requirements beef cattle. 7. Rev. ed. National Academic Press, Washington, D.C.: 2000. 248 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: National Academic Press, 2001. 381 p

NOLAN, J. V.; DOBOS, R. C. Nitrogen Transactions in Ruminants. In: MCDONALD, I. W.; WARNER, A. C. I. (Ed.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. p. 177-205, 2005.

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. 2. Ed. FEP – MVZ editora, Belo Horizonte, 1998.

ØRSKOV, E.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **The Journal of Agricultural Science**, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

PAENKOU, P.; CHEN, S.; PAENKOU, S. Effects of crude protein and undegradable intake protein on growth performance, nutrient utilization, and rumen fermentation in growing Thai-indigenous beef cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 51, n. 5, p. 1151-1159, 2019.

PAULA, N. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S.; *et al.* Suplementação infrequente e fontes proteicas para recria de bovinos em pastejo no período seco: parâmetros nutricionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 882-891, 2011.

PINTO, M. M.; LIMA, R. F.; DIAS, S. R.; *et al.* Avaliação de desempenho e perfil metabólico em bovinos suplementados com solução de aminoácidos e minerais. **Pubvet**, v. 13, p. 150, 2019.

ROSSI JUNIOR, P.; SAMPAIO, A. A. M.; VIEIRA, P. F. Disponibilidade e absorção de aminoácidos em bovinos alimentados com diferentes fontes de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 960-967, 2007.

ROTTA P. P.; MENEZES A. C. B.; SILVA L. F. C.; *et al.* Exigências de proteína para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, L. F. C.; GIONBELLI, M. P.; *et al.* (Ed.). **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados: BR-CORTE 3**. Viçosa: UFV, DZO; 2016. p.191-220.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551–3561, 1992.

SAMPAIO, C. B.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; *et al.* Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Tropical Animal Health and Production**, v. 42, n. 7, p. 1471-1479, 2010.

SANTOS F. A. P.; MENDONÇA A. P. Metabolismo de proteínas. *In:* BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal:Funep, 2011. P.265-292

SANTOS F. A. P.; MENDONÇA A. P. Metabolismo de proteínas. *In:* BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**, 2ª ed, Jaboticabal: , cap 9, p. 265-297, 2011

SCHWAB, C. G. Balancing Diets for amino acids: Nutritional, environmental, and financial implications. *In:* TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, Fort Wayne. **Anais [...]** Fort Wayne, 2010, p. 1-13.

SCHWAB, C. G.; BOUCHER, S. E.; SLOAN, B. K. Metabolizable protein and amino acid nutrition of the cow. Where are we in 2007?. *In:* ANNUAL MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 68, Minnesota. **Anais [...]** Minnesota, 2007, p. 121 – 138.

SILVA, E. A, BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. *et al.* Teores de proteína bruta para bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85: parâmetros ruminais, eficiência de síntese microbiana e degradabilidade in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 225-236, 2007.

SLOAN, B. K.; GARTHWAITE, B. D.; SCHWAB, C. G. Practical formulation of dairy cow diets for digestible amino acids to improve nitrogen efficiency and the bottom line. *Proc. Cornell Nutr. Conf.*, p. 51–64, Ithaca, NY, 1998.

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

SOCREPPA, L. M.; MORAES, K. A. K.; OLIVEIRA, A. S.; *et al.* Crude glycerine as an alternative energy feedstuff for beef cattle grazing tropical pasture. **The Journal of Agricultural Science**. v. 155, n. 5, p. 839-846, 2017.

SOCREPPA, L. M. Sincronização ruminal de energia e proteína em bovinos de corte criados em sistema pasto-suplemento. 2020. 51 f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Grass and forage science**, v. 18, n.2, p. 104-111, 1963.

TSIPLAKOU, E.; MAVROMMATIS, A.; SKLIROS, D.; *et al.* The effects of dietary supplementation with rumen protected amino acids on the expression of several genes involved in the immune system of dairy sheep. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 102, n. 6, p. 1437-1449, 2018.

TSUKISHIRO, T.; SHIMIZU, Y.; WATANABE, A. Effect of branched-chain amino acids on the composition and cytolytic activity of liver-associated lymphocytes in rats. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**. v. 15, n. 8, p. 849-859, 2000.

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R., CAPELLE, E. R. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em: <https://www.cqbal.com.br/#/>. Acesso em: 02 jan. 2020.

VAN AMBURGH, M. E.; CALLAO, E. A.; HIGGS, R. J.; *et al.* A. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System: Updates to the model and evaluation of version 6.5. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 9, p. 6361-6380, 2015.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant** (vol. 1). Ithaca, NY, USA: Cornell University Press. 1994.

ZANTON, G. I. Protein and amino acid nutrition. **Large Dairy Herd Management**. Third edition. Champaign Il: **American Dairy Science Association**, p. 625-637, 2017.

ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; CABRAL, L. S; *et al.* Suplementos múltiplos de autocontrole de consumo na recria de novilhos no período das águas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1968-1973, 2008.

ZHANG, Z.; TANG, J.; DI, R.; QIUYUE, L.; XIANGYU WANG, W.; GAN, S.; ZHANG, X.; ZHANG, J.; HU, W.; CHU, M. Comparative transcriptomics reveal key sheep (*Ovis aries*) hypothalamus lncRNAs that affect reproduction. **Animals**, v.9, n. 4, p. 152, 2019.

**CAPÍTULO 2: METABOLISMO PROTEICO EM BOVINOS ALIMENTADOS COM
SOJA DESATIVADA**

**Artigo redigido, formatado e adaptado conforme as normas da Revista Brasileira
de Zootecnia**

Qualis 2017-2020: A2

Metabolismo proteico de bovinos alimentados com soja desativada

Resumo: A pesquisa foi realizada visando avaliar o metabolismo proteico de bovinos confinados recebendo soja desativada na dieta. Foram utilizados 5 novilhos cruzados 7/8 Jersey x Zebu, canulados no rúmen, com peso médio de 350±50 kg. Os animais foram divididos aleatoriamente em um quadrado latino 5 × 5. Os tratamentos experimentais foram: 0, 7, 14, 21 e 28% de inclusão de soja desativada na dieta total. Foram avaliados 5 períodos experimentais de 20 dias cada, sendo 15 para a adaptação das dietas experimentais e 5 para a colheita de dados, onde foram avaliados o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes, fermentação ruminal, taxa de passagem da digesta e dinâmica ruminal, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana. Não foram observadas diferenças significativas para o consumo de matéria seca (6,57 kg/animal/dia) e orgânica (6,23 kg/animal/dia) entre os tratamentos. Para a digestibilidade foram observados efeitos quadráticos da inclusão de soja desativada para a MS, MO, PB e FDN com maiores valores observados com a inclusão entre os níveis de 11 e 15% de soja desativada na dieta. Quanto ao balanço de nitrogênio, os tratamentos não tiveram efeito sobre o consumo de nitrogênio e nitrogênio retido, já a excreção de N pela urina diferiu entre os tratamentos, teve efeito quadrático com o aumento da inclusão de soja desativada na dieta com menor valor com a inclusão de 15,62%. Em relação aos parâmetros da fermentação ruminal foi observado efeito linear da inclusão da soja desativada com maior valor de pH (6,4) e menor de N-NH₃ (26,10 mg/dL) com a inclusão de 28% de soja desativada. A soja desativada pode ser incluída entre 12% a 15% da matéria seca em dietas para terminação de bovinos confinados sem que haja redução do consumo e aproveitamento dos nutrientes da dieta pelos animais.

Palavras-chave: confinamento, gado de corte, proteína, processamento da soja.

Introdução

A intensificação dos sistemas de produção de bovinos requer o uso de alimentos de qualidade para aumentar a disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento dos animais. Dentre os diversos alimentos utilizados na alimentação de bovinos, seja em sistema de confinamento ou semi-confinamento, a soja, o milho e o sorgo se destacam pelo seu elevado teor proteico e/ou energético, além de fácil aquisição nas diferentes regiões do Brasil.

O grão de soja apresenta-se como excelente fonte de proteína; possui em sua composição 40% de proteína bruta e 34% de carboidratos (açúcares como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligossacarídeos como rafinose e estaquiase), 20% de óleo e 10% de minerais (VASCONCELOS *et al.*, 2010). Apesar da alta disponibilidade da soja grão no mercado, a maioria da soja utilizada na alimentação animal se encontra na forma de farelo, sendo este um coproduto da extração do óleo de soja, assim há redução do teor de óleo e do valor energético do alimento. A utilização do grão de soja integral seria uma forma de aproveitar os benefícios do alto valor nutricional do grão, além de reduzir custos com a aquisição de produtos processados pela indústria.

Apesar de ter maior concentração energética em comparação ao farelo de soja, o grão de soja *in natura* apresenta fatores antinutricionais como inibidores de protease, lectinas (hemaglutininas) e alergênicos (glicinina e β -conglucina), instáveis ao calor, portanto, podem ser inativados por tratamentos térmicos (ROCHA *et al.*, 2014). Uma vez inativados, os fatores antinutricionais da soja integral não causarão mais danos aos animais (ERDAW *et al.*, 2017).

O processamento térmico do grão de soja aumenta o aproveitamento dos nutrientes sem que haja prejuízos pelos fatores antinutricionais, uma vez que o cozimento dos grãos sob pressão é capaz de desativar tais fatores sem que haja mudanças do valor energético e proteico do grão de soja *in natura* (ALVES *et al.*, 2015), mantendo os níveis de óleo que em altas concentrações pode ter efeito sobre a digestibilidade dos nutrientes, pois pode ter efeito tóxico sobre os microorganismos, ou provocar o encapsulamento das partículas, dificultando a ação dos microrganismos, e pode modificar as frações proteicas, influenciando a disponibilidade de nitrogênio no rúmen diminuindo a degradabilidade ruminal da proteína.

Dessa forma, aumenta a passagem de proteína metabolizável para o intestino, com potencial de ser absorvido como aminoácidos que pode maximizar o desempenho dos animais (PLEGGE *et al.*, 1985), como também pode diminuir a disponibilidade de nitrogênio no rúmen, afetando a síntese microbiana,

As modificações da composição química do grão de soja desativado precisam ser avaliadas, uma vez que a variação no processo de desativação do grão de soja pode variar de acordo com o método utilizado pela indústria. Diante a modificação das frações proteicas pelo tratamento térmico da soja, objetivou-se avaliar a inclusão de níveis da soja desativada na dieta, sobre o metabolismo nutricional de bovinos confinados.

Material e Métodos

Local, instalações e animais

O projeto foi submetido, analisado e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal da Grande Dourados sob número 33/2020. O experimento foi conduzido no setor de Nutrição de Ruminantes da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil (latitude 22° 14'S, longitude 54° 49'W e 450m de altitude). O ensaio foi realizado entre os meses de maio a julho de 2021. Foram utilizados cinco novilhos cruzados 7/8 Jersey x Zebu, canulados no rúmen, com peso médio de 350±50 kg. Os animais foram divididos aleatoriamente em um quadrado latino 5 x 5. O período experimental foi de 20 dias, sendo 15 para a adaptação às dietas experimentais e 5 para a coleta de dados.

Dietas Experimentais

Foram utilizadas dietas experimentais com níveis de 0, 7, 14, 21 e 28% de inclusão de soja desativada (Tabela 1), seguindo modelo de composição isonitrogenadas e balanceadas conforme recomendação de exigências do NRC (2016) para gado de corte. A soja desativada foi processada segundo descrição apresentada por Freitas (2003).

Tabela 1 - Composição em ingredientes e bromatológica das dietas experimentais.

Ingrediente	0	7	14	21	28
	Inclusão %				
Feno de aveia	15	15	15	15	15
Milho	65,2	64,9	67,4	61,5	54,5
Farelo de soja	16,2	9,5	2,5	-	-
Soja desativada	-	7	14	21	28
Ureia	1,1	1,1	1,1	0,65	-
Núcleo mineral ¹	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Composição bromatológica (g/kg MS)					
Matéria Seca	889	890	892	893	895
Proteína Bruta	180	180	180	180	180

Extrato Etéreo	34,50	46,30	59,20	69,60	79,90
Fibra em detergente neutro	19,29	19,80	20,60	21,32	22,27
NDT	768	780	814	812	822

¹Níveis de garantia (kg/produto): Cálcio 147,00 g, Fósforo 35,00 g, Sódio 100,00 g, Enxofre 50,00 g, Magnésio 40,00 g, Tamponante 100,00 g, Cobalto 90,00 mg, Cobre 700,00 mg, Iodo 90,00 mg, Manganês 1.800,00 mg, Selênio 15,00 mg, Zinco 3.000,00 mg, Ferro 1.800,00 mg, Flúor 350,00 mg, Monensina 1.250,00 mg, *Bacillus subtilis* 3,00x10¹⁰ UFC/kg, *Bifidobacterium bifidum* 1,00x10¹⁰ UFC/kg, *Enterococcus faecium* 1,00x10¹⁰ UFC/kg, *Lactobacillus acidophilus* 1,00x10¹⁰ UFC/kg, *Lactobacillus buchneri* 2,00x10¹⁰ UFC/kg, *Lactobacillus casei* 1,00x10¹⁰ UFC/kg, *Lactobacillus lactis* 1,00x10¹⁰ UFC/kg, *Saccharomyces cerevisiae* 2,00x10⁹ UFC/kg. MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro.

Análises Bromatológicas

Amostras de feno, ingredientes do concentrado, sobras e fezes, foram coletadas e levadas para pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72h e após este período foram moídas em moinho do tipo Willey a 1 mm, e secas por 16h em estufa a 105 °C para determinar a matéria seca (MS, método 950,15), cinza (método 942,05), matéria orgânica (MO, 1000-cinzas), proteína bruta (PB, N × 6,25, método Kjeldahl 984.13) extrato etéreo (EE, método 920,39), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (método 973,18), (AOAC, 2000) e amido conforme técnicas descritas por (AOAC, 2000; VAN SOEST et al, 1991). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidos conforme método descrito por Van Soest; Robertson; Lewis (1991). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado segundo o NRC (2001).

Consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes

Para a avaliação do consumo, as sobras, feno e concentrados foram pesados diariamente e ajustado o fornecimento para consumo *ad libitum*, deste modo, foram calculadas sobras em 10%, e mensurado o consumo de MS, PB, FDN e amido.

Para a avaliação da digestibilidade, foi realizada coleta total de fezes nos dias 16, 17 e 18 de cada período experimental, e posteriormente, calculado o coeficiente de digestibilidade aparente total da MS, PB, EE, FDN e amido.

Fermentação ruminal

As amostras do líquido ruminal foram coletadas no 19.º dia de cada período, portanto, a coleta foi realizada às 0 h, 2 h, 4 h, 6 h e 8 h após a alimentação. Logo após, foram determinados os valores de pH ruminal utilizando potenciômetro digital (MB-10, Marte, Santa

Rita do Sapucaí, Brasil). As amostras foram armazenadas em recipientes plásticos a -5 °C. No laboratório as amostras foram centrifugadas a $2.000 \times g$ por 15 minutos, foi acrescido 1 mL do sobrenadante em tubo de ensaio e adicionado 0,2 mL de ácido fórmico P.A.

As amostras foram vedadas, identificadas e armazenadas em congelador a -20°C para determinação de ácidos graxos de cadeia curta, seguindo a metodologia descrita por Erwin *et al.* (1961). Posteriormente, foram pipetados da amostra 2 mL do sobrenadante, realizado o armazenamento em tubos de ensaio contendo 1 mL de ácido sulfúrico a 1 N, para posterior determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) pelo método colorimétrico de fenol-hipoclorito (BRODERICK & KANG, 1980).

Taxa de passagem da digesta e dinâmica ruminal

A determinação dos *pools* e fluxo de nutrientes foi estimada conforme a concentração do indicador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). Desta forma, utilizou-se amostras de alimentos, sobras, conteúdo ruminal, conteúdo reticular e fezes, coletadas e pré-secas em estufa com ventilação forçada (55 °C/72 horas) e processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade 1 mm. Em seguida foram acondicionadas em sacos de tecido não-tecido (TNT 100g/m²), com dimensões de 4 x 5 cm, seguindo a relação de 20 mg de matéria seca por centímetro quadrado de superfície (NOCEK, 1988).

As amostras foram incubadas por 288 horas no rúmen de dois novilhos da raça Jersey, previamente adaptados com concentrado à base de soja desativada, milho moído e feno de aveia, conforme a metodologia descrita por Casali *et al.* (2008). A taxa de renovação ruminal do FDNi no rúmen foi calculada dividindo-se o consumo de FDNi/h pelo tamanho do compartimento (massa ruminal de FDNi).

A taxa de passagem do FDNi pelo rúmen (kp) foi calculada dividindo o tamanho do compartimento ruminal de FDNi pelo consumo de FDNi, baseado no modelo de dois compartimentos para digestão de celulose proposto por Waldo *et al.* (1972). A taxa de digestão ruminal da FDN (kd) foi calculada através da diferença entre a taxa de remoção total do FDN do rúmen e sua taxa de passagem (ALLEN & MERTENS, 1988).

onde: $Kd = \text{Consumo/h de FDN digestível} - kp / \text{Tamanho do compartimento ruminal de FDN digestível}$.

A digestibilidade ruminal aparente do FDN como porcentagem do FDN foi calculada:
onde:

$$\text{Digestibilidade FDN (\%)} = kd / (kd + kp).$$

As taxas de renovação ruminal, passagem pelo e a taxa de digestão ruminal de cada componente foram calculadas de acordo com Oba & Allen (2003). Durante a retirada total do conteúdo ruminal, alíquotas de 10% da digesta foram separadas para permitir uma amostragem mais acurada e representativa.

As alíquotas foram filtradas em peneira de pano dessorador com 1,0 mm de porosidade para separação do conteúdo sólido do líquido para determinação do tamanho médio de partícula. As frações de amostras do conteúdo ruminal e do abomaso nas fases sólidas e líquidas, foram pré-secados e corrigidos para matéria seca original, e acondicionadas em congelador à -20 °C, até a realização das análises (HAVERTINE & ALLEN, 2006).

Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana

A coleta de urina foi realizada no 19.º dia de cada período experimental, 4 horas após a alimentação. As análises de alantoína, creatinina e ácido úrico foram realizadas pelo método colorimétrico, conforme técnica de Fujihara et al. (1987), descrita por Chen & Gomes (1992). A excreção total de derivados de purina (DP) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretado na urina, expressos em mmol/dia.

As purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas na urina (DP, mmol/dia), por meio da equação: $DP = 0,85 * Pabs + 0,385 \times PV^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e $0,385 \times PV^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (VERBIC *et al.* 1990). Para o cálculo do balanço de nitrogênio foi analisado o conteúdo de nitrogênio da urina, fezes e alimentos através do método de Kjeldhal de acordo com AOAC 2000).

