UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

TEORES DE PROTEÍNA BRUTA NO SUPLEMENTO DE VACAS LEITEIRAS EM PASTAGEM DE CAPIM TANZÂNIA

RAIMUNDO RIBEIRO FERREIRA

AREIA-PB
NOVEMBRO - 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

TEORES DE PROTEÍNA BRUTA NO SUPLEMENTO DE VACAS LEITEIRAS EM PASTAGEM DE CAPIM TANZÂNIA

RAIMUNDO RIBEIRO FERREIRA
Zootecnista

AREIA-PB
NOVEMBRO-2018

RAIMUNDO RIBEIRO FERREIRA

TEORES DE PROTEÍNA BRUTA NO SUPLEMENTO DE VACAS LEITEIRAS EM PASTAGEM DE CAPIM TANZÂNIA

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto – Orientador Principal

Prof.ª Drª Safira Valença Bispo

Dr. Ricardo Dias Signoretti

AREIA – PB
NOVEMBRO-2018

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F383t Ferreira, Raimundo Ribeiro.

TEORES DE PROTEÍNA BRUTA NO SUPLEMENTO DE VACAS LEITEIRAS EM PASTAGEM DE CAPIM TANZÂNIA / Raimundo Ribeiro Ferreira. - João Pessoa, 2019.
71 f. : il.

Orientação: Severino Gonzaga Neto.
Coorientação: Safira Valença Bispo, Ricardo Dias Signoretti.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. bovinos leiteiros. 2. nitrogênio. 3. NUL. 4. pastagem tropical. 5. suplementação proteica. I. Neto, Severino Gonzaga. II. Bispo, Safira Valença. III. Signoretti, Ricardo Dias. IV. Título.

UFPB/BC

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: **"Níveis de proteína bruta na suplementação de vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia."**

AUTOR: Raimundo Ribeiro Ferreira

ORIENTADOR: Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto

J U L G A M E N T O

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto
Presidente
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Alves Rufino
Examinador
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra
Examinador
Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. José Morais Pereira Filho
Examinador
Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. André Luiz Rodrigues Magalhães
Examinador
Universidade Federal Rural do Pernambuco

Areia, 19 de novembro de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RAIMUNDO RIBEIRO FERREIRA - filho de José Ferreira e Jaci Rosa Ribeiro Ferreira, nascido na cidade de São Raimundo Nonato, Estado do Piauí, em 20 de agosto de 1990. Em março de 2008, ingressou no curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Federal do Piauí – UFPI, onde obteve o título de Zootecnista, colando grau em 07 de dezembro de 2012. Em março de 2013, ingressou no Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição Animal com ênfase em Nutrição de Ruminantes, pela Universidade Federal do Piauí-UFPI, Campus Professora Cinobelina Elvas. Foi professor substituto do curso de Bacharelado em Zootecnia, pela Universidade Federal do Piauí, no primeiro semestre de 2014. No mês de novembro de 2014, foi aprovado na seleção para o programa de Doutorado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba. No dia 27 de Fevereiro de 2015, defendeu a Dissertação de Mestrado, obtendo o título de mestre, pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Piauí. Em Março de 2015 ingressou no curso de Doutorado Integrado em Zootecnia, desenvolvendo sua pesquisa na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, Colina/SP, na área de Nutrição de Ruminantes com ênfase em Nutrição de Bovinos Leiteiros, na Universidade Federal da Paraíba - UFPB, campus II, Areia. Em 19 de novembro de 2018, submeteu-se à defesa de tese.

Aos meus pais, José Ferreira e Jaci Rosa Ribeiro Ferreira, pelo imenso amor, carinho e pela presença durante toda essa jornada.

Aos meus irmãos Elvis, Joane, Lúcio e Márcia, pela amizade e carinho.

Aos meus sobrinhos Gabriel, Miguel, José Victor, Geovana, Guilherme, Mª Cecília e Mª Terezinha, pela alegria e motivação.

Ao meu avô José Minério Ribeiro, pelos vastos conselhos, experiência de vida e sabedoria, os quais contribuíram bastante para formação da minha conduta.

In memorian

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, por estar sempre ao meu lado, me guiando e fortalecendo no decorrer dessa jornada, mostrando-me sempre que seria possível conseguir.

À Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia e ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro por meio da concessão da bolsa de estudos.

Ao Colégio Santa Rita e todas as irmãs (segundas mães) e funcionários, pelo apoio, carinho, cuidados, conselhos, enfim, meu muito obrigado!

Ao professor Severino Gonzaga Neto pelo espelho de profissional, honesta orientação e confiança em minha capacidade e trabalho.

Aos pesquisadores da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios da Alta Mogiana (APTA), Colina/SP, em especial ao Dr. Ricardo Signoretti e a Dra. Regina Grizotto, pela imensa contribuição para a realização desta pesquisa.

À todos os professores do PDIZ que muito contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento profissional.

Aos professores Dr. Leilson Rocha Bezerra (UFCG), Dr. Airon Aparecido (UAG/UFRPE), Dra. Juliana de Oliveira (DZ/UFPB) e Dr. Marcelo de Oliveira Alves Rufino, pelas contribuições valiosas.

Ao professor Dr. Walter Esfrain (CCA/UFPB), pela paciência, ensinamentos e ajuda em análises estatísticas.

Aos funcionários da APTA, do setor de Bovinos Leiteiros, Marcelo, Verde, Sr. Milton, Sr. João, Marquinho, Toizinho, Lori, Aline Pessim, Toga e os estagiários, os quais contribuíram muito na realização deste trabalho, meu muito obrigado!

À todos os companheiro(a)s de moradia na APTA durante a execução do experimento, especialmente, Felipe e Renan.

À minha companheira de experimento Jéssyca, pela dedicação, esforço, apoio e pelos momentos de luta e de glória durante toda a condução da pesquisa.

À família GEABOV, funcionários e alunos de graduação e pós graduação (Tonhá, Jessyca, Jennifer, Antônio, Kika), enfim, todos do setor de Bovinocultura de Leite da UFPB, os quais tive o prazer de conhecer.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Alimentos do CCA-UFPB, pelo apoio nas análises laboratoriais.

À minha amiga Gildenia (Gil), pela amizade, confiança e pelos momentos de luta, pelas experiências profissionais compartilhadas.

À minha querida Maria Luiza (Malu), por me proporcionar ótimos momentos, por estar ao meu lado me apoiando, incentivando e me alegrando, enfim, obrigado pela cumplicidade, amor e carinho.

À todos os amigos da cidade de Areia, em especial, a Dona Socorro (uma mãezona), Severino (Bio) da Chocobalas e Edvânia, Ceiça e Severino do Restaurante Aroma da Serra, os quais tive um enorme prazer em conhecê-los.

À minha amiga Bruna, pela amizade e pela força nas correções e traduções de trabalhos.

Aos demais amigos conquistados no decorrer dessa jornada.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

“Somos todos geniais, mas se você julgar um peixe por sua capacidade de subir em árvores, ele passará a vida inteira acreditando ser estúpido.”

- Albert Einstein

“Um dia, quando olhares para trás, verás que os dias mais belos foram aqueles em que lutaste.”

- Freud

Sumário

LISTA DE TABELAS xii

LISTA DE TABELAS xiii

RESUMO GERAL xiv

GENERAL ABSTRACT xv

CONSIDERAÇÕES INICIAIS xvi

CAPÍTULO 1 17

REFERENCIAL TEÓRICO 17

PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO 18

CAPIM TANZÂNIA (*Panicum maximum* Jacq.) 19

PROTEÍNA PARA VACAS LEITEIRAS 20

RESPOSTAS DE VACAS LEITEIRAS A SUPLEMENTAÇÃO EM REGIME DE PASTO 22

Suplemento proteico 24

Suplemento energético 24

Teor proteico de suplementos concentrados 25

REFERÊNCIAS 26

CAPÍTULO 2 Consumo, digestibilidade aparente e comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína bruta ... 32

INTRODUÇÃO 35

MATERIAL E MÉTODOS 36

RESULTADOS 42

DISCUSSÃO 44

CONCLUSÃO 47

REFERÊNCIAS 47

CAPÍTULO 3 Balanço de nitrogênio, concentrações de nitrogênio ureico e síntese de proteína microbiana em vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com teores de proteína bruta 51

INTRODUÇÃO 54

MATERIAL E MÉTODOS 55

RESULTADOS 63

DISCUSSÃO 65

CONCLUSÃO 67

REFERÊNCIAS 67

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2. Consumo, digestibilidade aparente e comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína bruta

Página

Tabela 1. Condições climáticas durante o período experimental.....36
Tabela 2. Composição química dos concentrados com diferentes teores de proteína bruta.....38
Tabela 3. Média da oferta de forragem, proporção dos componentes morfológicos e razão folha/colmo do capim Tanzânia, no pré e pós pastejo.....39
Tabela 4. Consumo da matéria seca e nutrientes do pasto e concentrado contendo diferentes teores de proteína bruta ofertados a vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia.....43
Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do pasto e concentrado contendo diferentes teores de proteína bruta ofertados a vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia.....44
Tabela 6. Comportamento de vacas leiteiras sob pastejo de capim Tanzânia, suplementadas com níveis de proteina bruta no concentrado.....44

LISTA DE TABELAS

Capítulo 3. Balanço de nitrogênio, concentrações de nitrogênio ureico e síntese de proteína microbiana em vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com teores de proteína bruta

Página

Tabela 1. Condições climáticas durante o período experimental.....55
Tabela 2. Composição química dos concentrados com diferentes teores de proteína bruta.....57
Tabela 3. Efeito dos teores de proteína bruta do concentrado de vacas leiteiras em pastejo de capim Tanzânia sobre o consumo de nitrogênio, nitrogênio nas fezes, nitrogênio na urina, nitrogênio do leite, balanço de nitrogênio e eficiência de utilização de nitrogênio (EUN).....59
Tabela 4. Média da oferta de forragem, proporção dos componentes morfológicos e razão folha/colmo do capim Tanzânia, no pré e pós pastejo.....64
Tabela 5. Efeito dos teores de proteína bruta do concentrado na dieta de vacas leiteiras em pastejo de capim Tanzânia sobre o nitrogênio ureico no leite, ureia da urina e nitrogênio ureico do plasma.....64
Tabela 6. Efeito dos teores de proteína bruta do concentrado na dieta de vacas leiteiras em pastejo de capim Tanzânia sobre a proteína microbiana e eficiência microbiana.....65

TEORES DE PROTEÍNA BRUTA NO SUPLEMENTO DE VACAS LEITEIRAS EM PASTAGEM DE CAPIM TANZÂNIA

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação concentrada com diferentes níveis de proteína bruta sobre o consumo, a digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes, comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, nitrogênio ureico do plasma sanguíneo, do leite e urina e, síntese de proteina microbiana de vacas em lactação sob pastejo de capim Tanzânia. Foram utilizadas 12 vacas mestiças (Holandês/Gir) em lactação com peso corporal inicial médio de 540 ± 44 kg, agrupadas em blocos homogêneos de acordo com a produção de leite (PL inicial média de 25 kg dia^{-1}), semanas em lactação (10 semanas) e ordem de paridade (primíparas/multíparas), distribuídas em três quadrados latino 4 x 4, constituído por quatro tratamentos (122, 142, 162 e 180 g kg^{-1} de proteína bruta (PB)) e quatro subperíodos experimentais de 21 dias. Para o consumo da MS total, MS do pasto, EE, FDN, CNF, CT, NDT e eficiência alimentar (EA), não foi verificado efeito (P>0,05). Houve aumento no consumo de concentrado (P=0,003), proteína bruta em kg dia^{-1} (P=0,005) e proteína em g kg^{-1} PC (P=0,01), para a suplementação proteica com níveis de PB. A digestibilidade não foi influenciada (P>0,05) pelos teores de PB do suplemento concentrado. As variáveis comportamentais, pastejando, ruminando e ócio, não sofreram alteração (P>0,05) para os tratamentos dos níveis de PB. Houve efeito linear sobre o consumo de N (P=0,005), ureia eliminada na urina (P=0,058) e excreção de N nas fezes (P=0,039) para os tratamentos com teores de PB do concentrado. Foi constatado tendência quadrática para a síntese de proteína microbiana (Pmic) (P=0,0003) e eficiência microbiana (EFmic) (P=0,0073). A suplementação proteica contendo diferentes teores de PB não altera o consumo, digestibilidade aparente da MS e nutrientes (EE, FDN, CNF e CT) e, assim como não modifica os padrões de comportamento ingestivo de vacas em lactação sob pastejo de capim Tanzânia. Os diferentes teores de PB do concentrado ofertado para vacas em lactação em pastagem de capim Tanzânia, proporcionaram aumento na excreção de nitrogênio nas fezes e urina, consequentemente, contribuindo para o impacto ambiental através da liberação de amônia e nitritos no solo. A proteína microbiana sofreu influência dos teores de PB.

Palavras-chave: bovinos leiteiros, nitrogênio, NUL, pastagem tropical, suplementação proteica

CRUDE PROTEIN CONTENTS IN THE SUPPLEMENT OF DAIRY COWS IN PASTURE OF TANZÂNIA GRASS

GENERAL ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of concentrated supplementation with different crude protein levels on intake, apparent digestibility of dry matter and nutrients, ingestive behavior, nitrogen balance, blood plasma urea nitrogen, milk and urine, microbial protein synthesis and microbial protein efficiency of lactating cows under Tanzania grass grazing. Twelve lactating dairy cows (Holstein/Gir) with average initial body weight of 540 ± 44 kg were used, grouped in homogeneous blocks according to the milk production (mean initial MP of 25 kg day^{-1}), lactating weeks (10 weeks) and parity order (primiparous/multiparous), distributed in three 4 x 4 Latin squares, consisting of four treatments (122, 142, 162 and 180 g kg^{-1} of crude protein) and four experimental subperiods of 21 days. For the total MS intake, pasture DM, EE, NDF, NFC, TC, TDN and feed efficiency (FE), no effect was verified (P>0.05). There was an increase in the intake of concentrate (P=0.003), crude protein in kg day^{-1} (P=0.005) and crude protein in g kg^{-1} PC (P=0.01) for protein supplementation with CP levels. The digestibility was not influenced (P>0.05) by the CP contents of the concentrate supplement. The behavioral variables, grazing, ruminating and leisure, did not change (P>0.05) for treatments of PB levels. There was a linear effect on N intake (P=0.005), urine eliminated urea (P = 0.058) and fecal N excretion (P=0.039) for treatments with concentrate CP. A quadratic trend was observed for microbial protein synthesis (Pmic) (P=0.0003) and microbial efficiency (EFmic) (P=0.0073). Protein supplementation with different levels of CP does not alter the intake, apparent digestibility of DM and nutrients (EE, NDF, CNF and CT) and does not modify the patterns of ingestive behavior of lactating cows under Tanzania grass grazing. The different CP levels for lactating dairy cows in Tanzania grass pasture provided an increase in nitrogen excretion in feces and urine, thus contributing to the environmental impact through the release of ammonia and nitrites in the soil. The microbial protein was influenced by CP contents.

