

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

André Soligo Vizeu de Palma

**Uso de ureia protegida e monensina sobre parâmetros ruminais de
bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade**

PIRASSUNUNGA

2020

André Soligo Vizeu de Palma

**Uso de ureia protegida e monensina sobre parâmetros ruminais de
bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade**

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências do programa de pós-graduação em Zootecnia.

Área de concentração: Qualidade e produtividade animal

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Saran Netto

PIRASSUNUNGA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

Palma, André Soligo Vizeu de
Uso de ureia protegida e monensina sobre parâmetros ruminais de
bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade / André Soligo Vizeu
de Palma. -- Pirassununga, 2020.
68 f.
Tese (Doutorado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
– Universidade de São Paulo.
Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.
Orientador: Prof. Dr. Arlindo Saran Netto.

1. Digestibilidade 2. Ionóforo 3. Nitrogênio não proteico 4. Proteína 5.
Ureia de liberação lenta. I. Título.

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – o autor”

Agradecimentos

Agradeço à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos por todas as oportunidades proporcionadas para minha formação, ao Prof. Dr. Arlindo Saran Netto pela orientação, suporte e confiança, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de Doutorado e Doutorado Sanduiche no Exterior, ao Prof. Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues pelos ensinamentos, aos amigos e colegas de pós graduação e aos funcionários que tornaram possível a realização deste projeto, e aos família e amigos por todo o apoio e carinho.

Resumo

PALMA, A. S. V. **Uso de ureia protegida e monensina sobre parâmetros ruminais de bovinos alimentados com forragem de baixa qualidade.** 2020. 68 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

Produtos que consistem na proteção da ureia vêm sendo desenvolvidos para promover a liberação gradual de nitrogênio, e assim, evitar intoxicação, diminuir as perdas de nitrogênio e melhorar a sincronia entre a liberação dos nutrientes pelos processos digestivos. A monensina pode melhorar a eficiência energética do rúmen e o uso de nitrogênio, combinada a ureia protegida podem ter um efeito sinérgico. Objetivou-se avaliar a efetividade da proteção da ureia, as vantagens de sua utilização e se existe interação com a monensina, em dieta de bovinos consumindo forragem de baixa qualidade. Oito vacas Nelore fistuladas no rúmen (536 ± 101 kg) consumindo feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu foram divididas aleatoriamente em delineamento quadrado latino 4 x 4 duplo com arranjo fatorial de tratamento com fator fonte de ureia (sem ureia, ureia comum, ureia protegida com polímero ou ureia protegida com lipídio) e fator monensina (sem ou com). Os tratamentos foram infundidos no rúmen uma vez ao dia. O consumo diário de feno foi medido, o comportamento ingestivo foi avaliado por 24 horas, o líquido ruminal foi coletado logo antes da infusão dos tratamentos e em intervalos de duas horas, até o tempo de 12 horas para ácidos graxos de cadeia curta e 22 horas para nitrogênio amoniacal, o pH ruminal foi monitorado durante 24 horas por probe, a ureia no sangue foi analisada, degradabilidade ruminal *in situ* da fibra em detergente neutro do feno e do nitrogênio das fontes de ureia foram estimadas usando sacos de náilon, a digestibilidade dos nutrientes foi calculada usando dióxido de titânio como marcador, a taxa de passagem usando óxido de cromo como marcador, a síntese de proteína microbiana por derivados de purina urinários e o balanço de nitrogênio foi calculado. Os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS e as médias foram comparadas por contrastes ortogonais. A ureia no sangue foi superior para os tratamentos com ureia em relação ao controle, mas não para ureia comum em relação a protegida devido a limitação na taxa de produção de ureia no fígado. Após a infusão dos tratamentos, a ureia comum promoveu maiores valores de nitrogênio amoniacal no

rúmen, em relação a ureia protegida, até o tempo de 8 horas e apenas no tempo de 22 horas os valores de ureia protegida foram maiores. A taxa de degradação ruminal do nitrogênio das ureias protegidas foi alta e incompleta, o que não caracteriza a estabilidade desejada na liberação do nitrogênio. Entretanto, a retenção de nitrogênio foi maior para os tratamentos com ureia protegida, o que sugere menor impacto ambiental. Consumo de feno, degradabilidade da fibra em detergente neutro, digestibilidade, taxa de passagem e síntese de proteína microbiana não foram afetados pelos tratamentos. A monensina não teve efeito nos ácidos graxos de cadeia curta. Para dietas à base de forragem de baixa qualidade, a suplementação pontual de ureia pode gerar períodos com excesso e déficit de nitrogênio, não atingindo a sincronia nutricional desejável. Não foi observada interação entre ureia e monensina, nas condições deste estudo.

Palavras-chave: Digestibilidade. Ionóforo. Nitrogênio não proteico. Proteína. Ureia de liberação lenta.

Abstract

PALMA, A. S. V. **Use of coated urea and monensin on rumen parameters of cattle fed low quality forage**. 2020. 68 p. Doctorate Thesis – College of Animal Science and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, 2020.

Products that consist of coated urea have been developed to promote a gradual release of nitrogen, thus preventing poisoning, reducing nitrogen losses and improving nutrient synchrony. Monensin can improve rumen energy efficiency and the use of nitrogen, and in combination, both products should have a synergistic effect. The objective was to evaluate the effectiveness of urea coat, the advantages of its use and whether there is interaction with monensin, in cattle consuming low quality forage diet. Eight rumen fistulated Nellore cows (536 ± 101 kg) consuming *Brachiaria brizantha* Marandu were randomly divided into a double 4 x 4 Latin square design with a factorial arrangement of treatment with urea source factor (without urea, common urea, polymer-coated urea or lipid-coated urea) and monensin factor (without or with). The treatments were infused into the rumen once daily. Daily intake was measured, the intake behavior was evaluated for 24 hours, rumen fluid was collected just before treatments infusion and at two-hour intervals, up to 12 hours for short-chain fatty acids and 22 hours for ammonia nitrogen, ruminal pH was recorded for 24 hours with a probe, blood urea was analyzed, ruminal *in situ* degradability of hay neutral detergent fiber and nitrogen from urea sources were estimated using nylon bags, nutrient digestibility was calculated using titanium dioxide as a marker, the passage rate using chromium oxide as a marker, and the microbial protein synthesis by urine purine derivatives. The data were analyzed using SAS MIXED procedure and the means were compared using orthogonal contrasts. Blood urea was superior for urea treatments compared to control, but not for common urea compared to coated urea due to the limited rate of urea production in the liver. After the infusion of the treatments, common urea promoted higher values of ammoniacal nitrogen in the rumen, compared to coated urea, up to 8 hours and only at time 22 hours coated urea values were higher. Coated urea nitrogen degradation rate in rumen was high and was incomplete, which does not characterize the desired nitrogen release stability. However, nitrogen retention was higher for treatments with coated urea, which suggests less environmental impact. Hay intake, neutral detergent fiber degradability, digestibility,

passage rate and microbial protein synthesis were not affected by the treatments. Monensin had no effect on short-chain fatty acids. For low-quality forage-based diets, punctual urea supplementation can generate periods with nitrogen excess and deficit, not reaching the desirable nutritional synchrony. No interaction of urea and monensina was observed, under this study's conditions.

Keywords: Digestibility. Ionophore. Non-protein nitrogen. Protein. Slow-release urea.

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	11
2.	Revisão bibliográfica.....	12
2.1.	Suplementação em pasto.....	12
2.2.	Suplementação com ureia.....	13
2.3.	Ureia protegida.....	14
2.4.	Monensina.....	15
3.	Hipótese	17
4.	Objetivos.....	18
4.1.	Objetivo geral	18
4.2.	Objetivos específicos	18
5.	Material e métodos	19
5.1.	Animais, instalações e delineamento experimental.....	19
5.2.	Tratamentos	19
5.3.	Consumo e comportamento ingestivo	21
5.4.	pH	21
5.5.	Ácido graxo de cadeia curta e nitrogênio amoniacal.....	21
5.6.	Concentração de ureia no sangue	22
5.7.	Degradabilidade <i>in situ</i> das fontes de nitrogênio.....	22
5.8.	Degradabilidade <i>in situ</i> do feno.....	23
5.9.	Digestibilidade aparente total	24
5.10.	Taxa de passagem.....	25
5.11.	Síntese de proteína microbiana	25
5.12.	Balanço de nitrogênio.....	26
5.13.	Análise bromatológica.....	26
5.14.	Estatística experimental	26
6.	Resultados.....	28

6.1.	Consumo e comportamento ingestivo	28
6.2.	pH	28
6.3.	Nitrogênio amoniacal.....	32
6.4.	Concentração plasmática de ureia	34
6.5.	Ácidos graxos de cadeia curta (AGCC).....	34
6.6.	Degradabilidade <i>in situ</i> das fontes de nitrogênio.....	35
6.7.	Degradabilidade <i>in situ</i> do feno.....	40
	Degradabilidade da MS	40
	Degradabilidade da FDN	43
6.1.	Digestibilidade aparente total	45
6.2.	Taxa de passagem.....	47
6.3.	Síntese de proteína microbiana	47
6.4.	Balanço de nitrogênio.....	50
7.	Discussão	52
8.	Conclusão.....	61
9.	Referências.....	62

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial bovino do mundo, com cerca de 214 milhões de cabeças (ABIEC, 2020) e é o segundo maior produtor e o maior exportador de carne bovina (USDA, 2020), o que mostra a grande importância da pecuária bovina na economia nacional. A grande maioria dos animais no Brasil (mais de 95%) encontram-se em pastagens (GOMES et al., 2015). Porém, a área para isso destinada (aproximadamente 160 milhões de hectares), apesar de muito grande, é subutilizada, com uma taxa de lotação de apenas 1,3 animais/ha (BRASIL, 2014). Com o objetivo de melhorar a eficiência do uso dessa área e aumentar a produtividade do sistema, a suplementação a pasto pode ser uma importante ferramenta para complementar a dieta e torná-la adequada às exigências dos animais.

Estudos mostram que a suplementação proteica é mais vantajosa em relação a outros tipos de suplemento, em diferentes épocas do ano (RESENDE; SIQUEIRA, 2011; PESQUEIRA-SILVA et al., 2015).

A ureia é uma fonte de nitrogênio não proteico com baixo custo. Ela é hidrolisada no rúmen e posteriormente utilizada para síntese de proteína microbiana, que tem alto valor biológico. Porém, a hidrólise é muito rápida; em quantidade inadequada a ureia eleva demasiadamente a concentração ruminal de nitrogênio amoniacal e o nutriente pode ser perdido, além de poder causar intoxicação (GOMES et al., 2015; MEDEIROS; MARINO, 2015). O excesso de nitrogênio excretado pelos animais, além de representar perda financeira, também podem contribuir de forma importante para a poluição do ar e da água (GILTRAP; KIRSCHBAUM; LIÁNG, 2021).

Técnicas que promovem a proteção da ureia vem sendo desenvolvidas para diminuir a taxa de liberação do nitrogênio amoniacal no rúmen e, conseqüentemente, reduzir o risco de intoxicação, reduzir a perda de nitrogênio, o que tem reflexo no custo e no aspecto ambiental, e melhorar a sincronia na liberação dos nutrientes, melhorando a fermentação ruminal e a síntese de proteína microbiana (CHERDTHONG; WANAPAT, 2010).

Aditivos alimentares que modulam a fermentação ruminal, como a monensina sódica, têm a capacidade de alterar o perfil de ácidos graxos de cadeia curta, melhorando a eficiência energética no rúmen, reduzir a produção de amônia e, conseqüentemente, melhorar o aproveitamento do nitrogênio, otimizando a

fermentação ruminal. Monensina e ureia protegida podem ser aliadas para uma suplementação a pasto mais eficiente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Suplementação em pasto

A maior parte do rebanho nacional é criado extensivamente, isso porque, além da grande área destinada a pecuária, este é um sistema que requer menos manejo e menor investimento em insumos, tecnologias e mão de obra. Se, por um lado, isso faz com que o custo de produção seja um dos menores do mundo, por outro, a tradição de baixo investimento na atividade levou a alta degradação dessas áreas e a associação da pecuária a pasto como atividade improdutiva e prejudicial ao meio ambiente (DIAS-FILHO, 2014).

Uma realidade recorrente no Brasil, devido a degradação das áreas e pastagem é o baixo teor de proteína bruta na forragem. Além disso, durante o inverno, a precipitação pluviométrica é muito baixa, e limita a rebrota da pastagem, o que diminui a qualidade da forragem, a deixando com menor teor de proteína e menor digestibilidade (WARKENTIN, 2005). Quando o teor de proteína no pasto é inferior a 11%, ocorre resposta favorável à suplementação proteica (RESENDE; SIQUEIRA, 2011), mostrando que nesses casos a proteína é limitante.

Em estudo, Resende e Siqueira (2011) demonstraram que mesmo no período das águas a suplementação proteica apresentou maior retorno econômico comparada à suplementação mineral, energética e proteico-energética, apesar desta ter promovido maior desempenho. E Pesqueira-Silva et al. (2015) constataram maior desempenho produtivo de bovinos em pastejo no período de transição seca-águas consumindo suplemento proteico ou múltiplo. Apesar do alto custo da suplementação proteica, esses suplementos proporcionaram maior retorno sob o capital investido, levando em conta a redução da idade de abate e consequente desocupação da pastagem. Estes dados indicam grande potencial da suplementação nitrogenada como estratégia para adequar as necessidades nutricionais de bovinos a pasto.

2.2. Suplementação com ureia

A capacidade dos ruminantes de utilizar nitrogênio não proteico (NNP) é uma grande vantagem em relação aos monogástricos. Quando ingerido, o NNP é rapidamente transformado em amônia e será incorporado pelos microrganismos em forma de proteína microbiana, que tem alto valor biológico. Além disso, as bactérias celulolíticas (responsáveis pela fermentação de carboidratos estruturais) usam o nitrogênio amoniacal como principal fonte de nitrogênio (MEDEIROS; MARINO, 2015). A ureia é uma fonte de NNP amplamente utilizada na nutrição de ruminantes por ter baixo custo como fonte de proteína bruta. Ela é mais bem aproveitada quando associada a uma fonte de enxofre (GOMES et al., 2015).

Costa et al. (2011), avaliando a suplementação de bovinos em pastejo com compostos nitrogenados degradáveis no rúmen, como a ureia, constataram aumento no nitrogênio amoniacal ruminal, que apresentou correlação positiva com a produção de nitrogênio microbiano. Além do crescimento microbiano, o nitrogênio amoniacal ruminal aumentou indiretamente o balanço nitrogenado.

A suplementação de minerais e ureia é uma alternativa de baixo investimento, que se mostra eficiente. Oliveira et al. (2014) ao compararem bovinos a pasto sem suplementação, com suplementação mineral ou com suplementação mineral mais ureia, observaram melhor desempenho e vantagem econômica para os animais com suplementação mineral mais ureia.

A ureia, apesar de ser uma ótima fonte de NNP, é hidrolisada muito rapidamente, liberando grande quantidade de nitrogênio em um curto período. Quando a concentração de nitrogênio excede a capacidade de assimilação pelos microrganismos, o nutriente pode ser perdido. O excesso de nitrogênio amoniacal é absorvido pelo rúmen e vai para a circulação sanguínea; em seguida ele pode ser reciclado através da saliva e voltar ao rúmen, ou, transformado novamente em ureia, no fígado, e eliminado. Além do desperdício do nitrogênio, ocorre um alto gasto energético nesse processo (MEDEIROS; MARINO, 2015).

Moraes et al. (2009), ao suplementarem bovinos a pasto com suplemento proteico-energético com níveis crescentes de ureia, constataram aumento linear da concentração ruminal de amônia, o que ocasionou aumento linear na excreção de nitrogênio urinário.

Com o objetivo de contornar a limitação no uso da ureia, que ocorre devido velocidade de hidrólise deste produto, deu-se início a estudos com a proteção da ureia.