O volume urinário foi calculado da seguinte maneira:

$$VU \text{ (l/dia)} = (27,36 \times PV) / [\text{creatinina}]$$

PV= peso vivo

VU = volume urinário

Onde 27,36 representam o valor da excreção diária média de creatinina, em ppm PV, obtido por Rennó *et al.* (2014).

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram analisados por meio do software SAS (Version 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC 2004), verificando a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das

variâncias. Foi utilizado o PROC MIXED conforme o seguinte modelo: $Y_{ijl} = \mu + A_i + P_j + D_l + e_{ijl}$ onde: Y_{ijl} = variável dependente, μ = média geral, A_i = efeito de animal ($j = 1$ a 5), P_j = efeito do período ($y = 1$ a 5), D_l = efeito de dieta ($l = 1$ a 5), e e_{ijl} = erro. O efeito aleatório do modelo (random) foi caracterizado por: A_i . Os graus de liberdade foram corrigidos por $DDFM = kr$. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, adotando-se nível de significância de 5%, avaliados por modelos de regressão polinomial lineares e quadráticos.

Resultados

Não houve diferença ($P > 0,05$) para o consumo de MS, FDN em kg, proporção do peso vivo. Porém, observou-se diferença significativa para o consumo de PB e amido (Tabela 2). O consumo de EE aumentou linearmente ($P < 0,01$) onde que pra cada 1% de inclusão de soja desativada na dieta houve aumento de 0,0073 g de EE pelos animais. A digestibilidade do extrato etéreo e do amido não apresentou diferença estatística ($P > 0,05$), já os valores de digestibilidade da MS, PB e FDN diferiram entre os tratamentos com comportamento quadrático, com pontos de mínima indo de 10 a 15% de inclusão da soja desativada ($P < 0,05$).

Tabela 2 - Consumo e digestibilidade de nutrientes em bovinos alimentados com diferentes níveis de soja desativada.

Item	0	7	14	21	28
	Inclusão %				
Feno	15	15	15	15	15
Milho	65,200	64,900	67,400	61,500	54,500
Farelo de soja	16,200	9,500	2,500	-	-
Soja desativada	-	7	14	21	28
Ureia	1,100	1,100	1,100	0,6500	-
Núcleo mineral ¹	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	Composição nutricional (g/kg MS)				
MS	889	890	892	893	895
PB	180	180	180	180	180
EE	34,500	46,300	59,200	69,600	79,900
FDN	19,290	19,80	20,600	21,320	22,270
NDT	768	780	814	812	8220

^A $Y = 0,1691 + 0,00734X$; $r^2 = 0,76$; ^B $Y = 803,361 - 4,7370X + 0,19514X^2$; $r^2 = 0,78$, $Y = 12,14\%$; ^C $Y = 867,6301 - 5,1159X + 0,2107X^2$; $r^2 = 0,85$, $Y = 12,16$; ^D $Y = 801,3825 - 13,1543X + 0,4491X^2$; $r^2 = 0,84$, $Y = 14,64$; ^E $Y = 594,1849 - 15,6808X + 0,7141X^2$; $r^2 = 0,92$, $Y = 10,98$. EPM: Erro padrão da média. Quadr: Quadrática.

O fluxo pós ruminal da MS, MO e FDN não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$), observou-se de maneira semelhante, a taxa de passagem (%/h) da MS e MO não apresentaram diferenças, conforme apresentado na Tabela 3. A taxa de passagem (%/h) da FDN apresentou comportamento quadrático, tendo ponto de mínimo em 15% de inclusão (Tabela 3), de soja desativada.

Tabela 3 - Dinâmica ruminal de bovinos confinados alimentados com diferentes níveis de soja desativada.

Item	Níveis de soja desativada (% MS) ¹					EPM ²	Valor de P ³		
	0	7	14	21	28		Dieta	Linear	Quadr
<i>Consumo (kg/dia)</i>									
Matéria seca	6,850	7,060	6,520	6,320	6,130	0,203	0,651	0,332	0,744
Matéria orgânica	6,490	6,700	6,180	5,990	5,810	0,191	0,832	0,402	0,341
Proteína bruta	1,150	0,950	0,939	1,010	0,929	0,046	0,557	0,214	0,258
Extrato etéreo ^A	0,132	0,264	0,284	0,310	0,366	0,019	0,003	<0,001	0,135
Fibra em detergente neutro	0,980	1,060	1,240	0,887	1,170	0,089	0,654	0,223	0,358
Amido	2,270	2,320	2,160	2,100	2,060	0,068	0,125	0,541	0,235
<i>Consumo (%PV)</i>									
Matéria seca	2,360	2,180	2,070	2,000	2,190	0,098	0,235	0,385	0,239
Fibra em detergente neutro	0,341	0,309	0,387	0,271	0,4290	2,020	0,235	0,456	0,523
<i>Digestibilidade (g/kg)</i>									
Matéria seca ^B	789,230	836,940	772,570	764,390	808,903	10,200	0,025	0,125	0,002
Matéria orgânica ^C	852,370	903,890	834,380	873,650	825,540	11,016	0,045	0,225	0,011
proteína bruta ^D	788,420	759,640	698,002	704,510	795,720	17,415	0,008	0,517	0,001
Extrato etéreo	831,440	881,630	905,630	889,420	895,140	13,437	0,728	0,234	0,138
Fibra em detergente neutro ^E	548,760	599,290	547,540	456,030	771,370	11,991	0,002	0,145	0,003
Amido	880,080	928,350	925,260	916,400	939,400	10,177	0,420	0,458	0,235

^A $Y = 4,8497 - 0,2282X + 0,00741X^2$; $r^2 = 0,83$, $Y = 15,38$; ^B $Y = 9,4465 - 0,3183X + 0,0108X^2$; $r^2 = 0,71$, $Y = 14,73$; ^C $Y = 9,9725 - 0,3473X + 0,0118X^2$; $r^2 = 0,80$, $Y = 14,70$; ^D $Y = 550,9815 - 5,13358X$; $r^2 = 0,88$; ^E $Y = 557,1477 - 5,2256X$; $r^2 = 0,76$; ^F $Y = 226,1871 + 22,4393X - 0,6091X^2$; $r^2 = 0,93$, $Y = 18,41$. EPM: Erro padrão da média. Quadr: Quadrática.

A taxa de desaparecimento (%/h) da MS e MO diferiram estatisticamente entre os níveis de inclusão de soja desativada ($P < 0,05$). Inferiu-se na MS e MO, maiores valores para inclusão de 14,73% e 14,70% de soja desativada, respectivamente, porém, não houve diferença entre a taxa de desaparecimento do FDN entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Não observou diferenças entre as taxas de digestão da MS, MO e FDN, bem como a digestibilidade aparente ruminal da MO entre os níveis de soja na dieta dos animais ($P > 0,05$) (Tabela 3).

Conforme exposto na Tabela 3, a digestibilidade aparente ruminal da matéria seca apresentou comportamento linear decrescente para os níveis de soja desativada, com maior digestibilidade no tratamento sem a presença de soja desativada. Além disso, observou-se comportamento quadrático com ponto de máxima observado no nível de 18,41% de inclusão de soja desativada, para digestibilidade do FDN.

Os parâmetros de balanço do nitrogênio avaliados como consumo de nitrogênio (Tabela 4), excreção por fezes, balanço de nitrogênio retido e absorvido, síntese microbiana do nitrogênio e proteína microbiana não apresentaram efeito significativo ($P > 0,05$).

Tabela 4 - Balanço de nitrogênio em bovinos confinados alimentados com diferentes níveis de soja desativada.

Item	Níveis de soja desativada (% MS) ¹					EPM ²	Valor de P ³		
	0	7	14	21	28		Dieta	Linear	Quad
<i>Fluxo pos ruminal</i>									
Matéria seca	3,090	3,240	3,630	3,550	3,620	0,222	0,842	0,318	0,700
Matéria orgânica	2,870	3,060	3,400	3,350	3,410	0,210	0,830	0,302	0,673
Fibra em detergente neutro	1,110	0,910	0,910	0,983	0,957	0,060	0,655	0,523	0,915
<i>Taxa de passagem (% h)</i>									
Matéria seca	4,250	3,470	4,470	3,470	5,600	0,484	0,254	0,125	0,203
Matéria orgânica	4,370	3,760	4,520	3,540	5,910	0,523	0,241	0,185	0,221
Fibra em detergente neutro ^A	4,880	3,260	3,970	2,510	4,520	0,382	0,041	0,444	0,037
<i>Turnover - taxa de desaparecimento (%/h)</i>									

Matéria seca ^B	9,370	7,680	7,730	6,790	9,310	0,775	0,012	0,718	0,039
Matéria orgânica ^C	9,770	8,360	7,910	6,980	9,860	0,845	0,046	0,691	0,036
Fibra em detergente neutro	3,980	3,590	4,510	3,250	5,830	0,470	0,106	0,404	0,163
<i>Taxa de digestão (% h)</i>									
Matéria seca	5,120	4,240	3,260	3,310	3,710	0,422	0,218	0,071	0,128
Matéria orgânica	5,390	4,590	3,390	3,440	3,950	0,454	0,200	0,067	0,130
Fibra em detergente neutro	0,926	1,010	1,940	1,050	1,990	0,215	0,215	0,119	0,938
<i>Digestibilidade aparente ruminal (g/kg)</i>									
Matéria seca ^D	546,02 0	533,30 0	458,65 0	449,19 0	408,40 0	28,823	0,008	0,037	0,962
Matéria orgânica ^E	554,29 0	535,24 0	464,62 0	453,53 0	412,25 0	28,871	0,005	0,036	0,965
Fibra em detergente neutro ^F	262,48 0	279,61 0	424,56 0	497,73 0	341,81 0	32,249	0,002	0,255	0,008

^A $Y = 31,334 - 1,9098X + 0,0608X^2$; $r^2 = 0,82$, $Y = 15,62$. EPM: Erro padrão da média. Quadr: Quadrática.

Para excreção de nitrogênio via urina verificou-se efeito quadrático com a inclusão de soja desativada na dieta, onde o ponto de máximo foi observado com a inclusão de 15,62% de soja desativada. Os valores de pH e N-NH₃ apresentaram efeito linear crescente e decrescente, respectivamente (tabela 5). Quanto às concentrações de ácidos graxos voláteis, o acetato apresentou comportamento linear negativo.

Tabela 5 – Parâmetros de fermentação ruminal de bovinos confinados alimentados com diferentes níveis de soja desativada.

Item	Níveis de soja desativada (% MS) ¹					EPM ²	Valor de P ³				
	0	7	14	21	28		Dieta	Tempo	Dieta*Tempo	Linear	Quad
pH ^A	6,030	6,330	6,380	6,110	6,400	0,034	<0,001	0,138	0,964	0,003	0,102
N-NH ₃ (mg/dL) ^B	48,630	35,220	31,450	27,200	26,100	1,676	<0,001	0,053	0,556	<0,001	0,125
mmol/L											
Acetato ^C	44,190	42,460	36,850	38,420	35,350	0,841	0,005	0,201	0,997	<0,001	0,458
Propionato	15,800	15,820	13,420	13,130	13,500	0,437	0,233	0,388	0,878	0,454	0,358

Butirato	8,130	6,880	7,520	7,110	6,530	0,223	0,104	0,581	0,941	0,235	0,855
Isoburirato ^D	0,301	0,366	0,416	0,333	0,462	0,020	0,101	0,017	0,947	0,047	0,974
Valerato ^E	0,863	0,694	0,617	0,690	0,826	0,028	0,099	0,767	0,960	0,646	0,003
Isovalerato ^F	2,160	1,550	1,700	1,530	1,570	0,055	0,001	0,009	0,957	0,004	0,015
AGCR ^G	3,330	2,610	2,730	2,560	2,850	0,079	0,005	0,013	0,952	0,043	0,003
Total ^H	71,460	67,790	60,530	61,230	58,220	1,326	0,005	0,413	0,995	<0,001	0,296
Acetato:Propionato	3,010	2,870	2,850	3,130	2,930	0,073	0,672	0,613	0,889	0,846	0,732

^A $Y = 6,152 + 0,00754X$; $r^2 = 0,74$; ^B $Y = 44,342 - 0,75839X$; $r^2 = 0,82$; ^C $Y = 43,810 - 0,31122X$; $r^2 = 0,89$; ^D $Y = 0,3179 + 0,00415X$; $r^2 = 0,75$; ^E $Y = 0,8627 - 0,0321X + 0,0011X^2$; $r^2 = 0,90$; ^F $Y = 2,0881 - 0,0568X + 0,0014X^2$; $r^2 = 0,82$; ^G $Y = 3,2680 - 0,0845X + 0,0025X^2$; $r^2 = 0,78$; ^H $Y = 16,9$; ^H $Y = 70,4581 - 0,4720X$; $r^2 = 0,91$. EPM: Erro padrão da média. Quadr: Quadrática.

*Ácidos graxos de cadeias ramificadas

A inclusão da soja desativada não teve efeito significativo ($P > 0,05$) para as concentrações de propionato, butirato, isobutirato e relação acetato:propionato. Já as concentrações de valerato, isovalerato e ácidos graxos de cadeia ramificada apresentaram comportamento quadrático com pontos de máxima de 14,59, 20,28 e 16,9% de inclusão de soja na dieta respectivamente.

Discussão

O consumo de MS e FDN observados estão abaixo dos valores calculados para os animais (8,18 kg de MS e 2,05 kg de FDN), esse comportamento pode ser atribuído ao efeito do EE sobre a digestão da fibra ou pela alta inclusão de concentrado na dieta, onde que a alta concentração de energia pode diminuir o consumo final dos animais. O aumento do consumo de extrato etéreo pode ser explicado pela maior concentração deste nutriente na soja desativada. De acordo Satter (1994), o grão de soja possui alto valor energético devido a sua concentração de extrato etéreo. A maior concentração de extrato etéreo na soja desativada tem como vantagem o aumento da energia da dieta sem que ocorra problemas de acidose, como em dietas ricas em amido de alta fermentação.

A digestibilidade da MS, MO, PB e FDN tiveram maiores valores entre os níveis de inclusão entre 11 e 15% de inclusão de soja desativada na dieta. O aumento da proteína verdadeira com a inclusão da soja desativada assim como os teores de EE aumentam a concentração e digestibilidade dos nutrientes digestíveis totais devido ao seu alto valor biológico, entretanto, observou-se que acima de 15% de soja desativada na dieta os ácidos

graxos presentes nos grãos podem ter causado depressão da digestibilidade ruminal da fração fibrosa e demais componentes nutritivos das dietas, devido ao efeito tóxico dos ácidos graxos insaturados sobre os microrganismos ruminais (DOREAU & CHILLIARD, 1997; LEITE, 2006, MAIA *et al*, 2007), ou pelo efeito de encapsulamento das partículas dificultando o acesso dos microrganismos aos substratos dietéticos (MOALLEM *et al.*, 2007).

Em trabalho realizado por Barletta (2014) avaliando fontes de lipídeos na dieta de vacas em lactação, observaram redução no coeficiente de digestibilidade da FDN em comparação à dieta controle, demonstrando o efeito do ácido graxo sobre a digestão da fibra. Quanto à taxa de passagem da FDN (%/h), a redução da degradação dessa fração teve efeito negativo sobre seus valores com o aumento da soja desativada na dieta, uma vez que a taxa de passagem está diretamente relacionada ao tamanho de partículas e à degradação dos alimentos no ambiente ruminal. Segundo Ben Salem *et al*, (1993), os óleos podem reduzir a degradação dos alimentos assim como a digestibilidade aparente total de carboidratos e alimentos volumosos.

Quanto ao balanço de nitrogênio, a excreção de nitrogênio pela urina teve efeito quadrático com ponto de mínimo em 15,62% da inclusão de soja desativada na dieta. O aquecimento do grão de soja durante o tratamento térmico reduz a degradação da proteína pelos microrganismos ruminais, diminuindo assim a amônia livre no rúmen para absorção e diminuindo sua excreção pelo metabolismo do animal, esse fato está em conformidade aos valores de N-NH₃ no líquido ruminal que diminuíram com a inclusão crescente da soja desativada na dieta, entretanto, apesar da redução os valores estão acima do mínimo recomendados (5 mg N-NH₃/100 mL) conforme Preston (1986), onde não houve redução da síntese de proteína microbiana.

Oliveira *et al.* (2007), não observaram diferença na excreção de nitrogênio pela urina em bovinos a pasto suplementados com soja desativada, já Consolo *et al.* (2017), avaliando o efeito de diferentes níveis de inclusão dietética de soja integral crua para novilhos nelore confinados observaram o aumento da excreção de nitrogênio pela urina

No ambiente ruminal, a soja desativada diminuiu as concentrações de N-NH₃ com o aumento dos níveis de soja ao longo do tempo, a diminuição desses valores pode ser explicada pelo processo de tostagem do grão que faz com que a proteína tenha menor degradabilidade ruminal e pelo efeito deletério dos lipídeos do grão de soja sobre os microrganismos que degradam principalmente aminoácidos, diminuindo as concentrações de N-NH₃. Mesmo com a diminuição da concentração de N-NH₃, os valores encontrados estão acima de 5 mg N-NH₃/100 mL para manter a atividade microbiana, uma vez que o N-NH₃ é a principal fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana (PRESTON, 1986; LENG, 1990).

Os valores de N-NH₃ tiveram comportamento semelhante aos encontrados por Consolo *et al.* (2017), que também observaram a redução da concentração de amônia com o aumento da inclusão de grãos de soja na dieta de vacas. Os autores destacam que apesar da redução da amônia ruminal, a inclusão do grão de soja em até 24% na dieta não foi suficiente para interferir na síntese de proteína microbiana e degradação dos carboidratos no rúmen. Já Oliveira *et al.* (2015), avaliando a suplementação de bovinos a pasto em terminação, não observaram efeito significativo sobre os valores de amônia, nos níveis de 7, 27,5 e 41% de inclusão de soja desativada, o que pode ser explicado pelas diferenças na qualidade das plantas forrageiras ou níveis de suplementação dos animais.

O pH ruminal aumentou com a inclusão da soja desativada na dieta, esse efeito pode ser resultado da diminuição do amido com o aumento da inclusão da soja desativada, uma vez que esse alimento tem menor concentração desse nutriente. Os valores de pH encontrados de 6,03 a 6,40 estão na faixa ideal de fermentação que vai de 5,9 a 7,0 onde se tem a máxima taxa de digestão ruminal e degradação das fibras da parede celular (FURLAN *et al.*, 2006).

Outro possível efeito da inclusão da soja desativada sobre os valores de pH pode ser pela presença de ácidos graxos livres no rúmen advindos do grão de soja. Os ácidos graxos livres podem favorecer o processo de biohidrogenação, processo no qual os microrganismos utilizam o hidrogênio livre para saturar os ácidos graxos, aumentando os valores de pH no rúmen (CHILLIARD *et al.*, 2007).

