

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

PAOLA GABRIELLE SILVA

UREIA PROTEGIDA NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS

UBERLÂNDIA – MG

2023

Paola Gabrielle Silva

UREIA PROTEGIDA NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS

Monografia apresentada a coordenação do curso graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial a obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Gilberto de Lima Macedo Júnior.

Uberlândia – MG

2023

Paola Gabrielle Silva

UREIA PROTEGIDA NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS

Monografia aprovada como requisito parcial a obtenção do título de Zootecnista no curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia.

APROVADO EM 10, novembro de 2023

Gilberto de Lima Macedo Junior
Faculdade de Medicina Veterinária

Simone Pedro da Silva
Faculdade de Medicina Veterinária

Karla Alves Oliveira
Universidade Federal de Uberlândia

Uberlândia – MG

2023

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Ciclo da ureia	17
--------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal dos concentrados, bromatológica dos concentrados, silagem e das rações experimentais.....	21
Tabela 2. Consumo de matéria seca (CMS) expresso em gramas por dia, relação entre consumo de matéria seca e peso corporal (CMS/%PC) e peso metabólico (CMS/kg/kg ^{0,75} PM), consumo de proteína bruta (CPB, g/d), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN, g/d), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA, g/d) dos cordeiros recebendo ureia protegida e ureia comum.	24
Tabela 3. Digestibilidade da matéria seca (DMS, %), digestibilidade da proteína bruta (DPB, %) e digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN, %) dos animais submetidos aos tratamentos experimentais	28
Tabela 4. Efeito da dieta sobre a massa de fezes na matéria natural (MFMN), teor de matéria seca nas fezes (MSF), consumo de água (CH ₂ O) e consumo de água em relação ao consumo de matéria seca (CH ₂ O/CMS) dos animais submetidos aos tratamentos experimentais	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ATP: trifosfato de adenosina
- CFDA: consumo de fibra em detergente ácido
- CFDN: consumo de fibra em detergente neutro
- CH₂O: consumo de água
- CH₂O/CMS: consumo de água em relação ao consumo de matéria seca
- CMS: consumo de matéria seca
- CMS/PC: consumo de matéria seca e peso corporal
- CMS/PM: consumo de matéria seca e peso metabólico
- CNF: carboidrato não fibroso
- CPB: consumo de proteína bruta
- DIC: delineamento inteiramente casualizado
- DFDN: digestibilidade da fibra em detergente neutro
- DFDA: digestibilidade da fibra em detergente ácido
- DMS: digestibilidade da matéria seca
- FDN: fibra em detergente neutro
- FDA: fibra em detergente ácido
- MO: matéria orgânica
- MS: matéria seca
- MSF: matéria seca nas fezes
- MFMN: massa de fezes na matéria natural
- NNP: nitrogênio não proteico
- PB: proteína bruta
- PDR: proteína degradada no rúmen
- PNDR: proteína não degradada no rúmen

Resumo

A ureia protegida na alimentação de ruminantes pode ocasionar melhor sinergismo entre os componentes da ração, acarretando em melhor aproveitamento dos nutrientes pelo animal. Objetivou-se avaliar o efeito da ureia protegida associada ou não a ureia comum, sobre o consumo e digestibilidade em cordeiros. Quinze cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês com aproximadamente dois meses de idade foram distribuídos aleatoriamente em gaiolas metabólicas e receberam dietas na proporção de 30% de volumoso e 70% de concentrado. Os tratamentos ofertados eram compostos por silagem de milho na porção volumosa, e três diferentes formulações para o concentrado, sendo: ureia comum; ureia protegida; ureia comum + ureia protegida. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por três tratamentos e cinco repetições. Os dados foram avaliados quanto aos pressupostos da ANOVA, ao nível de 5% de significância. O consumo de matéria seca (CMS), relação entre consumo de matéria seca e peso corporal (CMS/%PC) e peso metabólico (CMS/PM), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) não apresentaram diferença significativa. O mesmo ocorreu em relação a digestibilidade da matéria seca (DMS), digestibilidade da proteína bruta (DPB) e digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN). Conclui-se que a utilização da ureia protegida em relação a ureia comum não proporciona alterações no consumo e parâmetros nutricionais dos cordeiros.

Palavras-chave: ovelha, ruminante, consumo, proteína microbiana, nitrogênio não proteico

Abstract

Protected urea in the feeding of ruminants can lead to better synergy among feed components, resulting in improved nutrient utilization by the animals. The aim was to evaluate the effect of protected urea, alone or in combination with common urea, on intake and digestibility in lambs. Fifteen crossbred Dorper x Santa Inês lambs, approximately two months old, were randomly allocated to metabolic cages and received diets with 30% forage and 70% concentrate. The offered treatments consisted of corn silage as the forage portion and three different concentrate formulations: common urea, protected urea, and a combination of common and protected urea. A completely randomized design (CRD) with three treatments and five replications was used. The data were evaluated for ANOVA assumptions at a 5% significance level. Dry matter intake (DMI), the ratio of dry matter intake to body weight (DMI/%BW), and metabolic weight (DMI/MW), crude protein intake (CPI), neutral detergent fiber intake (NDFI), and acid detergent fiber intake (ADFI) showed no significant differences. The same was observed for the digestibility of dry matter (DDM), crude protein digestibility (CPD), and neutral detergent fiber digestibility (NDFD). It is concluded that the use of protected urea, compared to common urea, does not alter the intake and nutritional parameters of lambs.

Key-Words: sheep, ruminant, consumption, microbial protein, non-protein nitrogen

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivo	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 Metabolismo de compostos nitrogenados	11
2.2 Proteína degradável no rúmen e proteína não degradável no rúmen	13
2.3 Nitrogênio não proteico	14
2.4 Uso da ureia.....	15
2.5 Solubilidade da ureia.....	16
2.6 Ciclo da ureia	17
2.7 Fundamento da ureia protegida e suas características.....	18
2.8 Estudos sobre a ureia protegida na digestão de fibras no ruminante	19
3. METODOLOGIA.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÃO	32
6. REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

Na produção animal a alimentação tende a ser o maior gasto no sistema produtivo, o que impulsiona a busca por diferentes estratégias e tecnologias para minimizar esse custo, maximizando a lucratividade do sistema. Uma tecnologia já conhecida é a utilização da ureia na alimentação de cordeiros, ao qual cumpre o papel de fornecimento de proteína bruta (CLARINDO, 2006).

A ureia comum fornece duas formas de proteína: degradável no rúmen (PDR) e não degradável no rúmen (PNDR). A PDR beneficia a microbiota para otimizar a síntese de proteínas, enquanto a PNDR atende às necessidades do ruminante em proteína metabolizável. A demanda por PDR pode ser suprida com nitrogênio não proteico (NNP), pois o ruminante o transforma em proteína para sua microbiota (CLARINDO, 2006).

Segundo Clarindo (2006), a ureia é a principal fonte nitrogênio não proteico utilizado na formulação de dieta para ruminantes, que quando em ambiente ruminal sofre ação da bactéria urease, se transformando em amônia. Entretanto, a ureia possui rápida degradação no rúmen devido sua alta solubilidade, dificultando sincronidade entre a disponibilidade de amônia e energia, que é exatamente o requerido para crescimento e desenvolvimento da microbiota e consequente aumento no desempenho dos ovinos.

Dado o exposto, foi desenvolvida a ureia protegida, que é a ureia encapsulada por polímero e/ou ceras vegetais, ocasionando em uma barreira para a enzima, retardando a degradação da ureia e disponibilidade de amônia no rúmen, propiciando maior sincronidade entre amônia e energia no rúmen, de modo a aumentar a população de microrganismos e consequentemente aumentar a proteína microbiana, que somada a PNDR correspondem a proteína metabolizável, sendo compreendida pela proteína de fato que chega até os ovinos, propiciando melhores índices produtivos.

O estudo propõe a hipótese de melhora no consumo e digestibilidade dos nutrientes com a inclusão de ureia protegida na dieta de ovinos em fase de crescimento.

Objetivou-se avaliar o efeito da ureia protegida associada ou não a ureia comum, sobre o consumo e digestibilidade em cordeiros.