Keywords: dairy cattle, MUN, nitrogen, protein supplementation, tropical pasture

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes no agronegócio brasileiro. O Brasil é o sexto maior produtor de leite do mundo e a atividade está crescendo em torno de 4% ao ano. Porém, a produtividade do rebanho leiteiro nas regiões produtoras do País, em média, é muito baixa, sobretudo em virtude do baixo nível tecnológico aplicado nos sistemas de produção.

O potencial dos sistemas intensivos de produção de leite em pastagens tropicais tem sido evidenciado por resultados de trabalhos que destacam a capacidade para elevadas produções de leite por área, investimentos moderados em instalações e custos de produção competitivos como fatores determinantes para a opção por esse sistema (Santos et al., 2011).

O conceito de que pastagens tropicais, apesar do seu grande potencial de produção, apresentam baixo valor nutricional ainda existe, mas o conhecimento tecnológico atual tem permitido o aprimoramento das práticas de manejo de pastagens, possibilitando a produção de forragem de boa qualidade (Santos et al., 2011).

As plantas forrageiras tropicais que apresentem 56 a 65% de FDN, 13 a 22% de PB, 2% de extrato etéreo e 8% de cinzas, contêm apenas 3 a 21 % de carboidratos não fibrosos (CNF). Contudo, baixos teores de CNF certamente limitam o uso de boa parte da fração degradável da PB no rúmen (PDR) dessas forragens.

Nos sistemas de produção de leite no Brasil é comum a utilização de concentrado contendo 17, 25% ou mais de PB na MS e há predição de excesso de proteína na dieta para vacas mantidas em pastagens tropicais manejadas intensivamente (NRC, 2001). Desta forma, a adequação dos níveis nutricionais de proteína bruta na alimentação de vacas leiteiras tem grande importância tanto na produção como na composição do leite, reprodução animal e nos custos com alimentação.

Dietas deficientes em proteína apresentam baixa degradabilidade no rúmem e, consequentemente, baixa produção de proteína microbiana, a qual é disponibilizada para absorção intestinal, dificultando assim as exigências proteicas serem supridas. Por outro lado, elevados teores de proteína dietética, acarretam em gastos energéticos no metabolismo animal por excretar o excedente de ureia via urina e leite, contaminando o meio ambiente e aumentando os custos com alimentação, por se tratar de um dos nutrientes mais onerosos.

Neste contexto, objetivou-se com o capítulo 1, referencial teórico, discutir sobre a produção de leite em pastagem tropical e utilização de suplementos concentrados proteicos, energéticos na alimentação de vacas leiteiras. O capítulo 2 teve como objetivo avaliar os efeitos dos teores de proteína bruta do suplemento, na dieta de vacas em lactação, sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca e nutrientes e comportamento ingestivo. No capítulo 3, objetivou-se pesquisar o efeito da suplementação proteica com níveis crescentes de proteina bruta sobre o excreção de nitrogênio no plasma sanguíneo, no leite e na urina, balanço de nitrogênio, síntese de proteína mricrobiana e eficiência microbiana em vacas sob pastejo de capim Tanzânia.

CAPÍTULO 1

REFERENCIAL TEÓRICO
Teores de proteína bruta no suplemento de vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia

PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO

No cenário atual da bovinocultura leiteira a busca por fortalecimento, sustentabilidade, competitividade e consolidação da atividade impõe cada vez mais limites aos produtores que buscam se manter ativos. Portanto, tais limites como custos elevados de terras e insumos aliados a questões ambientais e sociais obrigam os produtores a buscarem alternativas, sistemas de produção que possam viabilizar e garantir a permanência desses dentro da atividade da pecuária leiteira (Teixeira et al., 2013).

Na maioria dos sistemas de produção existentes no Brasil as pastagens constituem fonte primária de volumoso na dieta dos animais ruminantes, além de ser considerada a alternativa de maior praticidade e menor custo para ofertar energia e proteína aos animais (Silva et al., 2015a; Silva et al., 2015b). O potencial qualitativo de plantas forrageiras utilizadas em sistemas de produção animal é verificado através do seu valor nutricional. Então, para a escolha de uma planta forrageira adequada a determinado sistema de produção, além da proporção de carboidratos digestíveis, a qual deve ser considerada, outra característica importante nesse processo de seleção é a produção de biomassa por área, a qual está relacionada com o manejo de corte (Campos et al., 2010).

A produção animal à pasto é possível ser melhorada, parcialmente, através de ações de manejo adequado visando otimizar a utilização da pastagem (Magalhães et al., 2011). Em sistemas de produção de pastagens tropicais, práticas de intensificação como fertilização nitrogenada e irrigação melhoram a produtividade e qualidade da forragem, proporcionando uma oferta homogênea de volumoso no decorrer do ano e, assim, contribui para a melhoria do sistema de produção de leite em pastagem (Silva et al., 2015).

Portanto, pastagens manejadas adequadamente, com maior qualidade da forragem, proporcionam menores respostas a suplementação concentrada na produção de leite de vacas submetidas em sistemas de pastagem tropical (Deresz et al., 2010). Nesse contexto, Deresz et al. (2001) verificou que pastagens compostas por gramíneas tropicais, manejadas em sistema rotacionado, suportam produções de leite de até 12 a 14 kg/vaca/dia, sem a necessidade de suplementação concentrada.

Quanto ao potencial produtivo das forrageiras tropicas, Fukumoto et al. (2010) registraram produções média diária de 9,1, 9,1 e 8,7 kg de leite de vacas mestiças holandês x zebu sob pastejo de três tipos de gramíneas tropicais, capim Tanzânia, grama estrela africana e capim marandu, as quais eram manejadas em sistema rotacionado sem suplementação concentrada. Contudo, esses mesmos autores observaram que forrageiras

tropicais proporcionam melhor desempenho por área quando comparado a produção por animal.

Produções médias de 11 kg de leite/vaca/dia foram registradas por Teixeira et al. (2010) em pesquisa realizada com vacas leiteiras manejadas em pastejo rotacionado com tifton 85 sob condições de irrigação e sequeiro ou confinadas. Desta forma, pode-se considerar evidente o potencial de produção de sistemas à pasto na pecuária leiteira, vista como alternativa frente aos sistemas de confinamento atendendo as exigências de animais de média produção quando adotadas práticas de manejo intensivo.

CAPIM TANZÂNIA (*Panicum maximum* Jacq.)

O capim Tanzânia é uma gramínea tropical pertencente ao gênero *Panicum* a qual apresenta crescimento cespitoso (aproximadamente 1,2 m), com folhas glabras de tamanho médio (2,6 cm) e decumbentes, com inflorescência do tipo panícula (Jank et al., 2010).

Entre as cultivares existentes no gênero *Panicum maximum,* o capim Tanzânia possui bom potencial de produção com aptidão para utilização em sistemas de pastejo, principalmente, quando manejada a nível de correções e adubações do solo (Sousa et al., 2010). Machado et al. (2010), após avaliar produção de massa de forragem de plantas forrageiras anuais e perene, verificaram que dentre as espécies avaliadas, o capim Tanzânia tem boas características relacionadas a produção de forragem devido ao elevado rendimento de massa de forragem, qualidade bromatológica e facilidade de controle.

No que diz respeito à finalidade do manejo de pastagem, garantir a sustentabilidade do pasto é primordial, porém um outro ponto importante é a composição alimentar da dieta dos animais, na qual ocorra uma maior participação de folhas verdes (Braz et al., 2011). Assim, Iwamoto et al. (2014) avaliando a produção e componentes morfológicos do capim Tanzânia à adubações nitrogenadas, verificaram elevada produção de lâminas foliares com valores médios de razão folha:colmo de 15:1 na primavera e inverno e 9:1 no verão e outono, demonstrando ser uma espécie de ótima qualidade destinada a produção animal.

De acordo com Freitas et al. (2012), a cultivar Tanzânia tem boa resposta ao manejo de adubação, em que além de elevar a produção de matéria seca total, com maior proporção de folhas, foi verificado valores crescentes de proteína bruta (8, 10, 12 e 16%) nas laminas foliares referente às doses de nitrogênio (0, 80, 160 e 320 kg/há) aplicadas na

pastagem. Sousa et al. (2010), encontraram para o capim Tanzânia adubado com nitrogênio e fósforo valores médio de 25,7% de MS e teores de PB de 8,6% para o tratamento controle e teor de 12, 3% para as maiores doses de adubação. Para Signoretti et al. (2013), foi observado valor de 11% de PB na planta inteira em pastagem de capim Tanzânia manejado em sistema rotacionado.

Em resposta a pecuária leiteira, a cultivar Tanzânia tem sido estudada como uma boa alternativa para a utilização em sistemas de produção a pasto com adoção de manejos intensivos. Nesse aspecto, Fernandes et al. (2014) constataram que o capim Tanzânia possui potencial para ser utilizado na produção de leite em sistema de pastejo rotacionado com três dias de ocupação e um período de descanso de trinta dias. Em estudo realizado por Oliveira et al. (2014), ao avaliar o desempenho de vacas leiteiras submetidas ao pastejo de capim Tanzânia e a suplementação de níveis de concentrado e proteína bruta, registraram produções média de 12 kg de leite/vaca/dia na época das águas em pastagem sem suplementação concentrada.

Assim, como constatado em estudos (Iwamoto et al.; Fernandes et al.; Oliveira et al. (2014), Signoretti et al. (2013), Freitas et al. (2012), Machado et al. (2010) e Sousa et al. (2010)), a utilização de gramíneas tropicais como o capim Tanzânia em sistemas de pastejo, manejadas com práticas intensivas (adubação, irrigação, entre outras.), permite uma alta produtividade e qualidade de massa de forragem que promove melhorias no desempenho de vacas leiteiras de média produção sem necessidade de suplementação com concentrados.

PROTEÍNA PARA VACAS LEITEIRAS

A proteína bruta presente nos alimentos classifica-se em duas frações, as quais tem funções distintas. Portanto, a primeira é classificada como proteína degradada no rúmen (PDR), a qual tem como papel principal o fornecimento de substratos nitrogenados (NH_3, peptídeos, aminoácidos) para a síntese de proteina microbiana (Santos et al., 2006). Essas proteínas sintetizadas pelos microrganismos ruminais possuem bom perfil aminoacídico e composição pouco variável (NRC, 2001). A segunda fração refere-se a proteína não degradada no rúmen (PNDR), sua importância está relacionada com o suprimento de aminoácidos conjuntamente com a proteína microbiana para a absorção no intestino delgado.

A maior parte dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado provém da proteína microbiana, fundamental para o metabolismo proteico de ruminantes. Alguns fatores como eficiência da produção microbiana e o fluxo microbiano determinam os teores de proteína microbiana que atingem o intestino delgado (Aguiar et al., 2015).

Deficiências dietéticas proteicas resultam em redução no consumo de forragem, em consequência da redução na digestibilidade dos componentes da parede celular, que ocorre em virtude da redução no crescimento microbiano. De acordo com Martins et al. (2015), o consumo de matéria seca é o principal determinante para a vaca atender suas exigências nutricionais, principalmente, em mantença 4r4e produção de leite. Portanto, conhecer as exigências nutricionais dos animais e a composição dos alimentos é de fundamental importância para a formulação de dietas balanceadas corretamente para que possam fornecer nutrientes em quantidade e qualidade necessários ao atendimento das exigências de vacas leiteiras nos vários níveis de produção (Lana et al., 2011).

As exigências proteicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal dos aminoácidos provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não degradada no rúmen (Santos, 2006). Segundo o NRC (2001), as exigências para Proteína Degradável no Rúmen (PDR), Proteína Não Degradável no Rúmen (PNDR) e Proteína Total (PT) dependem de fatores intrínsecos ao animal, a concentração de energia disponível na dieta e consumo de matéria seca.

Recomendações acerca da proporção de PDR e PNDR nas fontes proteicas e dietas fornecidas para os animais são reportadas na literatura. Segundo o NRC (1989) recomenda-se de 35 a 40% de PDR com base no total de PB. Outros estudos, em relação a PNDR, sugerem a utilização da proporção de 35 -38% da proteína bruta total, pois um excesso dessa fração pode causar redução na proteína e produção do leite, devido a interferência na síntese de proteína microbiana.

Nas situações em que a dieta fornece energia em menor proporção a disponibilidade de N, ocorre aumento na concentração de amônia no rúmen. O excedente de amônia é absorvido através da parede ruminal, chegando a corrente sanguínea, a qual irá carrear a amônia (NH3) para o fígado. No fígado, essa concentração de amônia, antes de ser excretada, será metabolizada e convertida em ureia, havendo um gasto energético no metabolismo animal para tal conversão (Schwab e Broderick, 2017).

O status de nutrição proteica dos ruminantes pode ser obtido a partir do balanço de nitrogênio no animal, assim como a concentração de ureia sérica e na urina (Pessoa et

al., 2008), pois existe correlação positiva entre a ingestão de nitrogênio e a concentração de ureia sérica (Preston et al., 1985). A concentração de ureia plasmática pode ser associada à utilização ineficiente da proteína bruta ingerida (Broderick e Clayton, 1997).

Geralmente, parte da ureia plasmática pode ser reciclada via saliva e por difusão do sangue retornando ao rúmen pela parede ruminal, contudo, em vacas em lactação esta pode se difundir para o leite. Esta, quando excretada na urina é volatilizada mais rapidamente, causando efeito poluente no meio ambiente.

Deste modo, é imprescindível o balanceamento das dietas, visando a adequação dos teores proteicos às exigências de vacas leiteiras, para melhor eficiência de utilização dos nutrientes, principalmente a proteina, minimizando perdas pelas fezes, urina e leite.

RESPOSTAS DE VACAS LEITEIRAS A SUPLEMENTAÇÃO EM REGIME DE PASTO

A utilização de sistemas de produção de leite à pasto implica limitação do desempenho de vacas leiteiras com potencial de produção média à alta devido a fatores como a restrição do consumo e oferta de nutrientes através da forragem, necessitando o uso de tecnologias como a suplementação concentrada. Esta tecnologia alimentar busca aumentar o fornecimento de nutrientes, potencializando a atividade dos microrganismos ruminais no processo de digestão dos alimentos para atender as exigências nutricionais desses animais e assim possibilitar o alcance de elevados níveis de produção (Silva et al., 2017).