2.3. Ureia protegida

Diversas alternativas para promover liberação mais lenta da amônia da ureia têm sido estudadas, entre elas, biureto, fosfato de ureia, ligação com cloreto de cálcio, e, revestimentos a base de óleo ou polímero (TAYLOR-EDWARDS et al., 2009).

A microencapsulação é um processo de empacotamento do material de interesse em pequenas cápsulas que, entre outras aplicações, pode promover o controle da liberação do material. Existem diversos agentes encapsulantes e várias técnicas para este processo, a escolha de ambos é de grande importância pois vai definir as propriedades da cápsula (FAVARO-TRINDADE et al., 2008).

Para melhor aproveitamento do NNP pelos animais deve-se buscar sincronismo entre a disponibilidade de nitrogênio e energia na fermentação (MEDEIROS; MARINO, 2015). Em situação de pastejo, essa sincronia é difícil de ser alcançada. O propósito da encapsulação da ureia é diminuir a taxa de liberação de nitrogênio para evitar concentrações excessivas e favorecer essa sincronia e, conseqüentemente, o aproveitamento do nitrogênio.

Pinos-Rodriguez et al. (2010) estudaram o efeito da suplementação de ureia protegida com polímero na liberação de nitrogênio *in vitro* e obtiveram valores mais baixos em relação aos da ureia comum, e mais altos em relação ao farelo de soja.

Em experimento com bovinos Nelore terminados em confinamento, Azevedo et al. (2015) avaliaram o efeito da substituição da proteína bruta do farelo de soja (uma parcela da proteína da dieta) por ureia de liberação lenta e não observaram alteração no ganho de peso e rendimento de carcaça. Porém, apesar do custo da ureia de liberação lenta na quantidade utilizada para substituição ser inferior ao do farelo de soja, não houve diferença no custo da arroba produzida, pelo alto custo da dieta de confinamento.

Em trabalho com bovinos de corte consumindo feno de baixa qualidade, Ribeiro et al. (2011) constataram que o tratamento com infusão ruminal de ureia protegida apresentou maior estabilidade na concentração de amônia ruminal comparado ao com ureia comum. A ingestão de feno foi aumentada, possivelmente pela melhora nas

condições do rúmen. Porém, não foram observadas alterações na digestibilidade e a degradabilidade do feno.

A ação de microrganismos no nitrogênio excretado pelos animais em pastejo tem impacto negativo para o meio ambiente (GILTRAP; KIRSCHBAUM; LIÁNG, 2021). Neste processo, NH_3 e N_2O são liberados na atmosfera e o NO_3^- é lixiviado para ecossistemas terrestres e aquáticos, o que contribui para alteração de ecossistemas, eutrofização e contaminação de recursos hídricos, degradação da qualidade do ar e da camada de ozônio e para o efeito estufa (COSKUN et al., 2017). O melhor aproveitamento do nitrogênio proveniente da ureia protegida pode levar a menor perda do nutriente por excreção, acarretando em menor impacto ambiental.

Azevedo et al. (2010) testaram, em animais consumindo feno de baixa qualidade, a suplementação com duas fórmulas de proteção de ureia que não se mostraram superiores à ureia comum, em relação ao equilíbrio nas concentrações de amônia no rúmen, tampouco para a degradabilidade da fibra. A técnica de proteção é muito importante para a eficácia do produto e seu efeito deve ser devidamente testado.

2.4. Monensina

A monensina sódica faz parte da categoria dos ionóforos, que são antibióticos poliésteres carboxílicos, de baixo peso molecular, oriundos da fermentação de *Streptomyces* ssp (WESTLEY, 1982). A monensina sódica está regulamentada pela Instrução Normativa 15/2009/MAPA como aditivo para ser usado na alimentação animal. É o ionóforo mais estudado e utilizado comercialmente no mundo (TEDESCHI et al., 2003).

Schelling (1984) apresenta como mais importantes modos de ação da monensina, a alteração da proporção de ácidos graxos; modificação no consumo de alimentos; mudança na produção de gases, alteração da digestibilidade, melhora na utilização de proteínas e modificação do enchimento ruminal e da taxa de passagem.

Em meta-análise dos efeitos da monensina em bovinos de corte, Duffield et al. (2012) constataram relações lineares da dose de monensina para eficiência alimentar (maior dose melhora a eficiência), ingestão de matéria seca (maior dose reduz ingestão) e ganho de peso diário (maior dose reduz a resposta em GPD).

Ionóforos possuem o exterior da molécula hidrofóbico, enquanto o interior é hidrofílico. Isso possibilita sua interação, tanto com a membrana celular, que é

composta por lipídios, como com cátions metálicos, promovendo o transporte desses íons através da membrana. A monensina sódica possui maior afinidade com o sódio (Na^+), que é o cátion predominante no rúmen, e também transloca potássio (K^+), que é o cátion predominante no interior das células. Quando ligada à membrana dos microrganismos, promove saída de K^+ , entrada de H^+ e Na^+ , bem como queda de pH no interior da célula. Na tentativa de regular o pH e expulsar Na^+ , ATP é gasto, o que promove queda da reserva energética da célula, alterando a divisão celular e levando os microrganismos à morte (BERGEN; BATES, 1984; RUSSEL; STROBEL, 1989).

Porém, o que faz da monensina e outros ionóforos benéficos para a fermentação ruminal é o efeito antibiótico ser seletivo. Os ionóforos agem principalmente sobre as bactérias Gram-positivas, favorecendo o desenvolvimento das Gram-negativas. As Gram-negativas possuem dupla membrana celular. Dessa forma, a membrana interna não sofre efeitos da ação dos ionóforos (RUSSELL; WALLACE, 1997).

Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) são resíduos da fermentação dos microrganismos e são a principal fonte de energia para ruminantes, variando entre 50 a 70% da energia digestível do alimento (KOZLOSKI, 2002). Dos ácidos graxos de cadeia curta mais importantes no rúmen, o propionato é o de maior eficiência energética e é produzido por microrganismos que não são susceptíveis à monensina, enquanto o acetato e o butirato, de menor eficiência energética, são produzidos por microrganismos sensíveis à monensina (TEDESCHI et al., 2011). Portanto, a suplementação de monensina, ao selecionar os microrganismos do rúmen, modifica a proporção de AGCC produzidos, melhorando a eficiência energética no rúmen.

Existe um grupo de microrganismos no rúmen, também sensível à monensina, que tem alta atividade de produção de amônia a partir da desaminação dos aminoácidos. Ao controlar este grupo de bactérias, a monensina diminui a amônia no rúmen e, conseqüentemente, a excreção de nitrogênio pela urina, aumentando a quantidade de aminoácidos disponíveis no trato gastrointestinal pós rúmen do animal. Estes efeitos aumentam a retenção de nitrogênio (TEDESCHI et al., 2011). Como esses microrganismos atuam na proteína verdadeira, não é esperado que esta ação ocorra em fontes de NNP, e sim no nitrogênio proveniente da forragem, para este tipo de dieta. Entretanto, Barbosa et al. (2001), em estudo *in vitro*, analisando o efeito da monensina associada a diferentes alimentos, constataram diminuição na amônia para todas as fontes proteicas, inclusive, e com maior redução, para a ureia.

3. HIPÓTESE

A monensina promove alteração no perfil de ácidos graxos de cadeia curta que favorece à eficiência energética do rúmen, enquanto o suprimento de nitrogênio de fontes de ureia estimula o desenvolvimento dos microrganismos e melhora o aproveitamento da forragem. A proteção da ureia faz com que o nitrogênio seja liberado de forma mais lenta e gradual e a monensina diminui a liberação do nitrogênio da forragem pela desaminação, ambos diminuindo a formação de amônia no rúmen e assim melhorando a sincronia entre a liberação dos nutrientes, o que leva a melhor utilização do nitrogênio, e menor perda, que reflete em menor impacto ambiental.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo geral

Avaliar a efetividade da proteção da ureia, as vantagens de sua utilização e se existe interação com a monensina, em dieta de bovinos consumindo forragem de baixa qualidade.

4.2. Objetivos específicos

- Comparar a degradabilidade ruminal do nitrogênio de diferentes fontes de ureia.
- Avaliar o efeito de diferentes fontes de ureia e da monensina sobre o pH, as concentrações de amônia e de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen.
- Comparar a concentração plasmática de ureia de animais suplementados com diferentes fontes de ureia.
- Avaliar como as diferentes fontes de ureia e a monensina influenciam na degradabilidade ruminal do feno, na digestibilidade da fibra, na taxa de passagem, na produção de proteína microbiana e na ingestão de matéria seca.
- Observar se a ureia protegida influencia na digestibilidade e na retenção do nitrogênio.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Animais, instalações e delineamento experimental

A pesquisa foi desenvolvida no Estábulo Experimental do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ/USP, localizado no Campus USP - Fernando Costa, em Pirassununga. O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (CEUA/FZEA), sob o protocolo nº4045170517.

Os animais foram alocados em galpão coberto, em baias individuais com cocho individual para feno e para suplemento mineral, bem como bebedouros automáticos. Foram utilizadas 8 fêmeas bovinas da raça Nelore fistuladas no rúmen com peso médio inicial de 536 ± 101 . Elas foram divididas aleatoriamente em delineamento experimental em quadrado latino 4x4 duplo, com 4 períodos de 23 dias (14 dias para adaptação e 9 para as coletas), 4 fontes de ureia e apenas um dos quadrados recebeu monensina, caracterizando um arranjo fatorial de tratamentos.

5.2. Tratamentos

Os animais receberam feno e suplemento mineral à vontade e foram divididos aleatoriamente entre 8 tratamentos em arranjo fatorial, com dois fatores: fator monensina (presença ou não de monensina); fator ureia (ausência de ureia (C), ureia pecuária (U), ureia protegida com polímero (UP1) ou ureia protegida com lipídio (UP2)). Desta forma, foram formados os seguintes tratamentos: T1: caulim, T2: U, T3: UP1, T4: UP2, T5: caulim e monensina, T6: U + monensina, T7: UP1 + monensina e T8: UP2 + monensina. Todos os tratamentos foram administrados uma vez ao dia, às 8 h da manhã, por infusão ruminal, logo antes do fornecimento de feno. A escolha deste método de administração dos tratamentos teve o intuito de testar a ação produto, sem influência de variações no consumo, que poderiam ocorrer com uma suplementação via suplemento mineral proteico, por exemplo.

Foi utilizado feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, oferecido duas vezes ao dia, inicialmente na quantidade de 2% do peso vivo dos animais e gradativamente ajustado para permitir sobras entre 10% e 20% da quantidade oferecida. A

composição bromatológica do feno é apresentada na Tabela 1. A Mistura mineral oferecida apresentava os seguintes níveis de garantia, por kg do produto: 170g de cálcio, 60g de fósforo, 5000mg de magnésio, 130g de sódio, 18g de enxofre, 63mg de cobalto, 1085mg de cobre, 63mg de iodo, 811mg de manganês, 18mg de selênio, 3318mg de zinco e 600mg de flúor.

A ureia protegida com polímero consiste na ureia pecuária revestida por enxofre e polímero poroso biodegradável, enquanto a protegida com lipídio não possui enxofre em sua composição. Esses revestimentos visam controlar a liberação.

Os animais receberam a ureia com base no peso vivo (PV). Para esse cálculo foram levados em conta o PV dos animais, o consumo esperado de matéria seca (MS) por kg de PV (2%), e relação de 1% de ureia sobre o consumo de MS, chegando a seguinte fórmula: $\text{ureia (kg)} = 2\% \cdot \text{PV} \cdot 1\%$. Ainda, levando em conta que cada tratamento possui composição distinta, é feito um ajuste em relação às respectivas porcentagens de equivalentes proteicos, a fim de oferecer o mesmo aporte do nutriente de interesse. O tratamento controle recebeu caulim, que é um ingrediente sem valor nutricional, em quantidade equivalente aos tratamentos com ureia pecuária.

Como a ureia protegida com polímero apresenta enxofre em sua composição, a mesma proporção de enxofre foi misturada aos demais tratamentos na forma de flor de enxofre.

No início de cada período experimental os animais passaram por uma adaptação à ureia. Para isso, nos dias 1 e 2 foi fornecido 30% do total de cada tratamento e nos dias 3 e 4 foi fornecido 60%, chegando à dose total a partir do quinto dia.

Foi utilizado produto comercial com concentração de 20% de monensina sódica, administrado na dosagem de 0,75g/animal/dia, como indicado pela empresa fabricante, o que corresponde a 150mg de monensina por animal por dia.

Tabela 1. Composição bromatológica do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Matéria seca (%)	90,81
Matéria mineral (% da MS)	5,56
Extrato etéreo (% da MS)	1,45
Fibra em detergente neutro (% da MS)	76,25
Fibra em detergente ácido (% da MS)	51,62
Lignina (% da MS)	8,49
Proteína bruta (% da MS)	5,41

5.3. Consumo e comportamento ingestivo

Diariamente foram oferecidas quantidades conhecidas de feno e, durante 5 dias do período de coletas, pela manhã, foram retiradas e pesadas as sobras. Com a diferença do oferecido e das sobras foi calculado o consumo médio diário.

Amostras de feno e sobras foram coletadas durante 5 dias do período de coletas, formando uma amostra composta para análise bromatológica, e congeladas a -20°C. Com esses dados foi calculada a ingestão de MS e dos nutrientes.

Ao início do experimento e ao término de cada período experimental os animais foram pesados pela manhã, após jejum de 16 horas.

Cada bebedouro automático possuía um hidrômetro individual, que possibilitou a medição diária do consumo de água.

O comportamento ingestivo foi avaliado um dia antes do início das coletas, por período de 24 horas ininterruptas. Foram observadas em intervalos de 5 minutos as seguintes atividades: comendo (C), bebendo (B), ruminando (R) e ócio (O). A atividade mastigação (M) foi calculada pela soma de C e R. O tempo de cada atividade foi calculado multiplicando o número de atividades no dia por 5 (MAEKAWA et al., 2002).

5.4. pH

Foi utilizado um data logger Lethbridge Research Centre (LRCpH) como sistema de mensuração de pH. Conectando o equipamento ao computador é possível programá-lo para diferentes intervalos de mensuração, bem como descarregar os dados mensurados. Por 24h do período experimental o equipamento foi deixado no rúmen, via fistula, acoplado a dois pesos de 900 gramas para ser mantido no saco ventral, e procedeu-se a leitura do pH a cada 10 minutos. Antes e após a colocação nos animais, os equipamentos foram calibrados em soluções de pH 7,0 e 4,0.

5.5. Ácido graxo de cadeia curta e nitrogênio amoniacal

A cada período experimental foram colhidas amostras de conteúdo ruminal imediatamente antes da alimentação (tempo 0) e após a alimentação, em intervalos de duas horas, até o tempo de 12 horas para AGCC e 22 horas para nitrogênio amoniacal (N-NH₃), em três pontos diferentes correspondentes ao antro e sacos

ventrais anterior e posterior, utilizando uma bomba a vácuo. Em seguida, cada amostra foi filtrada com gazes e foram coletadas alíquotas para análise.

Para determinação das concentrações dos AGCC foram coletadas amostras de 2,0 mL de líquido ruminal e centrifugado por 15 minutos a 2.000 x g. Em seguida, 1 mL do sobrenadante foi colocado em tubo de ensaio contendo 0,2 mL de ácido fórmico P.A, sendo armazenado a -20°C até o momento da análise. A concentração dos AGCC foi determinada por cromatografia gasosa, segundo Erwin et al. (1961).

Para determinação da concentração de N-NH₃, frações de 2 mL de conteúdo ruminal foram colocadas em tubos de ensaios contendo 1 mL de solução de ácido sulfúrico 1 N e armazenadas a -20°C até a realização das análises por colorimetria, segundo método descrito por Kulasek (1972) e adaptado por Foldager (1977).