Acedo *et al.* (2011), avaliando o desempenho de novilhos em recria com fontes proteicas em suplementos múltiplos no período de transição seca-águas, com fornecimento de 0,25% do peso vivo, observaram o valor de pH de 6,26 para os animais suplementados com grão de soja desativado. Valores semelhantes foram observados por Consolo *et al.* (2017), onde foram encontrados valores de pH de 6,35, 6,47 e 6,31 com a inclusão de grão de soja integral nos níveis de 8, 16 e 24% respectivamente na dieta de bovinos de corte confinados,

A redução dos ácidos graxos voláteis acetato, valerato, isovalerato e ácidos graxos de cadeias ramificadas (AGCR) teve efeito direto sobre a produção total de ácidos graxos voláteis (AGVs), esse comportamento dos resultados pode ter ocorrido por um possível efeito negativo dos lipídeos presentes na soja desativada sobre as bactérias gram positivas ruminais. Esses microrganismos são as principais responsáveis pela fermentação da fibra e aminoácidos no rúmen, gerando esses AGVs. Esse efeito negativo do lipídio da soja sobre os microrganismos, pode ser confirmado pela diminuição dos valores da taxa de digestão da matéria seca e redução das concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal.

Os resultados encontrados para AGVs diferiram dos valores do trabalho desenvolvido por Consolo *et al.* (2017) em que, avaliando o efeito do fornecimento do grão de soja integral na dieta de bovinos confinados sobre os valores de ácidos graxos voláteis, acetato, propionato, butirato, relação acetato: propionato e AGVs totais não foram observadas diferenças entre os tratamentos. As concentrações de AGVs estão diretamente relacionadas com o tipo de alimento ingerido pelos ruminantes, onde a proporção molar do acetato, propionato e butirato podem variar de 75:15:10 para 40:40:20 de acordo a proporção volumoso: concentrado da dieta, onde a maior quantidade de alimentos fibrosos gera maior quantidade de acetato e butirato e em dietas com maior proporção de concentrado, há uma maior produção de propionato (BERGMAN, 1990, MOTA *et al.*, 2010).

Conclusões

A soja desativada pode ser incluída entre 12% a 15% da matéria seca em dietas para terminação de bovinos confinados sem que haja mudanças no consumo de matéria seca e aproveitamento dos nutrientes da dieta pelos animais.

Referências Bibliográficas

AOAC, Association of official agricultural chemists. Official Method of Analysis. ed.7 2000.

ACEDO, T. S.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E. *et al.* Fontes proteicas em suplementos para novilhos no período de transição seca-águas: características nutricionais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.895-904, 2011.

ALLEN, M. S.; MERTENS D. R. Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes. **Journal Nutrition**. v.118, p, 261–270, 1988.

ALVES, L. G. C.; DA SILVEIRA O. J. C.; FERNANDES, A. R. M. *et al.* Características de carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grão de soja desativado ou in natura. **Agrarian**. v. 8, n. 27, p. 74-80, 2015.

BARLETTA, R. V. Avaliação da cinética ruminal e fluxo abomasal de ácidos graxos em vacas leiteiras suplementadas com fontes lipídicas. 2014. 120 f. **Tese** (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Pirassunga, São Paulo, 2014.

BEN S. H.; KRZEMINSKI, R.; FERLAY, A. et al. Effect of lipid supply on in vivo digestion in cows: comparison of hay and corn-silage diets. **Canada Journal Animal Science**. v. 73, n. 1, p. 547-557, 1993.

BERGMAN, H.; WICHMANN, T.; DELONG, M. R. Reversal of experimental parkinsonism by lesions of the subthalamic nucleus. **Science**. v. 249, n. 4975, p. 1436-1438, 1990.

BRODERICK, G. A.; KANG, J. H. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. **Journal of dairy science**, v. 63, n. 1, p. 64-75, 1980

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. 2, p., 335-342, 2008.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details, Aberdeen, UK: **International Feed Research Unit**; Rowett Research Institute, 21 p, 1992.

CONSOLO, N. R. B.; GANDRA, J. R.; GARDINAL, R. et al. Effect of different dietary inclusion levels of whole raw soyabean on ruminal fermentation and nutrient utilization in Nelore steers. **Journal of Animal and Feed Sciences**. v. 26, n. 4, p. 311-318, 2017.

CHILLIARD, Y.; GLASSER, F.; FERLAY, A. et al. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **Europe Journal Science Technology**. v.109, n. 1, p. 828-825, 2007.

DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals, **British Journal of Nutrition**. V. 78, n. 1, p. 15-35, 1997.

ERDAW, M. M.; MALDONADO, R. A. P.; BHUIYAN, M. et al. Partial replacement of commercial soybean meal with raw, full-fat soybean meal supplemented with varying levels of

protease in diets of broiler chickens. **South African Journal of Animal Science**. V. 47, n. 1, p. 61-71, 2017.

ERWIN, E. S.; MARCO, G. J.; EMERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**. V. 44, n. 9, p. 1768-1777, 1961.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R. *et al.* Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.34, n.6, 2003.

FUJIHARA, T.; ÆRSKOV, E. R.; REEDS, P. J. *et al.*. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, 109:7-12, 1987.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal, *In*: BERCHIELLI, T, T, (Ed. 1). **Nutrição de ruminantes**, Jaboticabal: Funep, p.583, 2006.

HARVATINE, K. J.; ALLEN, M. S. Effects of fatty acid supplements on milk yield and energy balance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. V. 89, n. 1, p. 1081-1091, 2006.

LEITE, L. C. Perfil dos ácidos graxos do leite e metabolismo de lipídios no rúmen de vacas recebendo dietas com alto ou baixo teor de concentrado e óleo de soja ou de peixe. 2006. 97 f. **Tese** (doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, 2006.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of ‘poor-quality’ forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition research reviews**. v. 3, n. 1, p. 277-303, 1990.

MAIA, M. R. G.; CHAUDHARY, L. C.; FIGUERES, L. *et al.* Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rúmen. **Antonie Van Leeuwenhoek**. v. 97, n.1, p. 303-314, 2007.

MOALLEM, U.; KATZ, M.; ARIELI, A. et al. Effects of peripartum propylene glycol or fats differing in fatty acid profiles on feed intake, production, and plasma metabolites in dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 90, n. 8, p. 3846-3856, 2007.

MOTA, M. F.; SANTOS, G. T.; ELYAS, A. C. W. et al. Parâmetros ruminais de vacas leiteiras mantidas em pastagem tropical. **Archivos de zootecnia**. v. 59, n. 226, p. 217-224, 2010.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility, a review. **Journal of Dairy Science**. v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, Nutrient requirements of dairy cattle, 7, ed, Washinton, D.C. **National Academic Press**. 381p, 2001.

NCR, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirement of dairy beef cattle, 8 ed. Washington: **National Academic Press**. 244 p., 2016.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Effects of corn grain conservation method on ruminal digestion kinetics for lactating dairy cows at two dietary starch concentrations. **Journal of Dairy Science**. v.86, p. 184–194. 2003.

OLIVEIRA, R. L.; ASSUNÇÃO, D. M. P.; FREITAS, M. A. A. Efeito do fornecimento de diferentes fontes de lipídios na dieta sobre o consumo, a digestibilidade e o N-ureico plasmático de novilhos bubalinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.36, p.733-738, 2007.

OLIVEIRA, A. A. et al. Roasted soybean supplements for finishing beef cattle on Brachiaria brizantha pasture. **Tropical animal health and production**, v. 47, p. 1233-1239, 2015.

PLEGGE, S. D.; BERGER, L. L.; FAHEY J. R. G. C. Effect of roasting temperature on the proportion of soybean meal nitrogen escaping degradation in the rumen. **Journal of Animal Science**. v. 61, n. 5, p. 1211-1218, 1985.

PRESTON, T. R. Molasses as animal feed: an overview. *In: Sugar cane as feed. FAO Animal Production and Health Paper 72. Proceedings of an FAO Expert Consultation held in Santo Domingo, Dominican Republic. 1986.*

RENNÓ, F., P.; FREITAS JUNIOR, J. E.; GANDRA, J. R. *et al.* Effect of unsaturated fatty acid supplementation on digestion, metabolism and nutrient balance in dairy cows during the transition period and early lactation. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 43, n. 4, p. 212-223, 2014.

ROCHA, C.; DURAU, J. F.; BARRILLI, L. N. E.; DAHLKE, F. *et al.* The effect of raw and roasted soybean son intestinal health, diet digestibility, and pancreas weight of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**. v. 23, n. 1, p. 71-79, 2014.

SATTER, A.; VARNON, J. E.; HOANG, M. T. Integrated reservoir management. **Journal of Petroleum Technology**. v. 46, n. 12, p. 1057-1064, 1994.

VASCONCELOS, A. M.; LEÃO, M. I.; VALADARES F. S. C. *et al.* Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 2, p. 425-433, 2010.

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

VERBIC, J. *et al.* Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **The Journal of Agricultural Science**, v. 114, n. 3, p. 243-248, 1990.

WALDO, D. R.; SMITH, L. W.; COX, E. L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**. v. 55, n. 1, p. 125-129, 1972.

CAPÍTULO 3:

**METABOLISMO PROTEICO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES
FONTES DE PROTEÍNA E ENERGIA**

**Artigo redigido, formatado e adaptado de acordo com as normas da revista
Ciência Rural**

Qualis 2017 - 2020: A4

Metabolismo proteico de ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína e energia

Resumo: Objetiva-se por meio desta pesquisa avaliar silagens de grão reidratado de milho ou sorgo com ureia, ou soja desativada como fontes de proteína na dieta de ovinos sobre o metabolismo proteico. Foram utilizados oito cordeiros, sem raça definida, inteiros ($44,25 \pm 8$ kg de peso corporal, $7 \pm 0,5$ meses), distribuídos em um delineamento experimental em duplo quadrado latino 4×4 , com duas fontes de energia (silagens de grãos reidratados de milho e sorgo) e duas fontes de proteína (ureia e soja desativada). O experimento teve quatro períodos de 14 dias de adaptação e 5 dias de coletas de dados. Os tratamentos avaliados foram: 1) Silagem de grão úmido de milho + ureia; 2) Silagem de grão reidratado de sorgo + ureia; 3) Silagem de grão reidratado de milho + soja desativada; 4) Silagem de grão reidratado de sorgo + soja desativada. O consumo de MS, FDN e MO não diferiram entre as diferentes fontes de proteína e de energia avaliados ($P > 0,05$), já o consumo de amido foi maior na dieta com silagem de grão úmido de sorgo e de milho com ureia ($P < 0,05$). Os valores de pH diferiram entre si ($P = 0,024$), onde o menor valor foi observado no tratamento SGUM+U. Quanto ao metabolismo proteico dos ovinos os tratamentos não diferiram entre si, onde o consumo de N apresentou valores de 13,35 a 17,03 g/dia. O uso da ureia ou soja desativada associada as silagens de grão de milho, ou sorgo reidratado na dieta de ovinos mostrou resultados semelhantes para o metabolismo proteico, se tornando uma alternativa para formulação de dietas balanceadas que atendam às exigências nutricionais e reduza custos.

Palavras-chave: confinamento, eficiência proteica, soja, ovinocultura, ureia.

Introdução

A fração proteica da dieta de ruminantes é um dos principais pontos de atenção na formulação de dietas, uma vez que é responsável pelos alimentos de maior custo, além de que o correto balanceamento maximiza o aproveitamento dos nutrientes, reduzindo perdas e custos (GUIMARÃES et al., 2015). A fração da proteína dividida em proteína degradável no rúmen (PDR) é a principal fonte de compostos nitrogenados para a ação dos microrganismos ruminais, que são responsáveis pela degradação dos carboidratos e correspondem por cerca de 50 a 100% da fonte de aminoácidos e com digestibilidade que pode chegar a 100% (NRC 2001).

Na formulação de dietas, o nitrogênio não proteico (NNP) apresenta menor custo em comparação às fontes de proteína verdadeira, assim a substituição destas por fontes de NNP tem sido opção para baratear as dietas (PIMENTA, 2019). No entanto, apesar da ureia ter grande disponibilidade de NNP para formulação de dietas, deve-se atentar à liberação de amônia no ambiente ruminal, pois em alta concentração pode ser metabolizada e na corrente sanguínea causar toxidez ou perdas de nitrogênio pela excreção (SILVA et al., 2019). Conforme Pimenta, (2019) a utilização de um aporte proteico de baixo custo, como a ureia, pode resultar em melhorias nos índices zootécnicos dos animais, quando a dieta é balanceada para os níveis de PB e energia, porém existe a necessidade de estudos relacionando os efeitos desse ingrediente na dieta sobre os parâmetros relacionados ao metabolismo animal.

Em confinamentos visando a intensificação de ganhos dos animais, o uso de alimentos com alta fonte de amido de alta disponibilidade e digestibilidade tem sido cada vez mais comum, visando o correto balanceamento dos níveis de PDR e PNDR das dietas e maior sincronismo entre a hidrólise e liberação da amônia e degradação dos carboidratos para se ter máximo aproveitamento dos nutrientes (FIRKINS, 1996). Assim, as silagens de grãos de milho e sorgo reidratados têm se tornado opções de alimentos para uso com fontes de NNP, aumentando o metabolismo dos microrganismos, maximizando a fermentação ruminal e produtividade dos animais.

Passini et al. (2002) e Faustino et al. (2018), destacaram a importância de utilização de grãos de alta umidade ensilado na alimentação de ruminantes, informando que o grão pode favorecer o balanço de energia devido ao aumento na digestibilidade do amido, influenciando na sincronização da degradação de energia e proteína, resultando na liberação de amônia no rúmen, corroborando para maior eficiência de síntese de proteína microbiana. Assim, os grãos de milho e sorgo, por apresentarem diferença na sua digestibilidade devido à sua barreira proteica sobre o amido, podem ter liberação em tempos diferentes e fazer com que o sincronismo entre disponibilidade de proteína e energia não ocorra para maximizar a síntese proteica pelos microrganismos.

De acordo com o exposto, visou-se com a presente pesquisa, avaliar as silagens de grão de milho e sorgo reidratados associadas com soja desativada ou ureia como fonte de proteína, sobre o consumo e metabolismo proteico de ovinos confinados.

Material e Métodos

Animais, tratamentos e dieta

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil (latitude 22° 14'S, longitude 54° 49'W e 450m de altitude). Foram utilizados 8 cordeiros, sem raça definida, inteiros ($44,25 \pm 8$ kg de peso corporal, $7 \pm 0,5$ meses), distribuídos em um delineamento experimental em duplo quadrado latino 4x4, com duração de quatro períodos de 14 dias de adaptação e 5 dias de coletas de dados.

Os tratamentos avaliados foram: 1) Silagem de grão reidratado de milho + ureia; 2) Silagem de grão reidratado de sorgo + ureia; 3) Silagem de grão reidratado de milho + soja desativada; 4) Silagem de grão reidratado de sorgo + soja desativada (Tabela 1).

As dietas foram balanceadas segundo o NRC (2001), para atender a ganhos de peso de 200 g/dia, utilizando o Small Ruminants Nutritional (SRNS). As dietas foram isonitrogenadas, onde a fonte de volumoso utilizada foi o feno de *Cynodon* spp. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas e alimentados com dieta total duas vezes ao dia, às 07h e 13h, visando sobras de 20%. As sobras foram coletadas diariamente para ajuste do consumo mediante a pesagem. Nos dias de amostragem as sobras foram coletadas para classificação de tamanhos de partículas e para análises químicas posteriormente.

Tabela 1- Ingredientes e composição bromatológica das dietas e alimentos experimentais.

Item	SGUM+U	SGUS+U	SGUM+ST	SGUS+ST
	Inclusão %			
Feno	25,000	25,000	25,000	25,000
SGUM	67,300	-	45,000	-
SGUS	-	67,300	-	45,000
Ureia	2,700	2,700	-	-
Soja tostada	-	-	25,000	25,000
Mineral ¹	5,000	5,000	5,000	5,000
Composição nutricional (g/kg MS)				
MS	781	713	806	766
PB	160	160	160	160
Amido	402	399	321	273
FDN	318	237	290	276
NDT	697	716	783	767

SGRM- Silagem de grão reidratado de milho, SGRS - Silagem de grão reidratado de sorgo, U- Ureia, SD- Soja desativada. ¹Níveis de garantia (kg/produto): Cálcio: 120,00 g, Fósforo: 88,00

g, Iodo: 75,00 mg, Manganês: 1300,00 mg, Sódio: 126,00 g, Selênio: 15,00 mg, Enxofre: 12,00 mg, Zinco: 3630,00 mg, Cobalto: 55,50 mg, Cobre: 1530,00 mg e Ferro: 1800,00 mg. Matéria Seca- MS, Proteína Bruta- PB, Fibra em Detergente Neutro- FDN e Nutrientes Digestíveis Totais- NDT

Análises químico-bromatológicas dos alimentos

Os alimentos e sobras foram coletados a cada período de coleta do experimento, colocados em sacos de papel, pesados, identificados e posteriormente pré-secos em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas. As amostras pré-secas foram moídas em moinho estacionário com peneira de malha de 1 mm e, em seguida, acondicionadas em embalagens plásticas identificados para as análises de composição química do alimento: matéria seca (MS, # 934,01), cinzas (MM/CZ; #924,05) (AOAC, 1990), matéria orgânica (100-MM), proteína bruta foi obtida pela técnica micro Kjeldahl (PB #920,87, Nx6,25), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e os teores de lignina foram obtidos pela oxidação com permanganato de potássio (VAN SOEST & WINE, 1968) e amido conforme técnicas descritas por (AOAC, 2000; VAN SOEST et al, 1991). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado utilizando a seguinte fórmula $\%NDT = 87,84 - (0,70 \times FDA)$, segundo Roth e Undersander (1995).

Consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes

Para a avaliação do consumo, as sobras foram pesadas diariamente e ajustando o fornecimento para um consumo *ad libitum*, calculadas sobras em 20%. Foram mensurados o consumo de MS, PB, FDN e amido. Para avaliação da digestibilidade do amido, amostras de fezes foram colhidas nos dias 15, 16 e 17 de cada período experimental, quatro horas após a primeira alimentação do dia. Durante os dias de coleta foi realizada a pesagem total de fezes e coleta de um “pool” das amostras. O teor de amido foi determinado por degradação enzimática (Amyloglucosidade® AMG 300 L, Novozymes, Basal, Sweden) e a concentração de glicose avaliada em espectrofotômetro (SBA 200, CELM®), descrito por Hendrix (1993).

O consumo alimentar residual (CAR) foi calculado a partir da diferença entre o consumo de matéria seca estimado (CMSest) e o consumo observado (CMSobs), conforme proposto por Koch et al, (1963). O CMSobs foi obtido pela média da subtração da quantidade de alimento diário fornecida pela quantidade de sobras (ajustados na MS). Já o CMSest foi calculado a 3% do peso metabólico (peso vivo elevado a 0,75).