De acordo com Silva et al. (2015b), em sistemas de produção intensivos a pasto, manejados corretamente, a produção/oferta de massa de forragem é aumentada tanto no aspecto quantitativo como qualitativo, porém é necessário o uso de concentrados para suprir o déficit de nutrientes da forragem. Para Fonseca et al. (2016), uma forma de alcançar a competitividade pelos produtores brasileiros é o investimento e aplicação de tecnologias nutricionais as quais proporcionem produções de leite de elevado padrão de qualidade e menores custos de produção.

A estratégia de suplementação concentrada tem por finalidade melhorar o consumo e a eficiência de utilização dos nutrientes dos alimentos pelos animais ruminantes (Abreu et al., 2013). Portanto, em sistemas de produção especializados torna-se comum a prática de suplementação concentrada com inclusão de alimentos energéticos e/ou proteicos, pois resulta na melhoria do desempenho de vacas de média a alta produção

de leite (Krolow et al., 2014). Nesse sentido, Silva et al. (2017), observaram que vacas leiterias mantidas em pasto tropical com diferentes estratégias de suplementação (mistura mineral, suplementação energética, suplementação proteica e suplementação múltipla) tiveram sua produção aumentada em 19,51% em relação aos animais que não receberam suplemento concentrado.

De acordo com Vilela et al. (1980), com a utilização de suplementação concentrada para vacas leiteiras é possível obter resposta, apesar de variável, de 0,50 a 0,90 kg de leite kg^{-1} de concentrado fornecido, já para o período de seca apresenta-se uma relação de 0,80 a 0,90 kg de leite kg^{-1} de suplemento concentrado, sendo esse formulado a base de milho e soja.

Nesse contexto, a escolha de uma estratégia para suplementação para vacas leiteiras em pastagem como alternativa eficiente para otimizar a produtividade é variável, principalmente, em função do potencial genético de produção dos animais, da interação entre a forragem e suplemento, época do ano, nível de produção e disponibilidade de alimentos (Silva et al., 2017; Andrade et al., 2015). Contudo, quando se utiliza sistemas de produção em pastagem, o critério da escolha de suplementos, devem ser levados em consideração não somente aspectos técnicos, mas também a viabilidade econômica de metas produtivas, buscando máxima eficiência dos sistemas de produção (Carvalho et al., 2013).

Segundo Pimentel et al. (2013), a economicidade da utilização de suplementos para bovinos leiteiros é fortemente relacionado com o aumento na produção de leite em resposta ao fornecimento de concentrado na dieta. Tal relação, kg de leite produzido para cada kg de concentrado fornecido, geralmente é utilizado como um indicador de viabilidade econômica da pratica de suplementação concentrada, devendo considerar o preço do concentrado e do leite.

Assim, o suprimento de deficiências nutricionais de pastagens através do uso de suplementos concentrados possibilita melhorias no desempenho dos animais ruminantes (Schio et al., 2011). Para que vacas leiteiras manejadas em sistemas a pasto possam expressar totalmente seu potencial produtivo, torna-se necessário estabelecer uma estratégia de suplementação, proteica, energética, ou com mistura múltipla a fim de melhorar o aporte e a eficiência de utilização de nutrientes da dieta dos animais para atender as exigências nutricionais.

Suplemento proteico

A prática de suplementação proteica de bovinos a pasto, principalmente, no período das águas, aumenta a eficiência de utilização do pasto devido proporcionar maiores concentrações de nitrogênio amoniacal no rúmen, em que resulta no aumento do balanço de nitrogênio (Costa et al., 2011). Miranda et al. (2015) corroboram que tal resposta na eficiência de utilização da forragem dar-se-à satisfatória disponibilidade de amônia ruminal para as bactérias fibrolíticas, as quais utilizam esse substrato como exclusiva fonte de N.

Em estudo sobre a eficiência de utilização de nitrogênio através de dados oriundos de uma compilação de 10 experimentos, Detman et al. (2014), com base na relação existente entre ingestão de forragem e a proteína da dieta, verificou que a elevação do teor de PB da dieta promove melhoria na ingestão, desde que, principalmente, seja uma dieta pobre em nitrogênio. Segundo Figueiras et al. (2015), em condições na qual a forragem é de média a alta qualidade, a suplementação proteica propicia a mantença da razão proteína:energia em condição favorável ao animal e conforme as demandas metabólicas.

A melhoria no desempenho animal em resposta à suplementação é devido a elevação no teor proteico do suplemento, porém é reduzido proporcionalmente com o aumento da proteína bruta da forragem. Assim, observa-se que existe reação positiva à suplementação proteica relacionado à Eficiência de Utilização do Nitrogênio (EUN) e desempenho animal. Portanto, dentre os benefícios obtidos com a suplementação, o mais importante é a manutenção do status de nitrogênio no metabolismo animal (Detman et al., 2014).

Desse modo, o fornecimento de proteína via suplementação concentrada para vacas leiteiras em pastagem tropicas pode proporcionar melhorias no desenvolvimento dos microrganismos ruminais e consequentemente conduzir a respostas positivas no consumo de forragem, e assim, melhorar a eficiência de utilização do pasto.

Suplemento energético

A suplementação energética é de fundamental importância para bovinos leiteiros, pois a energia é reconhecida como o “nutriente” de maior demanda para as funções biológicas, principalmente, para os animais em lactação que possuem maior

exigência. Portanto, em se tratando da utilização de suplementos energéticos para suprir as exigências nutricionais dos animais, a exemplos de grãos e raízes, o amido, constituinte da composição química desses alimentos, apresenta-se como fonte principal de energia em que devido sua estrutura molecular, torna-se mais disponível energeticamente comparado aos carboidratos estruturais ofertados nas dietas de bovinos (Silva et al., 2015).

Uma outra forma de realizar a suplementação energética é através do uso de gorduras, as quais possuem valor atribuído a tal função devido a possibilidade de promover aumento na ingestão de energia líquida por vacas. Ainda sobre as gorduras como fonte energética para os animais, a concentração de energia bruta, digestibilidade, efeitos do suplemento na digestibilidade de outros nutrientes e sobre a ingestão de matéria seca, tais fatores que diferenciam os suplementos de gorduras devem ser levados em consideração para uma melhor eficiência de utilização (Weiss et at., 2011).

Teor proteico de suplementos concentrados

No Brasil, suplementos concentrados destinados à alimentação de vacas leiteiras sob pastejo geralmente são comercializados contendo elevado teor de PB, entre 17 e 25%, sendo também ofertados para animais em pastagens manejadas intensivamente (Danes et al., 2013). Segundo Teixeira et al. (2011), elevar o teor de PB da dieta total ultrapassando as exigências nutricionais dos animais não é considerado uma boa estratégia em aumentar a resposta na produção de leite, principalmente, para animais criados em pastagem tropical manejadas intensivamente

Além disso, a suplementação com baixos níveis de concentrado objetivando produção de leite equivalente ao obtido com altos níveis de concentrado possibilitaria maior economia para os sistemas de ordenha, estimulando um maior número de produtores à adotar como prática rotineira a suplementação em fazendas e, principalmente naquelas localizadas distantes dos grandes centros de consumo (Pimentel et al., 2013).

Em pesquisa realizada por Hynes et al. (2016), foi observado que o fornecimento de alimentos concentrados com teor de PB abaixo de 14,1% para vacas leiteiras em pastagem de boa qualidade (18,3% de PB; 46,1% de FDN; 23,2% de FDA e 16,2% de CNF) e não influencia negativamente a produtividade dos animais. Portanto, elevados teores de PB de concentrados disponíveis para a alimentação de vacas leiteiras podem acarretar em excesso de nitrogênio no metabolismo animal, em que deste modo, além de

gerar custo energético ao animal para excretar tal excesso, e da contaminação ambiental, afeta os custos com alimentação, pois trata-se do nutriente mais oneroso da dieta.

Assim, o estabelecimento de níveis adequados de PB de concentrados para vacas leiteiras sob pastejo de gramíneas tropicais pode possibilitar melhoria no metabolismo do nitrogênio, com menores gastos energéticos destinados a excreção de ureia, reduzindo a contaminação do ar e da água, além de melhorar o retorno econômico da dieta.

REFERÊNCIAS

Abreu, D. C., Lana, R. D. P., de Oliveira, A. S., Teixeira, R. M., Ghedini, C. P., Fonseca, M. A., de Paula, R. M. Cinética da produção de leite em função da suplementação com concentrados energéticos e proteicos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 8, n. 4, p. 675-680, 2013.

Andrade, V. R., Leonel, F. D. P., Villela, S. D. J., Carvalho, J. D. C., Araújo, R. P., de Carvalho, J. M., Machado, H. V. N., Zervoudakis, J. T. Soybean in different forms of processing in the feeding of crossbred cows on brachiaria grass pastures. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 2, p. 37-43, 2015.

Braz, T. G. D. S., Fonseca, D. M. D., Freitas, F. P. D., Martuscello, J. A., Santos, M. E. R., Santos, M. V., Pereira, V. V. Morphogenesis of Tanzania guinea grass under nitrogen doses and plant densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1420-1427, 2011.

Broderick, G. A., Clayton, M. K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 11, p. 2964-2971, 1997.

Campos, P. R. de. S. S., Silva, J. F. C. D., Vásquez, H. M., Vittori, A., Silva, M. A. Fractions of carbohydrates and of nitrogenous compounds of tropical grasses at different cutting ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.7, p. 1538-1547, 2010.

Carvalho, D. M. G., da Silva Cabral, L., da Silva, J. J., Sandri, R. E., Gomes, R. A. B., Neto, M. Z., de Jesus Teixeira Filho, A. Suplementação de vacas leiteiras em pastagens de capim xaraés no período das águas. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 1, p. 91-101, 2013.

Costa, V. A. C., Detmann, E., Paulino, M. F., Valadares Filho, S. D. C., Henriques, L. T., Carvalho, I. P. C. D. Total and partial digestibility and nitrogen balance in grazing cattle supplemented with non-protein and, or true protein nitrogen during the rainy season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2815-282, 2011.

Danes, M. A. C., Chagas, L. J., Pedroso, A. M., Santos, F. A. P. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 1, p. 407-419, 2013.

Deresz, F. Influência do período de descanso da pastagem de capim-elefante na produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 461-469, 2001.

Deresz, F., Martins, C. E., de Freitas, A. F., da Rocha, W. S. D., de Jesus Silva, N. J., Vega, D. D. S. M., de Morais, T. A. Suplementação Concentrada e a Produção de Leite de Vacas Mestiças em Pastagens de Capim-Elefante Durante a Época Chuvosa. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 12, n. 2, p. 212-214, 2014.

Detmann, E., Valente, É. E., Batista, E. D., Huhtanen, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141-153, 2014.

Fernandes, A. M., Deresz, F., Henrique, D. S., Lopes, F. C. F., Glória, L. S. Nutritive value of Tanzania grass for dairy cows under rotational grazing. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 8, p. 410-418, 2014.

Fernandes, L. D. O., Reis, R. A., Paes, J. M. V., Teixeira, R. M. A., Queiroz, D. S., Paschoal, J. J. Desempenho de bovinos da raça Gir em pastagem de Brachiaria brizantha submetidos a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 36-46, 2015.

Figueiras, J. F., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Paulino, M. F., Batista, E. D., Rufino, L. M. A., Valente, T. N. P., Reis, W. L. S., Franco, M. O. Desempenho nutricional de bovinos em pastejo durante o período de transição seca-águas recebendo suplementação proteica. **Archivos de Zootecnia**, v. 64, n. 247, p. 269-276, 2015.

Fonseca, A. A., de Moura Zanine, A., Ribeiro, M. D., de Paula Leonel, F., de Jesus Ferreira, D., de Souza, A. L., da Silva, F. G., Correa, R. A., Neto, C. R. C. Desempenho produtivo e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras em pastejo suplementadas com resíduos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 1, p. 76-85, 2016.

Freitas, F. P. D., Fonseca, D. M. D., Braz, T. G. D. S., Martuscello, J. A., Santos, M. E. R. Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 4, p. 864-872, 2012.

Fukumoto, N. M., Damasceno, J. C., Deresz, F., Martins, C. E., Cóser, A. C., Santos, G. T. D. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1548-1557, 2010.

Hynes, D. N., Stergiadis, S., Gordon, A., Yan, T. Effects of crude protein level in concentrate supplements on animal performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows fed fresh-cut perennial grass. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 8111-8120, 2016.

Krolow, R. H., Silva, M. A. D., Paim, N. R., Medeiros, R. B. D., Velho, I. M. P. H. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastagem de azevém alimentadas com diferentes fontes proteicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 66, n. 3, p. 845-852, 2014.

Machado, L. A. Z., Assis, P. D. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010.

Magalhães, M. D. A., Martuscello, J. A., da Fonseca, D. M., de Oliveira, I. M., de Freitas, F. P., Faria, D. J. G., de Oliveira, R. A., Ribeiro Júnior, J. I. Influência da irrigação, da densidade de plantio e da adubação nitrogenada nas características morfogênicas, estruturais e de produção do capim Tanzânia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2308-2317, 2011.

Miranda, P. A. B., Fialho, M. P. F., Saliba, E. O. S., Oliveira, L. O. F., Costa, H. H. A., Lopes, V. E. S., Silva, J. J. Consumo, degradabilidade in situ e cinética ruminal

em bovinos suplementados com diferentes proteinados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 2, p. 573-582, 2015.

National Research Council. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, Dc. 1989.

National Research Council. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th Rev. Ed. National Academy Press, Washington, Dc. 2001.

Oliveira, A. G., de Oliveira, V. S., de Arruda Santos, G. R., Santos, A. D. F., dos Santos Sobrinho, D. C., de Oliveira, F. L., Santana, J. A., Goveia, J. S. S. Performance of dairy cows in pasture supplemented with levels of concentrate and crude protein. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3287-3304, 2014.

Paula Lana, R., de Abreu, D. C., de Cast, P. F. C. B., de Araújo Teixeira, R. M., Zamperline, B., de Souza, B. S. B. C. Produção de leite por vacas mestiças em função da suplementação com concentrados energéticos e/ou proteicos a pasto ou confinadas. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 1, n. 1, p. p.145-150, 2011.

Pimentel, J. D. O., Lana, R. D. P., Graça, D. D. S., Matos, L. D., Teixeira, R. Teores de proteína bruta no concentrado e níveis de suplementação para vacas leiteiras em pastagens de capim-braquiária cv. Marandu no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 418-425, 2011.

