



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS “PROF.^a CINOBELINA ELVAS”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

NÍVEIS DE UREIA NA DIETA À BASE DE SILAGEM DE
SORGO PARA VACAS DE LEITE

RICARDO HOLANDA ALVES

Bom Jesus – PI

2019

RICARDO HOLANDA ALVES

**NÍVEIS DE UREIA NA DIETA À BASE DE SILAGEM DE
SORGO PARA VACAS DE LEITE**

Orientador: Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior

Co-orientadora: Prof^a Dr^a. Elizângela Oliveira Cardoso Santana

Dissertação apresentada ao *Campus* Prof.^a Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação de Zootecnia, na área de Produção Animal (linha de pesquisa Nutrição e Produção de Alimentos), para a obtenção do título de Mestre.

Bom Jesus – PI

2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial de Bom Jesus
Serviço de Processamento Técnico

A474n Alves, Ricardo Holanda.
 Níveis de ureia à base de silagem de sorgo para vacas de
 Leite. / Ricardo Holanda Alves. – 2019.
 72 f.

 Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,
 Campus Professora Cinobelina Elvas, Programa de Pós-
 graduação em zootecnia, Bom Jesus-PI, 2019.

 Orientação: Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana
 Júnior.

 1. Amônia. 2. Nitrogênio não proteico.
 3. Proteína microbiana. 4. Ruminantes. I. Título.

CDD 636.213

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS “PROF.^a CINOBELINA ELVAS”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

NÍVEIS DE UREIA NA DIETA À BASE DE SILAGEM DE
SORGO PARA VACAS DE LEITE

Autor: Ricardo Holanda Alves

Orientador: Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Elizângela Oliveira Cardoso Santana

Aprovada em 12 de Julho de 2019

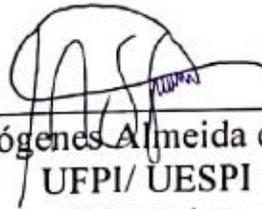
Banca Examinadora:



Prof. Dr. George Abreu Filho
Universidade Estadual do Piauí – UESPI



Prof. Dr. Thiago Pereira Motta
Universidade Estadual do Piauí – UESPI



Prof. Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior
UFPI/ UESPI
Orientador

Bom Jesus – PI
2019

A Deus.

À minha mãe, Maria Auridéia Holanda Alves,

Ao meu Pai, Antônio Alves Rodrigues Neto,

Ao meu irmão, Rogério Holanda Alves,

À minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua graça e misericórdia, me dando força, sabedoria, paciência, perseverança e coragem durante toda esta caminhada;

À Universidade Federal do Piauí e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do Mestrado em Zootecnia;

Ao Professor Dr. Hermógenes Almeida de Santana Júnior, pela orientação, amizade, apoio, consideração e ensinamentos, os quais levarei para toda vida;

À Professora Dra. Elizângela Oliveira Cardoso Santana pela co-orientação e colaboração para a execução do projeto;

À Universidade Estadual do Piauí, Campus Corrente/PI e todos os professores, pelo acolhimento, conhecimento e por ceder espaço para as pesquisas;

À Fazenda Branquinha, na pessoa do Paulo Rogério Gunyys Paranaguá, por ceder os animais, as instalações e funcionários, por permitir todas as condições para a realização desse experimento;

A todos os professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPI/CPCE, que foram tão importante na minha vida acadêmica;

Aos professores, Dr. Fabrício Bacelar Lima Mendes, Dr. George Abreu Filho, Dr. Leandro Borges de Sousa, Dr. Thiago Pereira Motta, Morgana e M.Sc. Denise pela amizade e colaboração nesse trabalho;

A todos os meus amigos e colegas PPGZ/UFPI, pelo incentivo e pelo apoio constantes, em especial a Elves Cardoso;

Aos alunos de graduação em Zootecnia Angélica, Breno, Bruno, Sonja, Lucas, Ionaira, Ezequiel, Rui, Samuel, Rafael, pela amizade e colaboração neste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão de bolsa;

Enfim, a TODOS que participaram, direta ou indiretamente, da realização de um grande sonho. Agradeço pelo apoio, a paciência e o desprendimento que todos tiveram comigo para a conclusão deste trabalho. Sem cada um de vocês isto não teria sido possível.

Muito obrigado!

“A Grande Conquista é o resultado de pequenas vitórias que passam despercebidas”. *Paulo Coelho.*

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”. *José de Alencar.*

BIOGRAFIA DO AUTOR

Ricardo Holanda Alves, filho de Antônio Alves Rodrigues Neto e Maria Auridéia Holanda Alves, nascido na cidade de Itaueira, estado do Piauí, em 27 de janeiro de 1992.

Em agosto de 2011, ingressou no curso de Bacharelado em Medicina Veterinária na Universidade Federal do Piauí – UFPI, onde obteve o título de Médico Veterinário, colando grau em agosto de 2016.

Em março de 2017, ingressou no Mestrado em Zootecnia na área de Nutrição e Produção de Alimentos, pela Universidade Federal do Piauí – UFPI.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	11
INTRODUÇÃO GERAL	15
CAPITULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
1 SILAGEM DE SORGO	18
2 CONSUMO E DIGESTIBILIDADE	19
3 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE	20
5 COMPORTAMENTO INGESTIVO	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
CAPITULO 2. Produção e análise marginal em vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo	30
RESUMO	31
SUMMARY	Erro! Indicador não definido.
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1 Local de estudo e considerações éticas.....	34
2.2 Animais, tratamentos, dietas e manejo	34
2.3 Consumo e digestibilidade.....	36
2.4 Análise química das dietas.....	37
2.5 Produção, composição de leite, escore de condição corporal e variação de peso	37
2.6 Parâmetros ruminais, contagem, identificação de protozoários e temperatura retal	38
2.7 Análise de custo marginal.....	39
2.8 Análises estatísticas.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
CAPITULO 3. Comportamento ingestivo de vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta a base de silagem de sorgo.....	55
Resumo.....	56
Summary	Erro! Indicador não definido.
Introdução.....	58
Material e Métodos	60
2.1 Local de estudo e considerações éticas.....	60
2.2 Animais, tratamentos, dietas e manejo	60

2.3 Análise química das dietas.....	62
2.4 Comportamento ingestivo.....	62
2.5 Análises estatísticas.....	64
Resultados e Discussão	64
Conclusão.....	69
Referências Bibliográficas	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS	72

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1		Pag.
Tabela 1-	Composição química de silagens de milho e sorgo.....	28
 Capítulo 2		
Tabela I-	Composição bromatológica da silagem de sorgo e suplemento fornecido a vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo.....	45
Tabela II-	Proporção dos ingredientes dos suplementos e composição química das dietas fornecidas a vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo.....	46
Tabela III-	Consumo alimentar, digestibilidade aparente, parâmetros metabólicos de vacas lactantes submetidas a níveis de ureia com dietas à base de silagem de sorgo, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER).....	50
Tabela IV-	Produção e análise marginal de vacas lactantes submetidas a níveis de ureia com dietas à base de silagem de sorgo, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER).....	55
 Capítulo 3		
Tabela 1-	Composição bromatológica da silagem de sorgo e suplemento fornecido a vacas de leite submetidas a níveis.....	70
Tabela 2-	Proporção dos ingredientes dos suplementos e composição química das dietas fornecidas a vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo.....	71
Tabela 3-	Consumo alimentar e comportamento ingestivo de vacas lactantes em confinamento com silagem de sorgo submetidas a diferentes concentrações de ureia na dieta, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER).....	74

Tabela 4-	Períodos discretos e aspectos da ruminação do comportamento ingestivo de vacas lactantes em confinamento com silagem de sorgo submetidas a diferentes concentrações de ureia na dieta, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER).....	77
-----------	--	----

RESUMO GERAL

ALVES, R. H. Níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo para vacas de leite. 2019. 73f. Dissertação – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2019.

Objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo em vacas de leite, verificando parâmetros nutricionais, metabólicos, produtivos, econômicos e o comportamento ingestivo. Este estudo foi realizado após a aceitação pelo Comitê de Ética em Uso Animal da Universidade Estadual do Piauí, caso nº 0356/19. Foram utilizadas 05 vacas lactantes $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de 60 meses e peso corporal médio de 518 kg \pm 52 kg, que foram distribuídas em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino 5x5. Os tratamentos (U-50, U-75, U-100, U-125 e U-150) foram constituídos de diferentes níveis de ureia no concentrado (5,7; 8,6; 11,4; 14,3 e 17,1 g de ureia/Kg de MS do concentrado, respectivamente). A análise dos dados foi realizada pelo procedimento de análises de variância e regressão, do programa computacional estatístico SAEG (versão 9.0). Adotou-se como nível de significância 5% de probabilidade. Não houve efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia no consumo alimentar, digestibilidade e parâmetros metabólicos de vacas de leite com dietas à base de silagem de sorgo. Não foram observadas diferenças significativas na produção e composição do leite em função dos níveis de ureia ($P < 0,05$). A variação do escore de condição corporal não variou em função dos níveis de ureia ($P < 0,05$). O custo total com volumoso, concentrado e alimentação não sofreu efeitos significativos ($P < 0,05$). A receita bruta com a venda de leite não sofreu efeito significativo ($P < 0,05$). A taxa de retorno marginal não apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$). Não houve efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia no concentrado sobre o comportamento ingestivo em vacas lactantes alimentadas com silagem de sorgo. O tempo de mastigação total não sofreu efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia. Não houve efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia nos aspectos do bocado. Os resultados expostos no presente estudo mostram que os baixos níveis de ureia não afetam o consumo, a produção e composição de leite, indicadores econômicos e o comportamento ingestivo de vacas de leite de média a alta produção, servindo para embasar futuras discussões sobre o uso da ureia para este fim em dieta de bovinos leiteiros com silagem de sorgo.

Palavras-chave: Amônia, Nitrogênio não proteico, Proteína microbiana, Ruminantes

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of urea levels on sorghum silage diet in dairy cows, by checking nutritional, metabolic, productive, economic parameters and ingestive behavior. This study was conducted after acceptance by the Animal Use Ethics Committee of the State University of Piauí, case No. 0356/19. Five lactating $\frac{3}{4}$ Holstein x $\frac{1}{4}$ Gir Dairy cows were used in the middle third of lactation, with an average age of 60 months and mean body weight of 518 kg \pm 52 kg that were distributed in five treatments, in a 5x5 Latin square experimental design. The treatments (U-50, U-75, U-100, U-125 and U-150) consisted of different levels of concentrate urea (5.7, 8.6, 11.4, 14.3 and 17.1 g urea / kg MS concentrate, respectively). Data analysis was performed by the variance and regression analysis procedure of the SAEG statistical software (version 9.0). It was adopted as significance level 5% of probability. There was no effect ($P < 0.05$) of urea levels on feed intake, digestibility and metabolic parameters of dairy cows with sorghum silage diets. No significant differences were observed in milk yield and composition as a function of urea levels ($P < 0.05$). The variation of body condition score did not vary according to urea levels ($P < 0.05$). The total cost with roughage, concentrate and food had no significant effects ($P < 0.05$). Gross revenue from milk sales had no significant effect ($P < 0.05$). The marginal rate of return showed no significant differences ($P < 0.05$). There was no effect ($P < 0.05$) of concentrate urea levels on ingestive behavior in lactating cows fed sorghum silage. Total chewing time had no effect ($P < 0.05$) on urea levels. There was no effect ($P < 0.05$) of urea levels on the bit aspects. The results shown in the present study show that low levels of urea do not affect milk consumption, production and composition, economic indicators and ingestive behavior of medium to high production dairy cows. To support future discussions on the use of urea for this purpose in the diet of sorghum silage dairy cattle.

Key words: Ammonia, Non-protein nitrogen, Microbial protein, Ruminants

INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, em 2017, foram ordenhadas 17,06 milhões de vacas, produzindo mais de 33 bilhões de litros de leite, sendo 19,3% destes animais ordenhados na região Nordeste, produzindo 3,9 bilhões de litros de leite. O estado do Piauí é o último colocado no ranking de produção de leite na região Nordeste, produzindo 73,3 milhões de litros de leite das 127 mil vacas ordenhadas, com produção média de 1,6 litros por dia. A média de produção ainda é menor na microrregião das Chapadas do extremo sul piauiense, onde, neste mesmo ano, produziu 4,5 milhões de litros de leite das 15,7 mil vacas ordenhadas, produzindo em média menos de 1 litro de leite por dia (IBGE, 2018).

A baixa produtividade do rebanho leiteiro brasileiro está bastante atrelada à falta de gestão das propriedades leiteiras. Mais de 74% dos estabelecimentos agropecuários brasileiros não recebem orientação técnica (IBGE, 2018). A gestão dos estabelecimentos agropecuários é imprescindível, pois é necessário planejamento, principalmente as estratégias alimentares durante todo o ano. Sendo que a indisponibilidade de alimentos nos períodos secos do ano é um dos entraves de produção.

A alimentação é responsável por grande parte dos custos de produção de uma propriedade leiteira, por isso a importância de se conhecerem as características dos alimentos e seu balanceamento nas dietas, as quais são formuladas visando a atender os requerimentos para manutenção e produção desejada.

Para a formulação de dietas balanceadas para animais de média e alta produção, comumente é necessário o uso de concentrados à base de grãos. Porém, os ingredientes que compõem esses concentrados geralmente possuem preços elevados, principalmente as fontes de proteína verdadeira, aumentando os custos com alimentação e, conseqüentemente, o custo final de produção do litro de leite. Com isso, ocorre uma constante busca por ingredientes alternativos, principalmente fonte de proteína, por este ser um dos nutrientes mais caros das dietas, barateando os custos com concentrado (TEIXEIRA et al., 2015).

Nas últimas décadas, foram realizados estudos sobre o uso de fontes proteicas para vacas leiteiras, tendo como objetivo maximizar a eficiência de utilização da proteína dietética, melhorar o desempenho animal e reduzir perdas de nitrogênio para o ambiente (SANTOS et al., 1998; AGUIAR et al., 2013; SOUZA, et al., 2015; GUERRA et al., 2018). Sendo que nos ruminantes a nutrição proteica tem como principal objetivo disponibilizar ao animal uma adequada quantidade de proteína degradada no rúmen, para que ocorra eficiência

dos processos digestivos neste compartimento e, conseqüentemente, otimizar o desempenho animal com a mínima quantidade de proteína bruta dietética (NRC, 2001).

Os compostos nitrogenados são fracionados em A, B1, B2, B3 e C, fração solúvel-NNP, rapidamente dissociada no rúmen, insolúvel com taxa de degradação intermediária no rúmen, insolúvel lentamente degradada no rúmen e C insolúvel no rúmen e indigestível no trato gastrintestinal, respectivamente (SNIFFEN et al., 1992), assim como os carboidratos, que são fracionados em componentes A1 (ácidos), A2 (açúcares solúveis), B1 (amido), B2 (fibra solúvel), B3 (FDN disponível) e C (FDN indisponível) (FUKUSHIMA et al., 2015). A ureia é uma fonte de nitrogênio não proteico, largamente utilizada na alimentação de ruminantes. Sendo uma fonte de proteína dissociada no rúmen, melhorando a flora ruminal, aumentando a eficiência das dietas por satisfazer às exigências em nitrogênio destes microrganismos a partir do nitrogênio não proteico (LOPES, 2016).

Ao chegar no rúmen, a ureia é rapidamente convertida em amônia e dióxido de carbono (CO₂). Essa amônia é utilizada para a síntese de proteína microbiana. Porém, para que esse processo ocorra de forma eficiente é necessária uma sincronia entre a liberação de amônia e a presença de energia no ambiente ruminal.

A energia das dietas de vacas leiteiras é proveniente principalmente da fibra das forragens e do amido dos grãos, como milho e sorgo. Este último está sendo cada vez mais usado pelos produtores brasileiros e principalmente os Nordestinos na alimentação animal, tanto como fonte de volumoso na forma de ensilagem, quanto os grãos fornecidos diretamente, como fonte energética, principalmente devido à sua maior resistência ao estresse hídrico, quando em comparação com o milho (ALVES et al., 2012). Quando fornecida aos bovinos leiteiros em doses catalíticas, a ureia melhora o ambiente ruminal, aumentando a concentração de nitrogênio não proteico, principalmente amônia, melhorando a utilização de fontes de energia altamente fermentais, proporcionando uma sincronia rápida da fração A da proteína associada à fração A dos carboidratos, melhorando a eficiência da dieta fornecida.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo em vacas de leite, verificando parâmetros nutricionais, metabólicos, produtivos, econômicos e o comportamento ingestivo.