Amostras da dieta e das sobras foram utilizadas para as análises de tamanho médio de partículas (TMP), pelo método de estratificação de partículas em peneiras utilizando o modelo

da Penn State Particle Size Separator, conforme proposto por Lammers; Buckmaster; Heinrichs (1996). O separador de partículas utilizado apresentava quatro peneiras com diferentes tamanhos de orifícios. As peneiras foram denominadas de Pen1 a Pen4, onde: Pen1 ficavam retidas partículas maiores que 19 mm; Pen2 retenção de partículas entre 19 e 8 mm, Pen3 partículas entre 8 e 1,8 mm e Pen4 era uma bandeja com fundo fechado onde ficaram retidas as partículas inferiores a 1,8 mm.

O índice de seleção de partículas foi realizado de acordo com Leonardi e Armentano (2003), sendo: Consumo Predito = % Retenção de Pen(i) Oferecido*Consumido; Consumo Observado= (% Retenção de Pen(i) * Oferecido) – (% Retenção de Pen(i) * Sobras); Índice de Seleção (IS) = 100 *(Consumo Observado/Consumo Predito), onde valores abaixo de 1 indicam que houve rejeição e valores maiores que 1 indicam que houve seleção de tamanho de partículas.

Síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio

Nos 3 primeiros dias do período de coletas foi realizada colheita total de urina para quantificação do volume urinário. Foi coletado uma amostra de 10mL quatro horas após a alimentação, onde pode-se mensurar as concentrações dos derivados de purinas (alantoína, ácido úrico, por metodologia de Chen e Gomes (1992) para mensuração da síntese de proteína microbiana, com kit comercial (Gold Analisa Diagnostica Ltda, Belo Horizonte, Brasil).

Purinas microbianas absorvidas (X, mmol dia⁻¹) foram calculados a partir da excreção de derivados de purina (Y, mmol / dia), pela seguinte equação: $Y = 0,84X + (0,150 BW^{0,75} - 0,25X)$, em que 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados da purina urinária e 0,150 BW^{0,75} e -0,25X é a contribuição endógena à excreção de purinas (VERBIC et al., 1990). O fluxo intestinal dos compostos nitrogenados (Y, g N dia⁻¹) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X, mmol dia⁻¹), usando a seguinte equação: $Y = (70X) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$, em que 70 é o teor de N nas purinas (mgN mmol); 0,83 é a digestibilidade da purina microbiana; e 0,116 é o N Purina: N bacteriano total.

A produção microbiana foi expressa como gramas de nitrogênio microbiano (g N microbiano) e gramas de proteína microbiana (P microbiano). Para avaliação da concentração da ureia sanguínea, no último dia do período de coleta experimental, quatro horas após o fornecimento da dieta, ocorreu a coleta de sangue via punção da veia jugular, utilizando-se heparina como anticoagulante. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 5,000 rpm por 15 minutos para separação do sobrenadante sérico, identificadas e armazenadas a -18° C.

Foram avaliadas também as concentrações de nitrogênio total (AOAC, 2000) para realização do balanço de nitrogênio concomitantemente com o consumo de nitrogênio e excreção de nitrogênio nas fezes: $N_{\text{absorvido}} = N_{\text{consumido}} - (N_{\text{fezes}})$ e $N_{\text{retido}} = N_{\text{consumido}} - (N_{\text{fezes}} + N_{\text{urina}})$.

Fermentação Ruminal

No último dia de cada período experimental foi realizada coleta de fluido ruminal nos 8 animais mediante uso de sonda oral quatro horas após a alimentação (ORTOLANI et al, 1981). No fluido ruminal foram avaliados o pH e as concentrações de $N-NH_3$. O pH foi medido imediatamente após a coleta, utilizando um pHmetro digital portátil. Para determinação do nitrogênio amoniacal, foi separada uma alíquota de 40 mL fixada a 1 ml de HCl 1:1, congelada a $-18^{\circ}C$ para posterior análise.

A determinação dos teores de $N-NH_3$ foi realizada conforme o método INCT-CA N-007/1, descrito por Detmann et al. (2012). A concentração de amônia no líquido ruminal foi estimada pelo sistema micro-Kjeldahl, sem digestão ácida e utilizando-se como base para destilação o hidróxido de potássio (2N), após centrifugação prévia da amostra a 1,000 x g, por 15 minutos.

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC MIXED do SAS, versão 9,4 SAS, e as médias comparadas pelo teste Tukey adotando-se nível de significância de 5%, segundo o modelo: $Y = \mu + A_i + P_j + Q_k + G_l + e_{ijklm}$, onde Y= variável dependente, μ = média geral, A_i = efeito de animal (j = 1 a 8), P_j = efeito do período (y = 1 a 4), Q_k = efeito do quadrado (k =1 a 2), G_l = efeito da dieta (l= 1 a 4) e e_{ijklm} = erro. O efeito aleatório do modelo (random) será caracterizado por: A_i e P_j , Os graus de liberdade foram corrigidos por $DDFM = kr$.

Resultados

Os valores de consumo de MS, FDN e MO (Tabela 2) não diferiram entre as diferentes fontes de proteína e energia avaliadas ($P > 0,05$), já os valores de consumo de amido foram maiores nas dietas com silagem de grão úmido de sorgo e de milho com ureia ($P < 0,05$). Em

relação à digestibilidade dos nutrientes, MS, MO, PB e amido não houve diferença entre os tratamentos avaliados ($P>0,05$).

Tabela 2-Consumo e digestibilidade de nutrientes em ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína e energia.

Consumo kg	Dietas experimentais				EPM	Valor de P
	SGUM+SD	SGUM+U	SGUS+SD	SGUS+U		
MS	0,859	0,842	0,716	0,785	0,531	0,544
Amido	0,250 ^B	0,330 ^A	0,218 ^B	0,306 ^A	0,019	0,015
FDN	0,521	0,517	0,481	0,513	0,032	0,835
MO	0,649	0,601	0,483	0,536	0,041	0,109
<i>Digestibilidade g/kg</i>						
Amido	827,77	838,44	828,36	826,76	29,199	0,792
FDN	681,94	716,30	771,17	699,46	23,469	0,515
MO	671,29	570,40	673,46	624,64	30,202	0,608
MS	705,13	663,34	747,42	703,59	20,670	0,539
PB	601,13	355,52	601	480,85	51,550	0,216

SGRM+SD: Silagem de grão reidratado de sorgo + soja desativada; SGRM+U: Silagem de grão reidratado de milho + ureia; SGRS+SD: Silagem de grão reidratado de milho + soja desativada; SGRS+U: Silagem de grão reidratado de sorgo + ureia, MS: Matéria seca, FDN: Fibra em detergente neutro, MO: Matéria orgânica, *EPM: Erro padrão médio. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Quanto aos parâmetros ruminais (Tabela 3), os valores de NH_3 e ácidos graxos voláteis (AGVs) não diferiram entre as dietas avaliadas ($P>0,05$). Já os valores de pH diferiram entre si ($P=0,024$), onde o menor valor foi observado no tratamento SGRM+U.

Tabela 3- Parâmetros ruminais de ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína e energia.

Variável	Dietas experimentais				EPM	Valor de P
	SGUM+SD	SGUM+U	SGUS+SD	SGUS+U		
NH_3	16,347	16,387	14,292	20,13	0,071	0,251
pH	5,733 ^{AB}	5,667 ^B	6,14 ^A	6,078 ^{AB}	0,071	0,024
Acetato/Propionato	2,411 ^{AB}	3,066 ^A	2,735 ^{AB}	2,368 ^B	0,100	0,038
Acetato	52,113	53,834	52,438	49,952	1,358	0,791
Propionato	17,671 ^B	23,098 ^A	18,960 ^B	19,581 ^B	0,755	0,031
Butirato	6,063	7,303	6,39	6,819	0,641	0,898
Isobutirato	0,181	0,204	0,057	0,211	0,031	0,291
Isovalerato	1,237	1,540	1,021	0,7166	0,188	0,414
Valerato	0,844	1,120	0,703	1,063	0,116	0,527
Total	73,816	77,357	68,965	73,582	2,452	0,682

SGRM+SD: Silagem de grão reidratado de sorgo + soja desativada; SGRM+U: Silagem de grão reidratado de milho + ureia; SGRS+SD: Silagem de grão reidratado de milho + soja desativada; SGRS+U: Silagem de grão reidratado de sorgo + ureia, *EPM: Erro padrão médio. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O metabolismo proteico dos ovinos alimentados com fontes de proteína e energia não diferiram entre os tratamentos avaliados (Tabela 4), onde o consumo de N apresentou valores de 13,35 a 17,03 g/dia.

Tabela 4- Metabolismo proteico de ovinos alimentados com diferentes fontes de proteína e energia

Variável	Diets experimentais				EPM	Valor de P
	SGUM+ SD	SGUM+U	SGUS+ SD	SGUS+ U		
<i>Consumo de N (g/dia)</i>	17,030	15,568	13,359	13,449	1,120	0,457
N- urina	6,885	5,642	7,899	5,469	0,582	0,367
N-fezes	4,514	4,942	3,276	5,258	0,526	0,566
<i>Balanço g/dia</i>						
N absorvível	12,516	10,626	10,082	8,190	0,990	0,342
N microbiano	18,253	15,843	23,659	18,438	2,010	0,54
N retido	5,631	4,983	2,184	2,720	1,201	0,494
PB microbiana	114,08	99,021	147,87	115,24		0,544
<i>Metabolitos mol/dia</i>						
Purinas absorvíveis	25,106	21,791	32,541	25,361	2,770	0,544
Purinas totais	23,133	20,320	29,460	23,329	0,944	0,545
Purinas totais/litro	16,389	20,190	17,298	20,013	2,370	0,294

SGRM+SD: Silagem de grão reidratado de sorgo + soja desativada; SGRM+U: Silagem de grão reidratado de milho + ureia; SGRS+SD: Silagem de grão reidratado de milho + soja desativada; SGRS+U: Silagem de grão reidratado de sorgo + ureia, *EPM: Erro padrão médio, N: nitrogênio.

Discussão

No ambiente ruminal, as fontes de energia e nitrogênio influenciam o metabolismo dos microrganismos agindo sobre os valores de digestibilidade da fração fibrosa e dos nutrientes, o que pode afetar o consumo de MS pelos animais. As silagens de grão de sorgo ou milho reidratados podem apresentar digestibilidade diferente para o amido, provocado pela sua camada proteica (zeína e kafirina) (BELTON, 2006), porém, quando utilizadas com a soja desativada ou ureia, o aproveitamento do amido desses alimentos foi semelhante, provavelmente sincronia dos microrganismos usando o amido desses grãos com o nitrogênio presente no rúmen, onde a ensilagem dos grãos de sorgo e milho aumentam sua digestibilidade e disponibilidade no rúmen.

Assim, quando há presença de nitrogênio nesse ambiente, os microrganismos assimilam esses dois nutrientes eficientemente. Dessa forma, a digestibilidade da fração fibrosa e dos

nutrientes foram semelhantes, mantendo a taxa de degradação e não influenciando o consumo de MS.

Mostrando o efeito semelhante do uso da soja desativada e a ureia na dieta, os compostos nitrogenados tiveram valores semelhantes, sendo que estes apresentam valores de acordo as fontes de energia e proteína no rúmen para ação dos microrganismos, assim, a maior relação de volumoso: concentrado, promoveu maior uso em sincronia dessas fontes de amido e nitrogênio.

Durante o processo de fermentação as bactérias utilizam o esqueleto de carbono e o nitrogênio amoniacal do ambiente ruminal para fazer sua síntese proteica e multiplicação (ORSKOV, 1988, RUSSEL et al. (1992). Os resultados encontrados se assemelham a alguns observados na literatura, onde Clarindo (2008), não observou efeito do uso das fontes de proteína como soja e ureia em dietas isoproteicas com milho ou sorgo, sobre o consumo por animais em terminação em sistema de confinamento.

O maior consumo de amido pelos animais observado nas dietas de grãos de milho e sorgo reidratados com ureia, podem ser explicados pelo baixo teor de amido da soja desativada e sua maior inclusão na dieta, ocorrendo efeito substitutivo, reduzindo os valores de amido. Silva et al. (2021), avaliando o uso de silagem de grão de milho e sorgo reidratado na dieta de ovinos confinados com e sem presença de enzima, observaram que o consumo de amido aumentou com a inclusão desses alimentos na dieta.

O maior valor de pH na dieta SGRM+SD pode ser explicado pela presença da soja desativada no ambiente ruminal, pois a presença dos lipídeos advindos do grão de soja pode fazer com que os microrganismos utilizem o H^+ da fermentação do amido para biohidrogenar os ácidos graxos insaturados de forma a neutralizar sua toxidez aos microrganismos.

Já o menor pH para a dieta SGRM+U se deve ao maior consumo de amido e assim disponibilidade deste no ambiente ruminal, aliado a maior fonte de PDR (ureia) na dieta, o que favorece o metabolismo dos microrganismos com maior disponibilidade e sincronismo de carboidratos e amônia, aumentando a fermentação e formação do ácido lático reduzindo o pH.

Os valores de pH para a dieta baseada em silagem de grão de milho reidratado com ureia ou soja desativada estão abaixo dos valores considerados ideais para o ambiente ruminal (5,9 a 7,0, FURLAN *et al.*, 2006) o que pode indicar início de acidose que pode ser provocada por uma maior degradação do amido do milho, uma vez que este grão tem maior digestibilidade que o grão de sorgo.

Com a redução do pH provocado pelo maior consumo de amido na dieta SGUM+U, o ambiente ruminal fica favorável ao desenvolvimento de microrganismos amilolíticos, que degradam os carboidratos não fibrosos produzindo maior quantidade de propionato, nesse

sentido, influenciando a proporção acetato/propionato. Essa característica tem efeito importante sobre a produção dos animais, uma vez que o propionato é a principal fonte de energia para os animais ruminantes.

A fermentação do amido acidifica o rúmen e reduz as taxas de digestão e degradação ruminal das fibras da parede celular, onde valores de pH abaixo de 5,9 podem reduzir a digestão dos carboidratos fibrosos (FURLAN et al, 2006), além de que em ambiente ruminal com menor pH há maior ação de bactérias amilolíticas que degradam carboidratos não fibrosos aumentando a produção de propionato e conseqüentemente aumentando sua proporção.

Avaliando os valores de N-NH₃, observa-se que suas concentrações não foram afetadas pelas fontes proteicas, o que pode estar relacionado ao alto teor e disponibilidade do amido das dietas, que disponibilizaram energia para uso da NH₃ gerada pela quebra da PDR dos alimentos.

A eficiência de uso do N-NH₃ pode ser comprovada pelos valores de nitrogênio absorvido e excretado nas fezes e urina que não diferiram entre as dietas. A degradabilidade ruminal do amido tem efeito direto sobre a quantidade de amônia disponível para absorção ruminal, pois se não houver sincronismo para uso da amônia com o carboidrato, a amônia é removida do sangue pelo fígado e convertida em ureia, sendo posteriormente reciclada ou excretada (ALIO et al, 2000).

Apesar de não ter sido observado efeito das relações da ureia e soja desativada com as fontes de energia sobre o metabolismo proteico, pode-se inferir que o maior uso da ureia foi eficiente na dieta avaliada, mantendo-se a produção de proteína microbiana e sem perdas de nitrogênio via excreção. Demonstrando que a maior quantidade de PDR advinda da ureia na dieta com grão de milho ou sorgo reidratado foi tão eficiente quanto o uso da soja desativada, o que pode estar relacionado a alta degradação desses alimentos no rúmen, sincronizando com a liberação do nitrogênio.

No ambiente ruminal o principal substrato para síntese microbiana é a amônia e a máxima síntese depende da energia disponível, além de que a sincronia de disponibilização dessas duas fontes de nutrientes tem papel fundamental na síntese microbiana. A velocidade de fermentação do alimento ingerido deve ser sincronizada com a degradação da proteína para que a PDR seja sintetizada, sintetizada pelos microrganismos, aumentando a retenção do nitrogênio e reduzindo perdas de amônia pela parede ruminal. Neste aspecto, as silagens de grãos de milho e sorgo reidratados tem como vantagem a alta disponibilidade e digestibilidade do amido no ambiente ruminal, utilizado pelos microrganismos para síntese microbiana.

Conclusões

O uso da ureia ou soja desativadas associadas às silagens de grão de milho, ou sorgo reidratado na dieta de ovinos mostrou resultados semelhantes no metabolismo proteico, se tornando uma alternativa para formulação de dietas balanceadas que atendam às exigências nutricionais.

Referências Bibliográficas

ALIO, A., THEURER, C. B., LOZANO, O., HUBER, J. T., SWINGLE, R. S., DELGADO-ELORDUY, A., & WEBB JR, K. E. (2000). Splanchnic nitrogen metabolism by growing beef steers fed diets containing sorghum grain flaked at different densities, **Journal of animal science**, 78(5), 1355-1363.

AOAC Association of Official Analytical Chemists, 1990, Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15th ed.). **AOAC International**, Virginia: USA.

AOAC, Association of official agricultura lchemists. Official **Methodof Analysis**, ed,7 2000.

BELTON, P. S.; DELGADILLO, I.; HALFORD, N.G.; SHEWRY, P.R. Kafirin structure and functionality. **Journal Cereal Science**. v. 44, p. 272-286, 2006.

CHEN, XUBIN B.; GOMES, M. J, Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of the technical details. 1992.

CLARINDO, RAFAEL LUIS. Fontes energéticas e protéicas para bovinos confinados em fase de terminação. 2006. **Tese**. Universidade de São Paulo.

DETMANN, KELLY C., et al, Silicon nutrition increases grain yield, which, in turn, exerts a feed-forward stimulation of photosynthetic rates via enhanced mesophyll conductance and alters primary metabolism in rice, **New Phytologist**, v, 196, n, 3, p, 752-762, 2012.

FAUSTINO, T, F.; DIAS E SILVA, N, C.; LEITE, R, F.; SILVA, F, F, G.; FLORENTINO, L, A.; REZENDE, ., V. Utilização da silagem de grão de sorgo reidratado na alimentação animal, **Nucleus Animalium**, v,10, n,2, p, 47-60, 2018.

FIRKINS, J. L, et al. Modeling ruminal digestibility of carbohydrates and microbial protein flow to the duodenum, **Journal of Dairy Science**, v, 81, n, 12, p, 3350-3369, 1998.

FURLAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; MOREIRA, I.; MARTINS, E. N. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de sorgo de baixo ou de alto conteúdo de tanino para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v, 35, n, 3, p, 775-784, 2006.

GUIMARÃES, TIAGO PEREIRA. Exigências Proteicas para bovinos de corte, **Multi-Science Journal**, v, 1, n, 1, p, 90-99, 2015.

HENDRIX, DONALD L. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues, **Crop Science**, v, 33, n, 6, p, 1306-1311, 1993.

KOCH, ROBERT M, et al, Efficiency of feed use in beef cattle, **Journal of animal science**, v, 22, n, 2, p, 486-494, 1963.

LAMMERS, B. P.; BUCKMASTER, D. R.; HEINRICHS, A. J. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. **Journal of dairy science**, v, 79, n, 5, p, 922-928, 1996.