Pimentel, J. J. D. O., Lana, R. D. P., Oliveira, A. S. D., Teixeira, R. M. A., Abreu, D. C. D. Dairy cows feeding with sorghum silage supplemented with concentrate. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 255-261, 2013.

Preston, R. L., Schnakenberg, D. D., Pfander, W. H. Protein utilization in ruminants: I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. **The Journal of Nutrition**, v. 86, n. 3, p. 281-288, 1965.

Santos, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2006, p.255-286.

Santos, F. A. P., Danés, M. A. C., Macedo, F. L., Chagas, L. J. Manejo alimentar de vacas em lactação em pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA

LEITEIRA, 9, 2011, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2011. p.119 – 158.

Schio, A. R., Veloso, C. M., Silva, F. F., Ítavo, L. C. V., Mateus, R. G., Silva, R. R. Ofertas de forragem para novilhas nelore suplementadas no período de seca e transição seca/águas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 9-17, 2011.

Schwab, C. G.; Broderick, G. A. A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10094-10112, 2017.

Signoretti, R. D., de Resende, F. D., Pessim, B., de Souza, F. H. M., de Souza, L. Â. Produção e composição de leite de vacas mestiças suplementadas com diferentes níveis de concentrado mantidas em pastagem de capim Tanzânia irrigada. **Boletim de Indústria Animal**, v. 70, n. 1, p. 10-19, 2013.

Silva, Á. C., dos Santos Luz, Y., de Figueiredo, M. P., Bonomo, P., Pereira, M. L. A., Vieira, C. G., Medeiros, S. Utilização da raiz de mandioca desidratada, em substituição ao milho, na suplementação de vacas holandesas em pastejo sobre o consumo voluntário, digestibilidade aparente e metabolismo energético. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 2259-2273, 2015.

Silva, J. A., da Silva Cabral, L., Costa, R. V., Macedo, B. G., Bianchi, I. E., Teobaldo, R. W., Neves, C. G., da Silva Carvalho, A. P., Plothow, A. F., da Costa Júnior, W. S., Silva, C. G. M. Estratégias de suplementação de vacas de leite mantidas em pastagem de gramínea tropical durante o período das águas. **PUBVET**, v. 9, n. 3, p. 150-157, 2015.

Silva, J. A., Silva, C. G. M., de Paula Sousa, D., de Paula, N. F., da Silva Carvalho, A. P., Macedo, B. G., da Costa Júnior, W. S., Bianchi-Zanette, I. E., Costa, R. V., Teobaldo, R. W. Supplementation strategies for dairy cows kept in tropical grass pastures. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 401-416, 2017.

Sousa, R. S. I., Pires, A. J. V. U., Carvalho, G. G. P. D. U., Silva, F. F. D. U., Magalhães, A. F. I., Veloso, C. M. U. Composição química de capim Tanzânia adubado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, n. 6, p. 1200-1205, 2010.

Teixeira, A. M., Jayme, D. G., Sene, G. A., Fernandes, L. O., Barreto, A. C., Rodrigues Júnior, D. J., Coutinho, A. C., Glória, J. R. Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 5, p. 1447-1453, 2013.

Teixeira, R. M. A., Lana, R. P., FERNANDES, L., Oliveira, A. S., Queiroz, A. C., Pimentel, J. J. O. Desempenho produtivo de vacas da raça Gir leiteira em confinamento alimentadas com níveis de concentrado e proteína bruta nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2527-2534, 2010.

Vilela, D., Cardoso, R. M., SILVA, J., Gomide, J. A. Efeito da suplementação concentrada sobre o consumo de nutrientes e a produção de leite, por vacas em pastagem de capim-gordura (Melinis minutiflora, Beauv). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 9, n. 2, p. 214-232, 1980.

Weiss, W. P., Pinos-Rodríguez, J. M., Wyatt, D. J. The value of different fat supplements as sources of digestible energy for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 2, p. 931-939, 2011.

CAPÍTULO 2

Consumo, digestibilidade aparente e comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína bruta

Consumo, digestibilidade aparente e comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia suplementadas com níveis de proteína bruta

RESUMO: Objetivou-se avaliar o consumo, a digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes e comportamento ingestivo de vacas em lactação sob pastejo de capim Tanzânia suplementadas com diferentes concentrações de proteína bruta. Foram utilizadas 12 vacas mestiças (Holandês/Gir) em lactação com peso corporal inicial médio de 540 ± 44 kg, agrupadas em blocos homogêneos de acordo com a produção de leite (PL inicial média de 25 kg dia^{-1}), semanas em lactação (10 semanas) e ordem de paridade (primíparas/multíparas), distribuídas em três quadrados latino 4 x 4, constituído por quatro tratamentos (122, 142, 162 e 180 g kg^{-1} de proteína bruta (PB) na MS) e quatro subperíodos experimentais de 21 dias. Para o consumo da MS total, MS da forragem, EE, FDN, CNF, CT, NDT e eficiência alimentar (EA), não foi verificado efeito (P>0,05). Houve aumento no consumo de concentrado (P=0,003), proteína bruta em kg dia^{-1} (P=0,005) e proteína em g kg^{-1} PC (P=0,01), para a suplementação proteica com níveis de PB. A digestibilidade não foi influenciada (P>0,05) pelos teores de PB do suplemento concentrado. As variáveis comportamentais, pastejando, ruminando e ócio, não sofreram alteração (P>0,05) para os tratamentos de níveis de PB. A suplementação proteica contendo diferentes teores de PB não altera o consumo de MS total, digestibilidade aparente da MS e nutrientes (EE, FDN, CNF e CT) e, assim como não modifica os padrões de comportamento ingestivo de vacas em lactação sob pastejo de capim Tanzânia.

Palavras-chave: bovinos leiteiros, nitrogênio, pastagem tropical, suplementação proteica

Intake, apparent digestibility and ingestive behavior of dairy cows in Tanzania grass pasture supplemented with crude protein levels

ABSTRACT: The objective was to evaluate the intake, apparent digestibility of dry matter and nutrients and ingestive behavior of dairy cows under Tanzania grass grazing supplemented with different concentrations of crude protein. Twelve lactating dairy cows (Holstein/Gir) with average initial body weight of 540 ± 44 kg were used, grouped in homogeneous blocks according to the milk production (mean initial MP of 25 kg day-1), lactating weeks (10 weeks) and parity order (primiparous/multiparous), distributed in three 4 x 4 Latin squares, consisting of four treatments (122, 142, 162 and 180 g kg^{-1} of crude protein) and four experimental subperiods of 21 days. For the total MS intake, pasture DM, EE, FDN, CNF, CT, NDT and feed efficiency (FE), no effect was verified (P> 0.05). There was an increase in the intake of concentrate (P = 0.003), crude protein in kg day -1 (P = 0.005) and crude protein in g kg -1 PC (P = 0.01) for protein supplementation with CP levels. The digestibility was not influenced (P> 0.05) by the CP contents of the concentrate supplement. The behavioral variables, grazing, ruminating and leisure, did not change (P> 0.05) for treatments of PB levels. Protein supplementation with different levels of CP does not alter the intake, apparent digestibility of DM and nutrients (EE, NDF, CNF and CT) and does not modify the patterns of ingestive behavior of lactating cows under Tanzania grass grazing.

Keywords: dairy cattle, nitrogen, protein supplementation, tropical pasture

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de ruminantes mais utilizados nos trópicos tem como base alimentar pastagens tropicais, as quais, quando manejadas corretamente apresentam considerável produção de forragem. Contudo, uma característica marcante de sistemas de produção a pasto é a estacionalidade na produção forrageira.

A estacionalidade da produção forrageira diz respeito a variações na qualidade e oferta de forragem. Assim, quando o valor nutritivo da forragem decresce, o tempo de pastejo diminui e, consequentemente, o tempo de ruminação é aumentado pois está relacionado diretamente com a qualidade da dieta e proporcionalmente ao teor fibroso do volumoso. Deste modo, características como a qualidade e oferta da forragem juntamente com a proporção dos componentes morfológicos são fatores condicionantes do comportamento ingestivo de animais criados a pasto (Krolow et al., 2014).

A redução na qualidade de pastagens tropicais é observada, principalmente, no que diz respeito ao teor de proteina bruta. Portanto, a criação de vacas leiteiras com produção média de leite, acima de 15 kg dia^{-1}, e alta produção, acima de 25 kg dia^{-1}, em sistemas de pastagem requer a utilização de tecnologias alimentares como a suplementação com alimentos concentrados, principalmente, proteicos visando suprir o déficit nutricional das forrageiras tropicais, particularmente no período mais crítico de produção de forragem.

Segundo Detmann et al. (2014), a utilização de suplementação proteica promove respostas positivas na ingestão de forragem. Desde que, segundo esses autores, tal efeito positivo, parcialmente, é atribuído a melhorias obtidas na digestibilidade.

Por isso, a hipótese do presente estudo indica que, o uso de suplementação concentrada com diferentes teores de proteína bruta proporciona aumento no consumo de forragem e influencia o padrão de comportamento ingestivo de vacas leiteiras com produção média de leite de 25 kg dia^{-1} sob pastejo de capim Tanzânia. Portanto, a utilização de 122 g kg^{-1} de PB do suplemento concentrado atende as exigências mínimas nutricionais para vacas criadas em pastagem tropical.

Deste modo, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação concentrada com diferentes teores de proteína bruta sobre o consumo, a digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes e o comportamento ingestivo de vacas em lactação sob pastejo de capim Tanzânia.

MATERIAL E MÉTODOS

Considerações éticas e localização experimental

Este estudo foi conduzido de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). O protocolo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Número de Autorização: 026103/13).

O experimento foi realizado na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Alta Mogiana (APTA-AM), localizado no município de Colina, no Estado de São Paulo (latitude de 20º 43' 05" S; longitude 48º 32' 38" W). O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen). As condições climáticas do local, temperatura e precipitação pluviométrica, no período experimental estão apresentadas na tabela 1. O solo do local do experimento é classificado como latossolo vermelho-escuro, fase arenosa, com topografia suave ondulada, de acordo com SBCS 2006, Embrapa – Solos.

Tabela 1. Condições climáticas durante o período experimental.

		Mar/2015	Abr/2015	Mai/2015	Jun/2015
Temperatura (ºC)	Máxima	30,85	29,70	26,41	27,76
	Média	24,93	23,41	20,24	20,64
	Mínima	19,00	17,13	14,07	13,52

Fonte: CIIAGRO - Centro integrado de informações agrometereológicas

Período experimental, animais, tratamentos e delineamento experimental

O período experimental ocorreu entre os meses de março a junho de 2015, com duração total de 84 dias, subdivididos em quatro períodos de 21 dias. Os primeiros 14 dias foram necessários para adaptação dos animais à dieta e ao manejo, enquanto que a coleta de amostras foi realizada nos últimos sete dias de cada período.

Foram utilizadas 12 vacas mestiças (7/8 Holandês/Gir) em lactação com peso corporal inicial médio de 540 ± 44 kg e produção de leite inicial média de 25 ± 6 kg dia^{-1} com 10 semanas de lactação. As vacas tinham acesso a piquetes de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia e após cada ordenha recebiam, em baias individuais, suplementação concentrada.

O delineamento experimental utilizado foi em quadrado latino triplo balanceado, sendo quatro tratamentos (teores de proteína bruta (PB) 122, 142, 162 e 180 g kg^{-1} de MS de suplemento concentrado) com quatro períodos e três repetições por tratamentos. Portanto, as vacas foram distribuídas em quadrado latino 4 x 4 após serem agrupadas em blocos homogêneos de acordo com a produção de leite (PL inicial média de 25 ± 6 kg dia^{-1}), semanas em lactação (10 semanas) e ordem de paridade (primíparas e multíparas).

Pasto, concentrado e manejo alimentar

A área de pastagem era formada por *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia, dividida em 24 piquetes de 0,175 há. O manejo realizado consistiu no uso do método de lotação intermitente, com períodos de ocupação de um dia e períodos de descanso de 23 dias.

A pastagem foi adubada com 50 kg de N/ha/ciclo de pastejo (24 dias) após a saída do lote experimental do piquete pastejado. A adubação com fósforo (P) e potássio (K) foi realizada utilizando-se superfosfato simples e cloreto de potássio conforme recomendações de Werner et al. (1997).

A composição química do capim Tanzânia apresentou teores de 240 g kg^{-1} de MS, 86,4 g kg^{-1} de Matéria mineral (MM), 193 g kg^{-1} de proteína bruta (PB), 35,1 g kg^{-1} de extrato etéreo (EE), 542 g kg^{-1} de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), 133 g kg^{-1} de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), 319 g kg^{-1} de fibra em detergente ácido (FDA), 685 g kg^{-1} de carboidratos totais (CT) 144 g kg^{-1} de carboidratos não fibrosos (CNF), 35 g kg^{-1} de lignina em detergente ácido (LDA) e 639 g kg^{-1} de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Os diferentes concentrados experimentais foram formulado para quatro teores de PB, 122, 142, 162 e 180 g kg^{-1} de MS, respectivamente, a base de milho moído, farelo de soja e mistura mineral (Tabela 2). O suplemento concentrado foi fornecido para as vacas em baias individuais, às 06:00 e 16:00 horas, após as duas ordenhas diária.

Coleta e análise de amostras

O pastejo simulado foi realizado em três pontos aleatórios em cada piquete à ser pastejado pelos animais seguindo metodologia descrita por Johnson (1978). Após a colheita das amostras, estas foram pesadas, identificadas e pré secas em estufa de circulação forçada de ar à 60 ± 5°C por 72 horas.

A cada subperíodo de 21 dias, a altura do pasto referente à entrada e saída dos animais nos piquetes foi monitorada através de 25 pontos, mensurados aleatoriamente, utilizando-

se uma régua graduada em centímetros. Em seguida foram selecionados, de modo aleatório, três pontos com altura média de entrada e saída para a amostragem da forragem.

Tabela 2. Composição química dos concentrados com diferentes teores de proteína bruta.