1.1 Objetivo

- a) Objetivo geral: avaliar o efeito da ureia protegida associada ou não a ureia comum, sobre o consumo e digestibilidade em cordeiros.
- b) Objetivo específico: mensurar a digestibilidade e possíveis alterações no consumo dos cordeiros devido as diferentes dietas testadas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Metabolismo de compostos nitrogenados

Ruminantes possuem a capacidade de sintetizar proteína no rúmen através do metabolismo de compostos nitrogenados via dieta com o auxílio dos microrganismos ruminais, sendo a ureia, a principal fonte de nitrogênio utilizada. O nitrogênio presente no rúmen pode ser dividido em função de sua origem, sendo compreendido como exógeno ou dietético, e endógeno (CLARINDO, 2006).

É classificado como nitrogênio exógeno as proteínas verdadeiras, ácidos nucleicos e o nitrogênio não proteico. As proteínas verdadeiras são proteínas conjugadas por 20 aminoácidos, ao qual podem variar em relação a sua solubilidade e valor biológico, sendo ofertada na dieta de ovinos através da escolha de alimentos proteicos, como farelo de soja, caroço de algodão, grão de soja, e outros. Os ácidos nucleicos possuem bases púricas e pirimídicas. Em relação ao nitrogênio não proteico (NNP), o mesmo engloba aminoácidos livres, peptídeos, aminas, sais de amônia, nitritos, nitratos, biureto, ácido úrico e ureia (PIRES, 2015). Já as fontes de nitrogênio endógeno podem ser provenientes da ureia reciclada, da descamação epitelial, da lise de células microbiana e da excreção de metabólitos dos microrganismos

A proteína degradada no rúmen (PDR) possui duas frações, sendo a fração solúvel e a não solúvel, e ambas são susceptíveis a adsorção pela bactéria, sofrendo então ação da enzima protease. Esse processo origina oligopeptídeos aos quais serão degradados por oligopeptidases, originando pequenos peptídeos e aminoácidos livres, ao qual são transportados para o interior da célula das bactérias (CLARINDO, 2006).

No interior da célula das bactérias, os pequenos peptídeos e aminoácidos livres passam por mais cinco transformações, sendo inicialmente a degradação dos pequenos peptídeos e aminoácidos livres, seguida da incorporação desses

aminoácidos na proteína microbiana, que é seguido pela deaminação dos mesmos compostos para a formação de amônia e esqueletos carbônicos. Na sequência tem-se a utilização da amônia na síntese de aminoácidos, processo que antecede a difusão da amônia que não foi utilizada no processo anterior para fora da célula (PIRES, 2015).

Segundo Clarindo (2006), para a ocorrência do metabolismo de composto nitrogenados em ruminantes, é necessário a ação das bactérias presentes nos microrganismos ruminais, para que ocorra a degradação da proteína, que é iniciada pela adsorção realizada pela mesma, favorecendo o crescimento e desenvolvimento dos microrganismos ruminais quando se tem em sincronismo a disponibilidade de energia e de amônia no rúmen, proveniente de carboidratos compostos não nitrogenados, respectivamente. Quando os microrganismos completam seu ciclo de vida e morrem, seus corpos se desprendem da parede do rúmen, sendo levados até o intestino delgado, local onde ocorre a absorção da chamada proteína metabolizável, que é a somatória da proteína disponível nos corpos dos microrganismos ruminais mais a proteína não digestível no rúmen (PNDR), suprimindo então a necessidade de proteína dos ovinos.

Conforme Mariz (2016) a maior parte do aporte de aminoácidos do ovino é proveniente da proteína microbiana sintetizada no rúmen, além de que essa proteína possui uma digestibilidade em torno de 80%, sendo considerada uma fonte de ótima qualidade. Outro ponto que deve ser levantado para reafirmar que uma boa nutrição dos ovinos é dependente da formação de proteína microbiana é o fato de que a mesma possui maior proporção de aminoácidos como lisina e metionina quando comparado com concentrados proteicos de origem vegetal. Alimentos de origem animal na dieta de ruminantes poderiam trazer um cenário diferente, visto que seu perfil de aminoácidos possui maior paridade com o perfil da proteína microbiana, entretanto segundo o Ministério da agricultura, Pecuária e abastecimento (1974) a instrução normativa nº8, de março de 2004 proíbe em território nacional a utilização de produtos de origem animal na dieta de ruminantes, limitando os métodos de obtenção de uma dieta que atenda as exigências de aminoácidos dos ovinos, sendo a formação de proteína microbiana a melhor estratégia para tal.

2.2 Proteína degradável no rúmen e proteína não degradável no rúmen

O processo de digestão e absorção de proteínas, lipídeos e carboidratos ocorrem de forma diferente entre monogástricos e ruminantes, categoria em que o ovino se encontra, devido o mesmo possuir microrganismos em estômago, que se divide em diferentes compartimentos, sendo, o rúmen-retículo, omaso e abomaso, que devem ser estudados individualmente visto suas diferentes particularidades e funções (FARIA, 2011).

Focando no compartimento rúmen-retículo, o mesmo proporciona condições ideais para a colonização e crescimento da microbiota ruminal, seres indispensáveis para a sobrevivência do ruminante e que realizam a degradação e absorção da dieta ofertada (FARIA, 2011).

Segundo Faria (2011) dentre os compostos necessários para a manutenção e produção do ruminante temos a proteína bruta, que pode ser dividida em duas parcelas, sendo, a proteína degradada no rúmen (PDR) e a proteína não degradada no rúmen (PNDR). A PDR é obtida através ação de enzimas, sendo, as proteases, peptidases e deaminases, que são secretadas pela microbiota ruminal através da utilização de peptídeos, aminoácidos e amônia.

A amônia é proveniente da ureia pecuária, pois, a microbiota ruminal é capaz de transformar essa ureia em amônia através da ação de enzima urease, disponibilizando então amônia ao microrganismo, que a utiliza para maior crescimento da microbiota ruminal e conseqüentemente, maior disponibilidade de proteína microbiana para o ruminante (FARIA, 2011). É importante destacar que esses acontecimentos se carregam apenas na condição de disponibilidade e sincronidade energética, proveniente dos carboidratos, fonte de esqueleto de carbono para os microrganismos.

Já a PNDR pode ser compreendida pela proteína que passa pelo compartimento rúmen-retículo sem que sofra qualquer tipo de alteração, sendo a proteína microbiana, proteína endógena e nitrogênio amoniacal. E só então ocorre a degradação e absorção dessa proteína quando a mesma se encontra no intestino delgado, sendo então convertida em nitrogênio (FARIA, 2011).

2.3 Nitrogênio não proteico

Em relação a origem do nitrogênio introduzido na dieta do ruminante temos duas fontes, sendo de proteínas verdadeiras, conjugadas de 20 aminoácidos, e o nitrogênio não proteico (NNP), tendo como fonte mais comum a ureia (PIRES, 2015).

Segundo Rodrigues et al. (2003), o NNP se faz importante na dieta de ovinos visto ser fonte de nitrogênio para a microbiota ruminal, cumprindo o papel de um composto que sofre ação das bactérias no rúmen, sendo transformado em amônia, um dos componentes necessários para a contribuição do crescimento e desenvolvimento dos microrganismos, corroborando para a síntese de proteína microbiana. Desse modo, a microbiota ruminal sintetiza aminoácidos essenciais a partir de uma fonte de nitrogênio que não tem origem proteica.

A utilização da ureia como nitrogênio não proteico é economicamente vantajosa na produção de ovinos visto seu menor custo devido a característica de não ser de origem proteica. Um segundo motivo seria que mesmo ofertando a proteína verdadeira, a mesma não seria digerida pelo ovino, e sim por sua microbiota, gerando proteína microbiana que então vai ser absorvida e utilizada pelo animal. Desse modo, deve-se lembrar que é importante nutrir inicialmente a microbiota para propiciar maior quantidade de proteína metabolizável, nutrindo secundariamente o ovino com a absorção da proteína metabolizável em seu intestino delgado (RODRIGUES et al., 2003).