LEONARDI, C.; ARMENTANO, L. E. Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v, 86, n, 2, p, 557-564, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle, 7th ed, Washingto, D,C,: **National Academy Press**, 2001, 381p.

ORSKOV, E.R. Nutrición proteica de los ruminantes. Zaragoza: ACRIBIA, 1988. 178p.

ORTOLANI, C. et al. Correlation of the specific Ig E in serum and nasal secretions with clinical symptoms in atopies, **Clinical & Experimental Allergy**, v, 11, n, 3, p, 249-256, 1981.

PASSINI, R.; SILVEIRA, A. C.; TITTO, E. A. L.; RODRIGUES, P. H. M.; ARRIGONI, M. B.; COSTA, C.; CHARDULO, L. A. L. Silagem de grãos úmidos de milho e de sorgo e níveis protéicos sobre desempenho e características da carcaça de novilhos superprecoces, **Acta Scientiarum Maringá**, v, 24, n, 4, p, 1133-1140, 2002.

PIMENTA, JOSÉ LUIZ LEONARDO DE ARAUJO. Efeito da substituição do farelo de soja por ureia na dieta de caprinos Saanen sobre a carcaça, a qualidade da carne e o desenvolvimento testicular, 2019, 70 f, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

ROTH, GREG et al. **Corn silage production, management, and feeding**, Madison^ eWI WI: American Society of Agronomy, 1995.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, D.J.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Madison, v.70, p.3551, 1992.

SILVA, FABRÍCIA C. et al. Understanding urea encapsulation in different clay minerals as a possible system for ruminant nutrition, **Molecules**, v, 24, n, 19, p, 3525, 2019.

SILVA, J. T. (2021). Silagem de grãos reconstituídos de milho e sorgo sem e com adição de enzima amilolítica exógena, Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Grande Dourados.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R, H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. **Journal of the association of official analytical chemists**, v, 51, n, 4, p, 780-785, 1968.

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

VERBIC, J. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants, Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers, **The Journal of Agricultural Science**, v, 114, n, 3, p, 243-248, 1990.

CAPÍTULO 4:

**METIONINA PROTEGIDA E NÍVEIS DE PROTEÍNA NA DIETA SOBRE O
METABOLISMO E PRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS DE BAIXA PRODUÇÃO**

**Artigo Redigido e Formatado de acordo com as normas da revista South African
Journal of Animal Sciences**

Qualis 2017-2020: A4

Metionina protegida e níveis de proteína na dieta sobre o metabolismo e produção de vacas leiteiras

Resumo: Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o metabolismo e desempenho de vacas leiteiras de baixa produção submetidas a alimentação com alta e baixa proteína e suplementação com metionina na dieta. O experimento foi conduzido no período de novembro 2020 a fevereiro de 2021 na propriedade “Nossa Senhora Abadia”, localizada no município de Douradina no estado de Mato Grosso do Sul. Os animais utilizados no experimento são provenientes da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. Foram utilizadas 8 vacas Jersey (432,91 kg, ± 50 kg) alojadas em baias individuais, induzidas a lactação por meio de hormônios e quando atingiram o pico de lactação (com 90 ± 5 dias de lactação) foram distribuídas aleatoriamente em duplo quadrado latino 4x4, composto por 14 dias de adaptação e 4 de coleta de dados, totalizando 72 dias de período experimental. As dietas experimentais foram: 1- Alta PB+ AA, 2- Baixa PB+AA, 3- Alta PB 4- Baixa PB, de forma que a alta e baixa PB fosse em concentrações de 15 e 12% respectivamente e fornecimento de 40g de metionina protegida. Foram avaliados o consumo e digestibilidade de matéria seca e nutrientes, a fermentação ruminal, o balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana, a produção e composição do leite, os parâmetros sanguíneos. O consumo de MS, PB, FDN e MO não diferiram entre os tratamentos avaliados ($P > 0,05$). Os parâmetros ruminais avaliados, como NH_3 , pH e AGVs não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ($P > 0,05$). Já para a produção de ácidos graxos voláteis, o propionato diferiu-se entre os tratamentos ($P = 0,031$). A produção de leite não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,05$). Comportamento semelhante foi observado para a produção de leite corrigida, produção e teor de gordura, proteína e lactose ($P > 0,05$). O uso de dietas com alta ou baixa proteína com ou sem a suplementação com metionina protegida não alterou o metabolismo, a produção e a composição do leite quando fornecida para vacas leiteiras de baixa produção em condições de alimentação tropical.

Palavras-chave: aminoácido, consumo, produção de leite, síntese proteica.

Introdução

Em animais leiteiros, as exigências nutricionais aumentaram ao longo dos anos, principalmente pelo aumento do potencial produtivo. Do ponto de vista de exigências de proteínas, é cada vez mais visível a necessidade de suprir as exigências por aminoácidos, uma vez que os animais apresentam exigências por esses componentes e não pela proteína em si (Ferreira et al., 2018).

Por muitos anos a suplementação com aminoácidos foi considerada não necessária devido o perfil de aminoácidos da proteína microbiana atender as demandas dos animais, entretanto, com o aumento da produtividade foi observou-se a necessidade de atender essa exigência (Pinto et al., 2019). Dentre os aminoácidos, a metionina, por ser um aminoácido essencial, demonstra que a sua suplementação pode aumentar a produção de leite como melhorar sua composição, melhorar os índices reprodutivos, e propiciar benefícios à saúde hepática e à imunidade.

Na suplementação com aminoácidos para ruminantes, deve-se considerar que no ambiente ruminal a ação dos microrganismos modifica a maioria dos alimentos submetidos a fermentação. Dessa forma, os aminoácidos suplementados sofreriam hidrólise pelos microrganismos não sendo eficiente para aumentar o fluxo dos mesmos para o duodeno, outro importante ponto seria que a disponibilidade de proteína na dieta desses animais suplementados com metionina, que poderia influenciar os resultados devido o atendimento das exigências.

O fornecimento proteico tem buscado trabalhar cada vez mais com os níveis de proteína e perfil de aminoácidos no fluido ruminal disponível para ser absorvido após a digestão microbiana e enzimática de proteínas microbianas. Dessa forma, na produção de leite atual, tem se buscado cada vez mais a eficiência de uso das fontes de proteína e nitrogênio das dietas, uma vez que esses nutrientes são os de maior custo entre os alimentos (Gilbreath et al., 2021).

Em dietas com limitação de nitrogênio há uma maior demanda pelos aminoácidos da proteína microbiana em comparação a dietas com alta PNDR, assim, a eficiência de uso da proteína microbiana pode influenciar a produção dos animais e a suplementação com aminoácidos pode melhorar essa síntese (Ostrensky 2018; Loerch et al., 2018)

Para que a proteína passe pelo rúmen sem sofrer alterações durante fermentação, alguns métodos têm sido utilizados, dentre eles o by-pass. Este pode ser utilizado para a proteção dos aminoácidos da ação dos microrganismos ruminais, permitindo a suplementação de aminoácidos (AAS) específicos para absorção direta no intestino delgado, desta forma, tem-se observado efeitos positivos quanto ao uso de metionina.

Em vista do exposto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar o consumo, metabolismo proteico, produção e composição do leite de vacas leiteiras de baixa produção, alimentadas com alta ou baixa proteína, suplementadas ou não com metionina protegida.

Material e Métodos

O projeto foi submetido, analisado e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal da Grande Dourados sob número 33/2020. O experimento foi conduzido no período de novembro 2020 a fevereiro de 2021 na propriedade “Nossa Senhora Abadia”, localizada no município de Douradina no estado de Mato grosso do Sul (clima classificado como Cwa - Mesotérmico Úmido, com precipitação e temperatura média anuais de 1500 mm e 22°C).

Preparação dos animais e dietas

Os animais utilizados no experimento são provenientes da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados, Unidade II. Foram utilizadas 8 vacas Jersey (432,91 kg, ± 50 kg) alojadas em baias individuais de concretos com piso cimentado com cocho e bebedouro, os animais foram induzidos a lactação por meio de hormônios e quando atingiram o pico de lactação (com 45 ± 5 dias de lactação) foram distribuídas aleatoriamente em duplo quadrado latino 4x4, composto por 14 dias de adaptação e 4 de colheita de dados e amostragem por período, totalizando 72 dias de período experimental.

As dietas foram formuladas com base no NRC (2001). As dietas experimentais foram: 1-Alta PB (16%) + AA (40g de metionina protegida), 2-Baixa PB (12%) +AA (40g de metionina protegida), 3-Alta PB (16%) 4-Baixa PB (12%), (tabela 1). As dietas foram fracionadas em dois tratos diários, às 6h e às 14h de modo a garantir sobras diárias de 10% do fornecido, garantindo assim o consumo *ad libidum*.

Amostras de alimentos e sobras foram coletadas diariamente durante o período de amostragem e reunidas em uma amostra composta para análises químico-bromatológicas subsequentes.

Tabela 1- Ingredientes e composição bromatológica das dietas experimentais.

Alimentos	Alta PB %	Baixa PB %
	Inclusão %	
Silagem de milho	52,950	53,240
Milho moído	22,760	32,940
Grão de soja	19,980	9,510
Ureia	0,340	0,340
Núcleo mineral ¹	3,980	3,990
Composição nutricional (g/kg MS)		
PB	151	121
FDN	362	303
FDA	179	170
CNF	403	399

¹Níveis de garantia (kg/produto): Cálcio 190 g/kg, Fósforo 60 g/kg, Enxofre 20 g/kg, Magnésio 20 g/kg, Potássio 35 g/kg, Sódio 70 g/kg, Cobalto 15 mg/kg, Cobre 700 mg/kg, Cromo 10 mg/kg, Ferro 700 mg/kg, iodo 40 mg/kg, Manganês 1600 mg/kg, Selênio 19 mg/kg, Zinco 2.500 mg/kg, Vitamina A 400.000 UI/kg, Vitamina D3 100.000 UI/kg, Vitamina E 2.400 UI/kg, Flúor 600 mg/kg.

Consumo e digestibilidade de matéria seca e nutrientes

Diariamente foram realizadas pesagens da quantidade de fornecimento de alimentos, concentrado e das sobras de cada tratamento com a finalidade de estimar o consumo. Para a avaliação do consumo, as sobras da dieta foram pesadas, sendo diariamente ajustado o fornecimento para consumo *ad libitum* com sobras das dietas calculadas entre 5 e 15%.

As sobras retiradas e pesadas e ambos, concentrado e volumoso, eram pesados em duas porções, para serem fornecidas aos animais nos dois tratamentos diários. No fornecimento, o concentrado, a metionina e o volumoso eram homogeneizados no cocho, e fornecidos na forma de dieta total. Amostras das sobras de cada animal e ingredientes da dieta fornecida eram coletadas durante todo o período de avaliação de consumo, perfazendo amostra composta dos diferentes dias, que após coletada eram armazenadas a -20 °C.

Para estimativa da digestibilidade aparente total da matéria seca e dos nutrientes, foi realizada coleta total de fezes no 15º e 16º dia de cada período experimental. As amostras obtidas foram homogeneizadas para compor uma amostra composta de cada animal em cada

período. As amostras de fezes coletadas foram pré-secas em estufa com ventilação forçada (55°C/72 horas) e processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade 1 mm.

Amostras de dietas, ingredientes concentrados, sobras e fezes foram analisadas para avaliar o consumo e a digestibilidade. As amostras foram analisadas quanto à matéria seca (MS; método 967,03), cinzas (método 942,05), proteína bruta (PB; método 981,10) e extrato etéreo (EE; método 920,39) conforme recomendações da AOAC (1990). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) corrigido para cinza e proteína (usando alfa-amilase termoestável sem sulfito de sódio) (Schadt, Mertens, Licitra et al., 2014) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados como descrito por Van Soest et al. (1994). A lignina foi determinada tratando o resíduo da fibra em detergente ácido com ácido sulfúrico 72% (Silva e Queiroz, 2002). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados utilizando a fórmula proposta pelo NRC (2001). O consumo diário de matéria seca estimado por animal (CMS) da baía foi calculado a partir da diferença entre a quantidade de dieta oferecida diariamente e as sobras coletadas no dia seguinte,

Amostras da dieta total e de sobras de cada tratamento foram coletadas durante o 12º, 13º e 14º dia de cada período, formando uma amostra composta por período. A mistura total da dieta e das sobras foram analisadas para a distribuição de tamanho de partículas usando um separador de partículas com peneiras estratificadoras (Penn State Particle Separator – Nasco, Fort Atkinson, WI, EUA) como descrito por Kononoff et al. (2017).

O separador de partículas utilizado apresentava quatro bandejas sobrepostas (P1 a P4) com orifícios: Peneira 1 = retenção de partículas maiores do que 19 mm. Peneira 2 = retenção de partículas entre 19 e 8 mm. Peneira 3 = retenção de partículas entre 8 e 1,18 mm e Peneira 4 (bandeja) = com fundo fechado, a qual retém partículas com diâmetro inferiores a 1,18 mm.

Para análise do teor de amido foi utilizada metodologia descrita por Hendrix (1993), onde aproximadamente 0,1 g de amostra foi pesada em duplicata em tubos de plástico, foram adicionados 2 mL de solução ácida, agitada e levada para estufa de ventilação forçada por 1 hora, em seguida adicionado 2 mL de água destilada, vedado e tratado em autoclave a 110°C durante 60 min. Em seguida foi adicionado 5 mL de solução tampão, enzima amilase e levada para estufa de ventilação forçada por 20 horas.

Posteriormente a solução resultante foi filtrada em balão de 100 mL, completando o volume com água destilada e agitada. As análises das concentrações foram realizadas por meio de kits comerciais que utilizam método enzimático colorimétrico, sendo a leitura realizada em analisador automático.

Fermentação ruminal

No 18º dia de cada período experimental, 4 horas após alimentação foi coletado líquido ruminal por sonda esofágica de acordo com Ortolani et al., (1981). Imediatamente após a coleta, o pH foi mensurado por potenciômetro. A leitura foi efetuada com potenciômetro digital (MB-10, Marte, Santa Rita do Sapucaí, Brasil). As amostras foram armazenadas em recipientes plásticos a -5°C, A amônia-N foi determinada pelo método colorimétrico de fenol-hipoclorito (Broderick e Kang, 1980).

A análise de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) foi realizada e calculada de acordo com Moss et al., (2000), sendo as amostras centrifugadas a 15,000g (4°C), durante 50 minutos, e em seguida, analisadas em cromatógrafo líquido-gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II GC, coluna empacotada cabopack, 3m), com temperatura do forno de 120 °C, equipado com integrador (Hewlett Packard 3396 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett Packard 6890 Series Injector) à temperatura de 106°C, e detector tipo FID a 190°C. O gás de arraste utilizado foi o nitrogênio, sem rampa de aquecimento.

O padrão interno utilizado foi o ácido 2-metilbutírico, sendo acrescentados, em cada tubo para leitura em cromatógrafo, 100µL do padrão interno, 800µL da amostra e 200µL de ácido fórmico. Uma mistura de ácidos graxos voláteis com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do integrador (Campos et al., 2004).

Balanco de nitrogênio e síntese de proteína microbiana

No 18º dia de cada período experimental foi realizada a coleta de urina durante a micção espontânea, às 10:00h, ou seja, quatro horas após o fornecimento da refeição às 06h00. Uma alíquota de 10 mL da urina foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N.

Nesse processo, o pH foi ajustado, se necessário, para valores abaixo de 3, com gotículas de ácido sulfúrico concentrado, visando prevenir a destruição bacteriana dos derivados de purina e precipitação do ácido úrico. As amostras foram armazenadas a -18 °C para análises posteriores dos derivados da purina, alantoína e ácido úrico.

As análises desses derivados foram realizadas conforme a técnica descrita por Chen e Gomes (1992). Purinas microbianas absorvidas (X, mmol dia⁻¹) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purina (Y, mmol dia⁻¹), pela seguinte equação: $Y = 0,84X + (0,150 BW^{0,75} e^{-0,25X})$, em que 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados da purina urinária e $0,150 BW^{0,75} e^{-0,25X}$ é a contribuição endógena à excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

O fluxo intestinal dos compostos nitrogenados ($Y, \text{g N dia}^{-1}$) foi calculado em função da purinas microbianas absorvidas ($X, \text{mmol dia}^{-1}$), usando a seguinte equação: $Y = (70X) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$, em que 70 é o teor de N nas purinas (mg N mmol); 0,83 é a digestibilidade da microbiana purinas; e 0,116 é a Purina N: bacteriana N. A produção microbiana foi expressa como g N microbiano (gramas de N microbiano) e P microbiano (gramas de proteína microbiana).

Para o balanço de nitrogênio foi realizada a quantificação do teor de nitrogênio da urina e fezes conforme AOAC (2000). O cálculo foi realizado conforme a seguintes fórmulas:

$$N_{\text{absorvido}} = N_{\text{consumido}} - (N_{\text{fezes}})$$

$$N_{\text{retido}} = N_{\text{consumido}} - (N_{\text{fezes}} + N_{\text{urina}})$$

Produção e composição do leite

As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, às 6h00 e às 16h00, sendo a produção de leite (PL) registrada diariamente durante todo o período experimental e produção média considerada todos os dias do período experimental. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLC) segundo fórmula de Sklan et al., (1992), onde $PLC = (0,432 + 0,163 * G\%) * PL$.

As amostras utilizadas para análise da composição do leite foram obtidas no 15º, 16º e 17º dias de cada período experimental, na qual cada amostra era proveniente das duas ordenhas diárias, com amostragens proporcionais. Foram determinados os teores de gordura, proteína e lactose, por espectrometria de infravermelho pelo equipamento LACTOSCAN®.

Para a análise de ácidos graxos do leite foi realizada a coleta de uma amostra ($\pm 200 \text{ ml}$) de leite, sendo uma alíquota da ordenha matutina e uma da ordenha vespertina, Para o processo de extração, as amostras foram centrifugadas a $17,800 \times g$ por 30 minutos a 4°C e próximo a $19,300 \times g$ por 20 minutos a 4°C , de acordo com Feng et al. (2004), A gordura separada (300-400 mg) foi metilada e os ésteres metílicos foram formados de acordo com Kramer et al, (1996). Dois padrões internos C18:0 e C19:0 foram utilizados para corrigir as perdas durante o processo de metilação.

A extração da gordura dos alimentos foi realizada de acordo com o método de Folch et al, (1957) e de metilação realizada de acordo com Kramer et al, (1997). Os lipídeos foram extraídos por homogeneização da amostra com uma solução de clorofórmio e metanol 2:1, em seguida os lipídeos foram isolados após a adição de solução de NaCl a 1,5%. Os ácidos graxos foram quantificados por cromatografia gasosa (GC Shimatzu 2010, com injeção automática),

usando coluna capilar SP-2560 (100 m × 0,25 mm de diâmetro com 0,02 mm de espessura, Supelco, Bellefonte, PA).