Ingredientes	Teor de PB do concentrado (g kg^{-1})			
	122	142	162	180
Milho moído	876	824	774	724
Farelo de Soja	84,0	136	186	235
Sal mineral[1]	40,0	40,0	40,0	40,0
Nutrientes	Teor de nutrientes (g kg^{-1})			
Matéria seca	885	886	887	889
Matéria mineral	90,7	95,2	95,9	99,4
Proteína bruta	122	142	162	180
Extrato etéreo	81,1	79,4	74,8	73,0
Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína	98,0	95,8	98,9	112
Fibra em detergente ácido	36,6	41,1	43,0	47,0
Lignina em detergente ácido	21,4	21,6	22,3	27,5
Carboidratos totais	702	679	661	641
Carboidratos não fibrosos	604	583	562	529
Nutrientes digestíveis totais[3]	833	828	824	819

[1]Composição da mistura mineral (níveis de garantia/ kg de elemento ativo): Cálcio (190 g kg^{-1}); Fósforo (60 g kg^{-1}); Enxofre (20 g kg^{-1}); Magnésio (20 g kg^{-1}); Potássio (35 g kg^{-1}); Sódio (70 g kg^{-1}); Cobalto (15 mg kg^{-1}); Cobre (700 mg kg^{-1}); Iodo (40 mg kg^{-1}); Manganês (1600 mg kg^{-1}); Selênio (19 mg kg^{-1}); Zinco (2500 mg kg^{-1}); Flúor (600 mg kg^{-1}) e Ferro (700 mg kg^{-1}). [3]Os valores dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados pela equação do NRC (2001): NDT (%) = PBd + (EEd x 2,25) + CNFd + FDNd – 7.

As amostras de forragem foram colhidas pelo método destrutivo com o auxílio de um quadrado com dimensão de 1 m^2, com o corte da planta sendo realizado rente ao solo. Posteriormente, das três amostras colhidas, retirou-se três subamostras para a separação dos componentes morfológicos (lâmina foliar, colmo, material senescente) e, em seguida, realizar o cálculo das proporções desses componentes e da razão folha/colmo (Tabela 3).

As três amostras de forragem obtidas por piquetes foram homogeneizadas e retiradas duas subamostras sequencialmente pesadas, identificadas e pré secas em estufa de circulação forçada de ar à 60 ± 5°C por 72 horas.

Tabela 3. Média da oferta de forragem, proporção dos componentes morfológicos e razão folha/colmo do capim Tanzânia, no pré e pós pastejo.

Item	Pré pastejo	Pós pastejo
Oferta de forragem (kg de MS ha^{-1})	7374,9	6587,0
Lâmina foliar (g kg^{-1})	36,1	28,1
Colmo (g kg^{-1})	44,7	50,5
Material senescente (g kg^{-1})	19,2	21,4
Razão folha/colmo	0,92	0,67

Foram coletadas amostras dos concentrados experimentais referentes a cada tratamento. As amostras foram homogeneizadas, formada uma amostra composta da qual foram retiradas duas subamostras, sequencialmente acondicionadas em potes plásticos identificados e armazenados em freezer -10ºC.

As amostras de forragem (pré secas) e dos concentrados experimentais foram moídas em moinho de facas tipo "willey" utilizando peneiras de 1 e 2 mm, acondicionadas em potes plásticos hermeticamente fechados para posteriores análises.

Análise Química

As análises química dos alimentos e fezes foram realizadas no Laboratório de análise de produtos de origem vegetal e animal (LAPROVA), localizada na APTA – Alta Mogiana. Assim, foram estimados os teores de matéria seca (MS) (Método 967.03), proteína bruta (PB) (Método 981.10), extrato etéreo (EE) (Método 920.29), matéria mineral (MM) (Método 942.05) foram determinados segundo metodologia descrita pela AOAC (1990).

As frações fibrosas, fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas conforme o método de digestão em solução detergente, proposto por Van Soest et al. (1991). A lignina em ácido sulfúrico a 72% foi determinada conforme metodologia descrita pela AOAC (2002).

Os carboidratos totais (CT), CT = 100 – (% PB + % EE + % Cinzas), carboidratos não fibrosos (CNF), CNF = 100 – (% PB + % FDNcp + % EE + % MM) foram estimados através de equações propostas por Sniffen et al. (1992). Para os valores dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizado equação do NRC (2001): NDT (%)

= PBd + (EEd x 2,25) + CNFd + FDNd - 7, em que: PBd = proteína bruta digestível; EEd = extrato etéreo digestível; CNFd = carboidratos não-fibrosos digestíveis; FDNd = fibra em detergente neutro digestível; o valor 7 refere-se ao NDT metabólico fecal.

Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes

O consumo e a digestibilidade da forragem foi estimado através da produção fecal, utilizando-se um indicador externo, óxido de cromo (Cr_2O_3), e como indicador interno a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).

Para avaliação da produção fecal, foram pesados 10 gramas de Cr_2O_3 em balança analítica e acondicionados em sacos de papel. O Cr_2O_3 foi fornecido via oral, misturado ao concentrado, diariamente às 8 e 16 horas a partir do 9º ao 18º dia de cada subperíodo experimental.

As fezes foram coletadas diretamente no reto, nos horários das 8 e 16 horas durante o 15º,16º,17º e 18º dia de cada subperíodo experimental, e acondicionadas em sacos plásticos. Sequencialmente, foram pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada de ar à 60 ± 5°C por 120 horas para pré-secagem e posterior moagem em moinho de facas tipo "Willey" com peneiras de porosidade 1 e 2 mm. Após a moagem, as amostras foram acondicionadas e identificadas em potes plásticos hermeticamente fechados para subsequente realização das análises laboratoriais.

A análise do cromo nas fezes foi realizada segundo metodologia descrita por Williams et al. (1962).

Na estimativa da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), foi utilizada 0,5 g de amostras das dietas experimentais, das eventuais sobras e das fezes foram acondicionadas em sacos de TNT (tecido não-tecido) selados a quente, com gramatura de 100 g/m^2, confeccionados com as dimensões 5 x 5 cm. As amostras foram acondicionadas, seguindo a relação de 20 mg de MS por centímetro quadrado de superfície (Nocek, 1997), e incubadas, em duplicata, por 240 horas no rúmen vacas fistuladas, conforme metodologia descrita por Casali et al. (2008).

Após o período de incubação, os sacos foram retirados do rúmen e lavados em água corrente, em seguida submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar para posterior análise da FDNi de acordo com metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

O consumo de matéria seca (CMS) foi estimado considerando 7% da produção fecal como sendo proveniente da fração endógena (Weiss et al., 1992), conforme metodologia utilizada por Paciullo et al. (2001).

A produção fecal total estimada pelos indicadores foi calculada através das seguintes fórmulas:

$$\text{Produção fecal (kg/dia)} = \frac{\text{Qde de indicador administrado (g/dia)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g/g de MS)}}$$

$$\text{Recuperação de MS fecal (\%)} = \frac{\text{MS fecal (g)}}{\text{MS coleta total(g)}} \text{x } 100$$

$$\text{Recuperação do indicador} = \frac{1}{\text{recuperação de MS (\%)}} \text{x}100$$

O consumo de MS do concentrado foi quantificado pela diferença entre o ofertado e as sobras.

O CMS da forragem foi calculado de forma indireta, isto é, subtraindo-se as produções fecais calculadas a partir da digestibilidade do concentrado da excreção fecal total obtida no modelo, através da seguinte equação:

$$\text{Produção fecal original do concetrado(g de MS vaca/dia)} = \text{CMS concentrado}(kg/dia)\text{x DIGMS do concentrado (\%)}$$

$$\text{CMS da forragem } (kg/dia) = \text{Produção fecal total} - \frac{\text{Produçãofecal originária de concentrado}}{\text{DIGMS da forragem}}$$

Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e dos nutrientes da forragem e concentrados foram estimados através da quantificação do consumo de MS e a produção fecal, durante quatro dias (15º, 16º, 17º e 18º dia) de coletas de cada subperíodo experimental.

Comportamento ingestivo

O comportamento ingestivo das vacas foi avaliado através de observações visuais durante 24 h em cada subperíodo experimental, conforme metodologia proposta por Mezzalira et al. (2011). Dois observadores foram treinados, durante o período de adaptação, para realização das observações. As observações foram realizadas e registradas em intervalos de 5 minutos durante todo o período de avaliação. Os animais mantidos em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia, foram avaliados quanto as atividades de pastejo, ruminação e ócio. Os dados foram tabulados em planilhas Excel e calculados para obtenção do tempo total referente a cada atividade.

Análise estatística

Os resultados das variáveis consumo, digestibilidade aparente da MS e nutrientes e comportamento ingestivo foram interpretados após a submissão à análise de variância e regressão linear e quadrática, considerando um nível de 5% de significância, utilizando o procedimento PROC REG do programa estatístico SAS (versão 9.1; SAS Institute Inc., Cary, NC).

Para avaliação do efeito dos tratamentos, níveis de PB do suplemento concentrado sobre as variáveis consumo, digestibilidade aparente da MS e nutrientes e comportamento ingestivo, foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Yijk = \mu + ti + vi + pk + eijk$$

Em que: Yijk = observação na vaca j, submetida ao tratamento i, no período k; μ = média geral; ti = efeito do tratamento (i = níveis de 122, 142, 162 e 180 g de PB kg^{-1} de MS no suplemento concentrado); vj = efeito do animal j; pk = efeito do período (k = 1, 2, 3 e 4); eijk = erro aleatório associado a cada observação.

RESULTADOS

A suplementação proteica das vacas leiteiras sob pastejo de capim Tanzânia não proporcionou efeito significativo sobre o consumo da MS total, MS do pasto, EE, FDN, CNF, CT, NDT, com valores médios de 16,02 kg dia^{-1}; 2,97 g kg^{-1} PC; 10,9 kg dia^{-1}; 2,03 g kg^{-1} PC; 7,66 kg dia^{-1}; 1,42 g kg^{-1} PC; 0,77 kg dia^{-1}; 3,23 kg dia^{-1}; 10, 9 kg dia^{-1} e 9,98 kg dia^{-1}, respectivamente (Tabela 4). No entanto, constatou-se efeito linear crescente para o

consumo de concentrado (P=0,003), consumo de proteína bruta em kg dia^{-1} (P=0,005) e consumo de proteína bruta em g kg^{-1} PC (P=0,01), com aumento de 0,041 kg dia^{-1}; 0,056 kg dia^{-1}; 0,0108 g kg^{-1} PC para cada grama de proteína acrescida na dieta.

Tabela 4. Consumo da matéria seca e nutrientes do pasto e concentrado contendo diferentes teores de proteína bruta ofertados a vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia.

Consumo	Níveis de PB g kg^{-1}				EPM[1]	*P*-Valor	
	122	142	162	180		Linear	Quadrático
[2]MS total, kg dia^{-1}	15,6	16,4	16,0	16,1	0,49	0,19	0,65
MS total, g kg^{-1} PC	29,2	30,4	29,5	29,7	0,09	0,54	0,48
MS do pasto, kg dia^{-1}	10,9	11,2	10,7	11,1	0,43	0,82	0,55
MS do pasto, g kg^{-1} PC	20,3	20,7	19,7	20,6	0,08	0,81	0,39
MS do concentrado, kg dia^{-1}	4,75	5,20	5,27	4,99	0,30	0,003	0,80
[3]Proteína Bruta, kg dia^{-1}	2,70	2,92	2,96	3,07	0,09	0,005	0,73
Proteína Bruta, g kg^{-1} PC	5,0	5,4	5,4	5,7	0,02	0,01	0,57
[4]Extrato Etéreo, kg dia^{-1}	0,77	0,80	0,77	0,76	0,03	0,35	0,67
[5]FDN, kg dia^{-1}	7,45	8,09	7,42	7,71	0,27	0,72	0,93
FDN, g kg^{-1} PC	13,9	15,0	13,7	14,3	0,05	0,85	0,72
[6]CNF, kg dia^{-1}	3,35	3,10	3,40	3,10	0,16	0,23	0,16
[7]CT, kg dia^{-1}	10,8	11,2	10,8	10,8	0,34	0,52	0,63
[8]NDT, kg dia^{-1}	9,86	10,3	9,81	9,93	0,35	0,63	0,38

[1]EPM: erro padrão da média; [2]MS: matéria seca; [3]PB: proteína bruta; [4]FDN: fibra em detergente neutro; [5]EE: extrato etéreo; [6]CNF: carboidratos não fibrosos; [7]CT: carboidratos totais; [8]NDT: Nutrientes Digestíveis Totais; [9]EA: eficiência alimentar.

Para os coeficientes de digestibilidade da dieta, a suplementação concentrada com diferentes níveis de PB não influenciou significativamente a digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), extrato etéreo (DEE), carboidratos não fibrosos (DCNF) e carboidratos totais (DCT) (Tabela 5). Portanto, foram observadas médias de digestibilidade de 601 g kg^{-1}; 626 g kg^{-1}; 512 g kg^{-1}; 661 g kg^{-1}; 917 g kg^{-1}; 636 g kg^{-1}, respectivamente.

Quanto as variáveis comportamentais, pastejo, ruminação e ócio de vacas leiteiras em pastagem suplementadas com diferentes níveis de proteina bruta no concentrado, não houve efeito significativo (P>0,05) (tabela 6), as quais apresentaram médias de 555; 282; 390, respectivamente.

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes do pasto e concentrado contendo diferentes teores de proteína bruta ofertados a vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia.

Digestibilidade g kg^{-1}	Níveis de PB g kg^{-1}				EPM[1]	*P*-Valor[2]	
	122	142	162	180		Linear	Quadrática
Matéria Seca	609	603	593	598	0,68	0,28	0,31
Proteína Bruta	629	615	631	630	0,73	0,86	0,45
Extrato Etéreo	677	679	647	641	1,16	0,16	0,88
Fibra em Detergente Neutro	511	535	492	510	1,11	0,25	0,57
Carboidrtatos Não Fibrosos	923	955	892	900	2,55	0,72	0,76
Carboidratos Totais	645	652	624	627	0,78	0,14	0,52

[1]EPM: erro padrão da média; [2]Significante se P<0,05%.

Tabela 6. Comportamento de vacas leiteiras sob pastejo de capim Tanzânia, suplementadas com níveis de proteina bruta no concentrado.

Atividade (min)	Níveis de PB (%)				EPM[1]	Valor *p*[2]	
	122	142	162	180		Linear	Quadrática
Pastejo	547	579	542	553	1,78	0,7991	0,4925
Ruminação	271	279	275	302	2,08	0,3236	0,6470
Ócio	397	375	413	375	331	0,8792	0,8657

[1] Erro Padrão da Média; [2]Significante se P<0,05%.

DISCUSSÃO

De acordo com o NRC (2001), a média de consumo de MS (16,0 kg dia^{-1}) (Tabela 4) do presente estudo apresenta-se abaixo do preconizado (18,2 kg dia^{-1}) para vacas em lactação com peso vivo médio de 550 kg, produção de 25 kg de leite com 3,5% de gordura. Entretanto, pesquisas (Hattan e Owen, 1969; Holden et al., 1994) reportam que a utilização de marcadores como óxido de cromo (Cr2O3) pode apresentar recuperação parcial e, isto pode subestimar ou superestimar o consumo de MS dos animais.