5.6. Concentração de ureia no sangue

Foram coletadas amostras de sangue em cada período de coleta, nos tempos 0 e 3h após a alimentação. O sangue foi retirado pela veia jugular utilizando-se tubos com vácuo e heparina (Vacuntainer®). Após a colheita, o sangue foi imediatamente centrifugado a 2.700 x g por 15 minutos, o sobrenadante foi pipetado, acondicionado em microtubos (tipo *Eppendorf*) e congelados a -20°C para posterior avaliação.

Após descongelamento, as amostras foram analisadas quanto aos teores de ureia, utilizando kits comerciais (Randox®), por método colorimétrico enzimático. A leitura foi feita com analisador automático de bioquímica sanguínea (Sistema de Bioquímica Automático SBA -200 - CEL®).

5.7. Degradabilidade *in situ* das fontes de nitrogênio

Foi feita avaliação da degradabilidade *in situ* da MS e do nitrogênio dos produtos a base de ureia pela técnica de sacos de nylon, nos últimos dois dias de cada período experimental, quando não ocorreram outras coletas. Para o tratamento controle, que não apresenta ureia em sua composição, foi utilizado farelo de soja como controle positivo.

Os sacos receberam 5 gramas do produto ou de farelo de soja (moído em partículas de 2mm), foram lacrados, identificados e ligados a uma corda de 50

centímetros e a um peso para que os sacos permanecessem no saco ventral do rúmen. Os sacos foram incubados nos animais correspondentes aos tratamentos.

As incubações foram realizadas por 1,5, 3, 6, 9, 12, 24 e 48 horas e retiradas simultaneamente. Assim que retirados, os sacos foram lavados, levados para estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas e, após resfriarem, foram pesados. Amostras do material incubado e do resíduo dos sacos foram levadas para análise bromatológica

Para determinação da fração solúvel, 4 sacos de nylon de cada produto foram deixados por uma hora imerso em água a 38°C. Após esse processo o material também foi lavado, seco em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas e analisado. A diferença representará a fração solúvel e corresponde ao tempo 0 h de incubação.

Os dados de degradabilidade, foram ajustados à equação $p = a + b(1 - e^{-ct})$ (ØRSKOV; MCDONALD, 1979), em que p é a quantidade degradada ao tempo (t); a, a fração rapidamente solúvel; b, a fração potencialmente degradável; e c, a taxa de degradação na qual a fração descrita por b será degradada por hora. As constantes a, b e c da equação exponencial foram utilizadas para calcular a degradabilidade potencial (a + b) e a degradabilidade efetiva (De) pela fórmula (AFRC, 1992): $De = a + (b \times c) / (c + k)$, em que k representa a taxa de saída do rúmen por hora, sendo utilizada taxa de 0,02/h.

5.8. Degradabilidade *in situ* do feno

Para a determinação da degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) do feno foi utilizada a técnica de sacos de nylon. Os sacos foram ligados a uma corda de 50 centímetros e a um peso para que permanecessem no saco ventral do rúmen.

Os sacos de nylon receberam 5 g de feno moído em partículas de 2 mm, foram lacrados, identificados e, posteriormente, incubados no rúmen. As incubações foram feitas a cada período experimental, durante a semana de coleta, por 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas e retiradas simultaneamente. Assim que retirados, os sacos foram lavados, levados para estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas e, após resfriarem, foram pesados. Amostras do material incubado e do resíduo dos sacos foram levadas para análise bromatológica.

Para determinação da fração solúvel, quatro sacos de nylon com o feno foram deixados por uma hora imerso em água a 38°C. Após esse processo, o material também foi lavado, seco em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas e analisado. A diferença representará a fração solúvel e corresponde ao tempo 0 h de incubação.

Os dados de degradabilidade foram ajustados à equação $p = a + b (1 - e^{-ct})$ (ØRSKOV; MCDONALD, 1979), em que p é a quantidade degradada ao tempo (t); a , a fração rapidamente solúvel; b , a fração potencialmente degradável; e c , a taxa de degradação na qual a fração descrita por b será degradada por hora. As constantes a , b e c da equação exponencial foram utilizadas para calcular a degradabilidade potencial ($a + b$) e a degradabilidade efetiva (De) pela fórmula (AFRC, 1992): $De = a + (b \times c) / (c + k)$, em que k representa a taxa de saída do rúmen por hora, sendo utilizada taxa de 0,02/h.

5.9. Digestibilidade aparente total

A digestibilidade *in vivo* da MS e suas frações (FDN, FDA, PB e NNP) foram determinadas por meio do marcador dióxido de titânio. Para tal, durante os últimos 5 dias do período de adaptação e 5 primeiros de coleta, foi ministrado dióxido de titânio (15 g/vaca/dia), via cânula ruminal, e foram feitas coletas de fezes duas vezes ao dia nos 5 dias do período para coleta. Das amostras de fezes coletadas, foi retirada uma alíquota de 200 g e armazenada em freezer até o momento da determinação da concentração de dióxido de titânio, segundo Myers et al. (2004). Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) foram calculados com base no teor de dióxido de titânio (TiO_2) da ração e das fezes, mediante a seguinte fórmula:

$$CD_{(n)} = 100 - \left[100 \left(\frac{\% TiO_{2r}}{\% TiO_{2f}} \right) \times \left(\frac{\% Nf}{\% Nr} \right) \right]$$

Onde: $CD_{(n)}$ = Digestibilidade aparente do nutriente;

$\% TiO_{2r}$ = % de dióxido de titânio na ração;

$\% TiO_{2f}$ = % de dióxido de titânio nas fezes;

$\% Nr$ = % de nutrientes na ração;

$\% Nf$ = % de nutrientes nas fezes.

5.10. Taxa de passagem

Para a avaliação da taxa de passagem da matéria seca, em cada período de coleta, foram infundidos nos animais 20 g de óxido de cromo, em dose única, via fístula ruminal e efetuadas coletas de conteúdo ruminal 9, 12, 24, 36 e 48 horas após a infusão. As amostras foram secas a 65°C por 72 horas em estufa com ventilação forçada e, posteriormente, processadas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm e armazenadas para posteriores análises dos teores de MS e óxido de cromo. A taxa de passagem foi calculada utilizando-se o modelo proposto por Czerkawski (1986): $Y = a \cdot e^{-kt}$, em que: Y = concentração do indicador no tempo (t); k = representa a taxa de passagem no rúmen (h^{-1}); t = tempo de amostragem do indicador (h); a = concentração do indicador em tempo inicial (t 0), pressupondo mixagem instantânea ao conteúdo ruminal (ppm); e = base do logaritmo neperiano.

5.11. Síntese de proteína microbiana

A síntese de proteína microbiana foi estimada pelos derivados de purina urinários. Para isso, foram colhidas amostras de urina às 6, 12, 18 e 24 horas de um dia de cada período de coleta, por micção induzida, para serem homogeneizadas e formarem uma amostra spot. Imediatamente após cada colheita, alíquotas de 10mL de urina foram diluídas em 40mL de ácido sulfúrico a 0,036 N para evitar a lise bacteriana dos derivados de purina e precipitação do ácido úrico. As amostras spot foram congeladas a -20°C para posterior análise de creatinina, ureia, alantoína e ácido úrico.

A ureia e a creatinina na urina foram determinadas com kits comerciais (Labtest), enquanto as análises de alantoína e ácido úrico foram feitas pelo método colorimétrico de Fujihara et al. (1987), modificado por Chen e Gomes (1992).

O volume total diário de urina foi calculado pela razão entre a excreção urinária diária de creatinina e o valor da concentração da creatinina na amostra spot de urina, assim como descrito por Chizzotti et al. (2007). A excreção urinária diária de creatinina foi estimada a partir da equação proposta por Silva et al. (2012) para zebuino: $0,0345 \cdot \text{peso em jejum}^{0,9491}$ (g/dia).

A excreção total de derivados de purina (DP) (mmol/dia) foi calculada pela soma de alantoína e ácido úrico excretados na urina. Os derivados de purina

absorvidos (DPA, mmol/dia) foram calculados da seguinte forma: $DPA = (DP - 0,301 * PV^{0,75}) / 0,80$, onde $0,301 * PV^{0,75}$ representa a excreção endógena de DP e 0,80, a recuperação de purinas absorvidas (BARBOSA et al. 2011). A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Nmic, g de nitrogênio por dia) foi calculada pela equação: $Nmic = (70 * DPA) / (0,93 * 0,137 * 1.000)$, considerando 70 como o teor de nitrogênio derivado de purina (mg de nitrogênio por mol); 0,137 a relação entre N-RNA e nitrogênio total obtidos das bactérias isoladas no rúmen e 0,93 a digestibilidade verdadeira de purinas (BARBOSA et al., 2011).

5.12. Balanço de nitrogênio

Os valores de ingestão de PB foram divididos por 6,25 para calcular ingestão de nitrogênio. A excreção de fezes foi estimada levando em conta a ingestão do marcador dióxido de titânio e o teor do marcador nas fezes, em seguida, este valor foi multiplicado pelo teor de nitrogênio nas fezes para cálculo de excreção de nitrogênio pelas fezes. A excreção de nitrogênio pela urina foi obtida pela multiplicação do teor de ureia por 0,466, correspondente ao teor de nitrogênio na ureia. A retenção de nitrogênio foi calculada pela ingestão de nitrogênio menos excreção de nitrogênio pelas fezes e pela urina.

5.13. Análise bromatológica

As análises bromatológicas foram realizadas de acordo com os métodos descritos por AOAC (2019) para determinar MS (AOAC 950.15), PB (AOAC, 984.13), extrato etéreo (EE, AOAC 920.39), matéria mineral (MM, AOAC 942.05) e fibra em detergente ácido (FDA, AOAC 973.18), e analisadas de acordo com Van Soest et al. (1991), com as adaptações descritas por Mertens (2002) para determinar FDN livre de cinzas e com a utilização de amilase.

5.14. Estatística experimental

As análises foram feitas usando o software SAS 9.0 (2018). Os dados foram submetidos a análise de normalidade dos resíduos pelo procedimento univariate e homogeneidade das variâncias pelo procedimento glm, e então, os efeitos dos

tratamentos foram analisados pelo procedimento mixed. Foi utilizado delineamento quadrado latino 4x4 duplo, com tratamentos arranjados em fatorial, de forma que um quadrado recebeu monensina e o outro não, com o intuito de evitar efeito residual. As médias foram comparadas por contraste ortogonal, com nível de significância de 5%, os dados foram analisados como tendência para valores abaixo de 10%. Para os parâmetros: ácidos graxos de cadeia curta e nitrogênio amoniacal os dados foram analisados como medidas repetidas no tempo. Os contrastes utilizados (Tabela 2) foram: com monensina X sem monensina (C1); sem ureia (C) X presença de ureia (C2); ureia comum (U) X ureia protegida (C3); ureia protegida com polímero (UP1) X ureia protegida com lipídio (UP2) (C4); interação C1XC2 (C5); interação C1XC3 (C6); interação C1XC4 (C7).

Tabela 2. Contrastes utilizados na comparação dos tratamentos.

Contraste 1	Fator monensina	Sem monensina vs. com monensina
Contraste 2		Sem ureia vs. com ureia
Contraste 3	Fator ureia	Ureia comum vs. ureia protegida
Contraste 4		Ureia protegida com polímero vs. ureia protegida com lipídio
Contraste 5		Interação entre contrastes 1 e 2
Contraste 6	Interações	Interação entre contrastes 1 e 3
Contraste 7		Interação entre contrastes 1 e 4

6. RESULTADOS

6.1. Consumo e comportamento ingestivo

Os dados de consumo de feno e consumo de água estão apresentados na Tabela 3. Para estes parâmetros não foi observado efeito significativo para os fatores monensina ou ureia ($P>0,05$).

Os tempos das atividades não foram diferentes entre os tratamentos ($P>0,05$). Estes dados são encontrados na Tabela 4.

6.2. pH

Na Tabela 5 podem ser observados os valores de pH ruminal. Tanto o pH médio como o mínimo foram influenciados pelo fator monensina ($P=0,04$ e $0,01$, respectivamente), com a presença de monensina na dieta, ambos os parâmetros apresentaram valores mais baixos, quando comparados a dietas sem monensina. Para pH máximo houve tendência para o mesmo efeito ($P=0,073$).

O fator ureia teve efeito significativo no pH máximo (C2, C3 e C4 – $P<0,05$). Este foi maior para os tratamentos com ureia em relação aos sem ureia, maior para U em relação a ureia protegida e maior para UP1 em relação a UP2.

Para pHs médio e mínimo observou-se interação (C6) entre os fatores presença de monensina e fonte de ureia (ureia pecuária X ureias protegidas). Ao decompor a interação, observou-se, nos dois parâmetros, que para os tratamentos com ureia comum, na ausência de monensina os, valores foram mais altos ($P=0,003$ e $0,021$ respectivamente), o que não correu para os tratamentos com ureia protegida. E, para o parâmetro pH médio, sem a presença de monensina, a ureia comum apresentou valores maiores em relação a ureia protegida ($P=0,034$), com a presença de monensina não houve diferença. Foi observada tendência do mesmo efeito para pH mínimo. Estas comparações estão representadas nos gráficos da Figura 1.

Tabela 3 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre consumo de feno (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), e água.

Parâmetros	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade							
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
Consumo	Feno (kgMS/dia)	4,74	5,02	4,86	4,57	4,91	5,17	4,88	0,38	0,254	0,949	0,116	0,437	0,975	0,493	0,386
	Feno (%PV/dia)	0,961	1,038	1,001	0,949	1,005	1,043	0,999	0,121	0,606	0,962	0,166	0,536	0,860	0,629	0,340
	Feno (g/kgPM/dia)	45,11	48,56	46,86	44,29	47,11	49,07	46,83	4,77	0,514	0,988	0,151	0,508	0,899	0,590	0,354
	Água (L/dia)	29,29	28,97	28,96	28,37	29,91	29,27	29,13	2,83	0,921	0,852	0,351	0,669	0,244	0,221	0,896

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Tabela 4 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre comportamento ingestivo de bovinos Nelore alimentados com feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Parâmetros	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade							
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
Comendo	TTA (min)	339,4	344,7	323,8	346,9	343,8	353,8	342,0	26,4	0,780	0,259	0,933	0,700	0,476	0,177	0,885
	TTA (%)	23,57	23,94	22,48	24,09	23,87	24,57	23,75	1,83	0,781	0,259	0,934	0,701	0,476	0,177	0,884
Ruminando	TTA (min)	474,1	466,9	471,9	455,6	470,6	483,8	470,5	31,4	0,856	0,902	0,193	0,483	0,691	0,656	0,712
	TTA (%)	32,92	32,42	32,77	31,64	32,68	33,59	32,67	2,18	0,857	0,902	0,193	0,483	0,691	0,656	0,712
Mastigando	TTA (min)	813,4	811,6	795,6	802,5	814,4	837,5	812,5	44,8	0,968	0,424	0,433	0,501	0,450	0,206	0,756
	TTA (%)	56,49	56,36	55,25	55,73	56,56	58,16	56,42	3,11	0,968	0,424	0,432	0,501	0,450	0,206	0,756
Ócio	TTA (min)	606,3	609,1	628,1	617,5	602,5	582,5	607,7	44,6	0,951	0,337	0,405	0,561	0,465	0,292	0,799
	TTA (%)	42,10	42,30	43,62	42,88	41,84	40,45	42,20	3,10	0,951	0,336	0,405	0,561	0,465	0,291	0,799
Água	TTA (min)	20,31	19,38	16,25	20,00	23,13	20,00	19,84	5,80	0,864	0,269	0,730	0,551	0,883	0,158	0,720
	TTA (%)	1,41	1,35	1,13	1,39	1,61	1,39	1,38	0,40	0,864	0,269	0,730	0,552	0,884	0,158	0,720