É de suma importância ressaltar que a fonte de proteína verdadeira não deve ser erradicada da dieta dos animais, ou seja, não é aconselhável que a oferta de proteína tenha sua origem integralmente de NNP, visto que para assegurar funcionamento trato gastrointestinal, os ovinos necessitam de aminoácidos provenientes de proteína verdadeira, assegurado fonte de PDR e PNDR (RODRIGUES et al., 2003).

Outro ponto que deve ser discorrido é a cautela na utilização do NNP, pois a mesma possui alta velocidade de degradação no rúmen, ocorrendo a conversão da ureia em amônia, que vai estar muito disponível no rúmen, podendo não haver tempo hábil para sua assimilação pela microbiota ruminal, afetando a concentração de ureia no sangue ocasionando em queda no desempenho produtivo dos (RODRIGUES et al., 2003).

2.4 Uso da ureia

De acordo com Rodrigues et al., (2003) o uso da ureia na nutrição de ovinos se faz importante pois é através desse composto nitrogenado não proteico que nutrimos a microbiota ruminal em relação a sua necessidade de amônia, possibilitando o crescimento da microbiota, e indiretamente, fornecendo proteína ao ruminante conforme absorção de proteína microbiana no intestino delgado. Temos dois tipos de ureia, sendo a pecuária e a agrícola.

A ureia pecuária é um sal granulado, sendo obtida através de um processo industrial que promove alta pressão e temperatura entre o gás carbônico e a amônia. Possui cerca de 45% de nitrogênio, tendo uma equivalência de 281% de proteína bruta e elevado grau de pureza. Logo, se apresenta como fonte mais barata de NNP na nutrição animal de ruminantes (RODRIGUES et al., 2003).

A ureia pecuária é um composto orgânico sólido, se apresentando como um sal granulado, não possui valor energético próprio, apresenta a coloração branca e é extremamente solúvel em água, logo, em ambiente ruminal promove rápida conversão em amônia. No âmbito químico, possui a classificação de amida, e possui traços de ferro e chumbo em sua composição, não sendo considerado tóxico visto a quantidade disponível dos mesmos. Vale destacar que doses elevadas possuem capacidade de intoxicar os ovinos. (RODRIGUES et al., 2003).

Segundo Rodrigues et al., (2003) Outra característica da ureia pecuária é sua alta higroscopia, que é a capacidade de absorver a umidade do ambiente, ocasionando em maior dificuldade de homogeneização. Esse composto nitrogenado não proteico também apresenta baixa palatabilidade, podendo ocasionar em uma limitação de consumo indesejadas nos animais.

Para a utilização da ureia pecuária, é necessário realização de adaptação na dieta, podendo variar entre 5 a 10 dias, dependendo do estado nutricional do animal em questão. Sua adição pode ser feita na proteína ou no sal ureado, mas para a determinação da quantidade ideal para o rebanho, é interessante ter conhecimento do estado mineral dos mesmos, visto que se eles se encontrarem em déficit mineral, no momento de oferta será possível observar um consumo ávido, podendo ocasionar em intoxicação pela ureia. Desta forma, é recomendado que ocorra um fornecimento mineral inicial sem a adição da ureia na formulação esperando o momento de

estabilização de consumo dos animais, para que posteriormente seja acrescido a ureia na formulação, evitando então a ocorrência de problemas nutricionais nos ovinos (RODRIGUES et al., 2003).

2.5 Solubilidade da ureia

Segundo pesquisas, a utilização da ureia na nutrição de ruminantes mostra resultados positivos para melhor desempenho animal, entretanto, sua alta solubilidade em ambiente ruminal somada a necessidade da sincronia com a disponibilidade de energia torna a nutrição de ruminantes um pouco mais desafiadora, visto que no momento de formulação da dieta é necessário não somente sanar as necessidades nutricionais dos animais, como também esquematizar as fontes dos alimentos que serão utilizados e como vão ocorrer as interações dos mesmos em ambiente ruminal (PEREIRA et al., 2008).

De acordo com Pereira et al., (2008) em um cenário de consumo excessivo da ureia somado com baixa disponibilidade de carboidratos fermentáveis disponível no rúmen, há grandes chances de os ovinos apresentarem intoxicação por amônia, que pode ser explicado pelo acúmulo de amônia no rúmen que corrobora para uma absorção que ultrapassa a capacidade de assimilação feita pelo fígado, além de elevar o pH ruminal. Os sintomas por intoxicação de amônia são visíveis em menos de uma hora após o consumo de ureia, sendo frequente sintomas como salivação abundante, tremores musculares, respiração ofegante, falta de coordenação motora, enrijecimento dos membros e outros sintomas. Se não houver intervenção, o quadro do animal continua evoluindo, até que ocasione a sua morte.

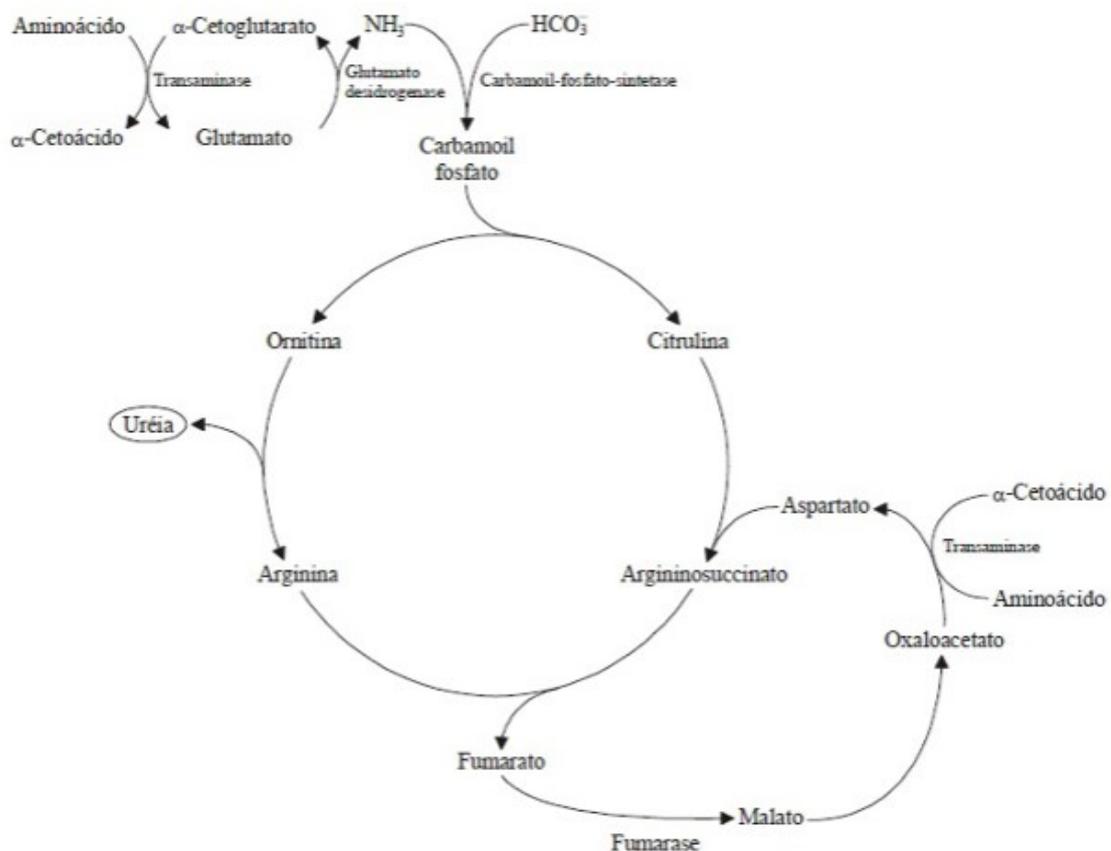
Vale salientar que, caso ocorra intoxicação por amônia nos ovinos devido alto consumo de ureia, é possível reverter o caso acidificando o rúmen, visto que a bactéria urease, responsável pela conversão da ureia em amônia, trabalha em pH neutro ou alcalino. Acidificando o rúmen promove-se transformação do NH_3 em NH_4 , diminuindo a taxa de passagem e conseqüentemente chegando menos amônia no fígado, cessando seu momento de sobrecarga (PEREIRA et al., 2008).