A temperatura inicial foi de 70 °C por 4 minutos (13°C/minuto) até chegar a 175°C, mantendo por 27 minutos. Depois, um novo aumento de 4°C/minuto, foi iniciado até 215°C, mantendo durante 31 minutos. Hidrogênio (H₂) foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 40 cm/s, durante o processo de identificação foram utilizados quatro padrões: standard C4-C24 de ácidos graxos (Supelco ® TM 37), ácido vacênico C18:1 trans-11 (V038-1g, Sigma®), C18:2 CLA trans-10, cis-12 (UC-61M 100mg), e C18:2 cis-9, trans-11 (UC-60M 100mg), (NU-CHEK-PREP EUA ®) para identificação dos ácidos graxos formados durante a bio-hidrogenação de ácidos graxos insaturados.

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos ao SAS (Version 9,1,3, SAS Institute, Cary, NC 2004), verificando a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC MIXED do SAS, versão 9,0 (SAS, 2009), e as médias comparadas pelo teste Tukey adotando-se nível de significância de 5%.

Resultados

O consumo de MS, PB, FDN e MO de vacas de leite alimentadas com alta e baixa proteína com ou sem aminoácido protegido, não diferiram entre os tratamentos avaliados ($P>0,05$), comportamento semelhante foi observado para a digestibilidade desses nutrientes, conforme a Tabela 2.

Tabela 2- Consumo e digestibilidade de nutrientes de vacas leiteiras de baixa produção alimentadas com níveis alto e baixo de proteína, com ou sem aminoácido protegido.

Consumo, kg/dia	Dietas experimentais				EPM	Valor de P
	APBAA	APBSA	BPBAA	BPBSA		
MS	10,169	9,374	11,267	9,584	0,531	0,544
PB	1,358	1,053	1,239	0,984	0,070	0,184
FDN	6,328	6,314	7,940	6,595	0,508	0,568
MO	8,637	8,325	9,985	8,162	0,480	0,509
<i>Digestibilidade g/kg</i>						

FDN	451,70	545,67	654,26	575,01	42,836	0,263
MO	672,09	626,26	680,47	633,85	25,502	0,767
MS	597,56	518,62	603,86	538,08	31,13	0,627
PB	498,60	393,67	501,72	372,49	44,371	0,508

MS: Matéria seca; PB: proteína bruta; FDN: Fibra em detergente neutro; MO: Matéria orgânica, APBAA: Alta PB (16%) + AA (40g de metionina protegida), BPBAA: Baixa PB (12%) +AA (40g de metionina protegida); APBSA: Alta PB (16%); BPBSA: Baixa PB.

Os parâmetros ruminiais avaliados (Tabela 3), como NH₃, pH e AGVs não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos (P>0,05). Já para a produção de ácidos graxos voláteis, o propionato diferiu-se entre os tratamentos (P=0,031). O maior valor foi observado nos animais alimentados com a dieta com alta proteína sem aminoácido protegido. Para os AGVs acetato, butirato, isobutirato, isovalerato, valerato e relação acetato/propionato não foi observado diferença significativa entre os tratamentos (P>0,05).

Tabela 3- Parâmetros ruminiais de vacas leiteiras de baixa produção alimentadas com níveis alto e baixo de proteína, com ou sem aminoácido protegido.

Item mmol/L	Diets experimentais				EPM	Valor de P
	APB+A	APB+SA	BPB+AA	BPB+SA		
	A					
NH ₃	7,896	8,482	7,994	8,894	0,253	0,408
pH	6,516	6,457	6,416	6,455	0,057	0,873
Acetato/Propionato	3,036	2,440	2,802	2,578	0,107	0,189
Acetato	52,113	53,834	52,438	49,952	1,358	0,791
Butirato	8,255	7,053	7,504	7,242	0,467	0,764
Isobutirato	0,225	0,280	0,269	0,256	0,026	0,835
Isovalerato	1,111	0,947	0,807	0,795	0,075	0,167
Propionato	17,671 ^B	23,098 ^A	18,960 ^B	19,581 ^B	0,755	0,031
Valerato	0,664	0,731	0,608	0,489	0,047	0,142
Total	80,046	85,945	80,588	78,317	1,917	0,469

BPBAA: Baixa PB (12%) +AA (40g de metionina protegida); APBSA: Alta PB (16%); BPBSA: Baixa PB. Média seguidas de letras diferentes na linha diferem-se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores relacionados ao metabolismo de nitrogênio (Tabela 4) dos animais alimentados com ou sem aminoácido protegido em alta, ou baixa proteína da dieta não diferiram estatisticamente entre si ($P>0,05$).

Tabela 4- Metabolismo de nitrogênio de vacas leiteiras de baixa produção alimentadas com níveis alto e baixo de proteína, com ou sem aminoácido protegido.

Item	Diets experimentais				EPM	Valor de P
	APB+AA	APB+SA	BPB+AA	BPB+SA		
<i>Consumo g/dia</i>						
Consumo de N	217,290	168,530	198,290	157,540	11,270	0,226
<i>Excreção g/dia</i>						
N na urina	33,270	26,150	23,570	39,610	5,080	0,133
N nas fezes	99,802	94,379	93,467	86,971	6,510	0,881
<i>Balanço g/dia</i>						
N absorvível	117,480	74,147	104,82	70,588	12,282	0,319
N microbiano	113,860	108,99	132,17	110,340	2,832	0,460
N retido	84,208	47,990	81,249	30,969	12,137	0,185
Pb mic	711,640	681,200	826,080	689,620	17,700	0,460
<i>Síntese de nitrogênio microbiano (g/dia)</i>						
N ureico no soro	15,530	16,067	15,703	16,757	0,346	0,687
Purinas Abs	156,610	149,910	181,790	151,760	3,895	0,460
Purinas totais/dia	147,190	141,620	168,460	143,150	3,240	0,454
Ácido úrico/dia	111,950	103,850	132,240	108,140	3,170	0,433
Ácido Úrico mmol/litro	5,000	4,370	5,049	4,921	0,263	0,790
Alantoína/dia	30,888	33,008	31,171	30,146	0,296	0,365
Alantoína leite mmol/litro	0,288	0,297	0,285	0,296	0,054	0,852
Alantoína mmol/dia	15,789	16,248	15,609	16,212	0,235	0,852
Alantoína Urina mmol/litro	1,313	1,351	1,298	1,348	0,024	0,852

BPBAA: Baixa PB (12%) +AA (40g de metionina protegida); APBSA: Alta PB (16%);

BPBSA: Baixa PB. N: nitrogênio.

A produção de leite (Tabela 5), não diferiu entre os tratamentos, com valores de produção entre 15,21 a 17,29 kg/dia. Comportamento semelhante foi observado para a produção de leite corrigida, produção e teor de gordura, proteína e lactose ($P>0,05$).

Tabela 5- Produção e composição do leite de vacas de leite de baixa produção alimentadas com níveis de proteína com ou sem aminoácido protegido.

Item	Dietas experimentais				EPM	Valor de P
	APB+AA	APB+SA	BPB+AA	BPB+SA		
<i>Produção kg</i>						
Leite	16,743	15,219	17,296	15,557	0,664	0,680
Leite corrigido	18,450	16,740	18,847	17,038	0,785	0,678
Proteína	0,545	0,503	0,560	0,505	0,021	0,708
Gordura	0,690	0,625	0,700	0,634	0,032	0,699
Lactose	0,815	0,749	0,838	0,765	0,031	0,683
<i>Composição %</i>						
Teor de gordura	4,068	4,000	4,110	4,105	0,123	0,970
Teor de lactose	4,851	4,886	4,881	4,890	0,045	0,940
Teor de proteína	3,241	3,281	3,260	3,266	0,030	0,825

BPBAA: Baixa PB (12%) +AA (40g de metionina protegida); APBSA: Alta PB (16%); BPBSA: Baixa PB. Média seguidas de letras diferentes na linha diferem-se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao perfil lipídico do leite (Tabela 6), não foi observada diferença entre os tratamentos avaliados ($P>0,05$).

Tabela 6- Perfil lipídico do leite de vacas alimentadas com dietas alta e baixa em proteína, suplementadas ou não com aminoácido protegido.

Item	Dietas experimentais				EPM	Valor de P
	APB+AA	APB+SA	BPB+AA	BPB+SA		
C4:0	1,582	1,556	1,557	1,585	0,015	0,377
C6:0	1,617	1,600	1,626	1,636	0,023	0,733

C8:0	2,852	2,963	2,852	2,953	0,029	0,051
C10:0	6,738	6,698	6,787	6,762	0,074	0,855
C12:0	4,221	4,237	4,193	4,232	0,015	0,227
C14:0	11,210	11,101	11,171	11,206	0,055	0,491
C 14:1	0,0575	0,050	0,055	0,052	0,002	0,072
C15:0	1,453	1,435	1,453	1,448	0,013	0,745
C15:1	0,215	0,197	0,210	0,207	0,006	0,236
C16:0	27,783	27,907	27,355	27,227	0,272	0,248
C 16:1	0,955	0,952	0,978	0,987	0,012	0,156
C17:0	0,168	0,167	0,180	0,168	0,006	0,514
C 17:1	0,416	0,400	0,4137	0,402	0,018	0,905
<i>cis</i> 9,C18:1	14,055	14,150	14,336	14,342	0,131	0,342
<i>cis</i> 11,C18:1	7,132	7,135	7,228	7,152	0,052	0,528
C18_2N6	1,550	1,580	1,582	1,598	0,027	0,666
<i>cis</i> 9,C18:1	13,617	13,500	13,616	13,631	0,155	0,926
trans-9, <i>cis</i> -11 C18:2	0,855	0,855	0,880	0,861	0,006	0,050
trans-10, <i>cis</i> -12 C18:2	1,553	1,587	1,613	1,596	0,021	0,254
C20:0	0,887	0,871	0,880	0,895	0,022	0,893
C22:0	0,847	0,866	0,856	0,857	0,006	0,248
C24:0	0,177	0,186	0,171	0,193	0,0126	0,617
Colesterol (mg/dl)	128,971	136,915	131,35	126,962	7,136	0,779

APBAA: Alta PB (16%) +AA (40g de metionina protegida), BPBAA: Baixa PB (12%) +AA (40g de metionina protegida); APBSA: Alta PB (16%) sem aminoácido protegido; BPBSA: Baixa PB (12%).

Discussão

O efeito da alta e baixa PB aliada ou não com a suplementação com a metionina protegida não influenciou o consumo e digestibilidade de nutrientes, assim como os parâmetros ruminais. A quantidade ingerida de MS supriu as demandas desses animais por serem de baixa produção, mesmo quando alimentados com dietas com menor teor de PB.

No ambiente ruminal, a digestibilidade da MS depende da ação dos microrganismos, onde a relação CNF:PDR é um dos principais fatores que influenciam a digestão, pois influencia o fornecimento desses nutrientes para os microrganismos ruminais, onde a PNDR é responsável por fornecer parte dos aminoácidos para os animais (Broderick, 2003).

Assim como a boa relação entre proteína/energia, onde a sincronia destes nutrientes faz com que os microrganismos aumentem sua síntese proteica maximizando sua multiplicação e a capacidade de digestibilidade da MS no ambiente ruminal., nas dietas avaliadas, a qualidade dos alimentos utilizados (silagem de milho e milho moído) como fonte de amido tiveram sincronia de degradação com as fontes de PB utilizadas (grão de soja e ureia), assim, mesmo com diferença nos teores de PB das dietas a digestibilidade não foi alterada.

Nas dietas avaliadas a relação concentrado: volumoso favoreceu a digestibilidade da dieta, onde a silagem de milho e os grãos que representam maior parte da dieta, tem alto valor nutricional e alta digestibilidade. Verificando-se que em dietas com menor quantidade de PB quando comparadas com dietas de alta PB com ou sem suplementação de metionina, os alimentos de alta qualidade podem favorecer a síntese microbiana e digestibilidade da dieta, não afetando o consumo de MS. De acordo Santos et al (1998), vacas alimentadas com alta quantidade de amido degradável tem maior capacidade de uso eficiente das fontes de proteína da dieta, principalmente a fração de NNP, mantendo desempenho semelhante entre as dietas.

Corroborando com o estudo, Aguirre et al. (2015), também não observaram o não efeito da suplementação da metionina protegida em associação ou não com colina sobre o consumo de matéria seca total, onde se observaram valor médio de 14,12 kg de MS por animal.

A eficiência do metabolismo proteico entre os tratamentos demonstra que houve uso eficiente da fonte proteica entre as dietas avaliadas, uma vez que não foi observado diferença para excreção de nitrogênio pela urina e fezes e eles permaneceram com seus valores estáveis e dentro da normalidade.

Sobre as características de fermentação ruminal, o pH não apresentou-se diferente entre os tratamentos, entretanto, os valores deste estão na faixa ideal de 6,2 a 7,2 (Van Soest, 1994), o que pode ser explicado pelos valores de consumo de FDN, que mantem o ambiente ruminal

estável sem redução do pH. Já os valores de NH_3 observados estão nos valores adequados para crescimento dos microrganismos ruminais (5 mg $\text{N-NH}_3/100$ mL) conforme Preston (1986), entretanto, abaixo de 10 mg/dL para haver aumento da digestão ruminal da MS e para aumento da ingestão da MS deveria ser acima de 20 mg/dL (Leng, 1990).

Os teores de proteína, assim como uso de aminoácidos protegidos em dietas de ruminantes quando corretamente balanceadas, podem ter efeito inerte sobre as características ruminais como pH, NH_3 assim como para produção de AGVs totais, sendo que estes parâmetros diretamente relacionados a fermentação de carboidratos da dieta, sendo esse nutriente semelhante entre as dietas avaliadas.

Os maiores valores de propionato na dieta com alta proteína sem aminoácido, podem ser atribuídos a maior disponibilidade de proteína na dieta. Em dietas com maiores quantidades de concentrado, a presença de proteína verdadeira pode favorecer as bactérias amilolíticas, uma vez que estas utilizam o nitrogênio advindo da quebra da proteína para sua síntese e multiplicação, degradando os carboidratos da dieta e produzindo mais propionato (Tamura et al., 2021).

O propionato é a principal fonte de energia para ruminantes e na produção de leite este é convertido a glicose e posteriormente precursor para formação da lactose que pode aumentar a produção de leite (Zhao et al., 2019). Entretanto, como não houve aumento da produção de leite, possivelmente a maior disponibilidade de energia aos animais pode ter sido utilizada para deposição de reservas corporais.

O efeito da proteína e suplementação com metionina protegida sobre a produção e composição do leite de vacas leiteiras pode variar de acordo as condições produtivas que os animais estão submetidos. Ao longo da lactação, os animais diminuem a produção de leite e assim suas exigências, onde a demanda por proteína diminui assim como para os aminoácidos (metionina), pois este é um dos principais responsáveis pela produção de leite e formação das proteínas neste alimento.

Os resultados nulos entre os tratamentos deste trabalho foram semelhantes a outros trabalhos da literatura, e esse comportamento pode ser atribuído ao estágio de lactação, bom nível de condição corporal e ao nível de produção de leite dos animais, onde suas exigências proteicas e aminoacídicas podem ter sido atendidas pelo menor nível de PB.

Quanto ao efeito do aminoácido nas dietas avaliadas, os resultados para produção de leite são semelhantes aos encontrados por Frota et al., (2014) e Chiogna Junior (2018), que também não observaram o efeito da suplementação com metionina protegida para vacas leiteiras, o que pode estar relacionado as exigências de aminoácidos pelos animais, onde a baixa

exigência pode fazer com que os aminoácidos fornecidos sejam utilizados para outras rotas metabólicas.

O nível dietético de proteína bruta (PB) é um dos fatores mais importantes na produção de leite. De acordo os resultados encontrados no trabalho e os dados da literatura, observa-se que o efeito da suplementação com alta ou baixa proteína com ou sem metionina protegida para vacas em lactação pode ter efeitos variados.

Uma vez que diversos fatores podem afetar o seu aproveitamento no metabolismo animal, como nível de produção, qualidade da forragem, tipo de dieta, tipo de proteção dos aminoácidos e estágio de lactação, uma vez que as exigências nutricionais mudam ao longo do período produtivo e as exigências podem ou não serem supridas pela proteína da dieta.

Conclusão

O uso de dietas com alta ou baixa proteína com ou sem a suplementação com metionina protegida não alterou o metabolismo, a produção e a composição do leite quando fornecida para vacas leiteiras de baixa produção em condições de alimentação tropical.

Referências

AYYAT, MOHAMED S. et al. Beneficial effects of rumen-protected methionine on nitrogen-use efficiency, histological parameters, productivity and reproductive performance of ruminants. **Animal biotechnology**, v. 32, n. 1, p. 51-66, 2021.

ABDELMEGEID, MOHAMED K. et al. Rumen-protected methionine during the peripartal period in dairy cows and its effects on abundance of major species of ruminal bacteria. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 9, n. 1, p. 1-7, 2018.

AOAC Association of Official Analytical Chemists International, 2005, Official methods of analysis of AOAC International, 18th ed, **AOAC International**, Gaithersburg, Maryland,

AOAC Association of Official Analytical Chemists, 1990, Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15th ed.), **AOAC International**, Virginia: USA

CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análises de alimentos Piracicaba**: FEALQ, 2004, 135p.

CHIOGNA J. V. C. Metionina protegida no desempenho de vacas leiteiras de alta produção. 2018, 58 f. **Dissertação** (mestrado em Biociência) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, Goiás, 2018.

COLEMAN, DANIELLE N. et al. Amino acids and the regulation of oxidative stress and immune function in dairy cattle. **Journal of animal science**, v. 98, n. Supplement_1, p. S175-S193, 2020.

FERREIRA, Sérgio Fernandes et al. Metionina e análogos na nutrição de bovinos. **Ci. Anim**, p. 130-144, 2018. FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of biological Chemistry**. v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

FROTA, H. N.; REIS, R. B.; FARIA, B. N. et al. Suplementação de lisina e metionina em associação ou não com o óleo de soja na dieta de vacas leiteiras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 66, n. 4, p. 1121-1128, 2014.

GILBREATH, K. R.; BAZER, F. W.; SATTERFIELD, M. C. et al. Amino acid nutrition and reproductive performance in ruminants. **Advances in Experimental Medicine and Biology**. v. 43, n. 61, p. 240 - 256, 2020.

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.

HENDRIX, D. L. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. **Crop Science**. v. 33, n. 6, p. 1306-1311, 1993.

KREMER, R.; ROSÉS, L.; RISTA, L. et al. Machine milk yield and composition of non-dairy Corriedale sheep in Uruguai. **Small Ruminant Research**. v.19, n. 1, p. 9-14, 1996.

LAPIERRE, H.; PACHECO, D.; BERTHIAUME, R. et al. What is the supply of amino acids for a dairy cow?. **Journal of Dairy Science**. v. 89, n. 1, p. 1-14, 2006.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research and Review**, v.3, p.277-303, 1990.