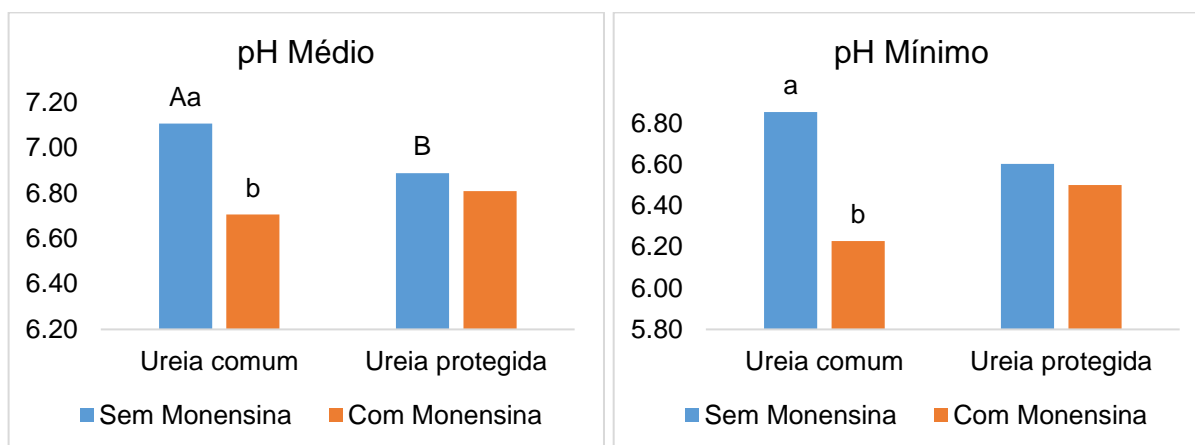
TTA: tempo total de atividade. Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Tabela 5 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre pH ruminal médio, mínimo e máximo de bovinos Nelore alimentados com feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Parâmetros	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade						
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
pH Médio	6,95	6,76	6,82	6,91	6,88	6,82	6,86	0,09	0,040*	0,463	0,458	0,492	0,924	0,048*	0,456
pH Mínimo	6,68	6,42	6,57	6,54	6,59	6,51	6,55	0,13	0,010*	0,849	0,929	0,582	0,730	0,031*	0,465
pH Máximo	7,41	7,23	7,04	7,60	7,47	7,18	7,32	0,13	0,073	0,002*	0,025*	0,041*	0,532	0,216	0,372

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Figura 1. Decomposição das interações (C6) para os parâmetros pH médio e mínimo.



Letras maiúsculas representam comparação entre o fator fonte de ureia e letras minúsculas entre o fator presença de monensina.

6.3. Nitrogênio amoniacal

Os dados de nitrogênio amoniacal ruminal (Tabela 6) não apresentaram diferença significativa para o fator monensina ou para a interação entre os fatores ($P > 0,05$), mas sofreram efeito de tempo, do fator ureia e ocorreu interação entre tempo e o fator ureia ($P < 0,01$).

O valor médio tendeu a ser menor nos tratamentos com monensina ($P = 0,065$).

Do tempo 2 horas até o tempo 18 horas após infusão, os tratamentos com ureia obtiveram valor significativamente maiores aos tratamentos sem ureia (C2 – $P < 0,05$) e no tempo 20 horas houve tendência (0,072) para o mesmo contraste. Diferença significativa entre U e ureia protegida (C3) ocorreu nos tempos 2h, 4h, 6h, 8h (U maior que UP) e 22h (UP maior que U - $P < 0,05$) e tendência no tempo 0 horas. Os dados estão representados graficamente, para melhor visualização, na Figura 2.

Tabela 6 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre o nitrogênio amoniacal ruminal (mg/dL) de bovinos Nelore alimentados com feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

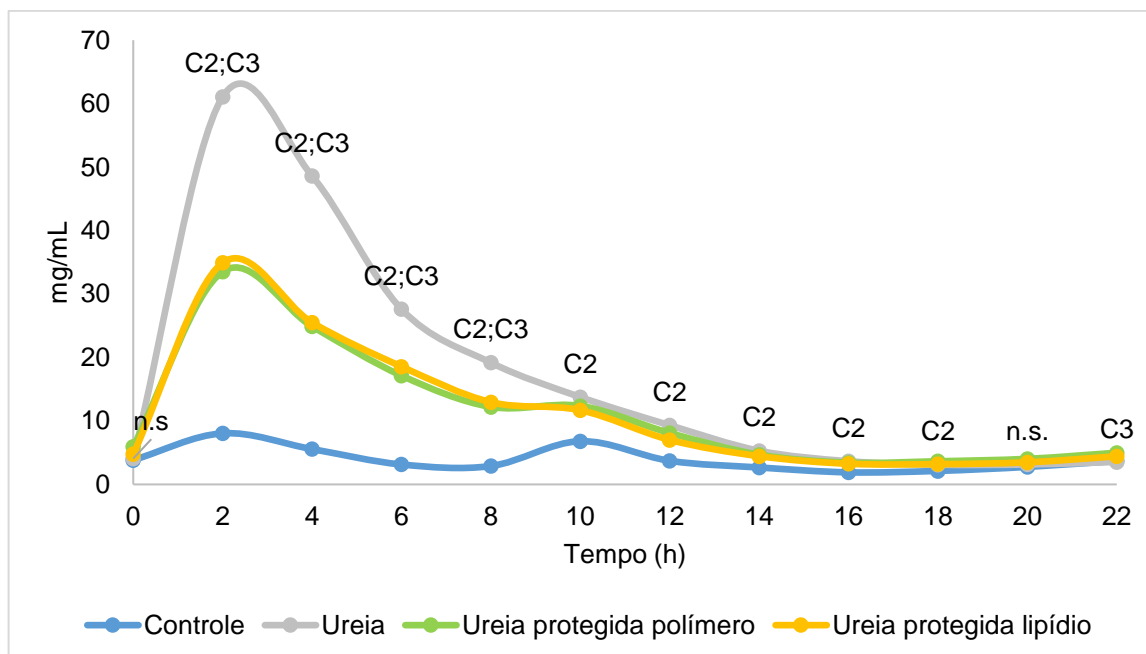
Tempo (1)	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade							
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
0	5,25	4,08	3,84	4,08	5,95	4,80	4,67	1,14		0,109	0,081	0,167				
2	36,40	32,39	8,05	61,07	33,52	34,93	34,39	8,17		<0,001*	<0,001*	0,865				
4	27,00	25,29	5,57	48,61	24,91	25,51	26,15	4,24		<0,001*	<0,001*	0,865				
6	18,26	14,98	3,14	27,61	17,15	18,57	16,62	2,65		<0,001*	<0,001*	0,449				
8	12,75	10,88	2,89	19,19	12,22	12,96	11,81	2,39		<0,001*	<0,001*	0,624				
10	12,21	10,11	6,81	13,77	12,37	11,70	11,16	2,43		0,001*	0,285	0,714				
12	8,46	5,62	3,72	9,33	8,10	7,02	7,04	1,99		0,002*	0,165	0,450				
14	5,28	3,28	2,67	5,30	4,69	4,45	4,28	0,99		0,004*	0,285	0,762				
16	3,91	2,21	1,90	3,66	3,43	3,26	3,06	0,62		0,002*	0,474	0,725				
18	3,59	2,46	2,13	3,11	3,65	3,19	3,02	0,67		0,001*	0,335	0,226				
20	3,78	2,93	2,76	3,14	4,03	3,48	3,35	0,83		0,072	0,177	0,290				
22	4,71	3,64	3,72	3,54	4,99	4,44	4,17	0,76		0,129	0,011*	0,251				
Média	11,77	9,80	3,91	16,85	11,22	11,18	10,79	1,44	0,065					0,373	0,886	0,355

(1) Tempo em horas referente à administração dos tratamentos.

Probabilidade tempo: <0,001, Tempo*Monensina: 0,584, Tempo*Ureia: <0,001, Tempo*Monensina*Ureia: 0,901.

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Figura 2. Concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen.



Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X ureia protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

6.4. Concentração plasmática de ureia

A concentração plasmática de ureia, apresentadas na Tabela 7, aumentou com o tempo ($P < 0,01$) e foi superior nos tratamentos com ureia (C2 – $P < 0,01$). Interação do tempo com os fatores ou entre os fatores e efeito de monensina não foram significativos ($P > 0,05$).

6.5. Ácidos graxos de cadeia curta (AGCC)

A Tabela 8 mostra os resultados de AGCC. As proporções molares dos ácidos acético e propiônico, assim como a relação entre os ácidos acético e propiônico sofreram efeito significativo ($P < 0,05$) do fator ureia. O ácido propiônico foi maior com ureia comum em relação à ureia protegida (C3) enquanto o acético foi menor para a mesma comparação (C3). A relação acético/propiônico foi menor para U em relação aos tratamentos com ureia protegida (C3).

Para o ácido propiônico houve ainda uma tendência de aumento ($P = 0,084$) para os tratamentos com ureia em relação ao controle (C2). E para a relação

acético/propiónico tendência de diminuição ($P=0,092$) com os tratamentos com ureia em relação ao controle (C2).

Houve variação nos valores de ácido acético, propiónico, butírico e total no tempo ($P<0,01$), mas não para a relação acético/propiónico. Não houve interação significativa entre tempo e os fatores, para nenhum dos parâmetros.

6.6. Degradabilidade *in situ* das fontes de nitrogênio

Degradabilidade da MS

Os dados da degradabilidade ruminal *in situ* da MS das diferentes fontes de ureia e do farelo de soja, apresentados na Tabela 9, mostram efeito apenas da fonte de ureia ou farelo de soja e não de monensina ou interações. Para os parâmetros “a”, “b”, DE, DP e IND, foram significativas as diferenças entre o farelo de soja e as fontes de ureia (C2 – $P<0,01$), entre a ureia comum e as protegidas (C3 – $P<0,01$) e entre UP1 e UP2 (C4 – $P<0,01$). Para o parâmetro “c” apenas os contrastes C2 e C3 foram significativos ($P<0,05$).

Degradabilidade do nitrogênio

Para a degradabilidade do nitrogênio das diferentes fontes de ureia e do farelo de soja, houve efeito de fonte com os três contrastes que representam este fator significativos (C2, C3 e C4), em todos os parâmetros, como pode ser observado na Tabela 10.

Para o parâmetro “b” houve interação (C5). Ao decompor a interação observou-se apenas tendência nos tratamentos controle para maiores valores na presença de monensina ($P=0,095$).

O gráfico da Figura 3 representa a degradabilidade do nitrogênio das fontes de ureia e do farelo de soja ao longo do tempo de incubação, para melhor visualização.

Tabela 7 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre a concentração plasmática de ureia (mg/dL) de bovinos

Nelore alimentados com feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Tempos	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade							
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	
0	23,06	24,88	14,50	26,75	28,25	26,38	23,97	2,67								
3	28,50	29,13	15,63	35,00	32,00	32,63	28,81	2,67								
Média	25,78	27,00	15,06	30,88	30,13	29,50	26,39	2,08	0,476	<0,001*	0,471	0,713	0,167	0,525	0,215	

Probabilidade de Tempo: <0,001, Tempo*Monensina: 0,621, Tempo*Ureia: 0,188, Tempo*Monensina*Ureia: 0,596.

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Tabela 8 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre ácidos graxos de cadeia curta no rúmen de bovinos Nelore alimentados com feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Parâmetros	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade						
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida polímero			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Acético (mM)	58,52	56,58	56,60	57,60	58,16	57,83	57,55	3,935	0,662	0,543	0,859	0,896	0,501	0,903	0,858
Propiônico (mM)	13,54	13,64	13,11	14,07	13,59	13,60	13,59	0,815	0,896	0,185	0,347	0,995	0,646	0,589	0,791
Butírico (mM)	4,06	3,86	3,96	3,92	3,96	3,99	3,96	0,329	0,585	1,000	0,748	0,866	0,626	0,929	0,102
Total (mM)	76,11	74,08	73,66	75,60	75,71	75,41	75,10	4,826	0,705	0,467	0,989	0,926	0,519	0,997	0,770
Acético / Propiônico	4,324	4,153	4,336	4,092	4,287	4,239	4,238	0,103	0,114	0,092	0,042*	0,596	0,635	0,225	0,904
Acético (%molar)	76,85	76,36	76,85	76,17	76,81	76,58	76,60	0,425	0,306	0,121	0,025*	0,358	0,415	0,157	0,236
Propiônico (%molar)	17,81	18,45	17,78	18,66	17,96	18,12	18,13	0,346	0,085	0,084	0,032*	0,605	0,636	0,161	0,888
Butírico (%molar)	5,34	5,19	5,36	5,16	5,23	5,30	5,27	0,269	0,522	0,348	0,477	0,663	0,720	0,617	0,059

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Tabela 9 – Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca (MS) de farelo de soja e diferentes fontes de ureia em bovinos nelore alimentados com feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Parâmetros	Monensina		F. Soja	Ureia			Média	EPM	Probabilidade						
	Sem	Com		Pecuária	Protegida póímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
a ⁽¹⁾	40,51	40,63	37,02	100,00	6,17	19,12	40,58	0,49	0,787	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,113	0,820	0,944
b ⁽²⁾	44,79	44,37	62,61	0,00	59,99	55,74	44,58	0,87	0,612	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,746	0,745	0,330
c ⁽³⁾	0,260	0,296	0,142	0,000	0,450	0,521	0,278	0,043	0,259	<0,001*	<0,001*	0,125	0,436	0,331	0,658
De ⁽⁴⁾	81,97	81,92	91,66	100,00	63,48	72,72	81,96	0,77	0,945	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,493	0,936	0,287
DP ⁽⁵⁾	85,31	85,00	99,64	100,00	66,17	74,93	85,18	0,76	0,710	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,373	0,696	0,269

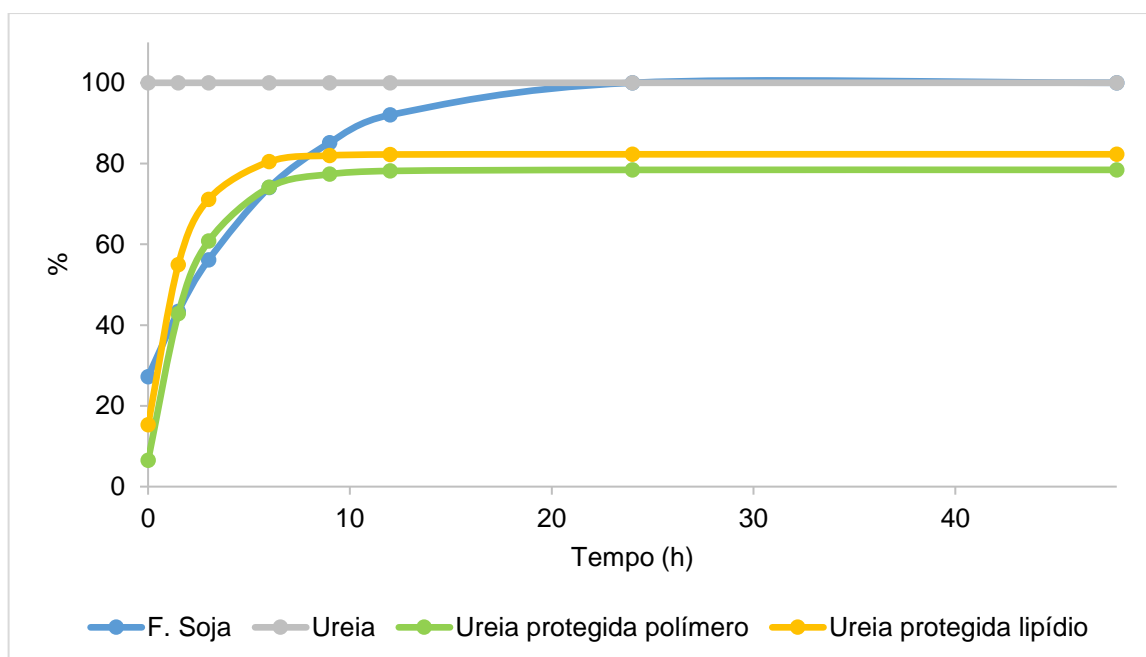
(1) Fração solúvel em porcentagem (2) Fração insolúvel, potencialmente degradável, em porcentagem (3) Taxa de degradação da fração potencialmente degradável por hora (4) Degradabilidade efetiva, em porcentagem (5) Degradabilidade potencial, em porcentagem. Taxa de passagem utilizada: 2%.
 Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Tabela 10 – Degradabilidade ruminal *in situ* do nitrogênio (N) de farelo de soja e diferentes fontes de ureia em bovinos nelore alimentados com feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Parâmetros	Monensina		F. Soja	Ureia			Média	EPM	Probabilidade						
	Sem	Com		Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
a ⁽¹⁾	37,12	37,40	27,25	100,00	6,50	15,29	37,26	0,66	0,554	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,123	0,850	0,901
b ⁽²⁾	54,69	52,80	75,99	0,00	71,93	67,01	53,73	1,48	0,166	<0,001*	<0,001*	0,003*	0,0228*	0,742	0,781
c ⁽³⁾	0,282	0,331	0,160	0,000	0,468	0,598	0,307	0,043	0,180	<0,001*	<0,001*	0,010*	0,437	0,229	0,925
De ⁽⁴⁾	87,80	86,95	94,12	100,00	75,33	80,06	87,38	1,15	0,351	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,270	0,822	0,661
DP ⁽⁵⁾	91,81	90,19	100,00	100,00	78,43	82,32	90,19	1,41	0,203	<0,001*	<0,001*	0,012*	0,088	0,699	0,737

(1) Fração solúvel em porcentagem (2) Fração insolúvel, potencialmente degradável, em porcentagem (3) Taxa de degradação da fração potencialmente degradável por hora (4) Degradabilidade efetiva, em porcentagem (5) Degradabilidade potencial, em porcentagem. Taxa de passagem utilizada: 2%.
 Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Figura 3. Degradabilidade *in situ* do nitrogênio das fontes de ureia e do farelo de soja.