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Elaborada de acordo com as normas da Revista Electrónica de Veterinária

(<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>)

1 SILAGEM DE SORGO

O sorgo é uma planta pertencente à família *Poaceae*, gênero *Sorghum* e espécie *Sorghum bicolor* L. Moench, caracterizado por ser uma planta C4 (BORÉM; PIMENTEL; PARRELLA, 2014). As cultivares de sorgo diferem principalmente pela altura de plantas, quantidades de colmo, folhas e panículas, o que irá influenciar na produtividade, composição química e valor nutritivo. O sorgo do tipo granífero, que é cultivado para produção de grãos, possui porte baixo. Quando usado para ensilagem, a produção de massa verde é baixa. Os híbridos de duplo propósito possuem porte médio, de 2,0 a 2,5 metros, utilizados para grãos e forragem, elevada produção de massa verde e grãos, que conferem alta qualidade da silagem (COELHO, 1979).

Devido a essa sua versatilidade e eficiência, o sorgo é uma cultura muito importante em muitas regiões do mundo, possuindo alta produtividade, mesmo sob condições de seca, pelo fato de possuir formas eficientes na utilização a água. Além da alta produção de matéria seca, o sorgo possui também elevado teor de carboidratos solúveis. Isso favorece o processo de ensilagem, o que sinaliza o potencial dessa cultura para ser utilizada como fonte de volumoso de qualidade na alimentação animal (MANARELLI, 2017).

Alves et al. (2012) estudaram o desempenho de ruminantes consumindo dietas em que a fonte de volumoso era silagem de sorgo com e sem tanino e silagem de milho, de onde estes autores concluíram que a silagem de sorgo pode substituir a silagem de milho sem haver perdas no desempenho dos animais. No que diz respeito à produtividade, Moraes et al. (2013), comparando a produtividade do sorgo como o milho, encontraram uma maior produção de MS/ha do sorgo.

Antunes et al. (2016), trabalhando com vacas leiteiras alimentadas com silagem de sorgo como fonte de volumoso e ureia no concentrado como parte da fonte de proteína, concluem que é economicamente viável, pois não altera a produção e nem a composição do leite.

O sorgo, além de possuir alta eficiência no uso da chuva, produzindo elevadas quantidades de matéria seca, não deixa a desejar na qualidade nutricional da sua silagem, sendo a composição química da silagem de sorgo assemelhando-se à da silagem de milho (Tabela 1), porém esta última possui menores teores de fração fibrosa, principalmente FDA, que, por sua vez, influencia diretamente no consumo e na digestibilidade da silagem (OLIVEIRA et al., 2010).

Tabela 1. Composição química de silagens de milho e sorgo

Item	Silagens	
	Milho	Sorgo
MS ¹ (g/kg)	372	348
MM ² (g/kg MS)	38	41
MO ³ (g/kg MS)	943	932
PB ⁴ (g/kg MS)	84	97
FDNcp ⁵ (g/kg MS)	548	588
FDA ⁶ (g/kg MS)	232	336
EE ⁷ (g/kg MS)	35	30
CNF ⁸ (g/kg MS)	299	278
NDT ⁹ (g/kg MS)	682	653
LIG ¹⁰ (g/kg MS)	52	54
DMS ¹¹ (g/kg MS)	606	596

¹Matéria seca; ²Matéria mineral; ³Matéria orgânica; ⁴Proteína bruta; ⁵Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; ⁶Fibra em detergente ácido; ⁷Extrato etéreo; ⁸Carboidratos não fibrosos; ⁹Nutrientes digestíveis totais; ¹⁰Lignina; ¹¹Digestibilidade aparente da matéria seca

Fonte: Ferrari Junior (2005); Campos, et al. (2010); Orrico Junior, et al. (2015); Castro (2018).

Além do uso do sorgo como fonte de volumoso, principalmente na forma de silagem, o uso dos seus grãos na alimentação animal vem crescendo cada vez mais. Isto em decorrência de o cultivo dessa cultura estar crescendo nos cerrados brasileiros, principalmente no período de safrinha, após cultivo de verão, sendo este uma excelente alternativa para alimentação animal, apresentando bons valores energéticos. Assim, substitui o milho, diminuindo o custo de produção, por ser uma fonte energética com menor custo quando comparada com o milho.

A utilização do sorgo, tanto na produção de silagem quanto dos grãos, é uma alternativa viável para as regiões semiáridas, uma vez que essa gramínea apresenta uma grande tolerância à seca, amenizando, assim, a escassez de alimentos para os animais no período de estiagem e diminuindo a sazonalidade de produção.

2 CONSUMO E DIGESTIBILIDADE

O consumo de matéria seca (CMS) é influenciado por diversos fatores relacionados ao animal, à dieta, ao ambiente e às condições de criação. Em relação à dieta, quando nesta há a utilização da ureia como fonte de proteína degradada no rúmen, é otimizada com associação adequada de carboidratos de rápida e média fermentação, aumentando a

digestibilidade da fibra da dieta, por aumento dos microrganismos ruminais (AGUIAR, et al., 2013). Contudo, a inclusão de níveis de ureia na dieta não provoca variações nas condições de rúmen que interferem no consumo de matéria seca (AGUIAR et al., 2013; AHVENJÄRVI; HUHTANEN, 2018; GUERRA et al., 2018). Tal ocorrência pode ser explicada pelo fato de que alimentos que possuem alto valor nutritivo e alta digestibilidade, como as dietas adotadas em confinamentos, elevam o CMS, ocasionado pela maior taxa de passagem no trato gastrointestinal. Assim, a presença da ureia, nessa situação, não influenciaria no consumo de matéria seca.

Um fator que interfere diretamente no consumo da dieta de animais em confinamento é a digestibilidade, devido ao esvaziamento do rúmen. Por sua vez, a digestibilidade é um processo de conversão de macromoléculas do alimento para compostos simples que podem ser absorvidos a partir do trato gastrintestinal. Com isso, a digestibilidade do alimento consiste na sua capacidade de permitir que o animal utilize os seus nutrientes em maior ou menor escala (PEREIRA et al., 2008).

Porém, mesmo a ureia melhorando a flora microbiana a nível ruminal, fazendo com que esta melhore a eficiência na degradação do alimento, alguns trabalhos mostram que a digestibilidade não é afetada quando aumentam os níveis de ureia nas dietas de vacas em lactação. No entanto, há um aumento na digestibilidade da proteína bruta, à medida que aumentam os níveis de ureia (OLIVEIRA et al. 2001; MORAIS et al., 2013).

3 PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

A produção e a composição do leite podem ser influenciadas por vários fatores, como saúde da vaca, ambiente, estágio de lactação, genética e dieta (BOEHMER et al., 2008). No que diz respeito à dieta consumida por vacas lactantes, quando esta é formulada com uma sincronia entre proteína e energia há uma maximização da síntese de proteína microbiana, melhorando a produção de leite (COLE; TODD, 2008).

A eficiência na utilização do N pelo microrganismo ruminal é dependente dos níveis de proteína degradável no rúmen (PDR), principalmente fontes de nitrogênio não proteicos (NNP) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) associados ao fornecimento na dieta de fontes carboidratos de rápida degradabilidade, otimizando, assim, o desempenho da lactação e a composição do leite (MARTINS et al., 2019).

Alguns autores, ao usarem a ureia como fonte de Nitrogênio não proteico, não encontraram influência na produção e composição do leite. Essa ausência de diferença está relacionada aos baixos níveis trabalhados para esse fim, que variam de 5,8 g. kgMS⁻¹ a 30 g.

kgMS⁻¹, ou à fonte de carboidratos utilizada (AGUIAR et al., 2013; AHVENJÄRVI; HUHTANEN, 2018; GUERRA et al., 2018). Por outro lado, as dietas de vacas leiteiras de média a alta produção, em que se faz uso de ingredientes primários de boa qualidade nutricional, atende aos requerimentos nutricionais para manutenção e produção desejada. Nesta situação, a ureia exerce a função de melhorar o ambiente ruminal, por disponibilizar maior quantidade de nitrogênio amoniacal para os microrganismos produzirem maior quantidade de proteína microbiana.

O teor de gordura é um componente importante para o rendimento do processamento de laticínios e pode variar de acordo com a dieta, principalmente quando ocorrem alterações na flora microbiana do rúmen (MARTINS et al., 2015). O aumento de gordura está relacionado com a produção de acetato no rúmen. Esse ácido graxo volátil é oriundo da degradação da fração fibrosa do alimento, uma vez que dietas ricas em volumosos são ricas em fibra. Sendo assim, o volumoso, sob a ação das bactérias celulolíticas, é responsável pela produção de acetato no rúmen, desde que este mantenha condições propícias para ação desse grupo de microrganismos que inclui um pH próximo da neutralidade. Apesar de a ureia ser alcalina, as dosagens comumente utilizadas não são suficientes para alterar o pH do rúmen sob o efeito de altos níveis de concentrado na dieta. Assim, não se espera sua influência na produção de gordura no leite.

Os níveis de ureia (0,0 g.kgMS⁻¹, 9,9 g.kgMS⁻¹, 19,3 g.kgMS⁻¹, 29,2 g.kgMS⁻¹) não afetaram a produção de leite, produção de leite corrigida para gordura e teor de gordura do leite de vacas em lactação alimentadas com silagem de sorgo como fonte de volumoso (RAMALHO et al., 2006).

Aproximadamente 80% da proteína do leite é caseína. Esta compreende quatro proteínas que se agregaram em grandes micelas coloidais, dando estrutura e estabilidade essenciais para processamento do leite, principalmente em queijos e iogurte (FOX; BRODKORB, 2008). A caseína pode ser alterada de acordo com a degradabilidade ruminal da proteína e da energia, sendo a proteína do leite afetada pelas diferenças no suprimento dietético (LI et al., 2015), pois a proteína microbiana é rica na maioria dos aminoácidos (AA) essenciais para a síntese do leite e proteína do leite.

Portanto, em condições adequadas para a atividade microbiana ruminal, a ureia pode ser utilizada como fonte de nitrogênio não proteico, associado ao fornecimento do sorgo em grão finamente triturado, como fonte energética e a silagem de sorgo como fonte de volumoso, visando a melhorar a eficiência ruminal, para maior produção de proteína

microbiana, uma vez que a ureia é uma fonte de proteína rapidamente degradada e o sorgo em grão fornece carboidratos solúveis, sincronizando a energia e a proteína da fração A.

4 METABOLISMO DE NITROGÊNIO

A otimização do equilíbrio entre a síntese de proteína microbiana e a degradação proteica no rúmen de vacas em lactação tem o potencial de maximizar o potencial reprodutivo de vacas em lactação (IMAZUMI, et al., 2010). Sendo que a proteína dietética possui um papel fundamental na nutrição dos ruminantes, pois fornece aminoácidos para o animal e é fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana. No entanto, o excesso de proteína na dieta de vacas em lactação aumenta os custos de alimentação, diminui a eficiência da utilização de nutrientes e aumenta a excreção de nitrogênio no ambiente. (YANG, et al., 2019).

Com isso, a avaliação das concentrações de nitrogênio ureico no leite (NUL) é uma alternativa monitorar o aproveitamento da PB presente na dieta. (BRODERICK; CLAYTON, 1997). O desequilíbrio nas concentrações de NUL podem indicar problemas nutricionais em vacas em lactação. Sendo que valores de NUL altos (>18 mg/dL) podem indicar excessos de PB na dieta, tanto da fração PDR como da fração PNDR, baixa taxa de fermentação ruminal da fração de carboidratos não-fibrosos ou, ainda, aumento da ralação proteína:energia. Já valores baixos de NUL (<11 mg/dL) podem indicar deficiência de PB na dieta, limitadas quantidades de PDR e PNDR ou, ainda, alta taxa de fermentação de CNF no ambiente ruminal (LEÃO et al., 2014).

Quando a dieta é rica em PDR há um pico de nitrogênio ureico cerca de uma a duas horas após a alimentação e, para melhor aproveitamento dessa fonte de N, seria necessária a presença de esqueletos de carbono advindos da forragem para propiciar efetivamente a formação da proteína microbiana. Já para dietas com maiores proporções de PNDR os picos ocorrem de seis a oito horas após a alimentação. Nesse caso, com os picos de N no ambiente ruminal mais tardios, acredita-se que a eficiência de utilização da fonte de N seria maior, ao passo que a degradação de fontes fibrosas não ocorre na mesma proporção que de fontes de N no ambiente ruminal (LEÃO et al., 2014).

Até que os requerimentos proteicos sejam atendidos, à medida que são incrementadas fontes de N na dieta há uma maior produção de proteína no leite. Porém, quando o requerimento proteico é atendido, novos aumentos na quantidade de fontes proteína não melhoraram o rendimento de proteína do leite (OLMOS COLMENERO; BRODERICK, 2006). As concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal não influenciaram o fluxo de N microbiano ou a eficiência da síntese de proteínas microbianas (HUHTANEN et al., 2015).

Há uma pendência entre a taxa de transferência fracionada de ureia no rúmen e a concentração de proteína bruta da dieta. Sendo que as baixas concentrações de proteína bruta

proporcionam maiores reciclagem de ureia plasmática no rúmen, sendo estas usadas para síntese microbiana (WICKERSHAM et al., 2008). Portanto, aumentos na concentração de nitrogênio amoniacal ruminal são negativamente associados com a eficiência da utilização de N. O excesso de nitrogênio amoniacal é absorvido do epitélio ruminal para o plasma, convertido em ureia no fígado, reciclado de volta ao intestino ou filtrado do plasma pelos rins e excretado na urina (LOBLEY et al., 2000).

5 COMPORTAMENTO INGESTIVO

O comportamento ingestivo dos ruminantes pode ser classificado como ingestão do alimento, ruminação e ócio, que são distribuídos de forma desuniforme em uma sucessão de períodos definidos e discretos de atividades ao longo do dia, determinando o consumo dos alimentos, assim como a avaliação de mecanismos de regulação metabólica. (PENNING et al., 1991).

O comportamento alimentar se caracteriza pela apreensão do alimento, seguida pela mastigação e deglutição. Vacas leiteiras conduzem a forragem para a boca usando a língua, enquanto alimentos com partículas pequenas são manipulados pelos lábios relativamente imóveis. Uma vez na boca, a comida é mastigada por movimentos laterais da mandíbula. Durante este processo, grandes volumes de saliva são secretados, formando o bólus e a deglutição, de forma randômica. Já a ruminação é um processo cíclico caracterizado pela regurgitação, remastigação e nova deglutição. A ruminação tem início com a ingesta, sendo regurgitada pelo retículo para a boca. Ao chegar à boca, a parte líquida é reengolida e o restante sólido é remastigado e misturado com saliva por 30 a 60 segundos e, em seguida o bolus é engolido novamente (BEAUCHEMIN, 1991).

Nos últimos anos, a avaliação e o monitoramento do comportamento dos bovinos têm ganhado importância na compreensão da produção, bem-estar, nutrição e saúde desses animais, propiciando, através do comportamento alimentar, melhor entendimento do manejo e do estado fisiológico dos animais, especialmente vacas leiteiras (MATTACHINI et al., 2016).

González et al. (2012) relataram que o comportamento ingestivo de curto prazo do consumo envolve os fatores que determinam o início e o término das refeições, em que o tamanho e frequência são os dois parâmetros que determinam a ingestão diária dos alimentos. Sendo que o mesmo nível de ingestão diária pode ser alcançado através de diferentes combinações de tamanho e frequência de refeições.

Contudo, o animal inicia e termina a alimentação muito antes de vários nutrientes terem sido absorvidos ou eliminados do sangue e do sistema digestivo (ALLEN et al., 2005), supondo que outros mecanismos são necessários para equilibrar a ingestão dos alimentos, associados, por exemplo, a períodos de longo prazo, propriedades organolépticas de um alimento ou seus efeitos gastrointestinal, como as consequências pós-digestivas.

O entendimento do comportamento ingestivo dos ruminantes, como ferramenta útil à adequação do manejo dos rebanhos, se faz necessário, sendo este intrinsecamente relacionado à nutrição e produção animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.C.R.; OLIVEIRA, C.R.; CALDEIRA, L.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; OLIVEIRA, S.J.; SOARES, C.; SILVA, D.A.; MENEZES, J.C.; BOGES, L.D.A. Consumo, produção e composição do leite e do queijo de vacas alimentadas com níveis crescentes de ureia. *Revista Brasileira Ciência e Veterinária*, v. 20, n.1, p. 37-42, 2013.

AHVENJÄRVI, S.; HUHTANEN, P. Effects of intraruminal urea-nitrogen infusions on feed intake, nitrogen utilization, and milk yield in dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.101, n.10, p.9004-9015, 2018.