2.6 Ciclo da ureia

A ureia é sintetizada no fígado pelo processo de cinco reações, sendo denominado de ciclo da ureia ou ciclo de Krebs-Henseleit. Participam do ciclo as enzimas carbamoil-fosfato-sintetase e ornitina transcarbamoilase sendo mitocondriais, e as enzimas arginino-succinato-sintetase, arginino-succinase e arginase, sendo enzimas citosólicas (MOTTA, 2011).

Segundo Motta (2011) a ureia é advinda de dois grupos aminos, sendo um grupo da amônia e outro do aspartato, somado a um grupo de carbono que é fornecido pelo bicarbonato. Para que ocorra a produção de uma molécula de ureia, são necessárias quatro ligações fosfato. Ademais, temos o custo total de 4,9 mol de ATP por 1 mol de ureia no final do ciclo, visto que 0,9 de ATP é utilizado na excreção. Segue abaixo figura exemplificando o ciclo da ureia.

Figura 1- Ciclo da ureia



Fonte: MOTTA, 2011.

O ciclo da ureia é regulado através da carbamoil-fosfato-sintetase I mitocondrial, enzima que é ativada alostericamente através do *N*-acetilglutamato, que

é produzido a partir do glutamato e de acetil-CoA quando em reação catalisada pela N-acetilglutamato-sintase, essa sendo ativada pela arginina. Quando se tem aumento na quebra metabólica de aminoácidos, ocasiona em elevação da concentração de glutamato, estimulando a síntese do N-acetilglutamato, responsável pelo aumento da síntese da ureia (MOTTA, 2011).

2.7 Fundamento da ureia protegida e suas características

Como já citado anteriormente, para um bom funcionamento ruminal dos ovinos, é necessário que se tenha sincronidade na liberação do NNP advindo do fornecimento da ureia, e da degradação de carboidratos, fornecendo esqueletos de carbono para a microbiota ruminal e permitindo seu maior desenvolvimento e crescimento, com o intuito de uma maior produção de proteína microbiana (CAMILO JÚNIOR, 2014).

Pontuando que a ureia possui rápida degradação no rúmen, se faz interessante que essa degradação fosse retardada. Visando isso, foi desenvolvido a ureia protegida, que é a ureia encapsulada por polímero e/ou ceras vegetais, conferindo tempo de degradação de até dezesseis horas após consumida, propiciando uma solubilização lenta e constante. Segundo experimento realizado por Gonçalves et al., (2011), o padrão de degradação da ureia encapsulada se assimila ao padrão da soja em grão.

A utilização da ureia protegida na nutrição de ovinos proporciona maior eficiência ao metabolismo dos animais, ocasionando em economia de gastos e maior produtividade. Esse cenário pode ser explicado pelo fato de que utilizando a ureia pecuária, se a mesma for hidrolisada e se apresentar disponível em velocidade maior do que a disponibilidade de energia, haverá o acúmulo de amônia em ambiente ruminal, se tornando tóxico ao ovino, que toma a medida de eliminação dessa amônia em excesso. Para tal, o ovino dispende energia que poderia estar sendo mobilizada para a produção, visto que para a eliminação da amônia, o mesmo deve ser transformado novamente em ureia. Além de que também podem ocorrer outras percas produtivas em função do tipo de produto final em que se é trabalhado quando temos essa excreção da amônia no formato de ureia (CAMILO JÚNIOR, 2014).

Deste modo, de acordo com Camilo Júnior (2014) a ureia proporciona melhor utilização como fonte de nitrogênio não proteico na dieta dos ovinos quando ocorre

sincronismo de liberação de nitrogênio e energia no rúmen, sendo a ureia encapsulada por polímero uma aliada para ocorrência dessa cadeia ruminal, conferido sua degradação lenta.

Mesmo com a apresentação dos benefícios de utilização da ureia pecuária ou da ureia protegida na nutrição dos ovinos, vale destacar que não é recomendado a substituição total da proteína bruta da dieta por essas fontes nitrogenadas, tanto a ureia comum quanto a encapsulada. Isso se deve pelo animal necessitar de um equilíbrio entre as fontes de nitrogênio que lhe são ofertadas, conferindo disponibilidade de PDR e PNDR em seu rúmen e intestino (CAMILO JÚNIOR, 2014).

Segundo Camilo Júnior (2014) no mercado também é possível encontrar a ureia agrícola revestida com polímeros, que também promove liberação mais lenta do nitrogênio. Do mesmo modo que a ureia agrícola, a ureia agrícola revestida não deve ser utilizada na alimentação animal, visto possível contaminação do produto por outros químicos, além de que, como não foi desenvolvida para tal intuito, não foram realizados experimentos do comportamento desse tipo de ureia em ambiente ruminal.

2.8 Estudos sobre a ureia protegida na digestão de fibras no ruminante

Segundo estudos realizados por Freire (2014), a inclusão de ureia protegida na dieta de ovinos, ocasionou em aumento o consumo de MS, PB, FDN e MO de modo linear, no tratamento de 100% de substituição da ureia comum por ureia de liberação lenta. É proposta a explicação de que o constante fornecimento de amônia em ambiente ruminal propicia maior produção microbiana, o que corrobora para melhor digestão da fibra da dieta. Em reação de cadeia, a melhor digestão da fibra proporciona melhora na taxa de passagem, diminuindo a quantidade de bolo alimentar, estimulando consumo animal, o que explica o aumento na ingestão de matéria seca. Ainda segundo Freire (2014), também foi constatado variação com aumento significativo no consumo de FDA e CNF dos animais de acordo com os diferentes tratamentos e substituições da ureia comum pela ureia de liberação lenta.

De acordo com Puga et al. (2001) a inclusão de ureia protegida em dieta ocasionou aumento significativo no consumo e na digestibilidade dos nutrientes, explicado por maior e mais eficiente atividade da microbiota ruminal devido disponibilidade de amônia prolongada, auxiliando na fermentação da fibra em ambiente ruminal. Resultados similares foram encontrados por Menezes et al. (2009),

no qual ainda foi conferido que a inclusão de até 2% de ureia em dieta de ovinos da raça Santa Inês acarretou em aumento no consumo e na digestibilidade dos nutrientes.

Analisando o comportamento do rúmen e de sua microbiota ruminal, os principais fatores com potencial de mudança positiva ou negativa em relação a digestão das fibras são o pH e a disponibilidade de amônia em ambiente ruminal, pois mudanças bruscas de pH ou queda nos níveis de amônia abaixo do ideal resultam em parada na atividade microbiana e limitação na fermentação, respectivamente. Um cenário como esse diminui a taxa de passagem dos ruminantes, além da degradação da matéria orgânica. Deste modo, é suposto que a inclusão de compostos nitrogenados, como a ureia, com evidencia na ureia de lenta liberação, oportuniza a degradação dos carboidratos (FRANCO et al., 2004).

Entretanto, de acordo com a pesquisa desenvolvida por Alves et al., (2017), foi observado que não houve variação significativa do consumo de matéria seca em g/dia quando feito a substituição da ureia convencional para a ureia de lenta liberação, sendo concluído que, de acordo com as condições encontradas nesse estudo, a ureia protegida pode ser utilizada via dieta animal sem a ocorrência em queda ou aumento no consumo alimentar.

A vista disso, os estudos apresentados obtiveram resultados conflitantes quanto ao uso da ureia de lenta liberação, podendo ser devido diferentes condições de ambiente, instalações e raças. Deste modo, a continuidade de estudos desse composto nitrogenado em meio a nutrição de ruminantes ainda se mostra interessante, contribuindo para avanços no conhecimento sobre tal tecnologia.

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no período de 09 a 23 de agosto de 2021 no setor de caprinos e ovinos da Fazenda Experimental Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

Ao todo, foram utilizados 15 cordeiros mestiços das raças Santa Inês x Dorper, com média de peso corporal de 17 kg e aproximadamente dois meses de idade. Os animais foram alocados de forma aleatória individualmente em gaiolas metabólicas, equipadas com comedouros, bebedouros e saleiro. O experimento teve duração de

quinze dias e foi dividido em duas fases, sendo dez dias destinados à adaptação dos animais e cinco dias de coleta.