6.7. Degradabilidade *in situ* do feno

Degradabilidade da MS

Na Tabela 11 estão os dados de degradabilidade ruminal *in situ* da MS do feno. O parâmetro “a” apresentou diferenças significativas para os fatores, sendo que, na presença de monensina, o valor foi maior (C1 – $P=0,015$) e foi maior, também, para a ureia protegida em relação a U (C3 – $P=0,047$).

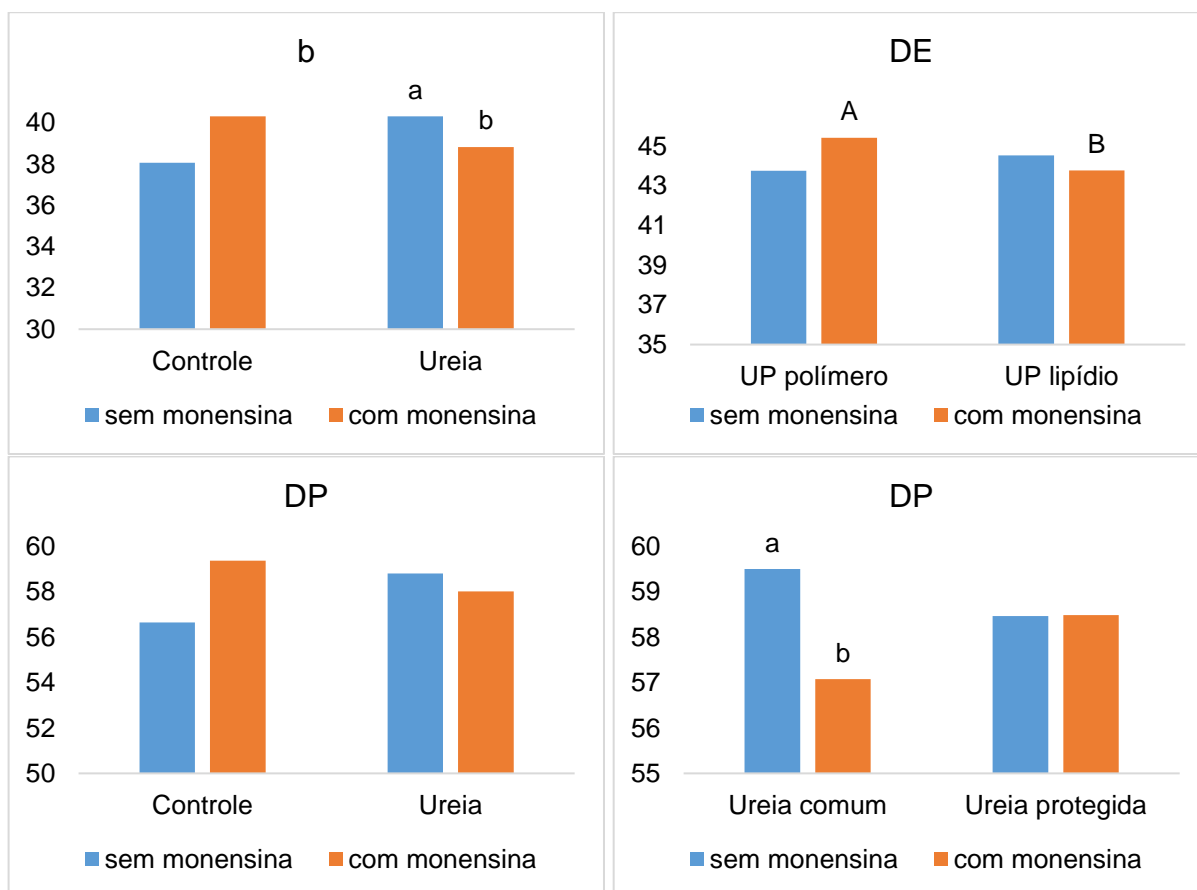
Para o parâmetro “b” houve interação significativa entre os fatores (C5), ao decompor a interação observou-se que nos tratamentos com ureia, a presença de monensina gerou valores mais baixos ($P=0,027$), o que não aconteceu no tratamento controle ($P=0,191$). Na ausência de monensina o parâmetro tendeu a ser maior com a utilização de ureia ($P=0,079$), enquanto na presença de monensina, tendeu a ser menor ($P=0,051$), comparando ao controle.

Ao decompor a interação (C5 - $P=0,001$) para a degradabilidade potencial (DP), observou-se, para o controle, tendência de aumento no valor, com a presença de monensina ($P=0,087$). Na ausência de monensina o parâmetro tendeu a ser maior com a utilização de ureia ($P=0,074$), enquanto na presença de monensina, tendeu a ser menor ($P=0,054$), comparando ao controle.

Ocorreu interação entre os fatores para degradabilidade efetiva (C7), onde, na presença de monensina, UP1 apresentou maior valor em relação a UP2 ($P=0,006$), o que não é observado na ausência de monensina ($P=0,243$).

Observou-se ainda tendência para outra interação entre os fatores (C6) para o parâmetro DP. Para ureia comum, o valor sem monensina foi mais alto ($P=0,041$) comparado ao com monensina, o que não aconteceu para ureia protegida (UP – $P=0,984$). E na presença de monensina, UP tendeu a apresentar valores mais altos, comparados a U ($P=0,059$). As decomposições das interações estão representadas nos gráficos da Figura 4.

Figura 4. Decomposição das interações para os parâmetros de degradabilidade da matéria seca (MS) do feno.



Letras maiúsculas representam comparação entre o fator fonte de ureia e letras minúsculas entre o fator presença de monensina.

b: Fração insolúvel, potencialmente degradável, em porcentagem; DE: Degradabilidade efetiva, em porcentagem; DP: Degradabilidade potencial, em porcentagem.

Tabela 11 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca (MS) de feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em bovinos Nelore.

Parâmetros	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade						
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
a ⁽¹⁾	18,51	19,15	18,82	18,52	19,03	18,95	18,83	0,450	0,016*	0,939	0,047*	0,741	0,615	0,491	0,894
b ⁽²⁾	39,76	39,21	39,20	39,77	39,12	39,86	39,49	0,864	0,333	0,554	0,688	0,355	0,008*	0,130	0,304
c ⁽³⁾	0,037	0,038	0,037	0,038	0,039	0,035	0,037	0,003	0,576	0,964	0,759	0,135	0,266	0,465	0,275
De ⁽⁴⁾	44,07	44,56	44,21	44,29	44,59	44,16	44,31	0,680	0,119	0,701	0,824	0,328	0,118	0,342	0,010*
DP ⁽⁵⁾	58,27	58,36	58,02	58,29	58,15	58,81	58,32	0,773	0,877	0,531	0,780	0,403	0,001*	0,081	0,276

(1) Fração solúvel em porcentagem (2) Fração insolúvel, potencialmente degradável, em porcentagem (3) Taxa de degradação da fração potencialmente degradável por hora (4) Degradabilidade efetiva, em porcentagem (5) Degradabilidade potencial, em porcentagem. Taxa de passagem utilizada: 2%.

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Degradabilidade da FDN

Os dados de degradabilidade da FDN estão apresentados na Tabela 12 e as decomposições das interações, nos gráficos da Figura 5.

Os tratamentos com monensina apresentaram tendência de maiores valores do parâmetro “a” ($P=0,065$). Para o parâmetro “b” houve interação (C5) de forma que, na ausência de monensina os tratamentos com ureia apresentaram maiores valores ($P=0,019$) e na presença de monensina não houve diferença ($P=0,301$).

A De foi maior para os tratamentos com monensina (C1 – $P=0,014$) e sofreu interação (C7). Ao decompor a interação observou-se, na presença de monensina, valor mais alto para ureia protegida com polímero em relação a com lipídio ($P=0,005$) o que não ocorreu na ausência de monensina ($P=0,186$).

DP tendeu a apresentando valores superiores para os tratamentos com ureia (C2 – $P=0,091$) e a interação C5 foi significativa. Para esta interação, na ausência de monensina os tratamentos com ureia apresentaram maiores valores ($P=0,014$), mas não na presença de monensina ($P=0,396$).

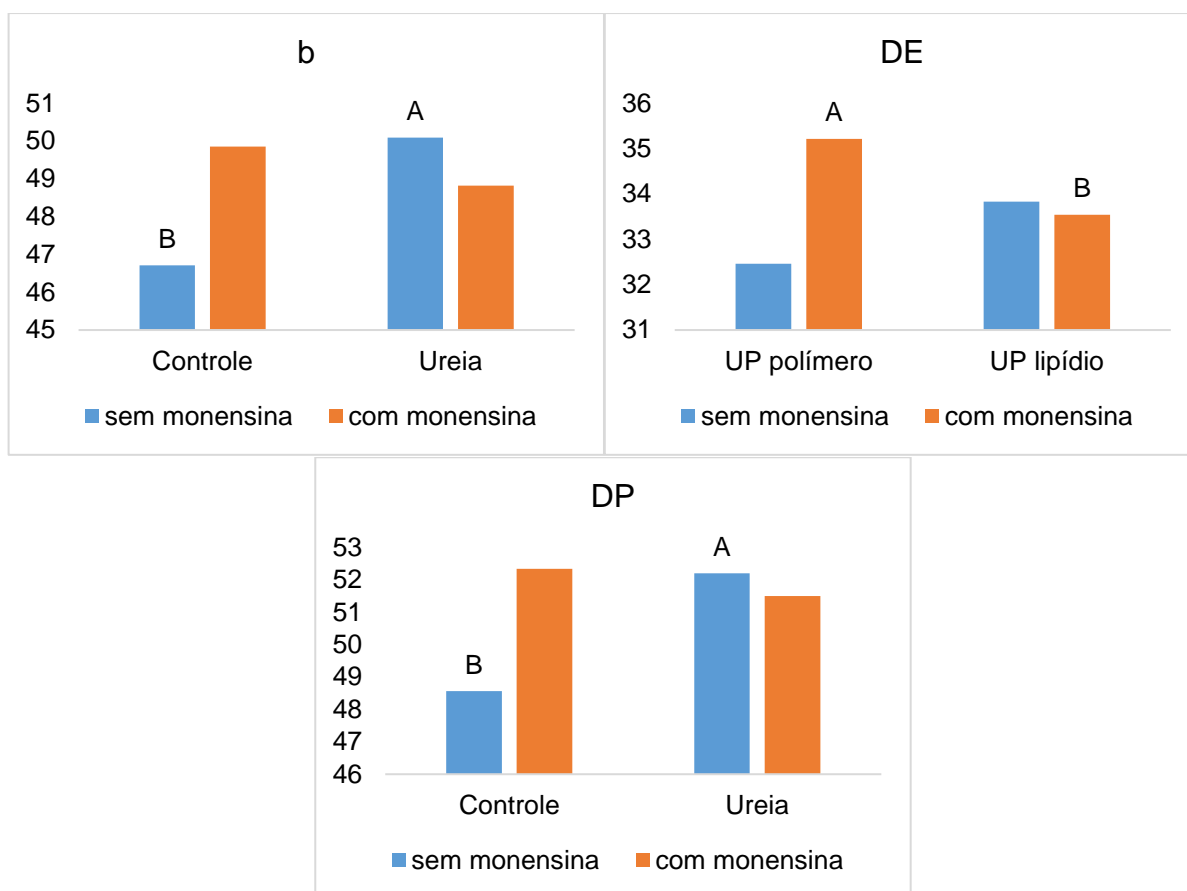
Tabela 12 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre a degradabilidade ruminal *in situ* da fibra em detergente neutro (FDN) de feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em bovinos Nelore.

Parâmetros	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade						
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
a ⁽¹⁾	2,05	2,63	2,17	2,34	2,27	2,58	2,34	0,487	0,065	0,378	0,748	0,335	0,882	0,221	0,623
b ⁽²⁾	49,25	49,07	48,28	49,93	49,24	49,19	49,16	0,962	0,800	0,149	0,402	0,959	0,010*	0,860	0,451
c ⁽³⁾	0,035	0,037	0,038	0,035	0,037	0,035	0,036	0,003	0,385	0,360	0,760	0,365	0,146	0,633	0,203
De ⁽⁴⁾	33,27	34,33	33,68	34,01	33,84	33,69	33,80	0,844	0,014*	0,718	0,615	0,793	0,321	0,220	0,013*
DP ⁽⁵⁾	51,29	51,71	50,45	52,27	51,52	51,77	51,50	0,971	0,553	0,091	0,465	0,796	0,009*	0,825	0,553

(1) Fração solúvel em porcentagem (2) Fração insolúvel, potencialmente degradável, em porcentagem (3) Taxa de degradação da fração potencialmente degradável por hora (4) Degradabilidade efetiva, em porcentagem (5) Degradabilidade potencial, em porcentagem. Taxa de passagem utilizada: 2%.

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Figura 5. Decomposição das interações para os parâmetros de degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) do feno.



Letras maiúsculas representam comparação entre o fator fonte de ureia e letras minúsculas entre o fator presença de monensina.

b: Fração insolúvel, potencialmente degradável, em porcentagem; DE: Degradabilidade efetiva, em porcentagem; DP: Degradabilidade potencial, em porcentagem.

6.1. Digestibilidade aparente total

As digestibilidades da PB e do NNP foram maiores para os tratamentos com ureia em relação ao controle (C2 – $P < 0,001$). Para o NNP, digestibilidade também foi maior para o tratamento com ureia comum, em comparação a ureia protegida (C3 – $P < 0,001$) e para UP2 em relação a UP1 (C4 – $P = 0,010$). A digestibilidade da FDA apresentou valores mais altos para o tratamento controle em relação a ureia comum (C2 – $P = 0,034$). Os dados estão apresentados na Tabela 13.