ALLEN, M.S.; BRADFORD, B.J.; HARVATINE, K.J. The cow as a model to study food intake regulation. *Annual Review of Nutrition*, v.25, p.523-47, 2005.

ALVES, E.M.; PEDREIRA, M.S.; AGUIAR, L.V.; COELHO, C.P.; OLIVEIRA, C.A.S.; SILVA, A.M.P. Silagem de sorgo com e sem tanino em substituição à silagem de milho na alimentação de ovinos: desempenho e características de carcaça. *Ciência Animal Brasileira*, v.13, n.2, p.157-164, 2012.

ANTUNES, A.P.S.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; MENEZES, G.C.C.; RUAS, J.R.M.; SOUZA, V.M.; MARIZ, L.D.S.; SILVA, J.J.P.; SILVA, D.A. Nitrogênio não proteico em substituição ao farelo de soja na dieta de vacas F1 Holandês x Zebu. *Revista Brasileira de Ciências e Veterinária*, v. 23, n. 3-4, p. 174-179, 2016.

BOEHMER, J.L.; BANNERMAN, D.D.; SHEFCHECK, K.; WARD, J.L. Proteomic analysis of differentially expressed proteins in bovine milk during experimentally induced *Escherichia coli* mastitis. *Journal of Dairy Science*, v.91, p.4206–4218, 2008.

BORÉM, A.; PIMENTEL, L.D.; PARRELLA, R.A. C. 1ª Edição. Sorgo: do plantio à colheita. Viçosa: UFV, 2014. 275p.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal Dairy Science*, v.80, p.2964–2971, 1997.

BRODERICK, G.A.; REYNAL, S.M. Effect of source of rumen-degraded protein on production and ruminal metabolism in lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.92, p.2822–2834, 2009.

CAMPOS, P.R.S.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; PAULO ROBERTO CECON, P.R.; LEÃO, M.I.; LUCCHI, B.B.; SOUZA, S.M.; PEREIRA, O.G. Consumo, digestibilidade e estimativa do valor energético de alguns volumosos por meio da composição química. *Revista Ceres*, v.57, n.1, p. 79-86, 2010.

CASTRO, F.M. 2018. Produção e silagem de sorgo forrageiro em função do espaçamento e do manejo de plantas daninhas. Tese. Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM, Brasil.

COLE, N.A.; TODD, R.W. Opportunities to enhance performance and efficiency through nutrient synchrony in concentrate-fed ruminants. *Journal of Animal Science*, v.86, p.318–333, 2008.

FERRARI JUNIOR, E.; POSSENTI, R.A.; LIMA, M.L.P.; NOGUEIRA, J.R.; ANDRADE, J.B. Características agronômicas, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. *Boletim de Indústria Animal*, v.62, n.1, p.19-27, 2005.

FOX, P.F.; BRODKORB, A. The CN micelle: historical aspects, current concepts and significance. *International Dairy Journal*, v.18, p.677–684, 2008.

GONZÁLEZ, L.A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FERRET, A. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed

ingredients rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology*, v.172, p.66–79, 2012.

GUERRA, M.G.; VERAS, A.S.C.; SANTOS, V.L.F.; FERREIRA, M.A.; NOVAES, L.P.; BARRETO, L.M.G.; CÂMARA, P.L.C.O.; SILVA, L.R. Perfil metabólico proteico de vacas em lactação alimentadas com milho e ureia a pasto. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.70, n.4, p.1266-1274, 2018.

HUHTANEN, P.H.M.; CABEZAS-GARCIA, S.J.; KRIZSAN K.J. Evaluation of canola meal as a protein supplement for dairy cows: A review and a meta-analysis. *Can. Journal Dairy Science*, v.91, p.529–54, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadct/brasil>> Acesso em: 21 de maio de 2019.

LI, S.S.; SHEN, J.S.; REN, D.X.; LIU, J.X. Effects of the processing methods of corn grain and soybean meal on milk protein expression profiles in dairy cows. *Animal* v.9, n.2, p. 267–274, 2015.

LIMA, S.; HELTON, F.; GONZAGA NETO; LEITE, V.F.; SILVA, M.A.A.; MOURA, J.E.; PAULINO, J.F.; BEZERRA, J.S.L.; PALMEIRA, T.C. Comportamento ingestivo de vacas primíparas das raças Guzerá e Sindi recebendo dietas com diferentes níveis de ureia. *Ciência Rural*, v.43, n.4, p.709-715, 2013.

LOBLEY, G.E.; BREMNER, D.M.; ZUUR, G. Effects of diet quality on urea fates in sheep as assessed by refined, non-invasive [¹⁵N¹⁵N] urea kinetics. *Journal Nutrition*, v.84, p.459–468, 2000.

LOPES, D.C. 2016. Uso de ureia na alimentação de vacas leiteiras. Mestrado Profissionalizante em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brazil.

MANARELLI, D.M. 2017. Silagem de sorgo sacarino na alimentação animal: potencial forrageiro e desempenho produtivo de cordeiros confinados. Dissertação. Faculdade de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS, Brasil.

MARTINS, C.M.M.R.; ARCARI, M.A.; WELTER, K.C.; NETTO, A.S.; OLIVEIRA, C.A.F.; SANTOS, M.V. Effect of dietary cation-anion difference on performance of lactating dairy cows and stability of milk proteins. *Journal of Dairy Science*, v.98, p.1-12, 2015.

MARTINS, C.M.M.R.; FONSECA, D.C.M.; ALVES, B.G.; ARCARI, M.A.; FERREIRA, G.C.; WELTER, K.C.; OLIVEIRA, C.A.F.; RENNÓ, F.P.; SANTOS M.V. Effect of dietary crude protein degradability and corn processing on lactation performance, milk protein composition, and stability. *Journal of Dairy Science*, v.102, n.5, p.4165-4178, 2019.

MARTINS, S.C.S.G.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CALDEIRA, L.A.; PIRES, D.A.A.; BARROS, I.C.; SALES, E.C.J.; SANTOS, C.C.R.; AGUIAR, A.C.R.; OLIVEIRA, C.R. Consumo, digestibilidade, produção de leite e análise econômica de dietas com diferentes volumosos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.12, n.3, p.691-708, 2011.

MORAES, S.D.; JOBIM, C.C.; SILVA, M.S.; MARQUARDT, F.I. Produção e composição química de híbridos de sorgo e de milho para silagem. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, n.4, p.624-634, 2013.

MORAIS, M.G.; GOMES, C.S.L.; LENNP, B.; VAN OSELEN, V.J.; FRANCO, J.L.; ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F. Consumo e digestibilidade de nutrientes em bovinos submetidos a diferentes níveis de ureia. *Archivos de Zootecnia*, v.62, n.238 p.239-246, 2013.

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

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECOM, P.R.; OLIVEIRA, G.A.; SILVA, R.M.N.; COSTA, M.A.L. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.4, p.1358-1366, 2001.

OLMOS COLMENERO, J.J.O.; BRODERICK, G.A. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.89, p.1704–1712, 2006.

ORRICO JUNIOR, M.A.P.; RETORE, M.; MANARELLI, D.M.; SOUZA, F.B.; LEDESMA, L.M.M.; ORRICO, A.C.A. Forage potential and silage quality of four varieties of saccharine sorghum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.50, n.12, p.1201-1207, 2015.

PERAZZO, A.F.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; CAMPOS, F.S.; RAMOS, J.P.F.; AQUINO, M.M.; SILVA, T.C.; BEZERRA, H.F.C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. *Ciência Rural*, v.43, n.10, p.1771-1776, 2013.

RAMALHO, R.P.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; SANTOS, D.C.; CAVALCANTI, C.V.A.; ROCHA, V.R.R.A. Substituição do farelo de soja pela mistura raspa de mandioca e ureia em dietas para vacas mestiças em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.1212-1220, 2006.

SANTOS, F.A.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B.; SWINGLE, R.S.; SIMAS, J.M.; CHEN, K.H. Milk yield and composition of lactating cows fed steam-flaked sorghum and graded concentrations of ruminally degradable protein. *Journal Dairy Science*, v.81, n.1, p.215-220, 1998.

SCHWAB, C.G.; HUHTANEN, P.; HUNT, C.W.; HVELPLUND, T. 2005. Nitrogen requirements of cattle. p.13–70. In: *Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle Reducing the Environmental Impact of Cattle Operations*. Washington, DC, USA.

SNIFFEN, C.J.; O’CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

SOUZA, R.C.; REIS, R.B.; LOPEZ, F.C.F.; MOURTHE, M.H.F.; LANA, A.M.Q.; BARBOSA, F.A.; SOUSA, B.M. Efeito da adição de teores crescentes de ureia na cana-de-

açúcar em dietas de vacas em lactação sobre a produção e composição do leite e viabilidade econômica. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.67, n.2, p.564-572, 2015.

TEIXEIRA, C.R.V.; LANA, R.P.; RENNÓ, L.N.; VELOSO, C.V.; CARVALHO, J.C.; MENEZES, A.A. Urea and salt as supplementary diet for crossbreed milk cows. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.37, n.3, p.281-287, 2015.

WICKERSHAM, T.A.E.C.; TITGEMEYER, R.C.; COCHRAN, E.E.; WICKER-SHAM, E.S. Effect of frequency and amount of rumen-degradable intake protein supplementation on urea kinetics and microbial use of recycled urea in steers consuming low-quality forage. *Journal Animal Science*, v.86, p.3089–3099, 2008.

YANG, C.; ZHONG, F.; GOFF, H.D.; LI, Y. Study on starch-protein interactions and their effects on physicochemical and digestible properties of the blends. *Food Chemistry*, v.280, p.51–58, 2019.

CAPÍTULO 2. Produção e análise marginal em vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo

Elaborada de acordo com as normas da Revista Archivos de Zootecnia

(<https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/>)

Produção e análise marginal em vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo

ALVES, R.H.^{1@}; SANTANA JUNIOR, H.A.¹;...

¹ Universidade Federal do Piauí, Campus Prof.^a Cinobelina Elvas

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características produtivas, nutricionais e econômicas de vacas de leite submetidas a níveis de ureia com dietas à base de silagem de sorgo. Este estudo foi realizado após a aceitação pelo Comitê de Ética em Uso Animal da Universidade Estadual do Piauí, caso nº 0356/19. Foram utilizadas 05 vacas lactantes $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de 60 meses e peso corporal médio de 518 kg \pm 52 kg, que foram distribuídas em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino 5x5. Os tratamentos (U-50, U-75, U-100, U-125 e U-150) foram constituídos de diferentes níveis de ureia no concentrado (5,7; 8,6; 11,4; 14,3 e 17,1 g de ureia/Kg de MS do concentrado, respectivamente). A análise dos dados foi realizada pelo procedimento de análises de variância e regressão, do programa computacional estatístico SAEG (versão 9.0). Adotou-se como nível de significância 0,05. Não houve efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia no consumo alimentar, digestibilidade e parâmetros metabólicos de vacas de leite com dietas à base de silagem de sorgo. Não foram observadas diferenças significativas na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura em função dos níveis de ureia ($P < 0,05$). A composição do leite não sofreu efeitos significativos em função dos níveis de ureia ($P < 0,05$). A variação do escore de condição corporal não variou em função dos níveis de ureia ($P < 0,05$). O custo total com volumoso, concentrado e alimentação não sofreu efeitos significativos ($P < 0,05$) e apresentou médias R\$ 2,00; 9,17 e 11,17, respectivamente. A receita bruta com a venda de leite não sofreu efeito significativo ($P < 0,05$), apresentando média de R\$ 28,65. A taxa de retorno marginal não apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$). Os diferentes níveis de ureia não afetaram a produção de vacas de leite alimentadas com silagem de sorgo. Conclui-se que na dieta de vacas de leite à base de silagem de sorgo pode-se realizar a inclusão de ureia no concentrado com níveis de 5,7 a 17,1 g/kg do concentrado, sem redução do desempenho produtivo dos animais.

Palavras-chave: Amônia. Nitrogênio não proteico. Proteína microbiana. Ruminante.

Production and marginal analysis in dairy cows submitted to urea levels in sorghum silage diet

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the productive, nutritional and economic characteristics of milk cows submitted to urea levels with sorghum silage diets. This study was conducted after acceptance by the Animal Use Ethics Committee of the State University of Piauí, case No. 0356/19. Five lactating $\frac{3}{4}$ Holstein x $\frac{1}{4}$ Gir Dairy cows were used in the middle third of lactation, with an average age of 60 months and mean body weight of 518 kg \pm 52 kg that were distributed in five treatments, in a 5x5 Latin square experimental design. The treatments (U-50, U-75, U-100, U-125 and U-150) consisted of different levels of concentrate urea (5.7, 8.6, 11.4, 14.3 and 17.1 g urea / kg MS concentrate, respectively). Data analysis was performed by the variance and regression analysis procedure of the SAEG statistical software (version 9.0). It was adopted as significance level 0.05. There was no effect ($P < 0.05$) of urea levels on feed intake, digestibility and metabolic parameters of dairy cows with sorghum silage diets. No significant differences were observed in milk production corrected for 3.5% fat as a function of urea levels ($P < 0.05$). The milk composition did not have significant effects as a function of urea levels ($P < 0.05$). The variation of body condition score did not vary according to urea levels ($P < 0.05$). The total cost with roughage, concentrate and food had no significant effects ($P < 0.05$), averaged R\$ 2.00; 9.17 and 11.17, respectively. Gross revenue from milk sales had no significant effect ($P < 0.05$), with an average of R\$ 28.65. The marginal rate of return showed no significant differences ($P < 0.05$). Different levels of urea did not affect the production of milk cows fed sorghum silage. It can be concluded that in the diet of sorghum silage milk cows it is possible to include urea in the concentrate with levels of 5.7 to 17.1 g / kg of concentrate without reducing the productive performance of the animals.

Key words: Ammonia. Nitrogen non-protein. Microbial protein. Ruminant.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a atividade leiteira brasileira evoluiu de forma contínua, resultando no crescimento consistente da produção, colocando o país como o quarto maior produtor de leite no mundo. Porém, a produtividade por vaca permanece na faixa dos 1.700 litros/ano, algo em torno de 5,5 litros/vaca/dia (IBGE 2017).

Além da produção, o consumo *per capita* de leite no Brasil também aumentou na última década. Estima-se que no ano de 2017 os brasileiros tenham consumido, em média, 173 litros por habitante. Mesmo com esse aumento no consumo, este ainda se encontra abaixo de indicadores verificados em outros países desenvolvidos, que estão faixa de 250 a 300 litros/habitantes (EMBRAPA 2018).

A produção de leite está diretamente ligada à nutrição das vacas leiteiras, sendo necessárias formulações de dietas que atendam às exigências de manutenção e produção. À medida que somente a forragem não atenda a essas exigências, principalmente em animais de média a alta produção, é necessário o fornecimento de concentrados à base de grãos, corrigindo o déficit nutricional e mantendo uma produção constante na propriedade leiteira (Teixeira et al. 2015, p. 281-282).

Porém, esses concentrados possuem custos elevados, sendo a proteína o macronutriente mais caro, impactando no custo final de produção do litro de leite. Por isso, as dietas devem ser balanceadas, pois o consumo de proteína, além da exigência, faz com que o animal excrete o excedente através da urina e leite, causando prejuízos econômicos e declínio na produção, pois há um gasto energético neste processo de excreção, além da contaminação ambiental (Fessenden et al. 2019, p. 3023-3024).

Dentre os principais nutrientes essenciais para o sucesso na produção, a proteína dietética tem um papel fundamental na nutrição dos ruminantes, pois além de fornecer aminoácidos para o animal é também uma fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana. Depois da energia, a proteína é o nutriente mais requerido pelos ruminantes. Sendo que o suprimento final de proteína para o intestino delgado é formado por proteína não degradada no rúmen (PNDR) e proteína microbiana, sendo esta última sintetizada no rúmen e considerada de alto valor biológico, fornecendo mais de 50% dos aminoácidos absorvidos pelos ruminantes (Schwab & Broderick 2017, p. 10097).

É fundamental a otimização da síntese de proteína microbiana nos ruminantes. Para isso, é necessário estimular o crescimento dos microrganismos ruminais, sendo necessário que ocorra a degradação proteica e disponibilidade de amônia (N-NH₃), além da disponibilidade de energia no ambiente ruminal (Brooks et al. 2012, p. 4985-4994).