A ração ofertada aos cordeiros era composta por silagem de milho, como volumoso, e concentrado na proporção de 30 e 70%, respectivamente. Os três diferentes tratamentos foram caracterizados em: ureia comum (tratamento controle), optigen (ureia protegida) e ureia comum + optigen (ureia protegida), descritos na Tabela 1. E o arraçoamento era feito duas vezes por dia, nos horários de 08:00 e 16:00.

Tabela 1. Composição centesimal dos concentrados, bromatológica dos concentrados, silagem e das rações experimentais.

Composição centesimal dos concentrados				
Ingredientes (%)	Controle	Optigen	Optigen + Ureia	
Farelo de milho	75,00	75,00	75,00	
Farelo de soja	21,50	21,50	21,50	
Ureia pecuária	1,00	-	0,50	
Ureia protegida (Optigen)	-	1,00	0,50	
Sal mineral	2,50	2,50	2,50	
Composição bromatológica dos concentrados e silagem de milho				
Nutriente (%)	Controle	Optigen	Optigen + ureia	Silagem de milho
Matéria seca	88,46	87,73	89,89	29,00
Proteína bruta	19,43	22,13	18,38	7,00
FDN	11,25	10,74	8,99	54,00
FDA	2,44	2,79	2,64	30,00
Composição bromatológica das rações experimentais				
Nutriente (%)	Controle	Optigen	Optigen + ureia	
Matéria seca	70,70	70,19	71,70	
Proteína bruta	15,82	17,71	15,09	
FDN	24,08	23,72	22,50	
FDA	10,56	10,81	10,69	

FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido.

Para análise do consumo alimentar as rações foram calculadas para 3,5% do peso corporal de cada cordeiro, permitindo 10% de sobras ao final de cada dia de coleta. Foi adotada essa metodologia para que fosse possível quantificar o consumo

de matéria seca (CMS), que é compreendida pela diferença entre o ofertado e as sobras.

Diariamente foram coletadas as fezes e realizado amostragem de 100 gramas, e ao final do experimento foi realizado uma amostra composta com a junção das cinco parcelas, totalizando 500 gramas de amostra fecal. Com o final das coletas foi quantificado o teor de matéria seca, o que possibilitou a realização do cálculo da digestibilidade da matéria seca dos alimentos com a seguinte fórmula (Salman, 2010):

$$\text{Digestibilidade da matéria seca} = \frac{(\text{Consumo de matéria seca} - \text{Produção fecal})}{(\text{Consumo de matéria seca} * 100)}$$

Para análise do escore fecal foi adotado a seguinte escala: 1- fezes sem brilho e ressecadas, 2- fezes normais, 3- fezes ligeiramente amolecidas, 4- fezes amolecidas, perdendo o formato e coladas umas às outras, se assemelhando a cacho de uva, 5- fezes amolecidas e sem formato normal, 6- fezes diarreicas (FLOSS).

O consumo de água foi controlado, sendo ofertado aos cordeiros seis litros de água diariamente, e calculado através da diferença do ofertado e as sobras do dia seguinte, ambos medidos com proveta graduada. Para quantificação da perda de água por evaporação, foi utilizado um balde na área experimental e a mensuração da água perdida via evaporação era feita diariamente e descontada no consumo de água dos animais.

Para a análise de matéria seca, inicialmente, uma quantidade de amostra seca ao ar, entre 2,000g e 3,000g, foi pesada e triturada em uma cápsula de porcelana que havia sido previamente seca e pesada para determinar a "tara". Em seguida, a cápsula de porcelana com a amostra foi colocada em estufa de secagem com temperatura padrão de 105°C, onde permaneceu por um período de 48 horas, ou até que a amostra atingisse um peso constante (OLIVEIRA, 2010).

Posteriormente, os cadinhos foram retirados do forno e colocados em um dessecador por aproximadamente uma hora, permitindo que suas temperaturas se igualassem à temperatura ambiente, e então foram pesados novamente. A porcentagem de matéria seca foi calculada considerando a diferença entre o peso inicial da amostra e o peso final após o processo de secagem, usando a seguinte fórmula: Matéria Seca (%) = [(Peso Inicial - Peso Final) / Peso Inicial] x 100 (Oliveira, 2010).

A análise de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi conduzida utilizando a técnica de saquinhos filtrantes com o auxílio da

autoclave. Os saquinhos filtrantes foram confeccionados a partir de tecido não tecido (TNT) medindo 5 cm de comprimento por 5 cm de largura, resultando em uma área de 25 cm² (DETMANN et al., 2021) (INCT-CA).

Para preparação dos saquinhos, o TNT foi submetido a um processo de lavagem, que incluiu o uso de detergente neutro comercial e água quente, com repetição desse processo por três vezes, com intervalos de 30 minutos entre as lavagens. Posteriormente, os saquinhos foram lavados com água destilada quente e acetona para remover a goma presente no tecido. Após esse procedimento, os saquinhos foram colocados em bancadas sobre papel pardo para evaporação da acetona e secagem dos tecidos por cerca de 3 horas. Após a secagem, as bordas dos saquinhos foram seladas para formar saquinhos com dimensões de 5 x 5 cm. Em seguida, os saquinhos foram submetidos a um processo de identificação e colocados na estufa a 105°C por 2 horas e, posteriormente, resfriados em dessecador por 30 minutos antes de serem pesados em balança analítica, registrando o peso dos saquinhos sem amostras (DETMANN et al., 2021) (INCT-CA)

Os saquinhos foram acondicionados em um saco maior, semelhante a uma rede, com um contrapeso de cerca de 200g, a fim de evitar a flutuação das amostras no béquer, conforme recomendado por Deschamps (1999).

O conjunto de amostras foi colocado em um béquer, ao qual foi adicionada solução em detergente aniônico que formam sais de sódio solúveis em solução básica, de forma a manter a relação de 50 ml de detergente para 0,5 grama de amostra. Também foi adicionado a alfa-amilase, com o intuito de corrigir contaminação causada pelo amido, e em sequencia o béquer foi fechado com papel alumínio para evitar entrada de vapor (DETMANN et al., 2021) (INCT-CA)

Em seguida, o béquer com as amostras foi inserido em uma autoclave e mantido a uma temperatura de $\leq 105^{\circ}\text{C}$, com pressão de cerca de 0,32 Kgf/cm², de acordo com as instruções de Detmann (2012), por um período de 60 minutos. Após a autoclave, os saquinhos foram lavados com água destilada quente para remover o detergente e, em seguida, lavados com acetona. Os saquinhos foram então colocados em uma estufa ventilada a 65°C por 24 horas, seguida de uma estufa a 105°C por duas horas. Após esse processo, as amostras foram resfriadas em um dessecador por aproximadamente 30 minutos e pesadas em uma balança analítica para registrar o peso do saquinho junto com o resíduo (DETMANN et al., 2021) (INCT-CA),

permitindo a realização dos cálculos necessários para a obtenção dos dados referente a fração da FDN das amostras.

Em continuação foi realizado análise sequencial das amostras para a obtenção dos dados referente a fração de FDA, colocando o conjunto de amostras em béquer e adicionando solução de detergente ácido suficiente para manter a relação de 50 ml de detergente para 0,5 grama de amostra. As etapas realizadas em sequência se assemelharam às já executadas para FDN (DETMANN et al., 2021) (INCT-CA). Ao término do processo, foi possível obter os valores de FDA das amostras analisadas.

Para a análise da proteína bruta foi utilizado o método Kjeldahl, que compreende a etapa de digestão da amostra por meio de ácido sulfúrico concentrado, com a adição de um catalisador para acelerar o processo químico. Em seguida, ocorreu a destilação da amostra com hidróxido de sódio para liberar o íon amônio, que foi retido em uma solução ácida contendo ácido bórico. Para concluir a análise, o material foi titulado com ácido clorídrico, permitindo a quantificação do teor total de nitrogênio presente na amostra. A quantificação do teor de nitrogênio foi realizada indiretamente, multiplicando-se o teor de nitrogênio encontrado pelo fator de conversão de 6,25 (ARAÚJO, 2019).

Para o experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por três tratamentos e cinco repetições. Os dados foram avaliados quanto aos pressupostos da ANOVA, ao nível de 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito do uso da ureia protegida sobre o consumo de matéria seca e demais nutrientes ($P > 0,05$; Tabela 02).