Em estudo sobre o efeito da suplementação com diferentes teores de PB (16, 19 e 21%) e diferentes teores de proteína não degradada no rúmen (PNDR) (5, 7 e 9%), Amanlou et al. (2017) observaram resultados contrários à esta pesquisa, em que o consumo de MS foi aumentado em respostas aos tratamentos. Esses referidos autores concluem que, o efeito da suplementação proteica sobre o consumo de MS pode estar relacionado a diferenças nas fontes e níveis de proteína, estágio de lactação dos animais e suplementação de proteína em excesso às exigências das vacas.

O efeito positivo no consumo de forragem por animais suplementados com concentrado proteico, normalmente, é verificado com a utilização de forragem de baixa qualidade, de baixo teor proteico. Contudo, no presente estudo, a pastagem continha um teor proteico de 193 g kg^{-1} de MS, apresentando-se de boa qualidade, suprindo grande parte das exigências para este nutriente e, assim, não ocorrendo influência no consumo de pasto para os tratamentos com teores de PB no suplemento.

Dentre os fatores ligados a forragem que influenciam no consumo de MS, o teor de FDN do pasto (542 g kg^{-1}) encontra-se dentro do limite considerado aceitável (55-60%) o qual não compromete o consumo. (Van Soest, 1965; Mertens, 1987).

Em relação ao consumo de FDN por unidade de peso corporal, verificou-se que de acordo com a literatura nacional, a média para consumo de FDN (20,3 g kg^{-1} PC) encontra-se dentro da faixa preconizada (média de 16 g kg^{-1} PC) para um bom desempenho produtivo de vacas leiteiras (Pimentel et al., 2011).

Segundo Berchielli (2011), o consumo ocorre em função de estímulos físicos, químicos, metabólicos e neuro-hormonais, além da interação destes, em resposta aos fatores ambientais (e.g. temperatura), fatores relacionados com a característica do alimento (e.g. composição química, digestibilidade) e a produção animal.

O consumo crescente de concentrado em resposta a suplementação proteica pode estar relacionado com o fornecimento deste em função da produção das vacas em lactação.

O teor de PB da dieta é responsável por influenciar no consumo, em função da disponibilidade de nitrogênio no rúmen para o desenvolvimento dos microrganismos ruminas, principalmente, bactérias celulolíticas responsáveis pela degradação de alimentos fibrosos, melhorando a digestibilidade do alimento e, consequentemente, a taxa de passagem e assim promovendo aumento no consumo de MS. No entanto, a PB dietética consumida supriu o mínimo (7% de PB) recomendado por Van Soest (1994) para atender as exigências de nitrogênio dos microrganismos ruminais.

Contudo, segundo Detmann et al. (2014), a resposta metabólica da proteina na regulação do consumo não deve ser avaliado separadamente, desde que o metabolismo animal responde sob a integração de diferentes mecanismos, na disponibilidade de diferentes substratos e metabólitos e, na regulação e sinalização hormonal e bioquímica.

O aumento verificado para o consumo de PB nas duas unidades (kg dia^{-1} e g kg^{-1} PC) pode ser explicado pelos teores crescentes deste nutriente nas dietas (Tabela 3) fornecidas para as vacas em pastejo de gramínea tropical (Tabela 4).

Em relação a digestibilidade aparente da MS e nutrientes, PB, EE, FDN, CNF, CT, esta pode ser influenciada pelo consumo de concentrados e níveis de proteína bruta da dieta, devido proporcionarem melhoria no ambiente ruminal e consequente aumento na digestão da MS do alimento. Contudo, no presente estudo, embora tenha ocorrido aumento no consumo de concentrado e PB, os coeficientes de digestibilidade aparente não apresentaram efeito significativo (Tabela 5).

Nursoy et al. (2018), pesquisando o uso de suplementação proteica e aminoacídica para vacas leiteiras alimentadas com forragem conservada, também não observou efeito para a digestibilidade da MS, MO, FDN quando comparou os níveis de 11% de PB com 17% de PB, concluindo que embora a digestibilidade não tenha melhorado, menores teores de PB demonstram melhor eficiência de N em reflexo de menores excreções de N no leite e urina.

Em se tratando do comportamento ingestivo das vacas leiteiras em pastagem de capim Tanzânia, apesar da suplementação proteica com diferentes teores de PB não terem influenciado as características comportamentais (pastejo, ruminação e ócio), proporcionalmente, foi observado um maior dispêndio de tempo para a atividade em pastejo.

De acordo com Porto Júnior et al. (2016), a tendência numérica de maior tempo gasto em pastejo, provavelmente, está relacionado com o teor de fibra em detergente neutro (FDN), a razão pela qual os animais utilizam maior período de tempo na seleção de partes mais nutritivas da pastagem, como o componente lamina foliar, o qual apresenta um maior valor nutritivo. Contudo, para a presente pesquisa, o teor de FDN (54,2 %) da pastagem encontra-se dentro do limite recomendado (50 – 60%) por Van Soest, (1965) e Mertens, (1987) e, portanto, o maior tempo gasto em atividade de pastejo neste trabalho não ocorreu devido ao teor de FDN da forragem.

Ao avaliar o comportamento ingestivo de vacas mestiças (Holandês x Zebu) alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados, Almeida Filho et al. (2016), também não constataram efeito significativo para o tempo de alimentação, ruminação e ócio, corroborando com este estudo, em que o fornecimento dos suplementos com compostos nitrogenados não proporcionou modificações no comportamento ingestivo.

CONCLUSÃO

A suplementação proteica contendo diferentes teores de PB não promove aumento no consumo de MS total e do Pasto, digestibilidade aparente da MS e nutrientes (EE, FDN, CNF e CT) e, não alteram os padrões de comportamento ingestivo de vacas em lactação sob pastejo de capim Tanzânia.

REFERÊNCIAS

Amanlou, H.; Farahani, T. A.; Farsuni, N. E. Effects of rumen undegradable protein supplementation on productive performance and indicators of protein and energy metabolism in Holstein fresh cows. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 5, p. 3628-3640, 2017.

Association of Official Analytical Chemists - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15 Ed. Virginia: 1990. 1117p.

Barros, T.; Quaassdorff, M. A.; Aguerre, M. J.; Colmenero, J. O.; Bertics, S. J.; Crump, P. M.; Wattiaux, M. A. Effects of dietary crude protein concentration on late-lactation dairy cow Performance and Indicators of Nitrogen Utilization. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n.7, p. 5434-5448, 2017.

Casali, A. O.; Detmann, E.; Valadares Filho, S. C.; Pereira, J. C.; Henriques, L. T.; Freitas, L. G.; Paulino, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335 – 342, 2008.

Chen, X. B.; Gomes, M. J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - **An Overview of The Technical Details**. International Feed Resources Unit, Rowett Research Institute, Aberdeen, Uk.

Chizzotti, M. L.; Valadares Filho, S. C.; Valadares, R. F. D.; Chizzotti, F. H. M.; Tedeschi, L. O. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot

urine sampling in holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, n.2, p.218-225, 2008.

Detmann, E.; Valente, É. E.; Batista, E. D.; Huhtanen, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141-153, 2014.

Gomes, R. D. S.; Oliveira, T. S. D.; Pereira, J. C.; Vieira, R. A. M.; Henrique, D. S.; Fernandes, A. M.; Leonel, F. D. P. Performance and metabolite profile of dairy cows fed tropical grasses and concentrates containing crude protein with low or high degradability. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.9, p.572-580, 2016.

Hattan, G. L.; F. G. Owen. Efficiency of total collection and chromic oxide techniques in short-term digestion trials. **Journal of Dairy Science**, v.53, p.325–329, 1969.

Holden, L. A., L. D. Muller, G. A. Varga, and P. J. Hillard. Ruminal digestion and duodenal nutrient flows in dairy cows consuming grass as pasture, hay, or silage. **Journal of Dairy Science,** v.77, p.3034‑3042, 1994.

Hynes, D. N.; Stergiadis, S.; Gordon, A.; Yan, T. Effects Of Crude Protein Level In Concentrate supplements on animal performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows fed fresh-cut perennial grass. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.10, p.8111-8120, 2016.

Johnson, A. D. **Sample Preparation and Chemical Analysis of Vegetation**. In: T´Mannetje, L. (Ed.). Measurement of grassland vegetation and animal production. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, p. 96-102, 1978.

Licitra, G.; Hernandez, T. M.; Van Soest. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p. 347-358, 1996.

Mertens, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

Mezzalira, J. C.; Carvalho, P. C. F.; Fonseca, L.; Bremm, C.; Reffatti, M. V.; Poli, C. H. E. C. and Trindade, J. K. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo

de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1114-1120, 2011.

Mutsvangwa, T.; Davies, K. L.; Mckinnon, J. J.; Christensen, D. A. Effects of dietary crude protein and rumen-degradable protein concentrations on urea recycling, nitrogen balance, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.99, n.8, p.6298-6310, 2016.

National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed. **National Academy Press**, Washington, Dc. 2001.

Nocek, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A Review. In: Teixeira, J.C. (Ed.) **Digestibilidade em Ruminantes**. Lavras: Faepe, p.197–240, 1997.

Noguera, R. R.; Ramírez, J. F.; Posada, S. L. Efecto de la concentración de proteína cruda en suplementos para vacas lecheras sobre la degradación de la materia seca in vitro. **Livestock Research for Rural Development**, v. 28, p. 8, 2016.

Nursoy, H.; Ronquillo, M. G.; Faciola, A. P.; Broderick, G. A. Lactation response to soybean meal and rumen-protected methionine supplementation of corn silage-based diets. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.3, p.2084-2095, 2018.

Paciullo, D. S. C.; Aroeira, L. J. M.; Deresz, F. Disponibilidade de material seca e consumo de forragem de vacas em lactação em pastagem de capim-elefante. (Cd). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 30. 2001, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: Sbz, v. 38, p. 1092-1093, 2001.

Pimentel, J. D. O.; Lana, R. D. P.; Graça, D. D. S.; Matos, L. D.; Teixeira, R. Teores de proteína bruta no concentrado e níveis de suplementação para vacas leiteiras em pastagens de capim-braquiária cv. marandu no período da seca. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 418-425, 2011.

Powell, J. M. and Broderick, G. A. Transdisciplinary Soil Science Research: Impacts of dairy nutrition on manure chemistry and the environment. **Soil Science Society of America Journal**, v. 75, n. 6, p. 2071-2078, 2011.

Silva, D. J.; Queiroz. A.C. **Análise de Alimentos** (Métodos Químicos e Biológicos). 2. Ed., Viçosa, Mg: Ufv. 2002, 178p.

Sniffen, C. J.; O'Connor, J. D.; Van Soest, P. J. A net carbohydrate and protein systen for evaluating cattle diets; II. carbohydrate and protein availabiliy. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

Valadares Filho, S. C.; Valadares, R. F. D. Teores de proteína em dietas de vacas leiteiras. Simpósio Internacional de Gado de Leite, II. 2001. Lavras. **Anais…** Lavras: UFLA, 2001.

Valadares, R. F. D.; Broderick, G. A.; Valadares Filho, S. C. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686- 2696, 1999.

Van Der Weerden, T. J.; Luo, J.; De Klein, C. A.; Hoogendoorn, C. J.; Littlejohn, R. P.; Rys, G. J. Disaggregating nitrous oxide emission factors for ruminant urine and dung deposited on to pastoral soils. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.141, p.426–436, 2011.

Van Soest, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

Weiss, W.P.; Conrad, H. R.; Pierre, R. S. A Theoretically base model for predicting total digestible nutrient valors of a forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, p. 95-119, 1992.

Werner, J. C.; Paulino, V. T.; Cantarella, H.; Andrade, N. O.; Quaggio, J. A. Forrageiras. In: Raij, B.Van.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de são paulo. 2: Ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p. 263-273. (Boletim Técnico, 100).

Williams, C. H.; David, D. J.; Iismaa, O. The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry**. Journal of Agricultural Science**, v.59, n.3, p.381-385, 1962.

CAPÍTULO 3

Balanço de nitrogênio, concentrações de nitrogênio ureico e síntese de proteína microbiana em vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com teores de proteína bruta

Balanço de nitrogênio, concentrações de nitrogênio ureico e síntese de proteína microbiana em vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com teores de proteína bruta

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação concentrada com diferentes níveis de proteína bruta sobre o balanço de nitrogênio, nitrogênio ureico do plasma sanguíneo, do leite e urina e, síntese de proteina microbiana de vacas em lactação sob pastejo de capim Tanzânia. Foram utilizadas 12 vacas mestiças (Holandês/Gir) em lactação, agrupadas em blocos homogêneos, distribuídas em três quadrados latino 4 x 4, constituído por quatro tratamentos (122, 142, 162 e 180 g kg^{-1} de proteína bruta (PB)) e quatro subperíodos experimentais de 21 dias. Houve efeito linear sobre o consumo de N (P=0,005), ureia eliminada na urina (P= 0,058) e excreção de N nas fezes (P=0,039) para os tratamentos com teores de PB do concentrado. Foi constatado tendência quadrática para a síntese de proteína microbiana (Pmic) (P=0,0003) e eficiência microbiana (EFmic) (P=0,0073). A suplementação proteica contendo diferentes teores de PB para vacas em lactação em pastagem de capim Tanzânia, proporcionou aumento na excreção de nitrogênio nas fezes e urina, consequentemente, contribuindo para o impacto ambiental através da liberação de amônia e nitritos no solo. A proteína microbiana sofreu influência dos teores de PB.

Palavras-chave: concentrado proteico, NUL, NUP, pastagem tropical, ureia

Nitrogen balance, urea nitrogen concentrations and microbial protein synthesis in dairy cows grazing supplemented with crude protein contents

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of concentrated supplementation with different levels of crude protein on nitrogen balance, blood plasma urea nitrogen, milk and urine, and microbial protein synthesis of dairy cows under Tanzania grass grazing. Twelve lactating dairy cows (Holstein/Gir) with average initial body weight of 540 ± 44 kg were used, grouped in homogeneous blocks according to the milk production (mean initial MP of 25 kg day^{-1}), lactating weeks (10 weeks) and parity order (primiparous/multiparous), distributed in three 4 x 4 Latin squares, consisting of four treatments (122, 142, 162 and 180 g kg^{-1} of crude protein) and four experimental subperiods of 21 days. There was a linear effect on N intake (P = 0.005), urine eliminated urea (P = 0.058) and fecal N excretion (P = 0.039) for treatments with concentrate CP. A quadratic trend was observed for microbial protein synthesis (Pmic) (P = 0.0003) and microbial efficiency (EFmic) (P = 0.0073). Protein supplementation containing different CP levels for lactating dairy cows in Tanzania grass pasture provided an increase in nitrogen excretion in feces and urine, thus contributing to the environmental impact through the release of ammonia and nitrites in the soil. The microbial protein was influenced by PB contents.