A ureia é largamente utilizada na alimentação de vacas leiteiras, se destacando por ser de baixo custo, disponibilidade e facilidade de uso. Esta melhora a capacidade de síntese de proteína microbiana. Sendo que, ao chegar no rúmen, a ureia é hidrolisada, sendo convertida em N-NH₃ e dióxido de carbono (CO₂). Esta amônia, juntamente com fontes de carboidratos rapidamente fermentáveis, é utilizada para a síntese de proteína microbiana, por fornecer proteína e energia a estes microrganismos (Alves, et al. 2014, p. 58-60).

Objetivou-se avaliar as características produtivas, nutricionais, metabólicas e econômicas de vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de estudo e considerações éticas

Este estudo foi realizado após a aceitação pelo Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA) da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), caso nº 0356/19.

O experimento foi conduzido na Fazenda Branquinha, situada em Corrente/PI. (latitude 10 ° 26 '30' 'S e longitude 45 ° 9' 52 " W). O clima é classificado como Aw (clima tropical com estação seca de Inverno), de acordo com a classificação de Köppen. As temperaturas mínima e máxima na região são 17,6 e 32,2°C, respectivamente. A precipitação média anual é de 1.035 mm, e o período chuvoso está concentrado entre novembro e março, podendo se estender até maio.

2.2 Animais, tratamentos, dietas e manejo

Foram utilizadas cinco vacas lactantes $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de 60 meses e peso corporal médio de 518 kg \pm 52 kg, distribuídas em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino 5 x 5 (cinco animais, cinco períodos e cinco tratamentos). Estes animais permaneceram em baias individuais de 30 m², uma do lado da outra e eram alimentados com dieta para atender às exigências de manutenção e produção de 20 litros de leite a 3,5% gordura segundo NRC (2001), com a relação volumoso:concentrado de aproximadamente 60:40.

Os tratamentos foram constituídos de concentrações diferentes de ureia: U-50 (5,7 g de ureia/Kg de MS do concentrado); U-75 (8,6 g de ureia/Kg de MS do concentrado); U-100 (11,4 g de ureia/Kg de MS do concentrado); U-125 (14,3 g de ureia/Kg de MS do concentrado) e U-150 (17,1 g de ureia/Kg de MS do concentrado).

Tabela I. Composição bromatológica da silagem de sorgo e suplemento fornecido a vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo.

Item	Composição química da silagem e dos concentrados					
	Silagem	Níveis de ureia				
		50	75	100	125	150
MS ¹ (g/kg)	308	753	789	796	852	875
MM ² (g/kg MS)	93	78	83	66	96	101
PB ³ (g/kg MS)	77	262	286	283	320	334
FDNcp ⁴ (g/kg MS)	706	225	210	208	185	190
FDA ⁵ (g/kg MS)	430	88	107	100	102	92
EE ⁶ (g/kg MS)	80	56	51	52	50	51
CNF ⁷ (g/kg MS)	53	379	329	390	363	305

¹Matéria seca; ²Matéria mineral; ³Proteína bruta; ⁴Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; ⁵Fibra em detergente ácido; ⁶Extrato etéreo; ⁷Carboidratos não fibrosos

Foi feita uma adaptação de 20 dias à dieta e manejo antes do início do período experimental. O experimento teve duração de 105 dias, divididos em cinco períodos de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais às dietas experimentais e sete dias para coleta de dados.

O manejo diário das vacas começou às duas horas da madrugada, quando saíam das baias para a primeira ordenha, que era realizada de forma mecânica (tipo balde ao pé, modelo fila indiana com fosso). Antes de cada ordenha era realizada o antissepsia dos tetos (*Pré-Dipping*) com uma solução antisséptica à base de hipoclorito de sódio (NaClO) e, após a ordenha, era feita a imersão dos tetos com uma solução à base de iodo glicerinado (*Pós-Dipping*). Em seguida, era fornecida a dieta em comedouros do tipo meia bombonas com disponibilidade de 100 cm lineares por animal. O fornecimento da água era *ad libitum* em bebedouros com abastecimento automático. A segunda ordenha iniciava às 13 horas, seguido de fornecimento da dieta.

Tabela II. Proporção dos ingredientes dos suplementos e composição química das dietas fornecidas a vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo.

Ingredientes	Proporção dos ingredientes dos suplementos				
	U-50	U-75	U-100	U-125	U-150
Sorgo grão moído (g/kg)	513,3	520,7	528,4	536,3	544,5
Farelo de soja (g/kg)	441,4	430,4	419,1	407,4	395,4
Sal mineral* (g/kg)	23,2	23,6	23,9	24,2	24,6
Calcário calcítico (g/kg)	15,0	15,2	15,4	15,7	15,9
Ureia (g/kg)	5,7	8,7	11,7	14,9	18,1
Fosfato Bicálcio (g/kg)	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5
Composição química das dietas					
PB (g/kg MS)	174,7	178,3	179,6	184,3	186,9
FDN (g/kg MS)	504,3	493,8	493,3	476,8	477,4
NDT (g/Kg MS)	767,9	726,5	779,0	742,1	751,0
EE (g/kg MS)	69,7	67,3	67,9	66,7	66,8
CNF (g/kg MS)	190,0	171,4	197,4	189,4	165,0

*Composição: cálcio 200 g/Kg; fósforo 100 g/Kg; sódio 68 g/Kg; magnésio 15 g/Kg; enxofre 12 g/Kg; zinco 6285 mg/Kg; manganês 1960 mg/Kg; cobre 1650 mg/Kg; flúor (máximo) 1000 mg/Kg; cobalto ferro 560 mg/Kg; 200 mg/Kg; iodo 195 mg/Kg; níquel 40 mg/Kg; selênio 32 mg/Kg.

2.3 Consumo e digestibilidade

Para estimar a produção fecal foi utilizado o LIPE® (Lignina isolada, purificada e enriquecida do *Eucalyptus grandis*, UFMG, Minas Gerais) de 500 mg como indicador externo, sendo fornecida, diariamente, uma capsula após a primeira ordenha, durante cinco dias, com dois dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e três dias para coleta das fezes (Saliba 2013, p. 352). As fezes foram coletadas uma vez ao dia no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em freezer -10°C. Para determinação do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), as amostras da silagem, das fezes e dos concentrados foram incubadas no rúmen de cinco animais fistulados por 240 horas (Casali et al. 2008, p. 335-342), tendo o resíduo como indigestível. A digestibilidade aparente foi estimada a partir da produção fecal, verificada com auxílio de LIPE® como indicador externo e o consumo de matéria seca (CMS) foi mensurado do 16º ao 21º pela diferença entre a quantidade fornecida e as sobras.

2.4 Análise química das dietas

As amostras do concentrado, silagem e das fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada de 55 °C por 72 horas. O teor de matéria seca (Protocolo 967,03), nitrogênio total (Protocolo 981,10), matéria mineral (Protocolo, 942,05) e extrato etéreo (Protocolo 942,05) foram determinados de acordo com os métodos da AOAC (1997, p. 369-406). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp) foi estimado de acordo Mertens (2002, p. 1217-1240). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010, p. 980-984): $100 - [\% \text{ PB} - \% \text{ PB derivada da ureia} + \% \text{ ureia}] + \% \text{ FDNcp} + \% \text{ EE} + \% \text{ cinza}$.

2.5 Produção, composição de leite, escore de condição corporal e variação de peso

A produção de leite foi avaliada do 15º ao 19º dia de cada período experimental. O cálculo da produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLcor) foi realizado utilizando-se a seguinte fórmula (Tyrrell & Reid 1965, p. 1215-1223): $\text{PLC3,5\%} = 12,82 * \text{Pgor} + 7,13 * \text{Pptn} + 0,323 * \text{PL}$. Em que: PLC3,5% = produção de leite, kg/dia; Pgor = produção de gordura, kg/dia; e Pptn = produção de proteína, kg/dia.

As amostras de leite para a determinação da sua composição foram coletadas individualmente na ordenha da manhã do 18º dia de cada período e enviadas ao Laboratório da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Foi analisado o teor de gordura, proteína, lactose e sólidos totais pelo, processo de infravermelho, pelo analisador Bentley 2000 (Bentley Instruments®), nitrogênio ureico pelo analisador ChemSpec 150 (Bentley Instruments®) e contagem de células somáticas (CCS) pelo método de citometria fluxométrica pelo Somacount 300 (Bentley Instruments®), no Laboratório da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, seguindo seus protocolos.

O escore de condição corporal das vacas foi mensurado através de avaliação visual realizada por apenas um observador devidamente treinado, utilizando uma escala de 5 pontos (1=magra e 5=gorda) em incrementos de 0,25 unidades (Edmonson et al. 1989, p. 68–78). A variação de peso foi mensurada por pesagem individual em balança eletrônica digital no início e fim de cada período, com 3 pesagens simultâneas, para obtenção da média do peso. Tanto o escore de condição corporal quanto a pesagem individual foram realizados no 1º dia de cada período experimental.

2.6 Parâmetros ruminais, contagem, identificação de protozoários e temperatura retal

No 21º dia de cada período experimental, 4 horas após a alimentação da manhã, foram realizadas as coletas de líquido ruminal, aproximadamente 100 ml, por meio de sonda esofágica. Após a coleta, o pH foi imediatamente mensurado usando um medidor de pH digital. Em seguida, o líquido ruminal foi filtrado em gaze e alíquotas destinadas à avaliação de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e protozoários. As alíquotas de líquido ruminal foram acondicionadas em tubos plásticos, devidamente identificados, e congeladas a -20°C para posteriores análises em laboratório.

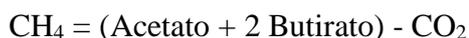
Para avaliação do N-NH₃, 1 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄, 1:1) foi adicionado em 10 ml de líquido ruminal para interromper a fermentação. Sendo a concentração determinada no laboratório de Fisiologia Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, processado pelo método de destilação com hidróxido de potássio (KOH) conforme metodologia descrita por Dettmann et al. (2012, p. 214). Alíquotas de 9 ml de líquido ruminal foram acidificadas com 1 ml de ácido fosfórico (H₃PO₄, 25%) para análise de AGCC, sendo as análises realizadas na Universidade Federal de Viçosa, MG. Por meio dos dados de AGCC, foram estimadas as produções de CO₂ e CH₄ ruminal, utilizando-se a estequiometria de Wolin (1960, p. 1452-1459), assumindo-se que o balanço da oxidação de todos os produtos ruminais é igual a zero:



Em que o CO₂ e o CH₄ são produzidos exclusivamente através das vias de produção do acetato e do butirato, com base nas seguintes equações:



Assim, os moles de CO₂ produzidos podem ser calculados a partir da quantidade e proporção molar de acetato, propionato (p) e butirato e, uma vez conhecidos os moles de CO₂, os moles de CH₄ podem ser calculadas de acordo com a equação:



As amostras para contagem e identificação de protozoários foram obtidas a partir de 1 ml de líquido ruminal diluído em 9 ml de formalina (CH₂O, formaldeído, a 37%). A observação foi realizada no laboratório de Biologia Celular da UESB, com 10µl da amostra

adicionada em uma lâmina com lamínula sob o microscópio óptico com o aumento de 100 X (Wolht et al. 1976, p. 459-464).

Para obtenção da temperatura retal (TR °C), utilizou-se um termômetro clínico digital, o qual foi introduzido no reto do animal, após sua limpeza, de forma que o bulbo ficasse em contato com a mucosa. Manteve-se o equipamento por período de aproximadamente 60 segundos, até que fosse emitido um sinal sonoro, indicando estabilização da temperatura.

2.7 Análise de custo marginal

Para a análise marginal, foi adotado o método de orçamento parcial, considerando-se os elementos que variam com a produção leiteira dos animais e com o sistema de alimentação de cada tratamento testado, como silagem de sorgo, concentrado (sorgo grão, farelo de soja, ureia, calcário calcítico e fosfato bicálcio) e sal mineral. Os custos do concentrado foram obtidos considerando o consumo e o preço dos ingredientes coletados durante o experimento.

Posteriormente, foram avaliadas as receitas com a venda de leite por tratamento, utilizando-se o preço do leite referente ao valor pago no sul do estado do Piauí, conforme levantamento de cotação do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da ESALQ/USP, avaliadas por meio das seguintes variáveis: renda bruta da venda do leite (RBVL) e receita, menos custos com alimentação (RMCA - diferença entre a renda bruta com venda de leite e o custo total com alimentação). A taxa de retorno marginal (TRM) foi calculada conforme metodologia proposta por Evans (2005), que compõe a fórmula:

$$TRM = (RMCA_{padr\tilde{a}o} - CTA_{padr\tilde{a}o} / CTA_{teste} - CTA_{padr\tilde{a}o}) * 100.$$

2.8 Análises estatísticas

A análise dos dados com um delineamento quadrado latino (5 x 5) foi realizada pelo procedimento de análises de variância e regressão, do programa computacional estatístico SAEG (Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.0). Na análise das médias das variáveis dependentes em função dos níveis de inclusão de ureia na dieta total (5,7 g; 8,6 g; 11,4 g; 14,3 g; 17,1 g de ureia/Kg de MS do concentrado), utilizaram-se contrastes polinomiais (L e Q). Adotou-se como nível de significância 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia no consumo alimentar, digestibilidade, parâmetros metabólicos de vacas lactantes (**Tabela III**).

A ausência de efeito no CMS está relacionada a um equilíbrio entre as interações químicas e físicas dos nutrientes, sobretudo entre as frações proteicas com as frações de carboidratos, reflexo da adição de pequenas quantidades de ureia à dieta, que não apenas complementaram a proteína dietética, mas foram capazes de melhorar a atividade microbiana do rúmen devido a sua rápida e alta disponibilidade no ambiente ruminal, sendo a pequena diferença entre os níveis de ureia utilizadas no presente estudo responsáveis pela falta de efeito entre os tratamentos.

Antunes et al. (2016, p. 176-177) alimentaram vacas em lactação com dietas à base de silagem de sorgo, mesma fonte de volumoso do presente trabalho, com diferentes níveis de ureia (0; 3,6; 7,3 e 10,1 g de ureia/ kg de MS da dieta). Não existiu diferença no consumo total de matéria seca, corroborando com presente estudo, onde o consumo de ureia (g/dia) foi próximo entre os dois estudos.

Fessenden et al. (2019, p. 3028-3034), utilizando 4 g de ureia / Kg de MS da dieta de vacas em lactação, também não verificou alteração do consumo total de matéria seca, corroborando com os resultados do presente estudo e consolidando a hipótese de que a inclusão de baixos níveis de ureia na dieta de bovinos leiteiros não altera o consumo de MS.

Apesar de a ureia ser utilizada como controlador de consumo, em que a maior inclusão tende a diminuir o consumo por bovinos (Lima et al. 2013, p. 712-714), os resultados demonstram que vacas Girolando, com produção de até 20 kg de leite dia⁻¹, respondem de forma produtiva similar ao uso de fontes proteicas cereais, permitindo lançar desafios nutricionais em maiores níveis do composto avaliado em dietas. Wilson et al. (1975, p. 1431-1437) atribuíram a redução do consumo de MS da dieta a catabólitos intermediários do metabolismo da ureia apenas quando a inclusão foi acima de 2,3%. No presente estudo, o tratamento de maior nível de ureia teve uma inclusão da mesma de apenas 0,8% da MS.

Os níveis de ureia não foram capazes de variar ($P < 0,05$) o consumo de proteína bruta (CPB), pois este depende do tempo de permanência no rúmen para uma maior degradação em função da atividade microbiana e, conseqüentemente, maior taxa de passagem. Além disso, as dietas experimentais foram formuladas para serem isonitrogenadas e isoenergéticas, segundo NRC (2001). Como não houve variação de CMS, justifica a falta de efeito no CPB.

Não foram observados efeitos do consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) com as diferentes concentrações de ureia ($P < 0,05$). Porém, média de CFDN foi de 10,65 kg de MS ou 2% do peso corporal. Esse elevado consumo pode ser explicado pelo fato de que todos os tratamentos possuíam ureia como fonte de NNP, em que associados aos carboidratos solúveis do concentrado melhoraram o ambiente ruminal, fornecendo condições ótimas para os microrganismos degradarem a fração fibrosa da dieta com mais eficiência, estimulando o animal a ingerir mais alimento, já que este era disponibilizado no cocho 24 horas por dia.

La Ossa et al. (2013, p. 145-146), trabalhando com vacas leiteiras em confinamento com relação volumoso:concentrado similares ao presente trabalho, encontraram CFDN inferior ao que encontramos. Portanto, fatores relacionados ao volumoso utilizado no neste trabalho podem ter propiciado tal resultado, independente do nível de ureia utilizado.