LOERCH, STEVEN C.; OKE, BENJAMIN O. Rumen protected amino acids in ruminant nutrition. In: **Absorption and utilization of amino acids**. CRC Press, 2018. p. 187-200.

MONTOYA A.; JHON, A.; CORREA C. et al. Efeito da colina e metionina protegida sobre o consumo, lipid mobilização, produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa. **CES Medicina Veterinaria y Zootecnia**. v. 10, n. 2, p. 179-192, 2015.

MOSS, A.; JOUANY, J.-P.; NEWBOLD, J. et al. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. **Annales de Zootechnie**. v. 49, n. 3, p. 231–253, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle, 7th ed, Washingto, D. C: **National Academy Press**, 2001, 381p

ORTOLANI, C.; MIADONNA, R.; ADAMI, R. et al. Correlation of the specific IgE in serum and nasal secretions with clinical symptoms in atopies. **Clinical & Experimental Allergy**. v. 11, n. 3, p. 249-256, 1981.

OSTRENSKY, A. Desempenho de vacas leiteiras suplementadas com lisina e metionina protegidas da degradação ruminal em dois teores de proteína bruta dietética. 2018. 106 f. **Tese** (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2018.

PINTO, M. M., LIMA, R. F.; DIAS, S. R. et al. Avaliação de desempenho e perfil metabólico em bovinos suplementados com solução de aminoácidos e minerais. **Pubvet**. v. 13, n. 1, p. 150, 2019.

PRESTON, T.R. Analytical methods for characterizing In: Feed resources for ruminants. **Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines**². A practical manual for research workers. Rome: FAO, 1986. p.106.

SCHADT, I.; MERTENS, D. R.; SOEST, P. J. V. et al. Stage of lactation and corresponding diets affect in situ protein degradation by dairy cows. **Journal of Dairy Science**. v. 97, n. 12, p. 7995-8007, 2014.

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

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**. v. 75, n. 9, p. 2463-2472, 1992.

TAMURA, Tetsuo et al. Effects of rumen-protected methionine on milk production in early lactation dairy cattle fed with a diet containing 14.5% crude protein. **Animal Science Journal**, v. 90, n. 1, p. 62-70, 2019.

VAN S. P. J. (1994), **NUTRITIONAL ECOLOGY OF THE RUMINANT (VOL, 1)**, ITHACA, NY, USA: Cornell University Press.

WHITE, R. R.; HALL, M. B.; FIRKINS, J. L. et al. Physically adjusted neutral detergent fiber system for lactating dairy cow rations. II: Development of feeding recommendations. **Journal of dairy science**. v. 100, n. 12, p. 9569-9584, 2017.

ZHAO, K. et al. Effects of rumen-protected methionine and other essential amino acid supplementation on milk and milk component yields in lactating Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 9, p. 7936-7947, 2019.

ANEXOS

Artigo submetido ao periódico Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science

Qualis 2017-2020: B1

Número da submissão: 75238

Soja desativada em dietas de semi-confinamento para novilhas ½ angus-nelore

Soy deactivated in semi-confinement diets for heifers 1/2 angus-nellore

Resumo: A pesquisa foi conduzida com objetivo de avaliar dietas contendo ou não soja desativada para novilhas ½ sangue Nelore-Angus em confinamento sobre o desempenho produtivo, os atributos de carcaça, a ultrassonografia da carcaça e o custo alimentar. Foram utilizadas 60 novilhas ½ sangue Nelore-Angus, idade de 2, 25 anos e peso corporal de 404,62 kg. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, onde os animais foram divididos em 2 grupos experimentais, CONT (concentrado para semi-confinamento sem adição de soja desativada); BOCCHI (concentrado para semiconfinamento com adição de soja desativada). Ambos os concentrados tiveram o mesmo conteúdo de proteína bruta (16%), diferindo no conteúdo de NDT que foram de 69,47 e 72,15 para dieta controle e BOCHI respectivamente. O período experimental foi de 90 dias, avaliados a cada 30 dias, quanto ao ganho de peso diário, peso e ganho de carcaça, AOL. Não foi observada diferença estatística para o peso final entre os grupos experimentais, assim como para o consumo de concentrado nos períodos de avaliação. Entretanto, as novilhas suplementadas com soja desativada na dieta apresentaram maior ganho de peso diário quando comparadas ao grupo CONT, assim como maior peso de carcaça, ganho em arrobas e rendimento de carcaça. O concentrado BOCCHI apresentou custo inferior ao CONT (U\$ 7,26/ton). A adição de soja desativada para bovinos em terminação é indicada, pois proporcionou aos animais maior ingestão de energia e influenciou positivamente o desempenho produtivo, como ganho de peso final superior à ração sem adição da soja desativada além de menor custo de produção.

Palavras-Chaves: bovino de corte, desempenho, proteína, grão de soja, suplementação.

Abstract: The research was conducted with the objective of evaluating diets containing or not deactivated soybean sums for heifers 1/2 Nellore-Angus blood in confinement on productive performance, carcass attributes, carcass ultrasound and feed cost. We used 60 heifers 1/2 Nellore-Angus blood, age 2, 25 years and body weight of 404.62 kg. A completely randomized design was used, where the animals were divided into 2 experimental groups, CONT (concentrate for semi-confinement without added deactivated soybean); BOCCHI (concentrate for semi-confinement with the addition of deactivated soybeans). Both concentrates had the same crude protein content (16%), differing in TDD content, which were 69.47 and 72.15 for control diet and BOCHI, respectively. The experimental period was 90 days, evaluated every 30 days, for daily weight gain, weight and carcass gain, AOL. There was no statistical difference for the final weight between the experimental groups, as well as for the consumption of concentrate in the evaluation periods. However, heifers supplemented with deactivated soybean in the diet showed higher daily weight gain when compared to the CONT group, as well as higher carcass weight, arrobas gain and carcass yield. Bocchi concentrate was less cost than CONT (U\$ 7.26/ton). The addition of deactivated soybean for finishing cattle is indicated because it provided the animals with higher energy intake and positively influenced the productive performance as a final weight gain higher than the feed without adding the deactivated soybean, in addition to lower production cost.

Keywords: beef cattle, performance, protein, soybean, supplementation.

Introdução

Na pecuária de corte, a produção baseada em pastagens sofre o efeito do valor nutricional das gramíneas ao longo do ano, que muitas vezes não conseguem suprir as exigências de proteína e energia dos animais em suas diferentes fases produtivas. Diante aos baixos níveis de nutrientes, torna-se necessário a suplementação de animais em sistemas de pastejo em regiões tropicais, quando o balanço de nutrientes não é atendido pela forragem.

Em sistemas que buscam a intensificação, a suplementação torna-se uma aliada para aumento da produtividade por área, além de propiciar a exploração do potencial genético dos animais, mantém a produção constante ao longo do ano de acordo com a qualidade bromatológica das plantas forrageiras, maximizando o desempenho produtivo e econômico dos sistemas de produção ⁽¹⁾.

Entre os diversos alimentos que podem ser utilizados na formulação de suplementos para bovinos, a soja desativada aparece como uma alternativa interessante pois tem alto valor biológico e é um subproduto de menor custo em comparação ao tradicional farelo de soja,

A soja desativada ou soja tostada, é resultante do processamento térmico do grão de soja por alta temperatura. Esse processo tem como benefícios a desativação de fatores antinutricionais como inibidores de protease, lectinas e alergênicos que são inativados pelo calor ⁽²⁾. A soja tem em sua composição alto teor de nutrientes, com valores próximos a 40% de proteína bruta e 20% de extrato etéreo, sendo uma excelente fonte de proteína e energia ⁽³⁾.

Em animais em terminação a pasto, o fornecimento de suplementos maximiza os ganhos, tanto pelos nutrientes fornecidos quanto pela melhora na digestibilidade da fibra do pasto, uma vez que os suplementos fornecem nitrogênio para a síntese microbiana.

A soja desativada apresenta em sua composição a fração de PDR que é a principal fonte de nitrogênio para maximizar a multiplicação dos microrganismos ruminais, além da alta quantidade de energia advinda do óleo, que favorece o ganho de peso e acabamento de carcaça dos animais ^(4, 5).

Diante o exposto, a presente pesquisa visou avaliar o desempenho, o rendimento de carcaça e o custo produtivo de novilhas de corte em fase terminação recebendo suplemento com soja desativada.

Material e Métodos

Local, animais e dietas

O experimento foi realizado na fazenda Nossa Senhora do Abadia do município de Douradina MS. O projeto foi submetido, analisado e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal da Grande Dourados sob número 33/2020.

Foram utilizadas 60 novilhas F1 ½ sangue Angus-Nelore, idade de $2,25 \pm 0,85$ anos e peso corporal de $404,62 \pm 13,45$ kg. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdividas no tempo, onde os animais foram divididos em 2 grupos experimentais, 1- CONT, concentrado para semi-confinamento sem adição de soja desativada; 2- BOCCHI concentrado para semi-confinamento com adição de soja desativada. Ambos os concentrados tiveram o mesmo conteúdo de proteína bruta (16%), diferindo no conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT). As dietas foram balanceadas conforme o software BCNRM, para ganhos de peso entre 800 a 1000 g/dia (Tabela 1).

Tabela. 1 - Composição em ingredientes e valor nutricional das dietas para semi-confinamento com e sem soja desativada.

Ingrediente	Controle	BOCHI
	Inclusão, %	
Milho moído	77,700	77,700
Farelo de soja	15,000	-
Soja desativada	-	15,000
Ureia	1,300	1,150
Sal branco	1,000	1,000
Núcleo mineral	5,000	5,000
	Composição Nutricional (g/kg MS)	
MS	890,600	892,200
NDT	694,700	721,500
PB	160,000	160,000
EE	31,400	52,400

MS: matéria seca; NDT: nutrientes digestíveis totais; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo.

O período experimental foi de 90 dias, sendo os animais avaliados a cada 30 dias. O concentrado foi fornecido 2 vezes por dia, sempre às 6:00hs e 13:00hs. A quantidade fornecida, em 1% do peso vivo, foi ajustada diariamente conforme a sobra de cada lote individualmente.

Manejo de pastagem

Os 2 grupos experimentais ficaram em 2 piquetes de *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf. cv. Marandu de 8,2 ha, onde a cada 30 dias foi realizada a rotação entre os grupos a fim de retirar o efeito de piquete e pastagem dos resultados obtidos.

Estes piquetes foram provenientes de integração lavoura-pecuária, onde nos anos anteriores a área era destinada ao cultivo em sucessão de soja e milho e no ano do experimento foi cultivada soja e posteriormente a formação do pasto. Após 90 dias da implantação do pasto, foi realizado pastejo de uniformização e quando atingiram 40 cm de altura, iniciou-se o pastejo para experimento. No início do estudo as áreas de pasto apresentaram disponibilidade de 3,230 kg de MS/ha, proteína bruta de 12,34% e FDN de 68,56%.

Desempenho produtivo

Para a mensuração do desempenho produtivo a cada 30 dias, mediante jejum de 12 horas, os animais foram pesados e calculado o ganho em peso por período e o ganho de peso médio dos 90 dias de estudo. Para a conversão alimentar (CA), considerou-se como o total de

MS do concentrado ingerida durante o experimento dividido pelo ganho de peso de corpo vazio (GPvz) total, não sendo computado o consumo de forragem.

Ultrassonografia de carcaça

Aos 60 dias do período experimental, no momento do controle da pesagem, foram mensuradas as medidas de ultrassonografia *in vivo* com auxílio do aparelho ultrassonográfico Aloka, modelo SSD 500 Micrus (Aloka Co. Ltd.), com o auxílio do transdutor linear de 3,5 MHz e 172 mm de comprimento.

Foram mensurados a espessura de gordura subcutânea (EGS mm) e a área de olho do lombo do contrafilé (AOL cm²). Ainda foram calculados a EGS/100 kg de peso vivo e carcaça e também AOL/100 kg de peso vivo e carcaça, essas medidas tomadas como base o peso vivo e de carcaça, ajudam a melhor observação de acabamento e rendimento da carcaça.

Peso e rendimento de carcaça

Os animais foram pesados após jejum de sólidos de 12 horas e abatidos seguindo as normas do Mapa ⁽⁶⁾. No final da linha de abate, as carcaças foram divididas em duas metades e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ), identificadas e encaminhadas à câmara de resfriamento por 24 horas sob temperatura de 0°C. O rendimento de carcaça foi calculado de acordo com o peso final dos animais aos 90 dias de semi-confinamento e o peso de carcaça fornecido pelo frigorífico.

Custos alimentares

Para a construção dos custos com a alimentação dos animais foram utilizados os preços dos núcleos proteicos e milho fubá que compuseram o concentrado. O custo do núcleo proteico CONT foi obtido por consulta ao mercado da região de Douradina-MS. O custo do núcleo proteico com adição de soja desativada foi obtido através da Rações Bocchi LTDA. O preço do milho foi obtido através do site CEPEA para a região do Sul do Mato Grosso do Sul no mês de agosto de 2019, quando se iniciou o ensaio. O custo do pasto por animal foi obtido por meio do Anualpec ⁽⁷⁾, após formação dos preços os valores foram convertidos para dólares de acordo com as cotações Ibovespa para o ano de 2019.

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à normalidade dos resíduos e à homogeneidade das variâncias pelo PROC UNIVARIATE.

Os dados de ganho de peso, consumo de concentrado e conversão alimentar foram analisados, pelo PROC MIXED conforme a seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + D_j + T_k + D_j * T_k + e_{ijk}$$

onde: Y_{ijk} = variável dependente, μ = média geral, A_i = efeito de animal ($j = 1$ a 60), D_j = efeito da dieta ($y = 1$ a 2), T_k = efeito do tempo ($k = 1$ a 3), $D_j * T_k$ = efeito de interação dieta e tempo, e e_{ijk} = erro. O efeito aleatório do modelo (Random) foi caracterizado por: A_i . Os graus de liberdade foram corrigidos por DDFM= kr.

Os dados de ultrassonografia e atributos de carcaça foram analisados, pelo PROC MIXED conforme a seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + D_j + e_{ij}$$

onde: Y_{ij} = variável dependente, μ = média geral, A_i = efeito de animal ($j = 1$ a 60), D_j = efeito da dieta ($y = 1$ a 2), e e_{ij} = erro. O efeito aleatório do modelo (Random) foi caracterizado por: A_i . Os graus de liberdade foram corrigidos por DDFM= kr. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC MIXED do SAS, versão 9,0 (SAS, 2009), adotando-se nível de significância de 5% e o teste T para avaliação das médias dos tratamentos.

Resultados

Desempenho produtivo

Não foi observada diferença ($P > 0,05$) para o peso final entre os grupos experimentais (Tabela 2).

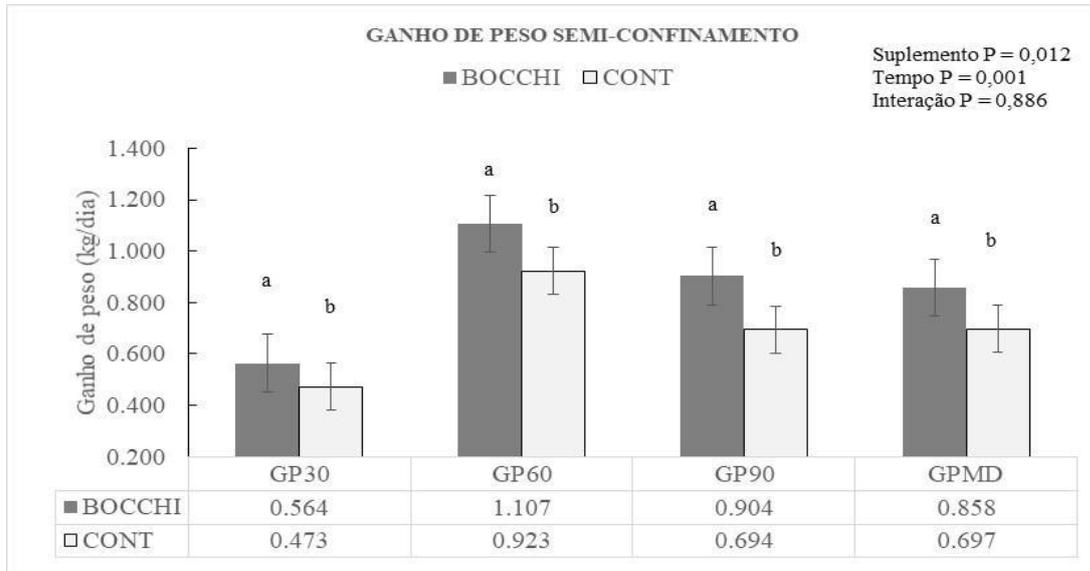
Tabela 2- Desempenho produtivo de novilhas ½ sangue Nelore-Angus sob dietas com e sem soja desativada.

Item	Dietas experimentais ¹ kg		EPM ²	Valor de P		
	CONT	SOJA		Dieta	Tempo	Interação
Peso inicial, kg	412,150	397,080	4,452	-	-	-
Peso final, kg	473,300	475,22	3,986	0,763	0,001	0,043
Ganho em peso, kg/dia	0,697	0,858	0,003	0,012	0,001	0,886
Conversão	5,960	5,180	1,331	0,045	0,022	0,679
Consumo (kg/dia)						
Concentrado	4,170	4,440	1,093	0,665	0,662	0,976

¹CONT (concentrado semiconfinamento 10% núcleo proteico + 90% milho fubá); BOCCHI (concentrado semiconfinamento 10% núcleo proteico com adição de soja desativada + 90% milho fubá), ² EPM (erro padrão da média), ³Probabilidade de efeito de dieta, tempo e interação tempo e dieta.

As novilhas suplementadas com soja desativada apresentaram melhor conversão em relação ao grupo CONT ($P < 0,05$), entretanto não foi observada diferença significativa entre os grupos experimentais para o consumo de concentrado, conforme a Figura 1.

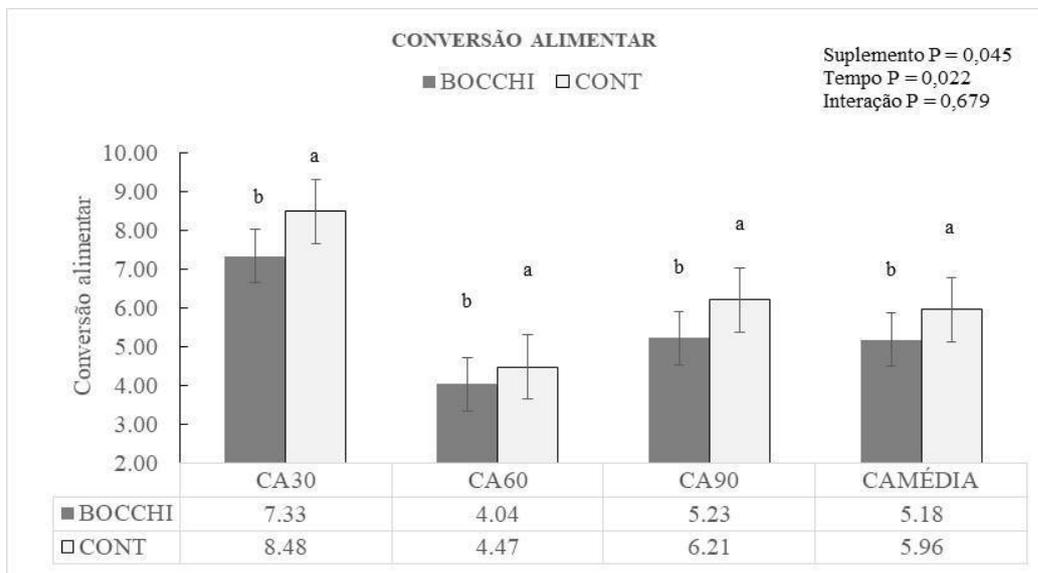
Figura 1. Ganho de peso médio diário de novilhas alimentadas com dietas com e sem soja desativada.