Keywords: MUN, protein concentrate, PUN, tropical pasture, urea

INTRODUÇÃO

A criação de vacas leiterias de média a alta produção em pastagem tropical têm seu desempenho limitado, principalmente, devido à restrição no fornecimento de nutrientes via pastagem e, desta forma, torna-se necessário a suplementação concentrada com vista ao atendimento das exigências nutricionais (Oliveira et al., 2017).

Contudo, elevadas concentrações de proteína bruta, 17 – 25% de PB, nos suplementos ofertados para vacas leiteiras à pasto promove aumento de nitrogênio (N) no organismo animal, direcionando o metabolismo para a conversão do excedente em ureia e posterior excreção no leite, urina e fezes. Além disto, o N ureico excretado nas fezes e urina de vacas leiteiras apresenta impacto ambiental negativo, pois contribui como fonte de emissão de NH_3 na atmosfera e, nitritos na contaminação do solo e lençóis freáticos (Powell e Broderick, 2011).

No entanto, Noguera et al. (2016) constataram que o uso de suplementos concentrados com baixos concentrações de proteína bruta não afeta a fermentação ruminal, promove melhoria na eficiência de utilização do nitrogênio pelo animal e consequentemente reduz o impacto de N ureico excretado no meio ambiente. Em estudo realizado por Mutsvangwa et al. (2016), os autores observaram que níveis reduzidos de proteína bruta promovem menor excreção de nitrogênio na urina sem afetar a produção de leite, concluindo em uma melhoria na eficiência de utilização do N do leite.

Desta forma, como hipótese deste estudo, vacas em lactação sob pastejo de capim Tanzânia suplementadas com diferentes concentrações de PB no concentrado tem suas exigências de PB atendida com 122 g kg^{-1} de PB. Portanto, rações balanceadas para níveis ótimos de PB fornecida para vacas leiteiras em pastagens tropicais contribuem para aumentar a eficiência de utilização do N do leite e reduzir a perda de energia através da diminuição na excreção de N ureico nas fezes e urina, tornando a produção de leite ambientalmente sustentável com menor poluição dos recursos naturais (Powell e Broderick, 2011; Hynes et al., 2016).

Em vista disso, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação concentrada com diferentes níveis de proteína bruta sobre o balanço de nitrogênio, nitrogênio ureico do plasma sanguíneo, do leite e urina e, síntese de proteina microbiana de vacas em lactação sob pastejo de capim Tanzânia.

MATERIAL E MÉTODOS

Considerações éticas e localização experimental

Este estudo foi conduzido de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). O protocolo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Número de Autorização: 026103/13).

O experimento foi realizado na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Alta Mogiana (APTA-AM), localizado no município de Colina, no Estado de São Paulo (latitude de 20º 43' 05" S; longitude 48º 32' 38" W). O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen). As condições climáticas do local, temperatura e precipitação pluviométrica, no período experimental estão apresentadas na tabela 1. O solo do local do experimento é classificado como latossolo vermelho-escuro, fase arenosa, com topografia suave ondulada, de acordo com SBCS 2006, Embrapa – Solos.

Tabela 1. Condições climáticas durante o período experimental.

		Mar/2015	Abr/2015	Mai/2015	Jun/2015
Temperatura (ºC)	Máxima	30,85	29,70	26,41	27,76
	Média	24,93	23,41	20,24	20,64
	Mínima	19,00	17,13	14,07	13,52

Fonte: CIIAGRO - Centro integrado de informações agrometereológicas

Período experimental, animais, tratamentos e delineamento experimental

O período experimental ocorreu entre os meses de março a junho de 2015, com duração total de 84 dias, subdivididos em quatro períodos de 21 dias. Os primeiros 14 dias foram necessários para adaptação dos animais à dieta e ao manejo, enquanto que a coleta de amostras foi realizada nos últimos sete dias de cada período.

Foram utilizadas 12 vacas mestiças (7/8 Holandês/Gir) em lactação com peso corporal inicial médio de 540 ± 44 kg e produção de leite inicial média de 25 ± 6 kg dia^{-1} com 10 semanas de lactação. As vacas tinham acesso a piquetes de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia e após cada ordenha recebiam, em baias individuais, suplementação concentrada.

O delineamento experimental utilizado foi em quadrado latino triplo balanceado, sendo quatro tratamentos (teores de proteína bruta (PB) 122, 142, 162 e 180 g kg^{-1} de MS de suplemento concentrado) com quatro períodos e três repetições por tratamentos. Portanto, as vacas foram distribuídas em quadrado latino 4 x 4 após serem agrupadas em blocos homogêneos de acordo com a produção de leite (PL inicial média de 25 ± 6 kg dia^{-1}), semanas em lactação (10 semanas) e ordem de paridade (primíparas e multíparas).

Pasto, concentrado e manejo alimentar

A área de pastagem era formada por *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia, dividida em 24 piquetes de 0,175 há. O manejo realizado consistiu no uso do método de lotação intermitente, com períodos de ocupação de um dia e períodos de descanso de 23 dias.

A pastagem foi adubada com 50 kg de N/ha/ciclo de pastejo (24 dias) após a saída do lote experimental do piquete pastejado. A adubação com fósforo (P) e potássio (K) foi realizada utilizando-se superfosfato simples e cloreto de potássio conforme recomendações de Werner et al. (1997).

A composição química do capim Tanzânia apresentou teores de 240 g kg^{-1} de MS, 86,4 g kg^{-1} de Matéria mineral (MM), 193 g kg^{-1} de proteína bruta (PB), 35,1 g kg^{-1} de extrato etéreo (EE), 542 g kg^{-1} de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), 133 g kg^{-1} de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), 319 g kg^{-1} de fibra em detergente ácido (FDA), 685 g kg^{-1} de carboidratos totais (CT) 144 g kg^{-1} de carboidratos não fibrosos (CNF), 35 g kg^{-1} de lignina em detergente ácido (LDA) e 639 g kg^{-1} de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Os diferentes concentrados experimentais foram formulado para quatro teores de PB, 122, 142, 162 e 180 g kg^{-1} de MS, respectivamente, a base de milho moído, farelo de soja e mistura mineral (Tabela 2). O suplemento concentrado foi fornecido para as vacas em baias individuais, às 06:00 e 16:00 horas, após as duas ordenhas diária.

Consumo da matéria seca e nutrientes

O consumo da forragem foi estimado através da produção fecal, utilizando-se um indicador externo, óxido de cromo (Cr_2O_3), e como indicador interno a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi).

Para avaliação da produção fecal, foram pesados 10 gramas de Cr_2O_3 em balança analítica e acondicionados em sacos de papel. O Cr_2O_3 foi fornecido via oral,

misturado ao concentrado, diariamente às 8 e 16 horas a partir do 9º ao 18º dia de cada subperíodo experimental.

Tabela 2. Composição química dos concentrados com diferentes teores de proteína bruta.

Ingredientes	Teor de PB do concentrado (g kg^{-1})			
	122	142	162	180
Milho moído	876	824	774	724
Farelo de Soja	84,0	136	186	235
Sal mineral[1]	40,0	40,0	40,0	40,0
Nutrientes	Teor de nutrientes (g kg^{-1})			
Matéria seca	885	886	887	889
Matéria mineral	90,7	95,2	95,9	99,4
Proteína bruta	122	142	162	180
Extrato etéreo	81,1	79,4	74,8	73,0
Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína	98,0	95,8	98,9	112
Fibra em detergente ácido	36,6	41,1	43,0	47,0
Lignina em detergente ácido	21,4	21,6	22,3	27,5
Carboidratos totais	702	679	661	641
Carboidratos não fibrosos	604	583	562	529
Nutrientes digestíveis totais[3]	833	828	824	819

[1]Composição da mistura mineral (níveis de garantia/ kg de elemento ativo): Cálcio (190 g kg^{-1}); Fósforo (60 g kg^{-1}); Enxofre (20 g kg^{-1}); Magnésio (20 g kg^{-1}); Potássio (35 g kg^{-1}); Sódio (70 g kg^{-1}); Cobalto (15 mg kg^{-1}); Cobre (700 mg kg^{-1}); Iodo (40 mg kg^{-1}); Manganês (1600 mg kg^{-1}); Selênio (19 mg kg^{-1}); Zinco (2500 mg kg^{-1}); Flúor (600 mg kg^{-1}) e Ferro (700 mg kg^{-1}). [3]Os valores dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados pela equação do NRC (2001): NDT (%) = PBd + (EEd x 2,25) + CNFd + FDNd – 7.

As fezes foram coletadas diretamente no reto, nos horários das 8 e 16 horas durante o 15º,16º,17º e 18º dia de cada subperíodo experimental, e acondicionadas em sacos plásticos. Sequencialmente, foram pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada de ar à 60 ± 5°C por 120 horas para pré-secagem e posterior moagem em moinho de facas tipo "Willey" com peneiras de porosidade 1 e 2 mm. Após a moagem, as amostras foram acondicionadas e identificadas em potes plásticos hermeticamente fechados para subsequente realização das análises laboratoriais.

A análise do cromo nas fezes foi realizada segundo metodologia descrita por Williams et al. (1962).

Na estimativa da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), foi utilizada 0,5 g de amostras das dietas experimentais, das eventuais sobras e das fezes foram acondicionadas em sacos de TNT (tecido não-tecido) selados a quente, com gramatura de 100 g/m^2, confeccionados com as dimensões 5 x 5 cm. As amostras foram acondicionadas, seguindo a relação de 20 mg de MS por centímetro quadrado de superfície (Nocek, 1997), e incubadas, em duplicata, por 240 horas no rúmen vacas fistuladas, conforme metodologia descrita por Casali et al. (2008).

Após o período de incubação, os sacos foram retirados do rúmen e lavados em água corrente, em seguida submetidos à secagem em estufa de circulação forçada de ar para posterior análise da FDNi de acordo com metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

O consumo de matéria seca (CMS) foi estimado considerando 7% da produção fecal como sendo proveniente da fração endógena (Weiss et al., 1992), conforme metodologia utilizada por Paciullo et al. (2001).

A produção fecal total estimada pelos indicadores foi calculada através das seguintes fórmulas:

$$\text{Produção fecal (kg/dia)} = \frac{\text{Qde de indicador administrado (g/dia)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (g/g de MS)}}$$

$$\text{Recuperação de MS fecal (\%)} = \frac{\text{MS fecal (g)}}{\text{MS coleta total(g)}} \text{x } 100$$

$$\text{Recuperação do indicador} = \frac{1}{\text{recuperação de MS (\%)}} \text{x} 100$$

O consumo de MS do concentrado foi quantificado pela diferença entre o ofertado e as sobras.

O CMS da forragem foi calculado de forma indireta, isto é, subtraindo-se as produções fecais calculadas a partir da digestibilidade do concentrado da excreção fecal total obtida no modelo, através da seguinte equação:

$$\text{Produção fecal original do concetrado(g de MS vaca/dia)} = \text{CMS concentrado}(kg/dia)\text{x DIGMS do concentrado (\%)}$$

$$\text{CMS da forragem } (kg/dia) = \text{Produção fecal total} - \frac{\text{Produçãofecal originária de concentrado}}{\text{DIGMS da forragem}}$$

Coleta de amostras

O pastejo simulado foi realizado em três pontos aleatórios em cada piquete à ser pastejado pelos animais seguindo metodologia descrita por Johnson (1978). Após a colheita das amostras, estas foram pesadas, identificadas e pré secas em estufa de circulação forçada de ar à 60 ± 5°C por 72 horas.

A cada subperíodo de 21 dias, a altura do pasto referente à entrada e saída dos animais nos piquetes foi monitorada através de 25 pontos, mensurados aleatoriamente, utilizando-se uma régua graduada em centímetros. Em seguida foram selecionados, de modo aleatório, três pontos com altura média de entrada e saída para a amostragem da forragem.

As amostras de forragem foram colhidas pelo método destrutivo com o auxílio de um quadrado com dimensão de 1 m^2, com o corte da planta sendo realizado rente ao solo. Posteriormente, das três amostras colhidas, retirou-se três subamostras para a separação dos componentes morfológicos (lâmina foliar, colmo, material senescente) e, em seguida, realizar o cálculo das proporções desses componentes e da razão folha/colmo (Tabela 3).

Tabela 3. Média da oferta de forragem, proporção dos componentes morfológicos e razão folha/colmo do capim Tanzânia, no pré e pós pastejo.

Item	Pré pastejo	Pós pastejo
Oferta de forragem (kg de MS ha^{-1})	7374,9	6587,0
Lâmina foliar (g kg^{-1})	36,1	28,1
Colmo (g kg^{-1})	44,7	50,5
Material senescente (g kg^{-1})	19,2	21,4
Razão folha/colmo	0,92	0,67

As três amostras de forragem obtidas por piquetes foram homogeneizadas e retiradas duas subamostras sequencialmente pesadas, identificadas e pré secas em estufa de circulação forçada de ar à 60 ± 5°C por 72 horas.

Foram coletadas amostras dos concentrados experimentais referentes a cada tratamento. As amostras foram homogeneizadas, formada uma amostra composta da qual foram retiradas duas subamostras, sequencialmente acondicionadas em potes plásticos identificados e armazenados em freezer -10ºC.

As amostras de forragem (pré secas) e dos concentrados experimentais foram moídas em moinho de facas tipo "willey" utilizando peneiras de 1 e 2 mm, acondicionadas em potes plásticos hermeticamente fechados para posteriores análises.

Quanto ao leite, amostras foram colhidas nas duas ordenhas diárias, pela manhã e a tarde. As amostras de leite foram armazenadas em tubos de 100 mL contendo 2-bromo-2-nitropropano-1-3-diol. Essas amostras foram homogeneizadas e armazenadas em geladeira a 15°C por 24h para posteriores análises.

A colheita de amostras de sangue foram realizadas por punção na veia coccígea, no penúltimo e último (20° e 21°) dia de cada subperíodo, antes e quatro horas após o fornecimento matinal do suplemento concentrado. Foram colhidas duas amostras por animal em tubos vacutainer® de 10 mL, um tubo continha anticoagulante heparina para determinação da concentração de ureia.