Tabela III. Consumo alimentar, digestibilidade aparente, parâmetros metabólicos de vacas lactantes submetidas a níveis de ureia com dietas à base de silagem de sorgo, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER)

Item	Níveis de ureia					CV (%)	ER	R ²
	U-50	U-75	U-100	U-125	U-150			
Consumo Alimentar								
CMSV ¹	12,37	12,02	12,20	12,51	12,70	16,19	$\hat{Y} = 12,36$	--
CMSC ²	8,98	9,04	9,13	9,85	10,15	16,46	$\hat{Y} = 9,43$	--
CMST ³	21,34	21,06	21,33	22,36	22,85	16,30	$\hat{Y} = 21,79$	--
CPB ⁴	3,31	3,52	3,52	4,12	4,38	16,14	$\hat{Y} = 3,77$	--
CFDN ⁵	10,76	10,39	10,53	10,65	10,92	16,29	$\hat{Y} = 10,65$	--
CEE ⁶	1,47	1,41	1,48	1,51	1,53	24,19	$\hat{Y} = 70,56$	--
CCNF ⁷	4,07	3,63	4,20	4,23	3,75	17,83	$\hat{Y} = 3,98$	--
CNDT ⁸	16,48	15,34	16,71	16,73	17,25	21,42	$\hat{Y} = 16,50$	--
Digestibilidade								
DMS ⁹	58,69	59,65	64,28	62,23	62,61	12,98	$\hat{Y} = 61,49$	--
DPB ¹⁰	74,21	77,88	77,73	81,07	80,61	5,62	$\hat{Y} = 78,30$	--
DFDN ¹¹	73,77	71,94	76,01	72,77	72,69	8,06	$\hat{Y} = 73,44$	--
DEE ¹²	70,94	64,45	78,49	63,57	75,33	15,12	$\hat{Y} = 70,56$	--
DCNF ¹³	89,68	82,70	90,09	78,93	82,18	9,48	$\hat{Y} = 84,71$	--
NDT ¹⁴	76,79	72,65	77,90	74,21	75,10	6,14	$\hat{Y} = 75,33$	--
Parâmetros metabólicos								
pH ¹⁵	6,51	6,63	6,61	6,64	6,65	3,94	$\hat{Y} = 6,61$	--
Sedimentação ¹⁶	172	177	185	170	134	22,35	$\hat{Y} = 167,35$	--
Redução ¹⁷	133	145	194	132	172	33,14	$\hat{Y} = 155,15$	--
N-NH ₃ ¹⁸	39,2	26,7	31,7	21,9	22,9	17,33	$\hat{Y} = 28,48$	---

Glicose ¹⁹	66	66	66	58	61	6,29	$\hat{Y} = 63,6$	--
TR ²⁰	38,6	38,7	38,1	38,6	38,6	0,81	$\hat{Y} = 38,5$	--

¹Consumo matéria seca do volumoso (kg¹d); ²Consumo de matéria seca do concentrado (kg¹d); ³Consumo matéria seca total (kg¹d); ⁴Consumo de proteína bruta (kg¹d); ⁵Consumo de fibra em detergente neutro (kg¹d); ⁶Consumo de extrato etéreo (kg¹d); ⁷Consumo de carboidratos não fibrosos (kg¹d); ⁸Consumo de nutrientes digestíveis totais (kg¹d); ⁹Digestibilidade da matéria seca (%); ¹⁰Digestibilidade da proteína bruta (%); ¹¹Digestibilidade da fibra em detergente neutro (%); ¹²Digestibilidade do extrato etéreo (%); ¹³Digestibilidade do carboidrato não fibroso (%); ¹⁴Nutrientes digestíveis totais na dieta (%); ¹⁵pH do líquido ruminal; ¹⁶Tempo de sedimentação do líquido ruminal (segundos); ¹⁷Tempo de redução do líquido ruminal (segundos); ¹⁸Nitrogênio amoniacal (mg/dl); ¹⁹Glicose sanguínea (mg/dl); ²⁰Temperatura retal (°C).

O presente estudo apresentou teor de CNF na dieta de aproximadamente 183 g por kg de MS, e o NRC (2001) recomenda o limite máximo de CNF conforme a fração fibrosa da dieta (FDN e FDA), que se encontra em torno de 200 a 230g de CNF por kg de MS. Então, a partir desses valores haveria alterações no CMST.

O consumo de extrato etéreo não sofreu efeito significativo com a concentração de ureia ($P < 0,05$), pois a maior fonte de EE na dieta total das vacas foi proveniente da silagem (79 g de EE por kg de MS). Contudo, o consumo torna-se restrito devido ao tipo de fornecimento utilizado, mistura total do concentrado com a silagem, não permitindo uma seleção dos ingredientes pelo animal.

O consumo dos nutrientes digestíveis totais (CNDT) não foi afetado pela concentração de ureia ($P < 0,05$). O NRC (2001) recomenda relação de 335 g de NDT por kg de MS e 90 g de PB por kg de MS, ambos por kg de leite produzido. O presente trabalho apresentou valores bem próximos, sendo 365g de NDT por kg de MS para cada 94g de PB por kg de MS. Sendo assim, a elevação desse nutriente não seria interessante para a produção de leite, pela perda de energia que haveria devido ao desbalanceamento da relação energia:proteína. Assim, as variações promovidas na concentração de ureia nas dietas não foram suficientes para provocar diferenças no CMS.

Os níveis de ureia ($P < 0,05$) (Tabela 3) não afetaram a digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (PB, FDN, EE, CNF e NDT). É fundamental conhecer a composição química e a digestibilidade dos alimentos para a formulação de dietas balanceadas que propiciem aos animais expressarem o máximo do seu potencial produtivo.

Não houve alterações ($P < 0,05$) na digestibilidade da FDN. A ausência de efeito pode ser justificada pela inalteração no consumo de PB, nutriente responsável pelo aumento da

disponibilidade de compostos nitrogenados no rúmen, resultando em estímulo à digestão da fibra. Contudo, o presente trabalho apresentou digestibilidade dos nutrientes superior a trabalhos com relações volumoso:concentrado similares (La Ossa et al. 2013, p. 147), provavelmente devido à fonte de volumoso utilizada interagindo com a PDR, disponibilizando substratos para uma maior ação dos microrganismos no rúmen.

O maior aporte de compostos nitrogenados no rúmen pode estimular a digestão da fibra por resultar em maior crescimento de microrganismos fibrolíticos e aumento na concentração de ácidos graxos voláteis, como acetato, isobutirato e isovalerato (Olmos et al. 2006, p. 1709-1710).

Todavia, efeitos positivos da inclusão de ureia na dieta de ruminantes sobre a digestibilidade dos nutrientes dependem da capacidade dos microrganismos ruminais em assimilar os produtos finais da fermentação (Pessoa et al. 2009, p. 941-945). Sabe-se, portanto, que a produção animal é definida pelo consumo voluntário, que determina a quantidade de nutrientes ingeridos e que a digestibilidade é uma descrição qualitativa do alimento. Desse modo, os níveis de ureia estudados aqui não comprometeram o consumo e a digestibilidade das dietas, mesmo sendo em baixos níveis.

Não houve efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia sobre o pH ruminal (**Tabela III**). Os níveis de ureia fornecidos não influenciaram o pH ruminal, devido ao fato de esta variável estar associada aos níveis de concentrado presentes na dieta, uma vez que foi fornecida mistura completa (volumoso e concentrado). Isso permitiu uma limitação de ingestão do concentrado em um curto espaço de tempo, evitando elevados picos de concentração de AGCC e mantendo estabilidade ruminal.

O pH do líquido ruminal deve ser superior a 6 e inferior a 7,2 para que o ambiente ruminal possua condições favoráveis para proliferação das bactérias celulolíticas, consequentemente melhorando a digestibilidade da fibra (Alves et al. 2018, p.330). No presente estudo, a média do pH do líquido ruminal foi de 6,61 dentro da faixa ideal para a proliferação dessas bactérias.

O nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) não sofreu efeito dos níveis de ureia ($P < 0,05$). A ureia, quando consumida pelos animais, é imediatamente atacada por ureases bacterianas e degradada, aumentando a produção de nitrogênio amoniacal. Este é utilizado imediatamente para síntese de proteína microbiana, porém o excesso de ureia ou em desbalanço energético resulta na elevação da concentração de amônia no rúmen e escape da mesma pela parede ruminal (Ítavo et al. 2016, p.452-458). A falta de efeito na concentração de $N-NH_3$ do presente estudo pode ser explicada pelas pequenas diferenças nos níveis de ureia entre os

tratamentos, pouco mais de 11 g de ureia/kg de MS do concentrado entre o menor e o maior nível.

Não houve diferença ($P < 0,05$) na glicose sanguínea (**Tabela III**). Isso já era esperado por que as taxas de glicose circulante na corrente sanguínea em ruminantes é pouco influenciada pelos níveis de alimentação (Mota et al. 2018, p. 371-377). A maior parte da glicose circulante em ruminantes tem origem na gliconeogênese hepática, sendo que o propionato é o principal precursor desta gliconeogênese hepática. O propionato, por sua vez, é oriundo da degradação da matéria seca, que é influenciada pela degradação das frações proteicas (Marques et al., 2011, 1088-1094). Mas, devido às dietas do presente estudo serem isonitrogenadas, a degradação da matéria seca foi semelhante em todos os tratamentos, não influenciando nas taxas de glicoses circulantes.

Alguns trabalhos mostram que a glicose circulante em ruminantes quando não sofre alteração à substituição parcial ou total a fonte de proteína bruta. Silva et al. (2016, p. 177) com vacas leiteiras, Mota et al. (2018, p. 375) com novilhas leiteiras e Bezerra (2018, p. 101) com vacas leiteiras.

Não houve efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia sobre a produção e composição de leite (**Tabela IV**). Essa ausência de efeito sobre a produção de leite pode estar vinculada ao atendimento das exigências nutricionais não apenas de proteína bruta, mas também de proteína degradável no rumem e não degradável.

Não foram observadas diferenças significativas na produção de leite, corrigida para 3,5% de gordura (PLC 3,5%) em função dos níveis de ureia ($P < 0,05$). Hu et al. (2007, p. 3355-3366) associam a variação da PLC 3,5% à produção de gordura ($\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}$) e proteína ($\text{kg}\cdot\text{dia}^{-1}$) pelo fato de esta compor a equação que corrige o valor real da produção de leite incluindo a gordura, sendo este um dos fatores determinantes para a variação da PLC 3,5%. Souza et al. (2015, p. 564-572) e Antunes et al. (2017, p. 176-177), ao substituírem fontes de proteína de origem vegetal por nitrogênio não proteico, também não observaram efeitos significativos na produção de leite corrigido.

Mesmo o teor de gordura (GOR) sendo o componente do leite com a maior variação causada pela dieta, com alterações nos processos de fermentação do rúmen (Santos et al. 2012, p. 1025-1084), não foram observados efeitos significativos neste em função dos níveis de ureia ($P < 0,05$).

A ausência de efeito pode estar associada à ausência de variação do padrão fermentativo resultante das dietas fornecidas, o que afeta diretamente no substrato gerado para a síntese de gordura na glândula mamária. Segundo Marques et al. (2011, p. 1088-1094)

e Barbosa et al. (2012, p. 621-628), os constituintes do leite podem ser alterados diretamente pelo estado nutricional e metabólico de vacas leiteiras.

A proteína no leite (PTN) não foi influenciada pelas concentrações de ureia ($P < 0,05$). O aumento do nível de proteína no leite está correlacionado a uma maior quantidade dietética de CNF (Santos et al. 2012, p.1025-1034). Este, por sua vez, associado ao NNP melhora a captura de N e energia por parte dos microrganismos, otimizando a síntese de proteína microbiana, sendo esta rica em aminoácidos essenciais, que são absorvidos no intestino delgado, aumentando a síntese de proteínas no leite (Tacoma et al. 2017, pp. 7246–7261). Neste trabalho não houve variação no teor de CNF e todos os tratamentos possuíam ureia. Isso justifica a falta de efeito para esta variável.

Tabela IV. Produção e análise marginal de vacas lactantes submetidas a níveis de ureia com dietas à base de silagem de sorgo, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER)

Item	Concentrações de ureia					CV(%)	ER	R ²
	U-50	U-75	U-100	U-125	U-150			
Produção e composição do leite								
PL ¹	18,95	19,38	19,44	18,55	19,16	28,04	Ŷ= 19,10	-
PLC ^{3,5%2}	21,96	21,95	22,98	20,02	21,59	32,70	Ŷ= 21,70	-
ESD ³	94,0	94,3	95,2	94,1	96,2	3,40	Ŷ= 94,74	-
PTN ⁴	38,2	39,3	39,1	39,0	40,7	7,18	Ŷ= 39,24	-
Lactose (g.kg ⁻¹)	46,3	45,5	46,6	45,6	46,1	2,07	Ŷ= 45,99	-
Gordura (g.kg ⁻¹)	45,8	46,2	46,8	47,0	48,4	12,20	Ŷ= 46,84	-
G:P ⁵	1,20	1,13	1,20	1,16	1,19	7,22	Ŷ= 1,17	-
ST ⁶	139,8	138,5	142,0	139,4	144,6	5,41	Ŷ= 140,85	-
CCS ⁷	760	350	264	423	404	101,03	Ŷ= 400,25	-
NUL ⁸	19,88	19,68	21,80	21,16	22,65	14,19	Ŷ= 21,03	-
VPC ⁹	0,122	-0,222	-0,167	-0,022	0,444	1966,72	Ŷ= 0,03	-
VECC ¹⁰	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	-390,87	Ŷ= -0,03	-
Custos								
CTV ¹¹	2,00	1,95	1,98	2,03	2,06	16,21	Ŷ= 2,00	-
CTC ¹²	8,77	8,77	8,81	9,46	9,66	18,21	Ŷ= 9,17	-
CTA ¹³	10,77	10,72	10,78	11,49	11,71	17,75	Ŷ= 11,17	-
Indicadores econômicos								
RBVL ¹⁴	28,43	29,08	29,16	27,82	28,74	30,70	Ŷ= 28,65	-
RMCA ¹⁵	17,66	18,36	18,38	16,34	17,03	48,18	Ŷ= 17,55	-
TMR ¹⁶	0,00	589,10	583,43	591,64	596,27	3221,84	Ŷ=472,09	-

¹Produção de leite (kg¹d); ²Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (Kg¹d); ³Extrato seco desengordurado (g.kg⁻¹); ⁴Proteína (g.kg⁻¹); ⁵Relação gordura proteína (g/g); ⁶Sólidos totais (g.kg⁻¹); ⁷Contagem de células somáticas (mil CS/mL); ⁸Nitrogênio ureico no leite (mg/dL); ⁹Variação do peso corporal por dia(Kg¹d); ¹⁰Variação do escore de condição corporal (Pontos); ¹¹Custo total com volumoso (R\$.dia-1); ¹²Custo total com concentrado (R\$.dia⁻¹); ¹³Custo total com alimentação (R\$.dia⁻¹); ¹⁴Receita bruta com a venda do leite (R\$.dia⁻¹); ¹⁵Receita menos o custo com alimentação (R\$.dia⁻¹); ¹⁶Taxa de retorno marginal (%).

Além disso, a ureia mesmo em baixas concentrações, estava presente em todos os tratamentos. Isso fornecia NNP, otimizando os microrganismos ruminais, aumentando a proteína microbiana que é rica em AA essenciais para a síntese do leite e proteína do leite (Clark et al. 1992, p. 2304-2323).

Não houve efeito dos níveis de ureia sobre o extrato seco desengordurado (ESD) e extrato seco total (EST), devido à ausência de variação dos principais constituintes que os compõem. Esta variável é uma importante indicadora da qualidade do leite representada pela soma de todas as partes sólidas do leite, principalmente gorduras e proteínas, consideradas, na indústria de laticínios, como os componentes que promovem o rendimento em produtos oriundos do leite e por meio dos quais se faz o pagamento ao produtor pelo produto entregue à indústria.

Semelhante aos resultados deste trabalho, Faleiro Neto et al. (2013, p. 52-59), avaliando duas fontes de NNP na dieta de vacas mestiças Holândes/Zebu, oferecidas em três níveis, 0,3; 0,6 e 0,9% na matéria natural e uma dieta controle sem fonte de NNP, não encontraram diferença nos teores de sólidos totais, com média de 11,19%.