Tabela 2. Consumo de matéria seca (CMS) expresso em gramas por dia, relação entre consumo de matéria seca e peso corporal (CMS/%PC) e peso metabólico (CMS/kg/kg^{0,75}PM), consumo de proteína bruta (CPB, g/d), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN, g/d), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA, g/d) dos cordeiros recebendo ureia protegida e ureia comum.

Tratamento	CMS	CMS/PC	CMS/PM	CPB	CFDN	CFDA
Controle	721,82	3,67	77,3	128,11	125,78	48,24
Optigen	685,66	3,29	70,1	144,08	113,71	48,27
Optigen + Ureia	721,82	3,43	71,85	110,25	104,83	48,07

MG	689,62	3,46	73,05	127,48	114,77	48,20
CV	18,5	12,81	12,08	18,13	16,52	13,61
P-valor	0,7576	0,4138	0,4646	0,1089	0,2543	0,9987
VR	830	4,17	-	106	-	-

MG: média geral. CV: coeficiente de variação. P-valor: valor de 5% de significância. VR: valor de referência segundo o NRC (2007).

O consumo de matéria seca dos três tratamentos ofertados não apresentou diferença estatística entre si. De acordo com o NRC (2007), os cordeiros do experimento se enquadraram como animais de rápida maturação e ganho de peso diário de 200 gramas/dia. Deste modo, o CMS ficou 17% abaixo do recomendado pelo NRC (2007).

A regulação metabólica do consumo de matéria seca é um processo fundamental para os animais, pois permite que eles se adaptem às suas necessidades energéticas em constante mudança. Quando a dieta não fornece FDN em quantidade suficiente para limitar o consumo de forma física, os mecanismos de regulação metabólica entram em ação. De acordo com Van Soest (1994), o CFDN deve ser de 0,8 a 1,2% do PV, correspondendo respectivamente a 136 e 204 gramas nesse estudo, ou seja, o consumo de fibra em detergente neutro dos animais se apresentou 15,61% abaixo do recomendado, não apresentando restrição física do CMS nos cordeiros pelo CFDN.

Em situações em que a dieta é rica em energia e proteína, excedendo as necessidades do animal para a manutenção e produção, os mecanismos fisiológicos se ativam para reduzir o apetite. Conseqüentemente, o animal consome menos alimento, resultando em um CMS reduzido (OLIVEIRA et al., 2017).

Outro ponto a se destacar é de que o CMS apresenta uma relação inversa com o teor de FDN na dieta. Isso significa que dietas que contenham concentração consideravelmente elevada de fibra têm a capacidade de limitar a ingestão de alimentos pelos animais devido à sensação de saciedade no retículo-rúmen, como observado por Ferreira et al., (2013).

O menor CMS também pode ser explicado pela dieta ser composta de 30V:70C, a maior proporção de concentrado reflete em maior quantidade de amido, que possui rápida fermentação no rúmen, proporcionando maior digestibilidade de seus nutrientes. Isso se deve ao fato de que alimentos concentrados geralmente possuem menores quantidades de fibra em detergente neutro (FDN) e maiores

quantidades de carboidratos não fibrosos (CNF). Os carboidratos não fibrosos, são fermentados de maneira mais eficiente no rúmen, o que, por conseguinte, requer menor consumo de matéria seca para satisfazer as necessidades nutricionais dos animais (OLIVEIRA et al., 2018).

Um estudo semelhante realizado por Campos (2019), que investigou os efeitos do fornecimento de ureia protegida com diferentes encapsulantes lipídicos em cabras leiteiras, concluiu que não houve impacto no consumo alimentar e na conversão de alimentos. Além disso, não houve influência sobre a produção de leite e os parâmetros fisiológicos dos animais. Esses resultados sugerem que a ureia de liberação lenta pode ser introduzida na dieta sem afetar negativamente a ingestão de alimentos pelos animais.

Analisando o consumo de matéria seca em relação ao peso corporal (CMS/PC) a média geral foi de 3,46%, enquanto que o NRC (2007) preconiza 4,17% de acordo com a categoria dos animais, resultando em 17% abaixo do esperado. Uma vez que o CMS dos cordeiros ficou abaixo das recomendações estabelecidas pelo NRC (2007) para a espécie em análise, é previsto que a relação entre o consumo de matéria seca em relação ao peso corporal (CMS/PC) também seja menor. É importante destacar que ambos os consumos ficaram 17% abaixo do nível ideal, mantendo uma proporção consistente entre eles.

De acordo com o NRC (2007), os cordeiros consumiram 20% a mais de proteína bruta em relação ao preconizado para a espécie analisada.

O aumento da ingestão de proteína pode resultar na redução da ingestão de matéria seca (CMS) devido a dois principais fatores. Primeiramente, as proteínas demandam um maior gasto energético durante o processo de digestão, conhecido como o efeito termogênico dos alimentos, o que resulta na dissipação de parte da energia obtida a partir da proteína na forma de calor. Isso, por sua vez, reduz a energia disponível para outras funções, incluindo o estímulo do apetite. Além disso, as proteínas são conhecidas por proporcionar uma sensação de saciedade mais prolongada em comparação com outros macronutrientes, como carboidratos e gorduras (FERREIRA et al., 2013). Esse efeito contribui para uma menor ingestão de matéria seca, pois o consumo de proteína pode induzir uma sensação de saciedade, mesmo quando a quantidade de comida ingerida é menor, o que pode explicar por que os cordeiros não consumiram de acordo com as previsões estabelecidas pelo NRC (2007).

Ou seja, é possível inferir que, o aporte de proteína que eles receberam pode ter limitado o CMS, devido ao fato de que suas dietas eram ricas em concentrados, o que provavelmente também influenciou a regulação da ingestão energética, uma vez que a presença de uma grande quantidade de grãos na dieta pode contribuir para um consumo menor de matéria seca (FERREIRA et al., 2013).

No estudo conduzido por Ziguer et al., (2012), que investigou o desempenho e o perfil metabólico da utilização de casca de soja associada a ureia pecuária e protegida, na fase de terminação de cordeiros em confinamento, também foi observado que não houve diferença significativa no consumo de matéria seca (CMS), na conversão alimentar, no rendimento de carcaça quente e no acabamento de carcaça.

No que diz respeito ao consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) e consumo de fibra em detergente ácido (CFDA), uma vez que o CFDN não foi fator limitante para o CMS dos cordeiros como já exposto anteriormente, somado a sua ausência de diferença estatística significativa entre os diferentes tratamentos, é esperado que as variáveis de CFDN e CFDA sigam um padrão semelhante, não apresentando diferença estatística entre si em relação aos tratamentos, e isso é o que se verifica na prática.

Em estudo conduzido por Oliveira et al. (2018), foram utilizados dez cordeiros Santa Inês x Dorper, sendo ofertado dois tratamentos compreendidos por 30V:70C e 70V:30C. Os animais que consumiram a dieta 30V:70C apresentaram menor CMS, maior DMS e DFDN quando comparado aos animais que consumiram o segundo tratamento. É plausível que não tenha sido o teor de fibra em detergente neutro (CFDN) que restringiu o consumo de matéria seca (CMS) dos animais, mas sim a proporção de 30% de volumoso (V) para 70% de concentrado (C) nas dietas, o que pode ter induzido uma limitação de consumo de natureza metabólica e não puramente física.

A digestibilidade das dietas está diretamente relacionada à otimização da utilização dos nutrientes presentes nos ingredientes pelos animais, como destacado por Silva (2019). Os dados de digestibilidade estão apresentados na Tabela 3, observou-se que não houve efeito do uso de ureia protegida sobre a digestibilidade dos nutrientes ($P > 0,05$; Tabela 03).

Tabela 3. Digestibilidade da matéria seca (DMS, %), digestibilidade da proteína bruta (DPB, %) e digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN, %) dos animais submetidos aos tratamentos experimentais

Tratamento	DMS	DPB	DFDN
Controle	87,24	86,07	68,96
Optigen	86,48	84,94	67,87
Optigen + Ureia	88,08	86,65	69,46
MG	87,26	85,88	68,76
CV	2,94	4,47	8,49
P-valor	0,6277	0,7774	0,9088

MG: média geral. CV: coeficiente de variação. P: valor de 5% de significância.