Foi observada tendência para interação do contraste C7 para digestibilidade de MS e FDA ($P = 0,090$ e $0,077$, respectivamente – Figura 6). Na ausência de monensina, UP2 apresentou valores maiores de digestibilidade, enquanto na presença de monensina, os valores maiores foram para UP1 ($P < 0,001$).

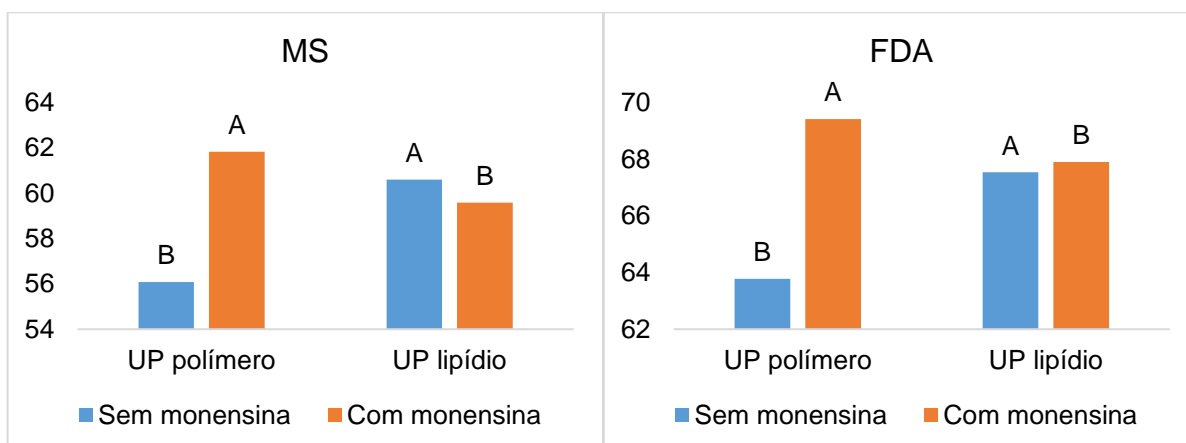
Tabela 13 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre a digestibilidade aparente total de MS, FDN, FDA, PB e NNP, em bovinos nelore recebendo feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Parâmetros	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade						
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
MS ⁽¹⁾	58,67	61,05	60,11	60,30	58,96	60,09	59,86	3,28	0,317	0,831	0,637	0,553	0,663	0,742	0,090
FDN ⁽²⁾	69,61	71,92	72,37	70,84	70,07	69,79	70,77	2,705	0,271	0,140	0,539	0,869	0,692	0,573	0,361
FDA ⁽³⁾	66,46	69,48	69,96	67,61	66,59	67,72	67,97	2,764	0,222	0,034*	0,710	0,433	0,320	0,464	0,077
PB ⁽⁴⁾	66,86	69,69	49,13	77,62	72,20	74,15	68,28	4,492	0,296	<0,001*	0,183	0,605	0,940	0,630	0,608
NNP ⁽⁵⁾	79,45	80,31	67,23	91,86	77,24	83,20	79,88	2,137	0,577	<0,001*	<0,001*	0,010*	0,952	0,920	0,615

(1) matéria seca (2) fibra em detergente neutro (3) fibra em detergente ácido (4) proteína bruta (5) nitrogênio não proteico.

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Figura 6. Decomposição das interações para os digestibilidade aparente total de matéria seca (MS) e fibra em detergente ácido (FDA).



Letras maiúsculas representam comparação entre o fator fonte de ureia e letras minúsculas entre o fator presença de monensina.

6.2. Taxa de passagem

Na Tabela 14 estão apresentados os dados da taxa de passagem, os quais não sofreram efeitos dos tratamentos.

6.3. Síntese de proteína microbiana

Os dados de excreção de compostos urinários e síntese de nitrogênio microbiano médios diários são apresentados na Tabela 15. Foi constatada diferença apenas para a excreção de ureia, para os contrastes C2 ($P < 0,001$) e C3 ($P < 0,001$). A excreção de ureia dos tratamentos com ureia foi 64,6% maior em relação ao controle, e a do tratamento com ureia comum, 15,6% maior em relação aos com ureia protegida.

Tabela 14 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre a taxa de passagem em bovinos nelore consumindo feno (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu).

Parâmetros	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade						
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Kp (%/h)	3,481	3,521	3,629	3,328	3,226	3,823	3,502	0,581	0,948	0,628	0,600	0,197	0,742	0,496	0,729

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

Tabela 15 – Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre a excreção diária de compostos urinários e síntese de nitrogênio microbiano em bovinos nelore consumindo feno (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu).

Parâmetros	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade						
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Vol. Urinário (L)	8,56	8,52	8,71	9,09	9,12	7,25	8,54	2,42	0,986	0,882	0,605	0,320	0,162	0,111	0,688
Vol. Urinário (mL/PV ^{0.75})	86,47	80,63	86,93	86,27	91,17	69,83	83,55	26,82	0,855	0,767	0,740	0,258	0,128	0,113	0,718
Ureia (g/kgPV ^{0.75})	0,922	0,981	0,402	1,263	1,042	1,099	0,952	0,091	0,170	<0,001*	<0,001*	0,164	0,110	0,403	0,388
Ác. Úrico (mmol/kgPV ^{0.75})	0,079	0,090	0,070	0,095	0,092	0,082	0,085	0,021	0,621	0,088	0,548	0,439	0,410	0,537	0,097
Alantoína (mmol/kgPV ^{0.75})	0,595	0,5313	0,544	0,5776	0,5329	0,598	0,563	0,070	0,291	0,551	0,802	0,219	0,641	0,581	0,307
DP (mmol/kgPV ^{0.75})	0,675	0,622	0,614	0,674	0,625	0,680	0,648	0,070	0,414	0,323	0,679	0,327	0,534	0,686	0,177
Nmic (mg/kgPV ^{0.75})	256,8	220,3	215,1	256,1	222,7	260,3	238,5	48,1	0,413	0,323	0,679	0,327	0,534	0,686	0,177
Nmic (g/kgMS)	5,77	4,55	4,69	5,79	4,91	5,25	5,156	0,973	0,097	0,195	0,195	0,554	0,476	0,645	0,222

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

6.4. Balanço de nitrogênio

Para os tratamentos com ureia a ingestão de nitrogênio foi superior em relação ao controle (C2 – $P < 0,001$). A excreção de nitrogênio nas fezes foi maior nos tratamentos com ureia protegida em relação a ureia comum (C3 – $P < 0,001$). Quando olhamos para o nitrogênio excretado nas fezes em porcentagem do nitrogênio ingerido, vemos valores maiores para os tratamentos sem monensina (C1 – $P = 0,010$), maiores para o tratamento controle em relação aos tratamentos com ureia (C2 – $P < 0,001$) e maiores para ureia protegida em relação a ureia comum (C3 – $P = 0,043$). Tanto a excreção de nitrogênio pela urina em g/d como em porcentagem do nitrogênio ingerido, os valores dos tratamentos com ureia foram maiores em relação ao controle (C2 – $P < 0,001$) e dos tratamentos com ureia comum, maiores em relação a ureia protegida (C3 – $P = 0,007$ e $P < 0,001$, respectivamente). A retenção de nitrogênio foi maior para os tratamentos com ureia protegida em relação a ureia comum, tanto quando expressa em g/d como em porcentagem do ingerido (C3 – $P = 0,003$ e $P = 0,010$, respectivamente).

Tabela 16 - Efeito de monensina e de diferentes fontes de ureia sobre o balanço de nitrogênio (N) em bovinos nelore consumindo feno (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu).

	Monensina		Ureia				Média	EPM	Probabilidade						
	Sem	Com	Sem	Pecuária	Protegida polímero	Protegida lipídio			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Ingestão N (g/d)	72.75	76.76	44.25	82.25	85.42	87.10	74.76	6.94	0.507	<0.001*	0.139	0.579	0.223	0.679	0.369
Excreção N fezes (g/d)	21.60	20.03	19.63	18.08	23.59	21.96	20.82	1.45	0.339	0.137	<0.001*	0.173	0.916	0.128	0.315
Excreção N fezes (% ingerido)	33.14	28.22	46.68	22.38	27.80	25.85	30.68	3.17	0.010*	<0.001*	0.043*	0.421	0.046	0.453	0.425
Excreção N urina (g/d)	45.21	48.02	19.82	60.69	51.02	54.92	46.61	6.21	0.665	<0.001*	0.007*	0.192	0.343	0.987	0.562
Excreção N urina (% ingerido)	58.80	60.99	43.59	73.44	60.04	62.50	59.89	4.82	0.631	<0.001*	<0.001*	0.329	0.246	0.842	0.109
Retenção N (g/d)	5.94	8.75	4.87	3.48	10.81	10.22	7.34	4.31	0.320	0.124	0.003*	0.800	0.683	0.814	0.026
Retenção N (% ingerido)	8.06	10.83	9.80	4.18	12.15	11.65	9.45	5.61	0.552	0.862	0.010*	0.870	0.495	0.663	0.060

Contrastes - C1: com ou sem monensina; C2: controle X presença de ureia; C3: ureia comum X protegida; C4: protegida 1 X 2; C5 interação C1XC2; C6: interação C1XC3; C7: interação C1XC4.

7. DISCUSSÃO

O consumo de feno não foi afetado pela monensina. Apesar da monensina, em dietas concentradas, causar uma diminuição no consumo, sem afetar o ganho de peso, proporcionando uma melhor eficiência alimentar (TEDESCHI et al, 2003), para dietas a base de forragem, o consumo é geralmente mantido e o ganho de peso aumentado, também gerando uma melhor eficiência alimentar (BRETSCHEIDER et al., 2008).

Por outro lado, da suplementação com ureia era esperado aumento no consumo de feno, o que não foi observado. Rezende et al. (2008), ao compararem níveis crescentes de proteína na dieta de bovinos Nelore consumindo feno de baixa qualidade, constataram resposta quadrática para o consumo, com maior consumo de MS quando o teor de PB foi 10,5%, ou seja, valores superiores diminuem o consumo. O teor efetivo de proteína bruta para os tratamentos com ureia foi de 11,6%, que poderia já estar limitando o consumo, além disso, a infusão dos tratamentos em apenas uma dose pode agravar esta limitação, uma vez que os autores fracionaram em 3 porções. Inclusive, Lazzarini et al. (2009b), também observaram resposta quadrática para consumo de matéria seca com a inclusão de proteína bruta em dieta a base de forragem de baixa qualidade. Eles reportaram redução no consumo para valores superiores a 11% de proteína bruta. Este efeito é associado ao gasto de ATP no fígado para produção de ureia, aumento da produção de calor corporal e indisposição causada pelo excesso de amônia circulante no sangue (DETMANN et al., 2014). Nos trabalhos referenciados anteriormente, as condições eram similares a do presente estudo, porém, eles apresentaram consumo superior em relação ao peso, o que pode ser atribuído aos animais serem mais leves e a forragem apresentar qualidade um pouco superior.

O consumo de MS de feno foi de aproximadamente 1% do peso vivo dos animais, em média, inferior ao esperado e, conseqüentemente, superestimado no cálculo de inclusão de ureia, portanto, a porcentagem de ureia na dieta foi maior, em torno de 2% do consumo de MS. Também por conta da baixa ingestão de feno, a exigência de proteína bruta média dos animais (manutenção de vacas nelore adultas), de aproximadamente 610g/dia (BR-CORTE, 2016; NRC, 2000) não foi alcançada, os animais consumiram em média 462g/dia. Além disso, a baixa ingestão de feno pode

não ter proporcionado substrato suficiente para uma adequada fermentação. Tanto é, que os animais perderam peso para todos os tratamentos, em média 0,408kg por dia. A perda de peso ainda foi agravada pois os animais consumiram dietas de alto concentrado antes do início do experimento e estavam com peso elevado.

Dados de comportamento ingestivo de animais em pastejo mostram maior tempo comendo e menor tempo ruminando e em ócio (TEIXEIRA et al., 2018; ZANINE et al. 2006), comparados os dados do presente estudo. Isso pode ser atribuído à facilidade do consumo da forragem oferecia no cocho, que diminui o tempo comendo, aumentando o tempo das outras atividades. A ausência de efeito da suplementação nitrogenada de baixo consumo no comportamento ingestivo corrobora com o observado por Carlotto et al. (2010) e Santos et al. (2019).

O pH ruminal é um importante indicador de intoxicação por amônia, este quadro é caracterizado quando o pH está acima de 7,5, e pode chegar até 9. Isso ocorre pelo teor alcalino da amônia (KITAMURA; ORTOLANI; ANTONELLI, 2002). Esta característica pode explicar as diferenças encontradas para pH máximo, que foi maior para os tratamentos com ureia em relação ao controle e para ureia comum em relação à ureia protegida. Além disso, a absorção de amônia é maior em pH elevado, aumentando o risco de intoxicação quando o pH está acima de 7,3 (ABDOUN; STUMPF; MARTENS, 2007).

Em dietas com alto concentrado, a monensina aumenta significativamente o pH, isso porque, ao controlar a população de microrganismos, diminui a produção de lactato. Porém, em dietas com baixo concentrado, a monensina não mostra efeito no pH e pode até aumentar ligeiramente a concentração de lactato (SCHELLING, 1984). Este efeito pode justificar os valores obtidos de pH mínimo e médio ligeiramente mais baixos na presença de monensina.

Apesar das diferenças observadas, por ser uma dieta a base de forragem de baixa qualidade, houve pouca variação no pH e todos os valores mínimos de pH estavam acima de 6,0, abaixo deste valor a digestibilidade da fibra e os microrganismos fibrolíticos são prejudicados (HOOVER, 1986).

Era esperado diminuição do nitrogênio amoniacal para os tratamentos com monensina. Este efeito é atribuído principalmente a diminuição nas bactérias que degradam os aminoácidos (TEDESCHI, 2011), porém, Barbosa et al. (2001) demonstrou inibição na produção de amônia também pela hidrólise da ureia. No presente trabalho foi observada apenas tendência para este efeito. Estes autores

também constataram interação entre fonte proteica e monensina, diferente dos resultados aqui apresentados.

Para as fontes de nitrogênio houve interação com o tempo. No tempo 0h não são observadas diferenças. Na maior parte do dia, os tratamentos com ureia apresentaram maiores valores de nitrogênio amoniacal em relação ao controle, proporcionando maior disponibilidade deste nutriente. O pico de concentração de N-NH₃ ruminal ocorreu dentro do período de 2h após infusão. Nos tempos entre 2 e 8h os tratamentos com ureia protegida obtiveram menores valores em relação a ureia comum, mostrando mais estabilidade na liberação e vantagem em relação a risco de intoxicação. Em seguida os valores se igualam até o tempo 22h, quando a concentração do tratamento com ureia comum cai a níveis inferiores aos dos tratamentos com ureia protegida. Era esperado que este cenário, onde ureia protegida proporciona valores maiores em relação a comum, se repetisse por mais tempo ao longo do dia, com o que não foi liberado logo após a infusão da ureia (pico), sendo liberado ao longo do dia. As ureias protegidas não apresentaram diferenças entre si, pare este parâmetro.

Estudos sugerem que os valores de nitrogênio amoniacal adequados para maximizar a digestibilidade da fibra estão entre 5 e 8 mg/dL, enquanto para maximizar a eficiência de crescimento microbiano estão entre 15 e 20 mg/dL, e estes valores variam de acordo com o tipo de dieta (LENG, 1997). O tratamento sem ureia apresentou valores bem abaixo do mínimo durante quase o dia todo, enquanto as médias dos tratamentos com ureia comum e protegida (16,85 e 11,20 mg/dL, respectivamente) foram próximos do ideal, porém, estes valores levam em conta valores muito altos após a infusão, seguidos de valores adequados e ainda, durante boa parte do dia, valores baixos, o que pode prejudicar a utilização do nitrogênio.