O nitrogênio ureico no leite (NUL) não sofreu efeito dos níveis de ureia ($P < 0,005$). O excesso de proteína na dietas de vacas de leite, principalmente nas formas degradáveis e solúveis, quando não são completamente utilizadas pelos microrganismos ruminais, é absorvido pelo epitélio ruminal na forma de amônia, para a corrente sanguínea, convertido em ureia pelo fígado e excretado na urina e no leite (Fessenden et al. 2019, p. 3031-3033), sendo uma importante ferramenta para avaliar o balanceamento das dietas de bovinos leiteiros (Tripathi, 2014, p. 1-11). Neste estudo, mesmo a dieta com maior nível de ureia não foi o suficiente para haver excedentes de N no rúmen, não alterando o NUL.

Os níveis de ureia não afetaram ($P < 0,05$) a contagem de células somáticas (CCS) no leite. A CCS é influenciada por vários fatores no leite, como a ordem de parto, idade, período de lactação, mês e estação do ano, a gestão, o estado nutricional e, principalmente, a saúde da glândula mamária (Teixeira et al. 2015, p. 284-285). A IN nº 76 determina que a CCS seja de, no máximo, 500.000 CCS/mL (BRASIL, 2018). A CCS deste estudo está abaixo dos níveis máximos da desta IN (425.000 CS/mL). Este baixo CCS está atrelado ao manejo da ordenha e higiene dos equipamentos, que eram rigorosamente executados em todas as ordenhas.

É importante ressaltar que, mesmo não havendo diferença significativa na composição do leite entre os tratamentos, as vacas produziram leite com elevados teores de extrato seco desengordurado, proteínas, gordura e lactose, em média 94,74; 39,24; 46,84 e

45,99 g/litro de leite, respectivamente, superando o limite mínimo (extrato seco desengordurado 84 g/litro, proteínas 29 g/litro, gordura 30 g/litro e lactose 43 g/litro) estabelecido pela Instrução Normativa 76 para o leite (BRASIL, 2018).

A variação de peso corporal e escore de condição corporal (VECC) não sofreram efeito dos níveis de ureia ($P < 0,05$), devido à ausência de efeito do CMS. Logo, à disponibilidade de nutrientes. E pode-se atribuir também ao fato de a produção de leite manter-se constante mediante o aumento dos níveis de ureia e não proporcionar aumento nas quantidades de energia e proteína para a formação de tecido adiposo.

O ECC está associado à capacidade genética máxima de produção de leite por vacas em lactação e, quando esta é atingida, passa-se a depositar reservas energéticas no corpo do animal na forma tecidual. O NRC (2001) relata que o ECC está relacionado com teores de gordura, proteína e de energia no corpo e são responsáveis pelas variações destes em 65%, 52% e 66%, respectivamente. No presente trabalho não houve variação no ECC dos animais.

O custo total com volumoso (CTV), concentrado (CTC) e alimentação (CTA) não sofreram efeitos significativos ($P < 0,05$). Apresentaram médias R\$ 2,00; 9,17 e 11,17, respectivamente. A falta de efeito é explicada pelo fato de estes custos estarem relacionados ao consumo diário e estes não foram alterados pelos níveis de ureia na dieta. O objetivo do presente estudo não era substituir a fonte de PB e sim fornecer uma fonte de proteína de rápida degradação, a fim de melhorar o ambiente ruminal. Por isso, a falta de efeito no preço (R\$) final do Kg do concentrado entre os tratamentos e, conseqüentemente, no custo total com alimentação. Já o CTC foi o que mais impactou no CTA.

A receita bruta com a venda de leite (RBVL) não apresentou efeito significativo ($P < 0,05$), apresentando média de R\$ 28,65, sendo pago o valor fixo de R\$ 1,50 por litro de leite. Os níveis de ureia na dieta também não causaram efeitos significativos ($P < 0,05$) para a margem bruta (receita menos custo com alimentação - RMCA), apresentando média de R\$ 17,55 por dia. A ausência de efeito em ambos os casos ocorreu devido à falta de alteração na produção de leite, sendo este o principal responsável pela variação das receitas.

A taxa de retorno marginal (TRM) não apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$). A TRM representa a diferença obtida com o incremento no retorno, em porcentagem, do custo total adicional, sendo um procedimento útil para fazer recomendações de novas tecnologias aos produtores (Evans, 2005). No presente estudo, mesmo não havendo efeitos significativos entre os tratamentos, pôde-se observar que a TRM foi positiva em ambos, podendo ser recomendado o uso (para vacas em lactação de média produção, alimentadas com silagem de sorgo) de quaisquer concentrados aqui estudados.

A maior produção nem sempre é o maior lucro. Por isso, a atividade produtiva deve ser eficiente, tanto em termos técnicos como em termos econômicos. Ou seja, que as atividades sejam realizadas a custo mínimo (Lopes et al. 2012, p. 458-465), sendo o custo de produção considerado como o gasto necessário na geração do produto em ambos, tanto nos conceitos técnicos como econômicos. Mas, este último toma por preço o assim chamado custo de oportunidade desses fatores.

A relação de troca observada no neste trabalho é de R\$ 2,56 para cada R\$ 1,00 investido em alimentação. Mesmo sendo desconsiderados outros custos, como vacinação, mão de obra, depreciação, a relação de troca foi considerada alta. Sendo que o custo com alimentação representa de 50 a 68% do custo total de litro de leite produzido (Rodrigues et al. 2012, p.109-129).

CONCLUSÃO

Conclui-se que na dieta de vacas de leite à base de silagem de sorgo pode-se realizar a inclusão de ureia no concentrado com níveis de 5,7 a 17,1 g/kg do concentrado, sem redução do desempenho produtivo dos animais. Mesmo não ocorrendo diferenças estatísticas entres os tratamentos, houve uma diferença de 0,99 reais (R\$) entre o maior e o menor custo total com alimentação diária, sendo o menor e maior custo com alimentação diária os tratamentos 8,6 e o 17,1 g de ureia/Kg de MS do concentrado, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, EM, Magalhães, DR, Freitas, MA, Santos, EJ, Pereira, MLA & Pedreira, MS 2014, 'Nitrogen metabolism and microbial synthesis in sheep fed diets containing slow release urea to replace the conventional urea', *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, vol. 36, nº. 1, pp. 55-62.
- Alves, JLR, Goes, RHTB, Martinez, AC, Nakamura, AY, Gandra, JR & Souza, LCF 2018, 'Ruminal parameters and ruminal degradability of feedlot sheep fed safflower grains', *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol.19, nº.3, pp.324-335.
- Antunes, APS, Rocha Júnior, VR, Menezes, GCC, Ruas, JRM, Souza, VM, Mariz, LDS, Silva, JJP & Silva, DA 2016, 'Nitrogênio não proteico em substituição ao farelo de soja

- na dieta de vacas F1 Holandês x Zebu’, *Revista Brasileira de Ciências e Veterinária*, vol. 23, n°. 3-4, pp. 174-179.
- AOAC 1990, ‘Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists’, *Association of Official Analytical Chemists*, Washington, 15th ed., p.369-406.
- Barbosa, RS, Fischer, V, Ribeiro, MER, Zanela, MB, Stumpf, MT, Kolling, GJ Schafhauser Junior, J, Barros, LE & Egito, AS 2012, ‘Electrophoretic characterization of proteins and milk stability of cows submitted to feeding restriction’, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol.47, pp.621-628.
- Bezerra, RAD 2018, ‘Cana hidrolisada associada a diferentes tipos de ureia na dieta de vacas leiteiras’, Dissertação ,Mestrado em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticaba, fl.101.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Aprova regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru refrigerado, *Diário Oficial da União* Seção1.
- Brooks, MA, Harvey, RM, Johnson, NF & Kerley, MS 2012, ‘Rumen degradable protein supply affects microbial efficiency in continuous culture and growth in steers’, *Journal of Animal Science*, vol. 90, n°. 9, pp. 4985-4994.
- Casali, AO, Detmann, E, Valadares Filho, SC, Perreira, JC, Henriques, LT, Freitas, SG & Paulino, MP 2008, ‘Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in sit*’, *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol.37, n°. 2, pp.335-342.
- Clark, JH, Klusmeyer, TH, Cameron, MR 1992, ‘Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 75, pp. 2304–2323.
- Detmann, E & Valadares Filho, SC 2010, ‘On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets’, *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol.62, pp. 980-984.

- Detmann, E, Souza, MA, Valadares Filho, SC, Queiroz, AC, Berchielli, TT, Saliba, EOS, Cabral, LS, Pina, DS, Ladeira, MM & Azevedo, JAG 2012, 'Métodos para análise de alimentos', Visconde do Rio Branco: Suprema, pp.214.
- Edmonson, AJ, Lean, IJ, Weaver, LD, Farver, T, Webster, G 1989. 'A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows', *Journal of Dairy Science*, vol. 72, nº. 1, pp. 68–78.
- EMBRAPA – 'Anuário do Leite 2018: Indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro' 2018. Edição Digital. Disponível <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094149/anuario-leite-2018-indicadores-tendencias-e-oportunidades-para-quem-vive-no-setor-leiteiro>> Acesso em 04 de junho de 2019.
- Evans, E 2005. 'Marginal Analysis: An Economic Procedure for Selecting Alternative Technologies/Practises'. *Florida Cooperative Extension Service*. Gainesville, University of Florida.
- Fessenden, SW, Foskolos, A, Hackmann, TJ, Ross, DA, Block, E & Van Amburgh, ME 2019, 'Effects of a commercial fermentation byproduct or urea on milk production, rumen metabolism, and omasal flow of nutrients in lactating dairy cattle', *Journal of Dairy Science*, vol. 102, nº. 4, pp. 3023-3035.
- Faleiro Neto, JA, Reis, RB, Sampaio, IB, Saturnino, HM, Sousa, BM & Moreira, EM 2013, 'Produção e composição do leite de vacas alimentadas com cana de açúcar suplementada com fontes de nitrogênio não proteico de diferentes degradabilidades ruminal', *Ars Veterinaria*, vol. 29 nº. 1, pp.52-59.
- Hu W, Murphy MR, Constable, PD & Block, E 2007, 'Dietary cation-anion difference and dietary protein effects on performance and acid-base status of dairy cows'. *Journal of Dairy Science*, vol.90, pp.3355-3366.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 'Pesquisa da Pecuária Municipal', 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadct/brasil>> Acesso em: 21 de maio de 2019.
- Ítavo, LCV, Ferreira, CCB, Dias, AM, Franco, GL, Pereira, LC, Leal, ES, Araújo, HS & Souza, ARDL 2016, 'Combinações de fontes de nitrogênio não proteico em suplementos

- para novilhos Nelore em pastejo’, *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol.17, n°.3, pp.448-460.
- La Ossa, JEP, Lana, RP, Guitierrez, GS, Balbino, EM & Silva, JCPM 2013, ‘Formas de utilização de cana-de-açúcar e níveis de suplementação concentrada para vacas mestiças leiteiras de baixa produção’, *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, vol.3, n°.1, pp.138-150.
- Lima, FHS, Gonzaga Neto, S, Leite, SVF, Melo, AS, Sousa, JEL, Moura, JFP, Lima, JSB & Costa, TP 2013, ‘Comportamento ingestivo de vacas primíparas das raças Guzerá e Sindi recebendodietas com diferentes níveis de ureia’, *Ciência Rural*, vol .43, n°. 4, pp.709-715.
- Lopes, MA, Santos, G & Carvalho, FM 2012, ‘Comparativo de indicadores econômicos da atividade leiteira de sistemas intensivos de produção de leite no Estado de Minas Gerais’, *Revista Ceres*, vol. 59, n°.4, pp. 458-465.
- Marques, LT; Fischer, V, Zanela, MB, Ribeiro, MER, Stumpf Júnior, W & Rodrigues, CM 2011, ‘Produção leiteira, composição do leite e perfil bioquímico sanguíneo de vacas lactantes sob suplementação com sal aniônico’, *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol.40, n°.5, pp.1088-1094.
- Mertens, DR 2002, ‘Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study’, *Journal of AOAC International*, vol.85, pp.1217-1240.
- Mota, DA, Fragata, NP, Melo, TV, Domingues, FN, Bento, CBP & Silva, JB 2018, ‘Perfil metabólico de novilhas alimentadas com diferentes fontes proteicas’. *Revista Agrarian*. vol.11, n°.42, pp. 371-379.
- NRC - National Research Council, 2001. ‘Nutrient Requirements of Dairy Cattle, seventh revised’ ed. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Olmos Colmenero, JJO & Broderick, GA 2006, ‘Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows’, *Journal Dairy Science*, vol.89, pp.1704–1712.

- Rodrigues, AM, Guimarães SJ & Oliveira, C 2012, 'Rentabilidade das explorações leiteiras em Portugal - dados técnicos e económicos' *Livro de Resumos, V Jornadas de Bovinicultura*, pp. 109-129.
- Pessoa, RAS, Leão, M.I, Ferreira, MA, Valadares Filho, SC, Valadares, RFD & Queiroz, A.C 2009, 'Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia associados a diferentes suplemento', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 38, nº. 5, pp. 941-945.
- Saliba, EOS 2013, 'Compêndio de utilização de indicadores do metabolismo animal' 1. Ed. Viçosa: UFV, pp. 352.
- Santos, AS, Valadares Filho, SC, Detmann, E, valadares, RFD, Ruas, JRM, Prados, LF & Mariz, LDS 2012, 'Intake, digestibility and nitrogen use efficiency in crossbred F1 Holstein×Zebu grazing cows', *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 41, nº. 4, pp.1025-1034.
- Schwab CG, & Broderick, GA 2017, 'A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows', *Journal of dairy Science*, vol. 100, nº. 12, pp.10094-10112.
- Silva, JÁ, Pereira Neto, WS, Ribeiro, MD, Leonel, FP; Paula, NF, Fazzion, JC, Malhado, ALN, Barros, MP, Cabral, LS & Souza, EC 2016, 'Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras mantidas em pasto suplementadas com diferentes fontes proteicas', *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 17, nº. 2, pp. 174-185.
- Souza, RC, Reis, RB, Lopez, FCF, Mourthe, MHF, Lana, AMQ, Barbosa, FA & Souza, BM 2015, 'Efeito da adição de teores crescentes de ureia na cana-de-açúcar em dietas de vacas em lactação sobre a produção e composição do leite e viabilidade econômica', *Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol.67, nº.2, pp.564-572.
- Tacoma, R, Fields, J, Ebenstein, DB, Lam, YW & Greenwood, SL 2017, 'Ratio of dietary rumen degradable protein to rumen undegradable protein affects nitrogen partitioning but does not affect the bovine milk proteome produced by mid-lactation Holstein dairy cows', *Journal of Dairy Science*, vol.100, nº. 9, pp.7246-7261.

Teixeira, CRV, Lana, RP, Rennó, LN, Veloso, CM, Carvalho, JC & Menezes, A. A 2015, 'Urea and salt as supplementary diet for crossbreed milk cows', *Acta Scientiarum*, vol. 37, n°. 3, pp. 281-287.

Tripathi, MK 2014, 'Effect of nutrition on production, composition, fatty acids and nutraceutical properties of milk', *Advances in Dairy Research*, vol. 2, n°. 2, pp.1-11.

Tyrrell, HF & Reid JT 1965. 'Prediction of the energy value of cow's milk', *Journal of Dairy Science*, vol. 48, n°. 9, pp. 1215-23.

Wilson, G, Martz, FA, Campbell, JR & Becker, BA 1975, 'Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake of urea for ruminants. *Journal of Animal Science*, vol. 41, n°. 5, pp. 1431-1437.

Wolin, MJ 1960, 'A theoretical rumen fermentation balance', *Journal of Dairy Science*, vol. 43, n°. 10, pp.1452-1459.

Wolht, JE, Clark, JH & Blaisdell, FS 1976, 'Effect of sampling, time, and method of concentration of ammonia nitrogen in rumen fluid', *Journal of Dairy Science*, vol. 59, pp. 459-464.

CAPÍTULO 3. Comportamento ingestivo de vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo

Elaborada de acordo com as normas da Revista Mexicana de Ciências Pecuárias
(<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/index>)

Comportamento ingestivo de vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo

ALVES, Ricardo Holanda^{a*}; SANTANA JUNIOR, Hermógenes Almeida de^a,
colaboradores...