Os valores de digestibilidade da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB) e fibra em detergente neutro (DFDN) dos três tratamentos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Contudo, pode-se inferir que a digestibilidade foi elevada, especialmente na DMS e da DPB.

Esse resultado é positivo, uma vez que, embora o consumo de matéria seca possa ter ficado abaixo do recomendado pelo NRC (2007), as dietas demonstraram alta digestibilidade. Isso é uma vantagem significativa, pois dietas com alta digestibilidade possibilitam maior aproveitamento dos nutrientes pelo animal, resultando em melhora na eficiência da conversão alimentar e, conseqüentemente, na qualidade do produto final produzido pelos cordeiros (RIBEIRO et al., 2021).

Os dados apresentados na Tabela 3 corroboram a hipótese de que a regulação do consumo pelos animais possui predominantemente uma natureza metabólica, e não física. A alta digestibilidade observada na tabela 3 pode ser atribuída à elevada concentração de carboidratos solúveis na dieta, provenientes principalmente do concentrado, que compreende 70% da ingestão alimentar total. Conforme Conrad et al., (1964), em dietas com digestibilidade inferior a 66%, a limitação do CMS ocorre principalmente devido ao enchimento ruminal. No entanto, quando a DMS ultrapassa os 66%, a limitação do consumo é predominantemente regulada por mecanismos metabólicos, como por exemplo o balanço energético.

A digestibilidade da fibra em detergente neutro ficou ligeiramente abaixo da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta, no entanto, ainda pode ser classificada como alta.

Em estudo conduzido por Oliveira (2019), foram realizadas comparações entre o consumo e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes. Dois tratamentos foram ofertados, consistindo em rações extrusadas nas proporções 30V:70C e 70V:30C. O tratamento 30V:70C resultou em menor ingestão de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, além de apresentar maior eficiência na digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro. Ao analisar os resultados de DFDN encontrados no estudo, observou-se que o tratamento 30V:70C obteve um valor de 47,54, e apresentou diferença significativa em relação ao tratamento 70V:30C, que registrou valor de 34,25 em DFDN.

Segundo as conclusões de Canizares (2009), o grupo de carboidratos não estruturais compreende açúcares e amido, caracterizando-se por serem fontes de energia prontamente disponíveis, com destaque para o farelo de milho como uma das principais fontes de amido. Alinhado com essas observações, Zinn et al., (2002) sugerem que o processamento do amido desempenha papel significativo no aumento da sua digestibilidade, uma vez que o amido proveniente do milho é encapsulado por uma matriz proteica que restringe seu acesso. No cenário dietético em análise, o concentrado apresentou proporção superior de farelo de milho, o que se correlacionou com uma melhora na digestibilidade e na promoção do desenvolvimento da microbiota ruminal.

A inclusão de níveis de proteína degradável no rúmen (ureia) à dieta, disponibiliza maior quantidade de nitrogênio para os microrganismos do rúmen, teoricamente aumentando a eficiência microbiana e consequentemente a degradabilidade e digestibilidade da MS e FDN. Entretanto, a digestibilidade desses nutrientes pode não ter sido influenciada pela inclusão de ureia na dieta, e sim pela alta quantidade de grãos, mantendo uma linearidade na digestibilidade, justificando os valores próximos encontrados das dietas.

Um estudo realizado por Ribeiro et al., (2021), avaliando o efeito da substituição de ureia comum por ureia protegida no suplemento sob o consumo de nutrientes e digestibilidade da matéria seca e perfil metabólico de ovelhas, foi observado que não

houve diferença na digestibilidade da matéria seca, inferindo que a inclusão parcial ou total da ureia protegida não apresenta benefícios na suplementação de ovinos.

Os dados referentes ao consumo de água e à excreção de fezes estão disponíveis na Tabela 4, na qual não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos.

A massa de fezes na matéria natural (MFMN) guarda uma correlação com o consumo de matéria seca (CMS), portanto, dado que não foram observadas diferenças estatísticas nos resultados de consumo e digestibilidade, é plausível esperar que os tratamentos apresentem resultados similares para a variável massa de fezes na matéria natural.

De acordo com Van Cleef et al. (2010), a faixa recomendada para o teor de matéria seca fecal (MSF) é de 37 a 44%. A MSF dos cordeiros do experimento se encontra 99% abaixo desse valor. É possível inferir a baixa nessa variável devido fatores como, alta digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta, exposto na tabela 3.

Conforme discutido por Santos e Nogueira (2012), há uma correlação entre o peso das fezes e a composição da dieta, bem como sua taxa de passagem e digestibilidade. Essa relação pode ser estabelecida, como indicado por Amorim (2002), entre a quantidade de fezes excretadas e CMS. Ou seja, a quantidade de fezes produzida está relacionada ao consumo alimentar.

Tabela 4. Efeito da dieta sobre a massa de fezes na matéria natural (MFMN), teor de matéria seca nas fezes (MSF), consumo de água (CH₂O) e consumo de água em relação ao consumo de matéria seca (CH₂O/CMS) dos animais submetidos aos tratamentos experimentais

Tratamento	MFMN (kg/d)	MSF (kg/d)	MSF (%)	CH₂O (L/dia)	CH₂O/CMS (L/kg/dia)
Controle	0,40	0,09	22,22	2,36	3,18
Optigen	0,39	0,09	21,77	2,76	3,82
Optigen + Ureia	0,35	0,07	21,20	3,21	4,59

MG	0,38	0,08	21,70	2,78	3,87
CV	31,10	37,7	21,60	38,90	32,40
P-valor	0,7641	0,7275	0,9430	0,7834	0,5637
VR	-	-	-	-	2 - 3

MG: média geral. CV: coeficiente de variação. P: valor de 5% de significância. VR: valor de referência segundo o NRC (2007).

Estudo realizado por Oliveira et al., (2022), avaliou o efeito da utilização de níveis de concentrado extrusado sobre os parâmetros nutricionais, metabólicos e comportamento ingestivo em cordeiros, sendo ofertados dois tratamentos 30V:70C e 70V:30C. O peso das fezes pode ser influenciado pela composição e digestibilidade da dieta, assim como pela taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestivo. Neste estudo, observa-se que a falta de diferença estatística entre os tratamentos em relação à quantidade de fezes excretadas, tanto em termos de matéria natural quanto em matéria seca, pode estar associada à falta de diferença estatística na digestibilidade da matéria seca.

De acordo com Forbes (1968), foi estabelecido uma relação entre o consumo de água (CH_2O) e a quantidade de matéria seca consumida por ovinos, sugerindo que o consumo de água deveria ser de duas a três vezes maior que o consumo de matéria seca. Portanto, de acordo com o CMS preconizado pelo NRC (2007), o cálculo para o CH_2O para a espécie do experimento seria de 1,66 a 2,49 litros por dia.

No entanto, como mencionado anteriormente, o CMS dos cordeiros foi menor do que o recomendado, devido ao maior CPB e à alta digestibilidade dos tratamentos, resultando em uma limitação no CMS de natureza metabólica. Consequentemente, refazendo o cálculo do CH_2O de acordo com a matéria seca consumida pelos animais era esperado a ingestão de 1,38 a 2,07 litros por dia. Entretanto, isso não ocorreu, pois, os animais consumiram uma média de 2,78 litros por dia, ficando 34% acima do esperado.

Ao analisar a relação entre o consumo de água e o consumo de matéria seca ($\text{CH}_2\text{O}/\text{CMS}$), observamos que o consumo real foi de 3,87 l/kg de msi. É importante ressaltar que as dietas fornecidas tinham uma alta digestibilidade de proteína bruta que gera alta taxa de fermentação no rúmen, o que representa um custo metabólico significativo para os cordeiros e resulta em maior incremento calórico. Além disso, é relevante destacar que, de acordo com a composição bromatológica das rações (conforme Tabela 1), a matéria seca foi de 70%, indicando que uma dieta seca foi

oferecida aos cordeiros, ocasionando em menor ingestão de água através da dieta, e maior ingestão de água livre através dos bebedouros individuais. A combinação desses fatores pode ter contribuído para um aumento no consumo de água por parte dos cordeiros. Adicionalmente, é importante evidenciar que a equação sugerida por Forbes (1968) e recomendada no NRC (2007) não reflete com precisão as condições alimentares e ambientais tropicais.