A ureia plasmática foi superior para os tratamentos com ureia, em relação ao controle, independentemente do tempo. Sampaio et al. (2010), constataram aumento linear para ureia plasmática com a inclusão de compostos nitrogenados na dieta de animais consumindo forragem de baixa qualidade, 4h após o tratamento, corroborando com este resultado. Porém, pela diferença encontrada na liberação de nitrogênio amoniacal ruminal para ureia comum e protegida, era esperada diferença também na ureia plasmática.

Huntington et al. (2006) ao avaliarem ureia de liberação lenta, constataram diminuição na concentração de nitrogênio amoniacal ruminal e plasmático, sem efeito

na ureia plasmática, comparado a ureia comum. Enquanto a amônia plasmática havia chegado ao pico dentro de duas horas, a ureia plasmática continuava aumentando, levando os autores a conclusão de que há uma limitação na taxa de produção de ureia pelo fígado, que leva a um atraso no processamento da amônia absorvida. Este efeito pode explicar a ausência de diferença nos resultados apresentados.

No tempo 0, antes da alimentação, os valores de ureia plasmática ainda são bem mais altos para os tratamentos com ureia, apesar dos valores de nitrogênio amoniacal já não apresentarem diferenças neste tempo, o que pode ter ocorrido também pelo atraso no processamento da amônia absorvida.

A diminuição na relação ácido acético/propiónico no rumen, esperado para os tratamentos com monensina não foi observado, apenas tendência para aumento na porcentagem molar do propiónico. Aderinboye et al. (2012) com a suplementação de monensina para caprinos consumindo dieta a base de forragem, obtiveram resultados de diminuição do acetato, aumento de propionato, com conseqüente diminuição na relação acetato:propionato, sem efeito sobre butirato e ácidos graxos de cadeia curta totais. Os autores também não observaram efeito na digestibilidade, mas sim uma diminuição no consumo.

Em dieta exclusiva de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e sal mineral, para bovinos, Neto et al. (2009), observaram valores médios dos ácidos acético, propiónico e butírico de 46,53, 15,81 e 2,64 mM, respectivamente. Os valores do ácido acético e butírico foram menores, enquanto o propiónico foi um pouco maior, comparados aos encontrados por nós, valores médios de 57,55, 13,59 e 3,96 mM para acético, propiónico e butírico, respectivamente. Estes autores avaliaram suplementação proteica e com monensina. A monensina diminuiu a relação ácido acético/propiónico, melhorando este parâmetro, mas diminuiu também a degradabilidade in situ da matéria seca da forragem, enquanto a suplementação proteica aumentou a concentração de ácidos graxos de cadeia curta totais e a degradabilidade.

Os ácidos graxos de cadeia curta totais não sofreram efeitos das fontes de nitrogênio. Sang e Kennelly (1990) avaliaram níveis crescentes na concentração de amônia ruminal e constataram efeito linear para a concentração de ácidos graxos de cadeia curta totais.

Foi observado aumento na proporção molar de ácido propiónico e diminuição de acético, gerando uma ligeira redução na relação acético/propiónico, para ureia

comum em relação à protegida, mesmo efeito observado por Holder et al. (2013), com bovinos consumindo feno e concentrado (50:50) com 12,1% de PB na dieta.

Para a degradabilidade ruminal das fontes de nitrogênio todos os produtos se comportaram de maneira diferente e as degradabilidade da MS e do nitrogênio se comportaram de maneira parecida, porém com valores de degradabilidade efetiva mais altos para o nitrogênio. Toda a ureia comum foi enquadrada em fração solúvel, caracterizando sua rápida solubilização. O farelo de soja teve maior fração insolúvel, potencialmente degradável e, conseqüentemente, maior degradabilidade efetiva e potencial, além de taxa de degradação muito inferior, o que caracteriza mais lenta liberação do nutriente. A alta taxa de degradação das ureias protegidas concorda com o pico observado no amoniacal e os baixos valores de degradabilidade efetiva e potencial sugerem que parte do nitrogênio não é disponibilizado no rúmen, o que pode explicar o fato de, apesar da ureia comum apresentar maior pico de nitrogênio amoniacal ruminal após a infusão, comparada a ureia protegida, esta diferença não ser compensada ao longo do dia.

A ureia protegida por lipídio teve degradabilidade efetiva e potencial maiores em relação a ureia protegida por polímero, provavelmente por conta da maior fração solúvel, visto que a fração "b" foi maior para a ureia protegida com polímero.

A degradabilidade efetiva da FDN do feno apresentou na presença de monensina, o que não corrobora com os resultados encontrados por Rodrigues et al. (2007), que apresentaram resultados de diminuição na degradabilidade efetiva da FDN de feno de baixa qualidade com a suplementação de monensina, além de diminuição na relação acetato/propionato e no consumo. Os autores avaliaram a suplementação com monensina e/ou ureia e não constataram interação entre os fatores para nenhum dos parâmetros analisados, o mesmo aconteceu para a maioria dos parâmetros do presente estudo.

A diminuição na degradabilidade da fibra pela monensina parece ocorrer quando os animais não estão adaptados à substância, já, após adaptação, este parâmetro geralmente não é alterado (SCHELLING, 1984).

Os tratamentos com ureia não proporcionaram maior degradabilidade da FDN, em relação ao controle. Sampaio (2007) e Lazzarini et al. (2009a) obtiveram valores de degradabilidade efetiva da FDN de feno de *Brachiaria decumbens* Stapf., na ausência de suplementação (29,73% e 32,97, respectivamente), próximos aos

encontrados neste estudo (33,80%), porém, ambos obtiveram aumento de degradabilidade com a suplementação nitrogenada.

Interações significativas entre fatores, representada pelo C5, constatadas para “b” e para degradabilidade potencial indicam valores elevados para os tratamentos com ureia, em relação ao controle, na ausência de monensina, o que não ocorre na presença de monensina, provavelmente pela inibição dos microrganismos com potencial de promover este efeito. Mas, de maneira geral, os efeitos observados para degradabilidade do feno foram sutis, de baixa relevância biológica, com variações inferiores a 4 pontos percentuais.

O desempenho animal é afetado principalmente pelo consumo, que por sua vez, em dietas a base de forragem, é determinado pela taxa de passagem da fibra. A taxa de passagem da fibra depende da degradabilidade ruminal da fração potencialmente degradável e do fluxo para o omaso, da fração indegradável, que depende da densidade das partículas (COSTA et al., 2015). De acordo com Lazzarini et al. (2009a), deve-se objetivar a retirada da fração indegradável do rumem, por esta tem maior interferência na taxa de passagem. Eles avaliariam a suplementação nitrogenada para bovinos consumindo forragem de baixa qualidade e justificaram o aumento no consumo, ao efeito negativo na repleção ruminal da fração indegradável.

Naturalmente, foi maior a digestibilidade aparente para a PB nos tratamentos com ureia, devido a suplementação adicional do nutriente com fonte de alta degradação. Mesmo efeito é observado para a degradabilidade aparente do NNP. Ainda, a digestibilidade aparente do NNP foi maior para a ureia comum em relação a protegida e para a protegida com lipídio em relação a polímero. Este comportamento parece ser um reflexo da degradabilidade ruminal no nitrogênio das fontes de nitrogênio, visto que este parâmetro obteve as mesmas diferenças constatadas. Ambas as ureias protegidas não parecem ter promovido completa liberação do nitrogênio, o que pode indicar proteção excessiva, ao menos para este tipo de dieta.

Detmann et al. (2014) realizaram uma meta-análise avaliando a suplementação nitrogenada para bovinos em pastagem tropical e encontraram resposta positiva para ingestão de forragem, relacionada ao aumento na digestibilidade, e consequente melhora no desempenho animal. De maneira geral a suplementação nitrogenada adequa a relação proteína/energia que é baixa em pastagens tropicais, por outro lado, o excesso de nitrogênio nesta relação tem efeitos negativos.

A ingestão de nitrogênio foi maior para os tratamentos com ureia em relação ao controle, e não foi diferente entre eles, como era esperado. A maior eliminação de nitrogênio nas fezes pelos tratamentos com ureia protegida, em relação a ureia comum, corrobora com os resultados que mostram menor digestibilidade aparente do NNP para estes tratamentos. O nitrogênio eliminado na urina teve valores maiores para presença de ureia, em relação ao controle, mesmo efeito observado no nitrogênio amoniacal ruminal, demonstrando que o nutriente estava em concentração excedente à capacidade de assimilação dos microrganismos do rúmen e foi eliminado.

Os tratamentos com ureia comum tiveram maior eliminação de nitrogênio na urina em relação aos com ureia protegida, ou seja, houve uma transferência do nitrogênio da urina para as fezes, com a utilização de ureia protegida, porém, a maior retenção de nitrogênio mostra que o total de nitrogênio eliminado (fezes mais urina) foi menor para os tratamentos com ureia protegida em comparação a ureia comum (88,1 vs. 95,8%, respectivamente). Este efeito na retenção de nitrogênio não é observado em outros trabalhos avaliando ureia protegida (LIZARAZO et al., 2014; TAYLOR-EDWARDS et al., 2009), no entanto, Huston et al. (1974) relataram maior retenção de nitrogênio em tratamento com ureia de liberação lenta em comparação à ureia comum.

Giltrap, Kirschbaum e Liáng, (2021) constataram que em sistema de pastejo, para diminuir emissões de N_2O e NH_3 e as perdas de nitrogênio por lixiviação, provenientes do nitrogênio excretado, alterar a dieta, para gerar menor excreção de nitrogênio é a estratégia mais promissora. Neste sentido, devido a maior retenção de nitrogênio, a utilização de ureia protegida apresenta potencial para diminuir os impactos ambientais do sistema de produção.

No entanto, a maior retenção de nitrogênio observada para ureia protegida não é claramente explicada pois os animais eram adultos, recebendo dieta de baixa qualidade e os parâmetros que refletem aproveitamento da forragem assim como a síntese de proteína microbiana não foram alterados.

Os tratamentos com monensina apresentaram tendência de diminuição no nitrogênio microbiano em g/kg de MS ingerido. Quando os microrganismos não estão adaptados a monensina, seu crescimento é diminuído, porém, quando adaptados, não sofrem efeito (SCHELLING, 1984).

O objetivo de adequar a nutrição ruminal é maximizar a utilização pelos microrganismos da proteína degradável no rúmen, maximizando o crescimento

microbiano e o fluxo de aminoácidos para o intestino delgado (CHERDTHONG; WANAPAT, 2010). Concordando com a ausência de efeito para outros parâmetros analisados, o nitrogênio microbiano não foi alterado com a suplementação de ureia.

Os valores encontrados de nitrogênio microbiano, média de 24 g/dia, estão próximos aos de Sampaio (2007) que obteve média de 21,11 g/dia para bovinos consumindo apenas forragem de baixa qualidade (feno de *Brachiaria decumbens* Stapf.) e suplemento mineral. Porém, para este autor, a suplementação nitrogenada, causou efeito linear no nitrogênio microbiano.

Souza et al. (2010) avaliaram o efeito da suplementação nitrogenada e de amido em bovinos consumindo forragem de baixa qualidade e observaram efeito positivo da suplementação nitrogenada para amônia ruminal, consumo de matéria seca e para digestibilidade de FDN, mesmo assim não houve maior assimilação de nitrogênio pelos microrganismos ruminais. Eles atribuem isto à falta de sintonia entre energia e fonte de nitrogênio, visto que quando fonte de nitrogênio e amido são fornecidos a assimilação de nitrogênio é otimizada.

Costa et al. (2011) avaliaram a suplementação de bovinos em pastejo com nitrogênio não proteico ou proteína verdadeira, eles obtiveram maiores valores de nitrogênio amoniacal ruminal e nitrogênio no soro com a suplementação nitrogenada, mas também não encontraram diferenças para degradabilidade da FDN e síntese de proteína microbiana.

Ribeiro et al. (2011) forneceram ureia comum, ureia de liberação lenta ou a combinação das duas, por infusão ruminal, para bovinos consumindo feno de baixa qualidade e observaram maior estabilidade na concentração ruminal de amônia para ureia de liberação lenta, porém, o fornecimento foi feito duas vezes ao dia, o que favorece a estabilidade, comparado a forma de fornecimento do presente trabalho. Os autores reportaram ainda um aumento no consumo de matéria seca para os tratamentos com ureia de liberação lenta em comparação a ureia comum, mas não houve efeito na degradabilidade ou digestibilidade da FDN.

Avaliando ureia de liberação lenta em comparação a ureia comum, em dietas com feno de *brachiaria brizantha* e concentrado (na proporção de 67:33), Lizarazo et al. (2014) observaram dados similares. Os autores também infundiram dose única dos produtos e obtiveram menor concentração de nitrogênio amoniacal ruminal para ureia de liberação lenta, logo após a infusão, onde ocorreu pico, mas não foram observadas diferenças na maior parte dos tempos, ao longo do dia. Também não houve diferenças

para consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, ácidos graxos de cadeia curta e síntese de proteína microbiana.

A falta de sincronia na disponibilidade dos nutrientes parece ser o principal motivo da ausência dos efeitos benéficos esperados para a suplementação. Desta forma uma maior frequência de infusão dos tratamentos poderia favorecer este cenário, porém, em condição de pastejo, recebendo suplemento de baixo consumo, os animais não visitam o cocho mais de uma vez ao dia (IMAZ et al., 2020). Conforme o nível de suplementação aumenta, a frequência de visita ao cocho também aumenta (BREMM et al., 2005).

A ureia protegida deveria favorecer esta sincronia entre nitrogênio e a energia da forragem e diminuir a perda de nitrogênio, efeito que não foi confirmado nas condições deste experimento. Um fator que pode ter colaborado para a ausência de diferenças entre ureia comum e protegida é a reciclagem do nitrogênio. Parte do nitrogênio no trato gastrointestinal é absorvido e pode retornar ao rumem via saliva ou pela parede ruminal, a quantidade de nitrogênio reciclado pode variar bastante de acordo com a PB da dieta e a energia fermentável no rúmen, mas de forma geral, a reciclagem tem papel muito relevante na disponibilidade deste nutriente para os microrganismos (SILVA; DIXON; COSTA, 2019).

Para melhor aproveitamento deste tipo de produto, em condições em que a dieta é baseada em forragem de baixa qualidade, com baixa suplementação, deve-se buscar o desenvolvimento de proteção que promova liberação mais gradual, diminuindo o pico inicial, e completa, evitando que parte do nutriente passe para a diante do trato digestivo sem ser liberado.

Os resultados ressaltam a importância de uma suplementação adequada para bovinos consumindo forragem de baixa qualidade, visando suprir os nutrientes limitantes e de maneira sincronizada para promover melhor aproveitamento da forragem.

8. CONCLUSÃO

Para dietas a base de forragem de baixa qualidade, a suplementação pontual com ureia pode gerar períodos de excesso e déficit de nitrogênio ao longo do dia, não alcançando a sincronia de nutrientes desejada e, conseqüente, melhoria no aproveitamento da forragem e desenvolvimento dos microrganismos. A ureia protegida gera menor pico de liberação de amônia, em relação à ureia comum, o que diminui riscos de intoxicação, no entanto, nas condições do presente estudo, as ureias protegidas testadas não promovem liberação gradual e total do nitrogênio. A monensina não alterou o perfil dos ácidos graxos de cadeia curta e não diminuiu a formação de amônia no rúmen, tampouco foi observada interação entre ureia e monensina, nas condições deste trabalho.

9. REFERÊNCIAS

ABDOUN, K.; STUMPF, F.; MARTENS, H. Ammonia and urea transport across the rumen epithelium: a review. *Animal Health Research Reviews*, v. 7, p. 43-59, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. Beef Report. Perfil da Pecuária no Brasil. 2020. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020>>. Acesso em: janeiro de 2021.