^aUniversidade Federal do Piauí, Campus Prof.^a Cinobelina Elvas

Resumo

Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta a base de silagem de sorgo. Este estudo foi realizado após a aceitação pelo Comitê de Ética em Uso Animal da Universidade Estadual do Piauí, caso nº 0356/19. Foram utilizadas 05 vacas lactantes $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de 60 meses e peso corporal médio de 518 kg \pm 52 kg que foram distribuídas em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino 5x5. Os tratamentos U-50; U-75; U-100; U-125 e U-150 correspondiam a 51,2; 77,7; 104,1; 140,8 e 173,5 g de ureia consumidos por dia, respectivamente. As avaliações do comportamento foram realizadas no 20º dia de cada período, sendo feitas observações a cada cinco minutos, por um período de 24 horas, sendo feitas cinco avaliações, totalizando 120 horas de avaliações. A análise dos dados foi realizada pelo procedimento de análises de variância e regressão, do programa computacional estatístico SAEG (versão 9.0). Adotou-se como nível de significância 0,05. Não houve efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia no concentrado sobre o comportamento ingestivo em vacas lactantes alimentadas com silagem de sorgo. Em média, as vacas passaram 270,6 minutos/dia em alimentação, 511,8 minutos/dia ruminando e 657,8 minutos/dia em outras atividades. O tempo de mastigação total não sofreu efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia. Não houve efeito ($P < 0,05$) dos níveis de ureia nos aspectos do bocado. A inclusão dos níveis de ureia (51,2 a 173,5 g de ureia consumidos por dia) não alterou o tempo de alimentação, o tempo de ruminação e o tempo de outras atividades de vaca de leite submetidas a dieta à base de silagem de sorgo. Além disso, não influenciou nos aspectos de ruminação.

Palavras-chave: Alimentação, Nitrogênio não proteico, Ruminação

Ingestive behavior of milk cows fed urea levels with diets based on sorghum silage

Abstract

The objective of this study was to evaluate the ingestive behavior of dairy cows submitted to urea levels in the sorghum silage diet. This study was conducted after acceptance by the Animal Use Ethics Committee of the State University of Piauí, case No. 0356/19. Five lactating 3/4 Holstein x 1/4 Gir Dairy cows were used in the middle third of lactation, with an average age of 60 months and mean body weight of 518 kg \pm 52 kg that were distributed in five treatments, in a 5x5 Latin square experimental design. U-50 treatments; U-75; U-100; U-125 and U-150 corresponded to 51.2; 77.7; 104.1; 140.8 and 173.5 g of urea consumed per day, respectively. Behavioral evaluations were performed on the 20th day of each period, and observations were made every five minutes for a period of 24 hours, and five evaluations were made, totaling 120 hours of evaluations. Data analysis was performed by the variance and regression analysis procedure of the SAEG statistical software (version 9.0). It was adopted as significance level 0.05. There was no effect ($P < 0.05$) of concentrate urea levels on ingestive behavior in lactating cows fed sorghum silage. On average, cows spent 270.6 minutes / day feeding, 511.8 minutes / day ruminating and 657.8 minutes / day in other activities. Total chewing time had no effect ($P < 0.05$) on urea levels. There was no effect ($P < 0.05$) of urea levels on the bit aspects. The inclusion of urea levels (51.2 to 173.5 g of urea consumed per day) did not change feeding time, rumination time and time of other activities of dairy cow submitted to sorghum silage diet. Moreover, it did not influence rumination aspects.

Key words: Feeding, Non-protein nitrogen, Rumination

Introdução

Na pecuária leiteira, o custo de produção é impactado pela alimentação, sendo responsável por mais de 50% do custo final do litro de leite, motivo pelo qual muitos pesquisadores vêm estudando alternativas para diminuir estes custos com alimentação, buscando estratégias que minimizem os gastos sem impactar negativamente no desempenho dos animais. Além disso, é fundamental o conhecimento das características dos alimentos e seu balanceamento nas dietas, as quais devem ser formuladas para atender às exigências dos animais.

O conhecimento do comportamento animal é importantíssimo na produção e nutrição de ruminantes, devido ao fato de haver interações entre animal e o meio em que vivem. Por outro lado, para racionalizar os métodos de criação tem-se desenvolvido técnicas de manejo, nutrição e instalações que interferem e também dependem da observação do comportamento. O comportamento ingestivo é observado através de atividades ingestivas, com a finalidade de se verificarem as causas para diferentes frequências de alimentação, ruminação e outras atividades, que podem ser relacionadas ao tipo de dieta, afetando de forma positiva ou negativa o consumo voluntário dos animais, podendo influenciar no desempenho produtivo ⁽¹⁾.

Por isso, o monitoramento do comportamento ingestivo de vacas leiteiras pode fornecer informações importantes sobre a saúde, a produtividade, e o bem-estar⁽²⁾. Sendo que o tempo e a intensidade deste fornecem informações sobre os padrões de variações do comportamento dos ruminantes e a identificação de seus desvios podem ser utilizados para a detecção de problemas relacionados à saúde do animal⁽³⁾, além de possibilitar ao pecuarista um ajuste no manejo dietético, a fim de alcançar um melhor desempenho produtivo desses animais.

Variações no tempo e na frequência dos parâmetros do comportamento ingestivo de vacas leiteiras podem fornecer diagnósticos precoces de certas patologias, além de preverem o dia em que o animal está em cio e o dia do parto em vacas gestantes. Vacas diagnosticadas com mastite clínica e subclínica passaram menos tempo ruminando do que as vacas saudáveis⁽⁴⁾. Assim como vacas com início de claudicação passam menos tempo se alimentando quando comparadas com animais sadios⁽⁵⁾. Esse diagnóstico precoce diminui as perdas econômicas devido à diminuição da produção e custos com o tratamento. Vacas em estro reduzem cerca de 19% do tempo gasto em ruminação, como é possível implantar biotecnologias reprodutivas mais eficientes, aumentando a produtividade da exploração leiteira⁽⁶⁾. Vacas gestantes reduzem cerca de 27% do tempo gasto com alimentação e 13% no tempo de ruminação 24 horas antes do parto. Ao prever o momento de parto, é possível destinar maior atenção a esta vaca, auxiliando a mesma em caso de distorcia e o recém-nascido⁽⁷⁾.

Neste contexto, o comportamento ingestivo em bovinos leiteiros é um importante parâmetro utilizado para avaliar a composição de uma dieta e o risco desta em causar distúrbios metabólicos. Assim, as medições das variáveis, alimentação, ruminação e outras atividades de vacas leiteiras nos permitem desenvolver uma compreensão mais completa dos efeitos da dieta sobre a função digestiva e desempenho produtivo.⁽³⁾

Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo.

Material e Métodos

2.1 Local de estudo e considerações éticas

Este estudo foi realizado após a aceitação pelo Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA) da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), caso nº 0356/19.

O experimento foi conduzido na Fazenda Branquinha, situada em Corrente/PI. (latitude 10 ° 26 '30' 'S e longitude 45 ° 9' 52 " W). O clima é classificado como Aw (clima tropical com estação seca de Inverno), de acordo com a classificação de Köppen. As temperaturas mínima e máxima na região são 17,6 e 32,2°C, respectivamente. A precipitação média anual é de 1.035 mm e o período chuvoso está concentrado entre novembro e março, podendo se estender até maio.

2.2 Animais, tratamentos, dietas e manejo

Foram utilizadas cinco vacas lactantes $\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir Leiteiro, no terço médio de lactação, com idade média de 60 meses e peso corporal médio de 518 kg \pm 52 kg, distribuídas em cinco tratamentos, em delineamento experimental de quadrado latino 5 x 5 (cinco animais, cinco períodos e cinco tratamentos). Estes animais permaneceram em baias individuais de 30 m² e eram alimentados com dieta para atender às exigências de manutenção e produção de 20 litros de leite a 3,5% gordura⁽⁸⁾, com a relação volumoso:concentrado de 60:40.

Os tratamentos foram constituídos de concentrações diferentes de ureia: U-50 (51,2 g de ureia consumido por dia); U-75 (77,7 g de ureia consumido por dia); U-100 (104,1 g de ureia consumido por dia); U-125 (140,8 g de ureia consumido por dia) e U-150 (173,5 g de ureia consumido por dia).

Tabela 1. Composição bromatológica da silagem de sorgo e suplemento fornecido a vacas de leite submetidas a níveis

Item	Composição química da silagem e do concentrado					
	Silagem	Níveis de ureia				
		50	75	100	125	150
MS ¹ (g/kg)	308	753	789	796	852	875
MM ² (g/kg MS)	93	78	83	66	96	101
PB ³ (g/kg MS)	77	262	286	283	320	334
FDNcp ⁴ (g/kg MS)	706	225	210	208	185	190
FDA ⁵ (g/kg MS)	430	88	107	100	102	92
EE ⁶ (g/kg MS)	80	56	51	52	50	51
CNF ⁷ (g/kg MS)	53	379	329	390	363	305

¹Matéria seca; ²Matéria mineral; ³Proteína bruta; ⁴Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; ⁵Fibra em detergente ácido; ⁶Extrato etéreo; ⁷Carboidratos não fibrosos

Foi feita uma adaptação de 20 dias à dieta e manejo antes do início do período experimental. O experimento teve duração de 105 dias, divididos em cinco períodos de 21 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais às dietas experimentais e sete dias para coleta de dados.

O manejo diário das vacas começou às duas horas da madrugada, quando saíam das baias para a primeira ordenha, que era realizada de forma mecânica (tipo balde ao pé, modelo fila indiana com fosso). Antes de cada ordenha, era realizada a antissepsia dos tetos (*Pré-Dipping*) com uma solução antisséptica à base de hipoclorito de sódio (NaClO) e, após a ordenha, era feita a imersão dos tetos com uma solução à base de iodo glicerinado (*Pós-Dipping*). Em seguida, era fornecida a dieta em comedouros do tipo meia bombonas, com disponibilidade de 100 cm lineares por animal. O fornecimento da água era *ad libitum* em bebedouros com abastecimento automático. A segunda ordenha iniciava às 13 horas, seguida de fornecimento da dieta.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes dos suplementos e composição química das dietas fornecidas a vacas de leite submetidas a níveis de ureia na dieta à base de silagem de sorgo

Ingredientes	Proporções dos ingredientes dos suplementos				
	U-50	U-75	U-100	U-125	U-150
Sorgo grão moído (g/kg)	513,3	520,7	528,4	536,3	544,5
Farelo de soja (g/kg)	441,4	430,4	419,1	407,4	395,4
Sal mineral* (g/kg)	23,2	23,6	23,9	24,2	24,6
Calcário calcítico (g/kg)	15,0	15,2	15,4	15,7	15,9
Ureia (g/kg)	5,7	8,7	11,7	14,9	18,1
Fosfato Bicálcio (g/kg)	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5
Composição química das dietas					
PB (g/kg MS)	174,7	178,3	179,6	184,3	186,9
FDN (g/kg MS)	504,3	493,8	493,3	476,8	477,4
NDT (g/Kg MS)	767,9	726,5	779,0	742,1	751,0
EE (g/kg MS)	69,7	67,3	67,9	66,7	66,8
CNF (g/kg MS)	190,0	171,4	197,4	189,4	165,0

*Composição: cálcio 200 g/Kg; fósforo 100 g/Kg; sódio 68 g/Kg; magnésio 15 g/Kg; enxofre 12 g/Kg; zinco 6285 mg/Kg; manganês 1960 mg/Kg; cobre 1650 mg/Kg; flúor (máximo) 1000 mg/Kg; cobalto ferro 560 mg/Kg; 200 mg/Kg; iodo 195 mg/Kg; níquel 40 mg/Kg; selênio 32 mg/Kg.

2.3 Análise química das dietas

As amostras do concentrado, silagem e das fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada de 55 °C por 72 horas. O teor de matéria seca (Protocolo 967,03), nitrogênio total (Protocolo 981,10), matéria mineral (Protocolo, 942,05) e extrato etéreo (Protocolo 942,05) foram determinados de acordo com o método da AOAC⁽⁹⁾. O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína (FDNcp)⁽¹⁰⁾. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados seguindo a equação: $100 - [\% \text{ PB} - \% \text{ PB derivada da ureia} + \% \text{ ureia}] + \% \text{ FDNcp} + \% \text{ EE} + \% \text{ cinza}$ ⁽¹¹⁾.

2.4 Comportamento ingestivo

As avaliações do comportamento foram realizadas no 20º dia de cada período, sendo feitas observações a cada cinco minutos, por um período de 24 horas, sendo feitas cinco avaliações,

totalizando 120 horas de avaliações, a fim de identificar o tempo destinado a alimentação, ruminação, e outras atividades⁽¹²⁾. Os animais foram avaliados visualmente, por dois observadores simultâneos, sendo os mesmos posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais. Foram utilizados relógios digitais e etogramas para determinar o tempo gasto em cada atividade, sendo este anotados em pranchetas. As variáveis comportamentais estudadas foram: tempo de alimentação (ALI), tempo de ruminação (RUM) e tempo em outras atividades (OUT). As atividades comportamentais foram consideradas mutuamente excludentes. O tempo gasto pelos animais na ingestão da dieta foi considerado alimentação. O tempo de ruminação corresponde aos processos de regurgitação, remastigação, reinsalivação e redeglutição. Enquanto o tempo em outras atividades (descanso, consumo de água, interações, etc) são todas as atividades com exceção das citadas acima. O tempo de mastigação total (TMT) foi determinado pela equação abaixo, $TMT = ALI + RUM$. Em que: ALI (minutos) = tempo de alimentação; RUM (minutos) = tempo de ruminação. A discretização das séries temporais foi realizada diretamente nas planilhas de coleta de dados, com a contagem dos períodos discretos de alimentação no cocho, ruminação e outras atividades. A duração média de cada um dos períodos discretos foi obtida pela divisão dos tempos diários de cada uma das atividades pelo número de períodos discretos da mesma atividade. Foram calculadas as eficiências de alimentação em gramas por hora, da MS, FDN, NDT, CNF e PB e eficiência de ruminação da MS e FDN, onde foi dividido o consumo do item pelo tempo de alimentação total (eficiência de alimentação) ou pelo tempo de ruminação (eficiência de ruminação). Foram realizadas observações por três períodos do dia (manhã, tarde e noite) e com três repetições por período, a fim de determinar o número de mastigações merícicas por bolo ruminado (MMB) e o tempo gasto para ruminação de cada bolo (TBo). As variáveis número de bolo ruminado por dia (BOL), velocidade de mastigação (VeM), tempo por mastigação merícica (TeM) e mastigações merícicas por dia (MMnd) foram calculadas pelas equações: $BOL = RUM / TBo$. Em que: BOL (número por dia); RUM (segundos/dia) - tempo de ruminação; TBo (segundos) - tempo por bolo ruminado; $VeM = MMB / TBo$. Em que: VeM (segundos); MMB - número de mastigações merícicas por bolo; TBo (segundos) - tempo por bolo ruminado; $TeM = TBo / MMB$. Em que: TeM (segundos); TBo (segundos) - tempo por bolo ruminado; MMB - número de mastigações merícicas por bolo; $MMnd = BOL * MMB$. Em que: MMnd (número

por dia); BOL - número de bolos ruminados por dia; MMB - número de mastigações meréricas por bolo. Em todas as variáveis comportamentais um animal representou uma unidade experimental.

2.5 Análises estatísticas

A análise dos dados com um delineamento quadrado latino (5 x 5) foi realizada pelo procedimento de análises de variância e regressão do programa computacional estatístico SAEG (Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.0). Na análise das médias das variáveis dependentes em função dos níveis de inclusão de NNP na dieta total (5,7 g; 8,6 g; 11,4 g; 14,3 g; 17,1 g de ureia/Kg de MS do concentrado) utilizaram-se contrastes polinomiais (L e Q). Adotou-se como nível de significância 5%.

Resultados e Discussão

Não houve efeito ($P < 0,05$) das concentrações de ureia no concentrado sobre o comportamento ingestivo em vacas lactantes alimentadas com silagem de sorgo (Tabela 2). Em média, as vacas passaram 270,6 minutos/dia em alimentação (ALI), 511,8 minutos/dia ruminando (RUM) e 657,8 minutos/dia em outras atividades (OUT). Os tempos gastos com alimentação, ruminação e outras atividades deste estudo estão dentro dos previstos⁽¹³⁾ para vacas leiteiras que, em geral, passam de 180 a 330 minutos/dia em ALI, aproximadamente 420 a 600 minutos/dia em RUM e 600 minutos/dia em OUT.

A falta de efeito das concentrações de ureia nas atividades de alimentação, ruminação e outras atividades pode ser explicada pelo fato de que os teores de FDN da dieta total não sofrerem variações, sendo que os teores FDN da dieta são os proporcionais ao tempo despendido em alimentação⁽¹⁴⁾.

Estudo⁽¹⁵⁾ com vacas em lactação alimentadas com silagem de sorgo e 0,9% de ureia na matéria seca encontrou tempos superiores para alimentação e ruminação do que os encontrados no presente estudo. Isso é explicado pelo fato de o trabalho acima citado possuir

uma relação volumoso:concentrado superior ao presente estudo, elevando os teores de fibras da dieta. Por isso os animais passaram mais tempo alimentando e conseqüentemente ruminando.