A obtenção de água pelos animais provém de três fontes distintas: a água de consumo, a água presente nos alimentos e a água metabólica originada a partir do catabolismo dos nutrientes conforme Esminger, Oldfield e Heinemann (1990). Essa explicação ajuda a compreender o motivo pelo qual o consumo de água dos cordeiros foi maior do que o indicado pelo NRC (2007), pois os tratamentos possuíam alto teor de matéria seca segundo sua bromatologia, demandando maior ingestão de água por quilograma de alimento consumido.

5. CONCLUSÃO

A utilização da ureia protegida em comparação com a ureia convencional não afeta o consumo e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros que justifiquem o investimento adicional associado a essa tecnologia em comparação com a ureia convencional.

6. REFERÊNCIAS

- ALVES, E.M; PEDREIRA, M.S; OLIVEIRA, C.A.S; AGUIAR, L.V; PEREIRA, M.L.A; ALMEIDA, P.J.P. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com farelo da vagem de algaroba associado a níveis de ureia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, [S.L.], v. 32, n. 4, p. 439-435, 25 out. 2010. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v32i4.8832>.
- ALVES, Evanilton Moura et al. Tipos de uréia e fontes de carboidratos nas dietas de cordeiros: desempenho, digestibilidade. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 9, p. 1-11, 2017.
- ARAÚJO, Matheus Antônio. Revisão bibliográfica: avaliação do método de Kjeldahl na determinação de nitrogênio e sua aplicação na análise foliar. 2019.
- Brasil. **Instrução normativa nº8**. Lei nº 6.198. Março de 2004.
- JÚNIOR, Camilo; BARRETO, Oslí. Utilização de ureia protegida sobre o desempenho e características da carcaça de bovinos confinados. 2014.
- CAMPOS, Amanda Costa et al. Ureia protegida com diferentes encapsulantes lipídicos para liberação controlada em dieta de cabras em lactação. 2019.
- CLARINDO, Rafael Luis. **Fontes energéticas e protéicas para bovinos confinados em fase de terminação**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- DA COSTA, Dayana Alves. Degradabilidade ruminal e parâmetros da fermentação em dietas contendo silagem de cana-de-açúcar e caroço de algodão. 2010.
- DE OLIVEIRA, Emídio CA et al. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 951-960, 2010.
- DETMANN, Edenio et al. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema, v. 214, 2012.
- DESCHAMPS, F. C. Implicações do Período de Crescimento na Composição Química e Digestão dos Tecidos de Cultivares de Capim-Elefante (*PennisetumpurpureumSchumach.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n.6, p. 1358-1369, 1999.
- ESMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. L.; HEINEMANN, J. J. **Feeds and nutrition** 2. ed. Clovis, CA: Esminger Publishing, 1990. 1552 p.
- FARIA, R.A. **Utilização de compostos nitrogenados não proteicos em vacas em lactação**. Disponível em :< chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/186/o/RENATA_ANDRADE_FARIA.pdf>. Acesso em: 26, jul. 2022.
- FERREIRA, S. F. et al. Fatores que afetam o consumo alimentar de bovinos. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v. 2, n. 1, p. 9-19, 2013.

FLOSS, Bruna Daiane et al. CARACTERIZAÇÃO DE ESCORE FECAL EM BOVINOS: REVISÃO DE LITERATURA.

FORBES, J. M. The water intake of ewes. **British Journal of Nutrition**, v. 22, n. 1, p. 33-43, 1968.

FRANCO, Ana Vera Martins; FRANCO, Gumercindo Lorian; ANDRADE, Pedro de. Parâmetros ruminais e desaparecimento da MS, PB e FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagem na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1316-1324, 2004.

FREIRE, Leile Daiane Ribeiro. **PARÂMETROS METABÓLICOS DE OVINOS CONFINADOS ALIMENTADOS COM UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA NA DIETA**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

GONÇALVES, T. M.; MACHADO NETO, O. R.; LADEIRA, M. M.; LOPES, L. S.; OLIVEIRA, D. M.; LIMA, R. R. Performance and carcass traits of Nelore and Red Norte steers finished in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p. 1080-1087, 2011.

HEINRICHS, Jud; KONONOFF, P. **The Penn state particle separator**. Penn State Extension, University Park, PA. DSE, v. 186, p. 1-8, 2013.

JUNIOR, Gilberto de Lima Macedo et al. Uso de diferentes fontes de proteína e de gordura na composição de proteinados para ovinos: consumo e digestibilidade aparente. **Veterinary News**, v. 25, n. 1, 2019.

MARIZ, Lays Débora Silva. Digestibilidade intestinal dos aminoácidos e utilização de ¹⁵N e bases purinas para a quantificação da síntese da proteína microbiana em zebuínos puros e cruzados alimentados com diferentes níveis dietéticos de proteína bruta. 2016.

MENEZES, D.R; ARAÚJO, G.G.L; SOCORRO E.P; OLIVEIRA R.L; BAGALDO A.R; SILVA, T.M; L.G.R. PEREIRA. Níveis de uréia em dietas contendo co-produto de vitivinícolas e palma forrageira para ovinos Santa Inês. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v.61, n.3, p.662-667, 2009.

MOTTA, V. T. **Bioquímica**, Editora Medbook, 2ed, 2011, 488p.

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

OLIVEIRA, Karla Alves et al. Parâmetros nutricionais de cordeiros alimentados com ração extrusada em diferentes relações volumoso: concentrado. **Semana Ciências Agrárias**, v. 40, n. 5, p. 1979-1990, 2019.

OLIVEIRA, Karla Alves et al. Parâmetros nutricionais, metabólicos e comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com concentrado extrusado. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 14, p. 1-9, 2022.

OLIVEIRA, Karla Alves et al. Ração extrusada com diferentes relações volumoso: concentrado para ovinos em crescimento. 2018.

PEREIRA, Luiz Gustavo Ribeiro; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; TOMICH, Thierry Ribeiro. Utilização da ureia na alimentação de ruminantes no semi-árido. **Biotecnologia e sustentabilidade, anais. Lavras: UFLA: SBZ**, 2008.

PIRES, P.G.S. Metabolismo nitrogenado: diferenças entre ruminantes e monogástricos. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. 10 p

PUGA, D. C.; GALINA, H. M.; PEREZ-GIL, R. F. et al. Effect of a controlled release urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugar cane tops (*Saccharum officinarum*), corn stubble (*Zea mays*) and King grass (*Pennisetum purpureum*). **Small Ruminant Research**, v.39, p.269–276, 2001.

RIBEIRO, P. R.; SCHULTZ, E. B.; SOUSA, L. F.; MACEDO JÚNIOR, G. L.. Replacement of common urea with protected urea in sheep supplement. **Boletim de Indústria Animal**, [S.L.], v. 78, p. 1-12, 2021. Instituto do Zootecnia. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.2021.v78.e1501>.

RIBEIRO, Paola Rezende et al. Replacement of common urea with protected urea in sheep supplement. **Boletim de Indústria Animal**, v. 78, p. 1-11, 2021.

RODRIGUES, A. de A. Utilização de nitrogênio não protéico em dietas de ruminantes. ANAIS DA X MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ / UFMS, CAMPO GRANDE, 2017.

SALMAN, Ana Karina Dias et al. Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. 2010.

SANTOS, J. E. P. Importância da alimentação na reprodução da fêmea bovina. In: IWorkshop sobre reprodução animal. Pelotas: EMBRAPA, 2000, cap. 1, p. 07- 82.

SILVA, Letycia Cristine Fernandes Lira da. **Digestibilidade dos nutrientes em ovinos Santa Inês recebendo dietas com diferentes fontes de carboidratos associadas à ureia**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

VIVIAN, Diana Rosana. Desempenho produtivo e parâmetros sanguíneos de cordeiros confinados alimentados com níveis crescentes de uréia. 2014.

ZIGUER, Evaneo Alcides et al. Desempenho e perfil metabólico de cordeiros confinados utilizando casca de soja associada a diferentes fontes de nitrogênio não-proteico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 449-456, 2012.