ADERINBOYE, R. Y.; ONWUKA, C. F. I.; ARIGBEDE, O. M.; ODUGUWA, O. O.; AINA, A. B. J. Effect of dietary monensin inclusion on performance, nutrient utilisation, rumen volatile fatty acid concentration and blood status of West African dwarf bucks fed with basal diets of forages. *Tropical Animal Health Production*, v. 44, n. 5, p. 1079-1087, 2012.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. Technical committee on responses to nutrients. Nutritive requirements of ruminants animals: protein. *Nutrition Abstracts and Reviews*, v. 62, n. 12, p. 787-835, 1992.

AOAC. Official methods of analysis. 21st ed. Association of Official Analytical Chemists. Rockville, MD, USA, 2019.

AZEVEDO, E. B.; PATIÑO, H. O.; SILVEIRA, A. L. F.; LÓPEZ, J.; NÖRNBERG, J. L.; BRÜNING, G. Suplementação nitrogenada com ureia comum ou encapsulada sobre parâmetros ruminais de novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. *Ciência Rural*, v. 40, n. 3, p. 622-627, 2010.

AZEVEDO, H. O.; BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; PAULINO, P. V. R.; SOUZA, R. C.; LAVALL, T. J. P.; BICALHO, F. L. Ureia de liberação lenta em substituição ao farelo de soja na terminação de bovinos confinados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 11, p. 1079-86, 2015.

BARBOSA, A. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; DETMANN, E.; LEÃO, M. I. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. *Journal of Animal Science*, v. 89, n. 2, p. 510–519, 2011.

BARBOSA, N. G. S.; LANA, R. P.; MÂNCIO, A. B.; BORGES, A. C.; QUEIROZ, A. C.; OLIVEIRA, J. S. Fermentação da Proteína de Seis Alimentos por Microrganismos Ruminais, Incubados Puros ou com Monensina ou Rumensin®. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 4, p. 1316-1324, 2001.

BR-CORTE: Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados. 3 ed. Editores Sebastião de Campos Valadares Filho et al. Viçosa, MG, UFV, DZO, 327 p., 2016.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano mais pecuária. Brasília: MAPA/ACS, 32 p., 2014.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa 13/2004. Disponível em: <agricultura.gov.br> Acesso em: janeiro de 2018.

BRETSCHNEIDER, G.; ELIZALDE, J.C.; PÉREZ F.A. The effect of feeding antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage-based diets: A review. *Livestock Science*, v. 114, p. 135–149, 2008.

BREMM, C.; ROCHA, M. G.; RESTLE, J.; PILAU, A.; MONTAGNER, D. B.; FREITAS, F. K.; MACARI, S.; ELEJALDE, D. A. G.; ROSO, D.; ROMAN, J.; GUTERRES, E. P.; COSTA, V. G.; NEVES, F. P. Efeito de Níveis de Suplementação sobre o Comportamento Ingestivo de Bezerras em Pastagem de Aveia (*Avena strigosa* Schreb.) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 2, p. 387-397, 2005.

CARLOTTO S.B.; MEDEIROS, R.B.; PELLEGRINI, C.B.; GARCIA, R.P.A.; LISBOA, C.A.V.; SAIBRO, J.C. Comportamento ingestivo diurno de vacas primíparas em pastagem nativa dominada por capim-annoni-2 com suplementação proteica e mineral em diversas estações climáticas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 3, p. 454-461, 2010.

CHEN, X. B. AND GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details. (Occasional publication). In: International Feed Research Unit, Rowett Research Institute, Bucksburnd, Aberdeen, 21 p., 1992.

CHERDTHONG, A.; WANAPAT, M. Development of Urea Products as Rumen Slow-Release Feed for Ruminant Production: A Review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, v. 4, n. 8 p. 2232-2241, 2010.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; MARCONDES, M. I. AND FONSECA M. A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, p. 138-146, 2007.

COSKUN, D.; BRITTO, D. T.; SHI, W.; KRONZUCKER, H. J. Nitrogen transformations in modern agriculture and the role of biological nitrification inhibition. *Nature Plants*, v. 3, 17074, 2017.

COSTA, V. A. C.; DETMANN; E. PAULINO, M. F.; FILHO, S. C. V.; HENRIQUES, L. T.; CARVALHO, I. P. C. 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.

COSTA, N. L.; MONTEIRO, A. L. G.; SILVA, A. L. P.; MORAES, A.; GIOSTRI, A. F.; STIVARI, T. S. S.; BALDISSERA, T. C.; PIN, E. A. Considerações sobre a degradação da fibra em forragens tropicais associada com suplementos energéticos ou nitrogenados. *Archivos de Zootecnia*, v. 64, p. 31-41, 2015.

DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BATISTA, E.D.; HUHTANEN P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livestock Science*, v. 162, p. 141–153, 2014.

Dias-Filho, M. B. Diagnóstico das Pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Belém, PA, 36 p., 2014.

DUFFIELD, T. F.; MERRILL, J. K.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *Journal of Animal Science*, v. 90, n. 12, p. 4583-4592, 2012.

ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acids analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science*, v. 44 p. 1768-1771, 1961.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Revisão: Microencapsulação de ingredientes alimentícios. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 11, n. 2, p. 103-112, 2008.

FOLDAGER, J. Protein requirement and non protein nitrogen for high producing cow in early lactation. 1977. Tese (Doutorado). Michigan State University, East Lasing, Michigan, USA, 1977.

FUJIHARA, T.; ORSKOV, E. R.; REEDS, P. J. AND KYLE, D. J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal of Dairy Science*, v. 109, p. 7-12, 1987.

GILTRAP, D. L.; KIRSCHBAUM, M.U.F.; LIÁNG, L. L. The potential effectiveness of four different options to reduce environmental impacts of grazed pastures. A model-based assessment. *Agricultural Systems*, v. 186, 102960, 2021.

GOMES, R. C.; NUÑEZ, A. J. C.; MARINO, C. T.; MEDEIROS, S. R. Estratégias alimentares para gado de corte: suplementação a pasto, semiconfinamento e confinamento. In: Eds MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. *Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações*. Embrapa, Brasília, DF, p. 119-140, 2015.

HOLDER, V. B.; EL-KADI, S. W.; TRICARICO, J. M.; VANZANT, E. S.; MCLEOD, K. R.; HARMON, D. L. The effects of crude protein concentration and slow release urea on nitrogen metabolism in Holstein steers, *Archives of Animal Nutrition*, v. 67, n.2, p. 93-103, 2013.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, v. 69, p. 2755-2766, 1986.

HUNTINGTON, G. B.; HARMON, D. L.; KRISTENSEN, N. B.; HANSON, K. C.; SPEARS, J. W. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Animal Feed Science and Technology*, v. 130, p. 225-241, 2006.

HUSTON, J. E.; SHELTON, M.; BREUER, L. H. Effect of rate of release of urea on its utilization by sheep. *Journal of Animal Science*, v. 39, p. 618-628, 1974.

IMAZ, J. A.; GARCÍA, S.; GONZÁLEZ, L. A. Application of In-Paddock Technologies to Monitor Individual Self-Fed Supplement Intake and Liveweight in Beef Cattle. *Animals*, v. 10, n. 1, p. 1-14, 2020.

KITAMURA, S. S.; ORTOLANI, E. L.; ANTONELLI, A. C. Intoxicação por amônia em bovinos causada pela ingestão de uréia dietética: conceitos básicos e novas descobertas. *Revista de educação continuada CRMV-SP, São Paulo*, v. 5, n. 3, p. 293-299, 2002.

KOZLOSKI, G. B. *Bioquímica dos ruminantes*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 139 p. 2002.

KULASEK, G.A. A micromethod for determination of urea in plasma, whole blood and blood cells using urease and phenol reagent. *Polskie archiwum weterynaryjne*, v. 15, p. 801-810, 1972.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C. B.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, M. A.; OLIVEIRA, F. A. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 61, n. 3, p. 635-647, 2009.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C. B.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, M. A.; OLIVEIRA, F. A. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 10, p. 2021-2030, 2009.

LENG, R. A. Tree foliage in ruminant nutrition. *FAO Animal Production and Health Paper*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, n. 139, 100p, 1997. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/w7448e/W7448E00.htm#TOC>>. Acesso em: maio de 2020.

LIZARAZO, A.C.; MENDOZAA, G.D.; KÚB, J.; MELGOZAA, L.M.; CROSBY, M. Effects of slow-release urea and molasses on ruminal metabolism of lambs fed with low-quality tropical forage. *Small Ruminant Research*, v. 116, p. 28-31, 2014.

Maekawa, M.; Beauchemin, K. A.; Christensen, D.A. Effect of Concentrate Level and Feeding Management on Chewing Activities, Saliva Production, and Ruminal pH of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, v. 85, n. 5, p. 1165-1175, 2002.

MARINO, C. T. E MEDEIROS, S. R. Minerais e vitaminas na nutrição de bovinos de corte. In: Eds MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. *Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações*. Embrapa, Brasília, DF, p. 77-94, 2015.

MEDEIROS, S. R. E MARINO, C. T. Proteínas na nutrição de bovinos de corte. In: Eds MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. *Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações*. Embrapa, Brasília, DF, p. 27-44, 2015.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, v. 85, p. 1217-1240, 2002.

MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; MORAES, K. A. K.; FILHO, S. C. V.; ZERVOUDAKIS, J. T.; DETMANN, E. Uréia em suplementos protéico-energéticos para bovinos de corte durante o período da seca: características nutricionais e ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 4, p. 770-777, 2009.

MYERS, W. D.; LUDDEN, P. A.; NAYIGIHUGU, V.; HESS, B. W. Technical Note: A procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide, *Journal of Animal Science*, v. 82, n. 1, p. 179-183, 2004.

NETO, G.B.; BERNDT, A.; NOGUEIRA, J.R.; NOGUEIRA, J.C.; DEMARCHI, J.J.A.A. Volatile fatty acids in cattle supplemented with protein-enriched salt and sodium monensina. *South African Journal of Animal Science*, v. 39, n. 5, p. 284-288, 2009.

NRC. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Washington, DC: National Academy Press, 242 p., 2000.

OLIVEIRA, E. R.; PAIVA, P. C. A.; BABILÔNIA, J. L.; GABRIEL, A. M. A.; MONÇÃO, F. P.; NASCIMENTO, F. A. Performance of steers supplemented with mineral mixtures in the State of Mato Grosso. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 36, n. 3, p. 329-336, 2014.

ØRSKOV, E.R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, v. 92, n. 4, p. 499-503, 1979.

PESQUEIRA-SILVA L. C. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. K.; SILVA-MARQUES, R. P.; KOSCHECK, J. F. W.; OLIVEIRA, A. A. Desempenho produtivo e econômico de novilhas Nelore suplementadas no período de transição seca-águas. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 36, n. 3, p. 2235-2246, 2015.

PINOS-RODRIGUEZ, J. M.; LOPEZ, S.; BARCENA, R.; GONZALEZ-MUNOZ, S. S.; GARCIA, J. C.; JASSO, Y. Effect of a Polymer-coated Urea Based Diet on the Performance of Lactating Dairy Cows. *Journal of Applied Animal Research*, v. 37, n. 2, p. 201-205, 2010.

RESENDE, F. D. E SIQUEIRA, G. R. Estratégias de suplementação de bovinos de corte recriados em pastagens durante o período das águas. *Pesquisa & Tecnologia*, v. 8, 7 p., 2011.

REZENDE, L.H.G.S; ALBERTINI, T.Z.; DETMANN, E.; TOMICH, T.R.; FRANCO, G.L.; LEMPP, B.; MORAIS, M.G. Consumo e digestibilidade do feno de capim-braquiária em bovinos de corte sob suplementação com mistura contendo sulfato de

amônio, caseína e uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 4, p. 717-723, 2008.

RIBEIRO, S. S.; VASCONCELOS, J. T.; MORAIS, M. G.; ÍTAVO, C. B. C. F.; FRANCO, G. L. Effects of ruminal infusion of a slow-release polymer-coated urea or conventional urea on apparent nutrient digestibility, in situ degradability, and rumen parameters in cattle fed low-quality hay. *Animal Feed Science and Technology*, v. 164, p. 53-61, 2011.

RODRIGUES, P. H. M.; PEIXOTO JÚNIOR, K. C.; MORGULLIS, S. C. F.; SILVA, E. J. A.; MEYER, P. M.; PIRES A. V. Avaliação da monensina administrada pela forma convencional ou por dispositivo de liberação lenta (bólus) em bovinos alimentados com forragens de baixo valor nutritivo e suplementados ou não com uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 6, p. 1937-1944, 2007.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 55, n. 1, p. 1-6, 1989.

RUSSELL, J. B.; WALLACE, R. J. Energy-yielding and energy consuming reactions. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). *The rumen microbial ecosystem*. 2ªed. London: Blackie Academic & Professional. p. 267-268, 1997.

SAMPAIO, C. B. Consumo, digestibilidade e dinâmica ruminal em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade Suplementados com compostos nitrogenados. 2007. 53f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

SAMPAIO, C. B.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, M. A.; LAZZARINI, I.; PAULINO, P. V. R.; QUEIROZ, A. C. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Tropical Animal Health and Production*, v. 42, p. 1471-1479, 2010.

SANTOS, A.R.M.; CABRAL, C.H.A.; CABRAL, C.E.A.; BARROS, L.V.; BARROS, J.M.; CABRAL W.B. Energy to protein ratios in supplements for grazing heifers in the rainy season. *Tropical Animal Health and Production*, v. 51, p. 2395–2403, 2019.

SCHELLING, G. T. Monensin mode of action in the rumen. *Journal of Animal Science*, v. 58, n. 6, 1984.

SILVA, L. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, M. L.; ROTTA, P. P.; PRADOS, L. F.; VALADARES, R. F. D.; ZANETTO, D.; BRAGA, J. M. S. Creatinine excretion and relationship with body weight of Nelore cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 3, p. 807-810, 2012.

SILVA, L. F. P.; DIXON, R. M.; COSTA, D. F. A. Nitrogen recycling and feed efficiency of cattle fed protein-restricted diets. *Animal Production Science*, v. 59, p. 2093–2107, 2019.

SOUZA, M. A.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; SAMPAIO, C. B.; LAZZARINI, Í.; VALADARES FILHO, S. C. Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fibre in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. *Tropical Animal Health and Production*, v. 42, n. 6, p. 1299–1310, 2010.

TEDESCHI, L. O.; CALLAWAY, T. R.; MUIR, J. P.; ANDERSON, R. C. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 291-309, 2011.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. *Journal of Environmental Quality*, v. 32, p. 1591-1602, 2003.

TAYLOR-EDWARDS, C. C.; ELAM, N. A.; KITTS, S. E.; MCLEOD, K. R.; AXE, D. E.; VANZANT, E. S.; KRISTENSEN, N. B.; HARMON, D. L. Influence of slow-release urea on nitrogen balance and portal-drained visceral nutrient flux in beef steers. *Journal of animal Science*, v. 87, p. 209-221, 2009.

TEIXEIRA, O.S.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; NÖRNBERG, J.L. CATTELAM, J.; PEREIRA L.B.; RODRIGUES, L.S.; KLEIN, J.L. Performance and ingestive and social behavior of young cattle with different sexual conditions supplemented in Aruana pasture. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 39, n. 6, p. 2565-2580, 2018.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Service. Disponível em <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/>>. Acesso em agosto de 2020.

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

WARKENTIN, M. Efeito da suplementação protéica sobre o desempenho de novilhos de corte em pastagem de forrageira tropical. 2005. 63f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

WESTLEY, J. W. Notation and classification. In: Westley, J.W. (Ed.). *Polyether antibiotics: naturally occurring acid ionophores*. Biology, New York: Marcel Dekker, v. 1, p. 1-20, 1982.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; FERREIRA, D.J.; CECON, P.R. Comportamento ingestivo de bezerros em pastos de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1540-1545, 2006.