Tabela 3. Consumo alimentar e comportamento ingestivo de vacas lactantes em confinamento com silagem de sorgo submetidas a diferentes concentrações de ureia na dieta, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER).

Item	Concentrações de ureia					CV (%)	ER	R ²
	U-50	U-75	U-100	U-125	U-150			
Consumo kg/dia								
CMSV ¹	12,37	12,02	12,20	12,51	12,70	16,19	$\hat{Y} = 12,36$	--
CMSC ²	8,98	9,04	9,13	9,85	10,15	16,46	$\hat{Y} = 9,43$	--
CMST ³	21,34	21,06	21,33	22,36	22,85	16,30	$\hat{Y} = 21,79$	--
CPB ⁴	3,31	3,52	3,52	4,12	4,38	16,14	$\hat{Y} = 3,77$	--
CFDN ⁵	10,76	10,39	10,53	10,65	10,92	16,29	$\hat{Y} = 10,65$	--
CEE ⁶	1,47	1,41	1,48	1,51	1,53	24,19	$\hat{Y} = 70,56$	--
CCNF ⁷	4,07	3,63	4,20	4,23	3,75	17,83	$\hat{Y} = 3,98$	--
CNDT ⁸	16,48	15,34	16,71	16,73	17,25	21,42	$\hat{Y} = 16,50$	--
Comportamento ingestivo (min/dia)								
ALI ⁹	247	268	271	273	294	8,97	$\hat{Y} = 270,6$	--
RUM ¹⁰	503	531	419	517	517	12,21	$\hat{Y} = 511,8$	--
OUT ¹¹	691	641	678	650	629	9,98	$\hat{Y} = 657,8$	--
TMT ¹²	750	799	762	790	811	8,37	$\hat{Y} = 782,4$	--

¹Consumo matéria seca do volumoso (kg¹d): ²Consumo de matéria seca do concentrado (kg¹d): ³Consumo matéria seca total (kg¹d): ⁴Consumo de proteína bruta (kg¹d): ⁵Consumo de fibra em detergente neutro (kg¹d): ⁶Consumo de estrato etéreo (kg¹d): ⁷Consumo de carboidratos não fibrosos (kg¹d): ⁸Consumo de nutrientes digestíveis totais (kg¹d): ⁹Tempo de alimentação: ¹⁰Tempo de ruminação: ¹¹Tempo de outras atividades: ¹²Tempo de mastigação total.

Sabe-se que a quantidade de fibra efetiva exerce influência no tempo em ruminação. Assim, o maior consumo de matéria seca dos animais, exigindo maior tempo de ruminação para o incremento no consumo, além do que as dietas possuíam valores muito próximos de fibra em detergente neutro, fato que afeta diretamente o tempo gasto com ruminação. Por isso o tempo de ruminação do presente estudo não sofreu efeito. Não foi observada diferença no tempo em ruminação de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de silagem de sorgo contendo diferentes níveis de ureia (0 - 0,36 - 0,73 - 1,1% da MS), encontrando valores bem

próximos ao presente estudo (516,6 minutos por dia)⁽¹⁶⁾. A adição de ureia na alimentação de vaca de leite fornece uma maior quantidade de nitrogênio aos microrganismos do rúmen, permitindo um aumento da eficiência microbiana, resultando em maior degradabilidade microbiana da MS e FDN, que refletiriam em maior digestibilidade, que provavelmente diminuiria o tempo de ruminação. Porém, as concentrações de ureia utilizadas nas dietas estudadas pelos autores acima citados e pelo presente trabalho não foram suficientes para reduzir o tempo de ruminação.

Vale ressaltar que o tempo de ruminação dos animais do presente estudo, alimentados com silagem de sorgo e diferentes níveis de ureia, foi inferior ao tempo de ruminação de animais alimentados com cana de açúcar acrescida de 1% de ureia na matéria natural⁽¹⁷⁾. Isso mostra a eficiência desta dieta para bovinos leiteiros, uma vez que buscamos diminuir o tempo de ruminação, pois o maior tempo de ruminação implica em maior gasto energético⁽¹⁸⁾.

O tempo de mastigação total (TMT) não sofreu efeito ($P < 0,05$) das concentrações de ureia. Este, por sua vez, corresponde ao somatório do tempo de alimentação com o tempo de ruminação⁽¹⁹⁾. Essa falta de efeito é explicada pelo fato de estas duas variáveis, que correspondem ao TMT, também não sofrerem efeito das concentrações de ureia. Sendo que a atividade de ruminação foi a que mais contribuiu para o TMT, seguida pela atividade de alimentação, sendo que esta corresponde à captura e insalivação do alimento, este fornecido em mistura total (volumoso e concentrado), proporcionando maior ingestão de alimento em menos tempo, sendo dedicado maior tempo para ruminação para diminuição das partículas ingeridas.

Além disso, o tempo de mastigação total está diretamente correlacionado com o consumo de FDN e FDA⁽²⁰⁾, reforçando a falta de efeito das concentrações de ureia no TMT

do presente estudo, pelo fato do consumo de FDN não ter sido influenciado pelas concentrações de ureia.

Novilhas leiteiras alimentadas com diferentes concentrações de ureia (2,64; 2,08; 1,05 e 0,78 % da matéria seca do concentrado) também não divergiram entre os tratamentos para as atividades de alimentação, ruminação e, conseqüentemente, tempo de mastigação total⁽¹⁹⁾.

Não houve efeito ($P < 0,05$) das concentrações de ureia nos aspectos de bocado no comportamento ingestivo de vacas lactantes confinadas com silagem de sorgo (Tabela 3). Os tratamentos possuíam a mesma relação volumoso:concentrado, sendo a provável explicação para ausência de efeito, sabendo-se que é a qualidade e a quantidade da fibra que determina os aspectos de alimentação e ruminação.

O número de período alimentando, ruminando e em outras atividades foram em média 9,8; 16,0 e 22,6 respectivamente. Vacas leiteiras alimentadas com a mesma fonte de volumoso do presente trabalho e concentração de ureia de 18,8 g/kg de matéria seca encontraram valores bem maiores para o número de períodos alimentando e ruminando, que foram 15,1 e 22,4 respectivamente⁽²¹⁾. Entretanto, para o número de período em outras atividades foi semelhante ao presente estudo.

Os bovinos, quando estão confinados, possuem padrão de procura de alimentos bem característicos, sendo o início da manhã e o final da tarde nos momentos principais para a procura do alimento⁽²²⁾. As dietas do presente estudo eram fornecidas, rigorosamente, em mesmo horário (manhã e tarde), mas, durante todo o dia, a dieta estava disponível nos cochos. Por isso, no presente estudo o número de períodos em alimentação foi inferior ao número de períodos de animais em pastagens.

Diferentes fontes de compostos nitrogenados na dieta de vacas leiteiras não diferem estatisticamente nos períodos de alimentação e no tempo gasto com mastigação total e por

bolo ruminal⁽²¹⁾, corroborando com o presente estudo que trabalhou com ureia na alimentação de vacas de leite.

Tabela 4. Períodos discretos e aspectos da ruminação do comportamento ingestivo de vacas lactantes em confinamento com silagem de sorgo submetidas a diferentes concentrações de ureia na dieta, com seus respectivos coeficientes de variação (CV%), equação de regressão (ER)

Item	Concentrações de ureia					CV (%)	ER	R ²
	U-50	U-75	U-100	U-125	U-150			
Períodos discretos								
NPA ¹	10,2	9,4	9,6	10	9,6	20,53	$\hat{Y} = 9,8$	-
NPR ²	14,4	16,6	16,2	16	17	18,56	$\hat{Y} = 16,0$	-
NPO ³	21,6	22,8	22,2	23	23,2	8,84	$\hat{Y} = 22,6$	-
TPA ⁴	24,94	29,03	28,53	28,00	33,10	22,62	$\hat{Y} = 28,72$	-
TPR ⁵	35,19	32,34	30,98	33,52	31,11	16,19	$\hat{Y} = 32,59$	-
TPO ⁶	32,01	28,43	30,64	28,42	27,74	14,67	$\hat{Y} = 29,45$	-
Aspectos da ruminação								
MMB ⁷	67,11	63,33	61,95	62,93	64,27	13,64	$\hat{Y} = 63,92$	-
TBo ⁸	68,64	63,69	63,07	63,00	65,78	11,77	$\hat{Y} = 64,83$	-
VeM ⁹	0,98	0,99	0,98	1,00	0,98	8,23	$\hat{Y} = 0,99$	-
TeM ¹⁰	1,02	1,01	1,03	1,01	1,02	8,00	$\hat{Y} = 1,02$	-
MMnd ¹¹	29.659,45	31.661,03	29.152,20	30.852,42	30.540,23	17,31	$\hat{Y} = 30.561,47$	-
BOD ¹²	443,97	504,77	470,97	505,25	478,28	18,49	$\hat{Y} = 489,87$	-

¹Número de período alimentando (n°): ²Número de períodos ruminando (n°): ³Número de períodos em outras atividades (n°): ⁴Tempo por período alimentando (Min.): ⁵Tempo por período ruminando (min.): ⁶Tempo por período em outras atividades (Min.): ⁷Número de mastigações merícica por bolo (n°): ⁸Tempo por bolo ruminado (seg.): ⁹Velocidade de mastigação (n°/seg.): ¹⁰Tempo por mastigação merícica (seg.): ¹¹Número de mastigações merícicas por dia (n°/dia): ¹²Número de bolos ruminados por dia (n°/dia).

O tempo gasto em cada período de alimentação (28,72), ruminação (32,59) e outras atividades (29,45) foram semelhantes (P<0,05) entres os tratamentos estudados. A falta de efeito no tempo por período já era esperada, uma vez que este corresponde ao quociente entre o tempo gasto na atividade pelo número de período desta mesma atividade⁽²³⁾. Como não houve efeito (P<0,05) no tempo gasto e no número de períodos, conseqüentemente não era pra haver diferença entre o tempo gasto em cada atividade.

Os aspectos de ruminação não sofreram efeito (P<0,05) das concentrações de ureia. A ruminação tem por finalidade reduzir o tamanho dos compostos mais fibrosos da dieta,

fazendo com que essas partículas do alimento se ordenem de acordo com sua densidade. Há uma correlação positiva entre os aspectos na ruminação e os teores de fibras em detergente neutro da dieta⁽²⁴⁾. Estes, por sua vez, não diferiram entre os tratamentos, explicando, assim, a falta de efeito para os aspectos de ruminação.

Conclusão

A inclusão dos níveis de ureia (51,2 a 173,5 g de ureia consumidos por dia) não alterou o tempo de alimentação, tempo de ruminação e o tempo de outras atividades de vaca de leite submetidas a dieta à base de silagem de sorgo. Além disso, não influenciou nos aspectos de ruminação.

Referências Bibliográficas

1. Rego ACD, Oliveira MDSD, Signoretti RD, Dib V, Almeida GBDS. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com silagem de milho ou milho. *Bioscience Journal* 2014; 30 (4): 1149-1157.
2. Benaissa, S, Tuytens, FAM, Plets, D, Cattrysse, H, Martens, L, Leen Vandaele, L, Joseph, W, Sonck, B. Classification of ingestive-related cow behaviours using Rumi Watch halter and neck-mounted accelerometers. *Applied Animal Behaviour Science*, 211:9-16.
3. Zehner N, Umstätter C, Niederhauser JJ, Schick M. System specification and validation of a noseband pressure sensor for measurement of ruminating and eating behavior in stable-fed cows. *Computers and Electronics in Agriculture* 2017; 136: 31–41.
4. Urton, G, Von Keyserlingk, MAG, Weary, DM. Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis. *Journal of Dairy Science* 2005;88:2843–2849.
5. Norring, M, Häggman, J, Simojoki, H, Tamminen, P, Winckler, C, Pastell, M. Short communication: lameness impairs feeding behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2014; 97, 4317–4321.
6. Reith, S, Brandt, H, Hoy, S. Simultaneous analysis of activity and rumination time, based on collar-mounted sensor technology, of dairy cows over the peri-estrus period. *Livestock Science* 2014; 170: 219–227.

7. Schirmann, K, Chapinal, N, Weary, DM, Vickers, L, Von Keyserlingk, MAG. Short communication: rumination and feeding behavior before and after calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2013; 96:7088–7092.
8. NRC - National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. Ed. National Academic Press. Washinton, DC, 381;2001.
9. AOAC - Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, Association of Official Analytical Chemists, 15th ed.,369-406, 1990.
10. Licitra, G, Hernandez, TM, Van Soest, PJ. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 1996;57, 347-358.
11. Hall, MB. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. Gainesville: University of Florida, 2000.
12. Santana Júnior, HA, Silva, RR, Carvalho, GGP, Silva, FF, Costa, PB, Mendes, FBL, Pinheiro, AA, Santana, EOC, Abreu Filho, G, Trindade Júnior, G. Metodologias para avaliação do comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. *Semina: Ciências Agrárias* 2014; 35(3):1475-1486.
13. Grant, RJ, Albright, JL. Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. *Journal of dairy Science* 2001; 84, 156-163.
14. Van Soest, PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 476; 1994.
15. Martins, SCSG, Rocha Júnior, VR, Caldeira, LA, Barros, IC, Silva, GWV, Costa, MD, Palma, MNN, SOUZA, AS. Comportamento ingestivo de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 2012; 19(1):13-20.
16. Antunes, APS, Rocha Junior, Ruas, JRM, Caldeira, LA, Oliveira, LM, Souza, V M, SILVA, DA. Characteristics of the ingestive behavior and milk production of F1 Holstein x Zebu cows fed with diets containing increasing levels of urea. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária* 2014; 21(3).
17. Rocha Neto, AL, Veloso, CM, Silva, FF, Souza, DR, Costa, LT, Murta, RR, Silva, RM, Silva, JCPM, Souza, DD, Meneses MA. Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com cana-de-açúcar ou feno da parte aérea da mandioca. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 2012; 64(6):1629-1638.

18. Pacheco, RF, Alves Filho, DC, Borandini, IL, Restle, J, Pizzuti, LAD, Cattelman, J. Parâmetros comportamentais de vacas de descarte em pastagens de milheto ou capim sudão. *Ciência Animal Brasileira* 2013;4(3):323-331.
19. Pinheiro, AA, Veloso, CM, Rocha Neto, AL, Silva, RR, Silva, FF; Mendes, FBL Santana Junior, HÁ, Azevedo, S. T.; Carvalho, GGP. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com níveis de farelo de cacau (*Theobroma cacao*) na dieta. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 2012;13,(1):224-236.
20. Sampaio, AF, Mendes, FBL, Santana Júnior, HA, Santana, EOC, Silva, RR, Silva, FF. Correlação entre comportamento ingestivo e consumo de nutrientes em vacas a pasto. *Revista Científica de Produção Animal* 2016;18,(2):110-120.
21. Almeida Filho, SHC, Rocha Júnior, VR, Menezes, GCC, Ruas, JRM, Aguiar, ACR, Santana, PF, Borges, LDA, Costa, NM. Comportamento ingestivo de vacas f1 holandês x zebu alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. *Ciência Animal Brasileira* 2016; 17(3): 349-358.
22. Silva, RR, Silva, FF, Carvalho, GGP, Franco, IL, Veloso, CM, Chaves, MA, Bonomo, P, Prado, IN, Almeida, VS. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês x zebu confinadas. *Archivos de Zootecnia* 2005; 54(205):75-85.
23. Santana Júnior, HA, Figueiredo, MP, Cardoso, EO, Mendes, FBL, Abreu Filho, G, Pinheiro, AA, Lisboa, MM, Luz, YS, Viana, PT, Ferreira, AHC, Rech, CLS. Glicerina bruta na dieta de vacas lactantes mantidas em pastagem tropical: Comportamento ingestivo. *Semina. Ciências Agrárias* 2013;34:1339-1352.
24. Silva, RR, Oliveira, AC, Carvalho, GGP, Silva, FF, Mendes, FBL, Almeida, VVS, Rodrigues, LBO, Pinheiro, AA, Silva, APG, Silva, JWD, Lisboa, MM. Correlation between intake and feeding behavior of Holstein calves fed diets supplemented with pellets and mash. *American Journal of Experimental Agriculture* 2015;7(6):382-388.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados expostos no presente estudo mostram que os baixos níveis de ureia na não afetam o consumo, a produção e composição de leite, indicadores econômicos e o comportamento ingestivo de vacas de leite de média a alta produção, servindo para embasar futuras discussões sobre o uso da ureia para este fim em dieta de bovinos leiteiros com silagem de sorgo.