CONT (concentrado semiconfinamento 10% núcleo proteico + 90% milho fubá); BOCCHI (concentrado semiconfinamento 10% núcleo proteico com adição de soja desativada + 90% milho fubá).

Quanto à conversão, foi observada diferença estatística entre os tratamentos ($P < 0,05$), onde as novilhas suplementadas com soja desativada no concentrado apresentaram maior ganho de peso diário e melhor conversão alimentar ao grupo CONT ao longo de todo o período experimental, conforme o gráfico da figura 2.

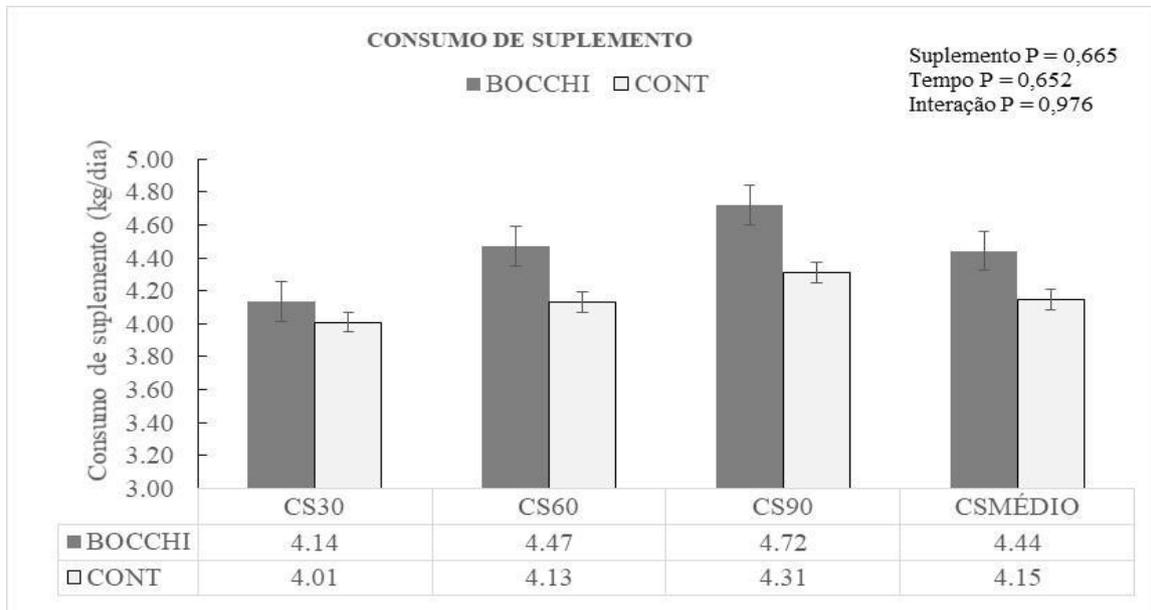
Figura 2. Conversão alimentar de novilhas alimentadas com dietas com e sem soja desativada.



CONT (concentrado semiconfinamento 10% núcleo proteico + 90% milho fubá); BOCCHI (concentrado semiconfinamento 10% núcleo proteico com adição de soja desativada + 90% milho fubá).

Não foi observado diferença estatística entre os grupos experimentais ($P>0,05$) para o consumo de concentrado nos períodos de avaliação abaixo apresentados, bem como para o consumo médio de concentrado, como mostra a figura 3.

Figura 3. Consumo de concentrado por novilhas alimentadas com dietas com e sem soja desativada.



CONT (concentrado semiconfinamento 10% núcleo proteico + 90% milho fubá); BOCCHI (concentrado semiconfinamento 10% núcleo proteico com adição de soja desativada + 90% milho fubá)².

Rendimento de carcaça

Houve diferença significativa ($P<0,05$) nos atributos do rendimento de carcaça, o concentrado controle e a ração BOCHI com adição de soja desativada, apresentou maiores médias de ganho de peso, arroba, espessura de gordura subcutânea e área do olho do lombo (Tabela 3).

Tabela 3- Atributos e ultrassonografia de carcaça de novilhas alimentadas com dietas com e sem soja desativada

Variável	Dietas experimentais ¹		EPM ²	Valor de P ³
	CONT	BOCCHI		
Carcaça				
Peso (kg)	248,250	251,800	1,738	0,044
Arroba (@)	16,550	16,780	0,115	0,044
Rendimento de carcaça (%)	52,290	53,090	0,128	0,001
Ultrassonografia de carcaça				
AOL (cm ²)	43,330	46,130	0,536	0,007
EGS (mm)	6,530	6,890	0,096	0,066
Relação peso vivo				
AOL/100 (cm ²)	10,660	11,40	0,137	0,006
EGS/100 (mm)	1,610	1,690	0,020	0,052
Relação peso de carcaça				
AOL/100 (cm ²)	17,390	18,350	0,212	0,012
EGS/100 (mm)	2,610	2,760	0,042	0,059

¹CONT (concentrado semiconfinamento 10% núcleo proteico + 90% milho fubá); BOCCHI (concentrado semiconfinamento 10% núcleo proteico com adição de soja desativada + 90% milho fubá), AOL: área do olho do lombo, EGS: espessura de gordura subcutânea,² EPM (erro padrão da média),³Probabilidade de efeito de dieta.

Custos alimentares

Os custos alimentares estão descritos conforme a Tabela 4. Foi possível observar que o tratamento experimental obteve menor custo em dólares, quando comparado à dieta controle.

Tabela 4- Custos de dietas com e sem soja desativada

Item	Dietas experimentais	
	CONT	BOCCHI
	Custos com alimentação (U\$)	
Concentrado (ton)	175,540	168,280
Concentrado (animal/dia)	1,000	0,740
Concentrado (animal/mês)	30,140	22,220
Concentrado (animal 90 dias)	90,430	66,750
Pasto (animal/mês)	6,050	6,050
Pasto (animal 90 dias)	18,150	18,150
TOTAL (animal 90 dias)	108,590	84,910

Discussão

Desempenho Produtivo

As novilhas suplementadas com soja desativada na dieta apresentaram maior ganho de peso diário quando comparadas ao grupo CONT. A suplementação com soja desativada proporcionou ganho de peso superior de 23,03% para as novilhas da dieta BOCCHI em relação ao grupo não suplementado. Da mesma forma, as novilhas suplementadas com soja desativada apresentaram melhor conversão em relação ao grupo CONT, entretanto não foi observado diferença significativa entre os grupos experimentais para o consumo de concentrado.

O aumento do desempenho dos animais suplementados com a soja desativada pode ser atribuído ao maior conteúdo de energia do concentrado BOCHI em comparação ao concentrado controle. Explicado pelo alto valor biológico da soja, que quando adicionado na dieta é mais bem absorvido no metabolismo animal. O grão de soja oleaginosa tem em sua composição alto valor de energia advindo principalmente do óleo presente no grão, aumentando o seu conteúdo de NDT que pode chegar a 95% de NDT⁽⁸⁾, além disso, após o processo de desativação há aumento da fração PNDR do grão que pode contribuir para o metabolismo, desenvolvimento e desempenho dos animais. Em sistemas de terminação a pasto, o fornecimento de uma fonte energética aliada a fonte proteica torna-se uma importante ferramenta para o desempenho dos animais, uma vez que as gramíneas apresentam baixo valor nutricional que podem influenciar negativamente o desempenho devido o déficit de nutrientes⁽⁹⁾.

Em animais em pastejo, o desempenho está diretamente ligado à fonte de nutrientes disponíveis, onde a maximização dos ganhos depende da digestibilidade da fibra. No ambiente ruminal, a digestão da soja desativada fornece parte do nitrogênio na forma de amônia e no fluido ruminal esse material é utilizado pelas bactérias celulolíticas para síntese proteica, neste aspecto. Assim, há maximização da síntese proteica microbiana, aumentando a degradação da fibra, aumentando ingestão de MS pelos animais, além de que a soja desativada fornece

abundância de energia através do extrato etéreo presente no grão, além de ser um ingrediente alternativo a outros mais caros como o farelo de soja ^(4,5).

Buscando avaliar o uso da soja desativada em suplementos para bovinos em terminação a pasto, Oliveira ⁽⁴⁾, avaliaram a inclusão de soja desativada com valores de inclusão de 7, 14, 27,5 e 41% e fornecimento de 1,5 kg do concentrado/animal/dia. Os autores observaram que o máximo desempenho animal foi de 1,1 kg/dia e os tratamentos não tiveram diferença entre si. De acordo com Tavares ⁽¹⁰⁾, a utilização de grão de soja é indicada para novilhos, uma vez que este propicia a redução do consumo de matéria seca, permite a manutenção do consumo e energia da dieta, sem que haja alteração do pH do rúmen e nitrogênio amoniacal, garantindo a performance produtiva dos animais.

Cabral ⁽¹¹⁾, avaliou o efeito da inclusão da soja em grão na suplementação de novilhas em pastagem tropical, verificando que a soja em grão proporciona um melhor desempenho dos animais, por propiciar um maior ganho de peso final em torno de 210,7 kg, corroborando com a presente pesquisa.

Atributos e ultrassonografia de carcaça

O melhor desempenho dos animais observado resultou em maior peso de carcaça, ganho em arrobas e rendimento em animais quando suplementadas com concentrado contendo soja desativada. O maior ganho de peso pelos animais recebendo o concentrado BOCHI teve efeito direto sobre o peso final da carcaça, assim como ganho em arrobas, onde esse grupo de animais tiveram peso final 1,40 e 1,37% superior ao tratamento controle para peso em kg e arrobas respectivamente. Em animais em terminação, a energia é a principal responsável pela deposição de gordura e acabamento de carcaça, assim, o conteúdo de extrato etéreo da soja desativada aumenta o conteúdo final de NDT do concentrado em comparação ao concentrado controle, favorecendo o desempenho dos animais.

Quanto ao rendimento de carcaça, a inclusão da soja desativada no concentrado proporcionou aumento de 1,20% em comparação ao concentrado controle. A terminação de animais a pasto com fornecimento de concentrados pode maximizar o rendimento de carcaça, uma vez que o fornecimento de alimentos ricos em carboidratos não fibrosos aumenta a taxa de passagem dos alimentos pelo trato gastrointestinal, aumenta a deposição de músculo e gordura na carcaça e diminui a proporção visceral em relação ao peso corporal. Resultados semelhantes foram observados por Menezes ⁽¹²⁾, onde avaliaram as características de carcaça de novilhas suplementadas a pasto nos níveis de 0,5 a 1% do PV em concentrado e observaram que os animais com maior nível de suplementação tiveram maior rendimento de carcaça (55,7%).

Quanto ao uso de grão de soja em concentrados, ⁽⁵⁾, avaliando a inclusão do grão de soja no suplemento de novilhos de corte em terminação a pasto com os níveis de 8, 16 e 24%, não observaram diferença nas características de carcaça entre os níveis de inclusão avaliados. Segundo ⁽¹³⁾, a variação nos rendimentos de carcaça em animais em pastagem se dá pelas diferenças de digestibilidade e velocidade de passagem da pastagem pelo trato digestivo, pois o conteúdo do trato gastrointestinal é um dos fatores determinantes do rendimento de carcaça.

Em relação à ultrassonografia de carcaça o maior AOL (cm²), AOL/100 (peso vivo) e AOL/100 (peso de carcaça) para as novilhas suplementadas com soja desativada, resultado esse que reforça o maior rendimento de carcaça apresentado para este grupo de animais. O suplemento com soja desativada por conter maior energia favoreceu o maior desenvolvimento do músculo e deposição de gordura com o acabamento da carcaça em animais recebendo maior energia aumentando a AOL. A maior AOL está diretamente ligada a fatores como rendimento de cortes cárneos, a composição da carcaça (relação, músculo/osso), grau de musculosidade do animal, crescimento e ganho de peso que foi aumentado com o fornecimento do concentrado com soja desativada.

Em trabalho realizado por Consolo ⁽¹⁴⁾, os autores não observaram efeito da inclusão do grão de soja na dieta de bovinos em terminação sobre a AOLcm², com valores médios de 64,7, 66,19 e 66,86 cm² para os níveis de 8, 16 e 24% de inclusão do grão de soja na dieta, entretanto, Menezes ⁽¹²⁾, destacam que o maior conteúdo de concentrado na dieta, e assim energia, pode aumentar a deposição de gordura e conformação do acabamento da carcaça. Pereira ⁽¹⁵⁾, constatou que a inclusão de grão de soja na dieta de bovinos, ocasiona um aumento de 6% do peso final, caracterizando melhorias na qualidade da carcaça animal, além de apresentar melhora na qualidade da carne, apresentando maior perfil lipídico e menor oxidação lipídica.

Custos alimentares

O concentrado BOCCHI apresentou custo inferior ao CONT (U\$ 7,26/ton). Quando foi aplicado o consumo de concentrado apresentado por cada grupo, foi observado um custo por animal dia inferior para as novilhas suplementadas com soja desativada de U\$ 0,74, mensal de U\$ 22,22 e ao fim do estudo de U\$ 66,75, valor este superior em R\$ 23,68. Como foi apresentado na tabela 1 as novilhas do tratamento BOCCHI apresentaram maior consumo de concentrado em relação às demais. Computando os custos fixos e iguais para os 2 grupos da pastagem, as novilhas suplementadas com soja desativada apresentaram um custo alimentar total no período inferior de 27,88% em comparação ao grupo CONT. A compreensão de todos os fatores que compõem o sistema de produção da pecuária intensiva e conhecimento dos custos envolvidos em todos os processos, faz com que a tomada de decisão seja mais confiável e proporcione ao produtor maior rentabilidade ⁽¹⁶⁾. Dessa forma, aliando os índices produtivos e econômicos dos animais, a suplementação de soja desativada na dieta de novilhas ½ Nelore-Angus em confinamento se mostrou uma opção viável na melhoria da produtividade animal.

Conclusão

A adição de soja desativada para bovinos em terminação é indicada, pois proporcionou aos animais maior ingestão de energia e influenciou positivamente o desempenho produtivo, além de menor custo de produção.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências Bibliográficas

1-Giacomel A, de Freitas TC, da Costa ALB, Sbardelotto EM, Bergmann E, & de Camargo DE. Suplementação mineral para bovinos de corte—uma revisão sistemática. Res. Soc. and Dev. 2022; 11(3): e39211326616-e39211326616.

2 - Rocha C, Durau JF, Barrilli LNE, Dahlke F, Maiorka P, & Maiorka A. The effect of raw and roasted soybeans on intestinal health, diet digestibility, and pancreas weight of broilers. Jour. of App. Pou. Res. 2014; 23(1): 71-79.

3 - da Silva Chiodi M, Luz DF, & de Oliveira MVM. Soja integral e desativada sobre consumo, digestibilidade e produção de leite em vacas Pantaneiras. Ver. R.G. New. 2022. 8: 1.

- 4 - Oliveira AA, Tilemahos Zervoudakis J, Hatamoto-Zervoudakis LK, da Silva Cabral L, da Silva-Marques RP, Koscheck JF, ... & Alonso MK. Roasted soybean supplements for finishing beef cattle on *Brachiaria brizantha* pasture. *Trop. Anim. Hea. and prod.* 2015. 47: 1233-1239.
- 5 - Cônsolo NRB, Gardinal R, Gandra JR, de Freitas Junior JE, Rennó FP, Santana, MDA, ... & Pereira ASC. High levels of whole raw soybean in diets for Nelore bulls in feedlot: effect on growth performance, carcass traits and meat quality. *Jour. of ani. Phy.and ani. nut.* 2015; 99(2): 201-209.
- 6 - Brasil, Instrução Normativa N 09, de 04 de maio de 2004. Disponível em: www.fmvz.unesp.br/in_9_05_2004. Acesso em: 02 de set de 2022
- 7 - IEG/FNP. ANUALPEC: Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: IEG/FNP, 2018; 192.
- 8 - Valadares Filho SDC. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. UFV. 2006; 329.
- 9 - Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SDC, Cecon PR, Zervoudakis JT, Cabral LDS, ... & Valadares RFD. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. *Rev. Bras.de Zoot.*; 2005; 34: 1380-1391.
- 10 - Tavares DHS. Digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos recebendo dietas de alto grão com grão de soja. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical – PPGCa. 220; 96.
- 11 - Cabral TN. Efeito da inclusão da soja grão na suplementação de novilhas em pastagem tropical. Dissertação (Mestrado em Produção e Nutrição Animal) - Universidade Estadual do Oeste do Pará, Marechal Cândido Rondon, Pará, 2020; 42.
- 12 - Menezes LFG, Segabinazzi LR, da Silva Freitas L, Restle J, Brondani IL, Callegaro AM, ... & Alves Filho DC. Aspectos qualitativos da carcaça e carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados em pastagem tropical, recebendo diferentes níveis de concentrado. *Sem: Ciê. Agrá.* 2014; 35(3): 1557-1568.
- 13 - Restle J, Vaz FN, Alves Filho, DC, Pascoal LL, Oliveira AND, Faturi C, & Arboitte MZ. Efeito da suplementação energética sobre a carcaça de vacas de diferentes idades, terminadas em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. *Rev. Bras.a de Zoot.* 2001; 30: 1076-1086.
- 14 - Consolo NRB, Gandra JR, Gardinal R, Júnior JF, Takiya CS, Rennó FP, & Pereira ASC. Effect of different dietary inclusion levels of whole raw soybean on ruminal fermentation and nutrient utilization in Nelore steers. *Jou. of Ani. and Fee. Scie.* 2017; 26(4): 311-318.
- 15 - Pereira PACC. Qualidade da carne de contrafilé de bovinos three-cross submetidos a três dietas contendo grão de girassol, grão de linhaça e grão de soja. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos) - Instituto de Biociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, São Paulo. 2018. 71.

16- Alves NG, Sofiati AD, de Barros Tavares CM, Villaça JR, Santin, JC, & Cotrim TS. Avaliação econômica da terminação de bovinos em confinamento com diferentes pesos iniciais. Nat.–Ver.de Ciê. Soc. do Nor. de Ma