As amostras *spot* de urina foram colhidas no 16º dia de cada subperíodo experimental, quatro horas após a suplementação pela manhã, durante micção espontânea ou massagem na vulva. Após a colheita das amostras, procedeu-se a homegeneização e filtragem (com gaze). Retirou-se duas alíquotas de 10 mL, uma não acidificada para análise do nitrogênio total e, uma outra alíquota, a qual foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,036 N, armazenadas em potes plásticos -20ºC para análise de alantoína e ácido úrico.

Análise das amostras

As análises química dos alimentos e fezes foram realizadas no Laboratório de análise de produtos de origem vegetal e animal (LAPROVA), localizada na APTA – Alta Mogiana. Assim, foram estimados os teores de matéria seca (MS) (Método 967.03), proteína bruta (PB) (Método 981.10), extrato etéreo (EE) (Método 920.29), matéria mineral (MM) (Método 942.05) foram determinados segundo metodologia descrita pela AOAC (1990).

As frações fibrosas, fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) foram analisadas conforme o método de digestão em solução detergente,

proposto por Van Soest et al. (1991). A lignina em ácido sulfúrico a 72% foi determinada conforme metodologia descrita pela AOAC (2002).

Os carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados através de equações propostas por Sniffen et al. (1992):

$$\text{CT} = 100 - (\%\text{PB} + \%\text{EE} + \%\text{Cinzas})$$

$$\text{CNF} = 100 - (\%\text{PB} + \%\text{FDNcp} + \%\text{EE} + \%\text{MM})$$

Para os valores dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizado equação do NRC (2001):

$$\text{NDT}\ (\%) = \text{PBd} + (\text{EEd x } 2{,}25) + \text{CNFd} + \text{FDNd} - 7$$

em que: PBd = proteína bruta digestível; EEd = extrato etéreo digestível; CNFd = carboidratos não-fibrosos digestíveis; FDNd = fibra em detergente neutro digestível; o valor 7 refere-se ao NDT metabólico fecal.

A produção total de urina foi estimada através da divisão dos valores de excreção urinária diária de creatinina pelo teor de creatinina em cada amostra (Valadares Filho e Valadares, 2001) A excreção urinária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 24,05 mg kg^{-1} de peso corporal (PC) (Chizzotti, et al., 2008). A ureia e ácido úrico foram determinadas por meio de kits comerciais (Doles Reagentes e Equipamentos para Laboratório LTDA). O nitrogênio total foi estimado pelo procedimento de micro Kjeldahl (AOAC, 1990). Os valores de alantoína da urina foram obtidos segundo metodologia proposta por Chen e Gomes (1992).

Para a concentração de alantoína do leite, as amostras foram desproteinizadas com ácido tricloroacético (TCA) a 25%, na proporção de 1 mL de TCA: 5 mL de leite, filtradas em papel-filtro e armazenadas a -20ºC para posterior análise segundo procedimento descrito por Chen e Gomes (1992).

A excreção total dos derivados de purina (DP) foi estimada através do somatório de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e alantoína excretada no leite. As purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol/dia) foram estimadas a partir da excreção dos DP (mmol/dia), por meio da equação proposta por Verbic et al. (1990):

$$\text{Pabs} = \text{DP} - (0{,}385 \text{ x } \text{PV}^{0,75})/0{,}85$$

em que ($0{,}385*\text{PV}^{0,75}$) representa a taxa endógena para excreção de purinas e 0,85, a recuperação de purinas absorvidas na forma de DP.

O balanço de nitrogênio (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio consumido (N consumido) e o total excretado nas fezes (N fezes), na urina (N urina) e no leite (N leite). O consumo total de nitrogênio foi estimado através do consumo de MS da forragem e do concentrado e suas referentes concentrações de nitrogênio. Quanto ao nitrogênio excretado no leite, este foi estimado dividindo-se o teor da PB do leite por 6,38 (Silva e Queiroz, 2002).

A eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) foi calculada a partir do Balanço de N dividido pelo Consumo de N de cada vaca em lactação.

Para a determinação do nitrogênio ureico do plasma sanguíneo (NUP), as amostras colhidas foram centrifugadas a 3.500 rotações por minuto (RPM), por 15 minutos, e o plasma foi armazenado em tubos tipo *eppendorf* a -20ºC. Posteriormente, procedeu-se a análise de uréia através de kits comerciais (Doles Reagentes e Equipamentos para Laboratório). A ureia foi convertida a nitrogênio ureico a partir da multiplicação da sua concentração pelo fator de conversão de 0,467, correspondente ao teor de N na ureia.

Para a estimativa da síntese de proteína microbiana, foi utilizado valores de excreção dos derivados de purina. Os cálculos foram realizados em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), por meio da equação:

$$\text{Y} = (70\text{X})/(0{,}83 \text{ x } 0{,}116 \text{ x } 1000)$$

em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas, e 0,116, a relação N-purina: N total nas bactérias (Chen; Gomes, 1992).

Análise estatística

Os resultados das variáveis consumo, digestibilidade aparente da MS e nutrientes e comportamento ingestivo foram interpretados após a submissão à análise de variância e regressão linear e quadrática, considerando um nível de 5% de significância,

utilizando o procedimento PROC REG do programa estatístico SAS (versão 9.1; SAS Institute Inc., Cary, NC).

Para avaliação do efeito dos tratamentos, níveis de PB do suplemento concentrado sobre as variáveis consumo, digestibilidade aparente da MS e nutrientes e comportamento ingestivo, foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Yijk = \mu + ti + vi + pk + eijk$$

Em que: Yijk = observação na vaca j, submetida ao tratamento i, no período k; μ = média geral; ti = efeito do tratamento (i = níveis de 122, 142, 162 e 180 g de PB kg^{-1} de MS no suplemento concentrado); vj = efeito do animal j; pk = efeito do período (k = 1, 2, 3 e 4); eijk = erro aleatório associado a cada observação.

RESULTADOS

O fornecimento de suplemento concentrado contendo níveis crescentes de proteína bruta para vacas lactantes em pastagem de capim Tanzânia, proporcionou aumento linear para o consumo de N (P=0,005) e excreção de N nas fezes (P=0,039), com aumento de 9,03 g dia^{-1} e 2,80 g dia^{-1} respectivamente, para cada grama de PB do suplemento concentrado.

Os resultados para o N da urina apresentaram efeito linear crescente (P=0,047) em resposta aos níveis de PB do suplemento (Tabela 4). Assim, foi observado aumento na excreção de N na urina, na proporção de 1,47 g dia^{-1} para cada grama de PB no concentrado ofertado para as vacas. Os teores de PB do suplemento não influenciaram (P>0,05), todavia, na secreção de N no leite, o balanço de N e a EUN, sendo verificadas as respectivas médias: 118 g dia^{-1}; 146 g dia^{-1} e 26,5%.

Embora o consumo de N tenha aumentado, os níveis de proteína bruta do concentrado fornecido para as vacas não influenciou (P<0,05) a concentração de ureia do sangue e ureia do leite, as quais apresentaram valores médios de 0,04 mg/dL; 1,00 mg/dL; 0,04 mg/dL e 60,1 mg/dL (Tabela 5). Contudo, foi constatado um aumento linear significativo (P= 0,047) para a excreção de N na forma de ureia na urina. A excreção de N ureico na urina, apresentou aumento de 3,15 g kg^{-1} para cada grama de PB ingerida pelo suplemento pelas vacas.

Tabela 4. Efeito dos teores de proteína bruta do concentrado de vacas leiteiras em pastejo de capim Tanzânia sobre o consumo de nitrogênio, nitrogênio nas fezes, nitrogênio na urina, nitrogênio do leite, balanço de nitrogênio e EUN.

	Níveis de PB g kg^{-1}				EPM[1]	*P*-Valor	
	122	142	162	180		Linear	Quadrático
Consumo de N g dia^{-1}	432	467	473	492	14,5	0,005	0,72
N fezes g dia^{-1}	159	177	173	180	5,02	0,039	0,57
N Urina g dia^{-1}	26,6	25,6	27,9	36,1	2,12	0,047	0,058
N leite g dia^{-1}	118	114	117	124	3,46	0,23	0,17
Balanço N g dia^{-1}	128	149	155	152	11,2	0,28	0,69
% EUN[2]	28,5	25,3	25,7	26,5	1,14	0,28	0,42

[1]EPM: erro padrão da média; [2]EUN: eficiência de utilização de nitrogênio (calculado como EUN = Balanço de N/ Consumo de N).

Tabela 5. Efeito dos teores de proteína bruta do concentrado na dieta de vacas leiteiras em pastejo de capim Tanzânia sobre o nitrogênio ureico no leite, ureia da urina e nitrogênio ureico no plasma.

	Níveis de PB g kg^{-1}				EPM[1]	*P*-Valor	
	122	142	162	180		L	Q
[2]NUL, mg/dL	15,4	16,1	14,8	15,8	0,54	0,65	0,56
Ureia Urina, g/d	56,9	54,9	59,8	77,3	4,55	0.047	0,058
[3]NUP, mg/dL	19,7	23,3	17,2	20,8	0,82	0,65	0,47

[1]EPM: erro padrão da média; [2]NUL: nitrogênio ureico do leite; [3]NUP: nitrogênio ureico do plasma; PB: proteína bruta.

A suplementação com concentrado contendo diferentes teores de proteína bruta na dieta de vacas em lactação sob pastejo de capim Tanzânia, proporcionou tendência quadrática para a síntese de proteína microbiana (Pmic) (P=0,0003) e eficiência microbiana (EFmic) (P=0,0073), em que apresentaram máxima produção de proteína microbiana para o suplemento com 156 ($y = 60,15x^2 - 1881,6x + 16170,3$; $R^2 = 0,98$) g kg^{-1} PB e máxima eficiência de síntese microbiana para a utilização de concentrado contendo 155 g kg^{-1} ($y = 6,731x^2 + 209,2x + 1773,1$; $R^2 = 0,98$) PB kg^{-1} (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito dos teores de proteína bruta do concentrado na dieta de vacas leiteiras em pastejo de capim Tanzânia sobre o nitrogênio microbiano, proteína microbiana e eficiência microbiana.

	Níveis de PB g kg^{-1}				EPM[1]	*P*-Valor	
	122	142	162	180		L	Q
[2]Pmic, g kg^{-1}	2015	1531	1528	2003	76,1	0,96	0,0003
[3]EFmic, g kg^{-1}	207	153	160	212	8,56	0,93	0,0073

[1]EPM: erro padrão da média; [2]Pmic: proteína microbiana; [3]Efmic: eficiência microbiana.

DISCUSSÃO

O aumento linear verificado na excreção de N nas fezes e na urina, em função dos tratamentos, é justificado pelo aumento do consumo deste nutriente e da não proporcionalidade de sua utilização para a síntese de proteína microbiana, resultando, portanto, no aumento de sua excreção nas fezes e urina.

Em estudo realizado por Hynes et al. (2016), foi constatado que a suplementação com concentrados proteicos para animais alimentados com dieta a base de volumoso pode alterar a proporção de N excretado da urina para fezes. Sendo interessante do ponto de vista que, o N contido nas fezes é menos volátil comparado ao N presente na urina podendo ser convertido a amônia e N_2O mais lentamente e com isso, reduz o "pool" de contaminantes resultantes do excesso de PB da dieta fornecida para vacas leiteiras (Van Der Weerden et al., 2011).

Quando se trata do metabolismo da proteína, a urina, o leite e sangue, são as principais vias de excreção resultante do excesso de proteína bruta da dieta do animal. Assim, a excreção de N em tais formas nos permite avaliar, parcialmente, a necessidade de ajustar o teor de PB da dieta formulada para vacas em lactação.

Mutsvangwa et al. (2016) avaliaram duas concentrações de PB (14,9 e 17,5%) e duas concentrações de PDR (proteína degradada no rúmen) (63 e 69% de PB) no concentrado de vacas leiteiras e também não constataram efeito significativo para os valores de N do leite e N retido.

No presente estudo, ainda que para a EUN não tenha ocorrido efeito significativo, a maior eficiência de utilização de nitrogênio (28,5%) foi observada para a menor concentração (122 g kg^{-1}) de PB do suplemento concentrado. Este resultado foi similar ao encontrado por Barros et al. (2017) (média de 30%), ao estudar o efeito da suplementação com teores proteicos para vacas leiteiras no terço final da lactação.

Em outro estudo, Amanlou et al. (2017) reportam que a suplementação concentrada de vacas leiteiras com teores de PB (16, 19 e 21%) e proteína não degradada no rúmen (PNDR) (5, 7 e 9%), causou redução na eficiência de utilização do nitrogênio a medida que foi aumentado a concentração de PB da dieta. Esses autores reportam que a menor eficiência ocorreu devido ao aumento na excreção de N no leite das vacas que consumiram dietas com os maiores teores de PB. Além disso, os autores explicam que esse aumento do NUL pode ter sido resultante do metabolismo ruminal da proteína e oxidação hepática de AA absorvidos em excesso às necessidades de produção de glicose.

As concentrações de NUL refletem as concentrações de NUP, uma vez que a amônia não utilizada pelos microrganismos ruminais é absorvida através do epitélio ruminal e convertida em ureia no fígado. Esta molécula por ser hidrossolúvel permanece na circulação sanguínea, podendo ser excretada via urina, retornar ao rúmen e/ou ser excretada no leite (González et al., 2001).

De modo geral, a concentração média de NUP e NUL verificadas nesta pesquisa encontra-se dentro dos valores de referência para vacas leiteiras. Gonzáles e Silva (2006) citam variação normal de NUP entre 7,91 a 20,93 mg/dL. Já para NUL, segundo Simili e Lima (2007), a concentração ideal deve estar numa faixa entre 10 a 16 mg/dL. Valores elevados de NUL podem ser resultantes do fornecimento de proteína em excesso, gerando perdas energéticas para eliminação da ureia, menor taxa de concepção, deficiência imunológica e contaminação ambiental. Por outro lado, valores inferiores a 10 mg/dL são sugestivos de deficiência proteica no rebanho (Peres, 2001).

Tendo em vista que, a proteína microbiana possui alto valor biológico e representa a maior fração da proteína metabolizável em vacas leiteiras, é essencial suprir as necessidades dos microrganismos ruminais, em termos de substratos e também condições ambientais, para a maximização de sua síntese.

Deste modo, Noguera et al. (2016) comentam que o aporte de PB e energia no rúmen são determinantes da síntese de proteína microbiana, a qual representa uma fração da proteína metabolizável. Portanto, o comportamento quadrático da produção de Pmic pode ser explicado pelo desequilíbrio da relação proteína:energia, pois a alteração desta relação, provavelmente, está ligada a disponibilidade de matéria orgânica fermentescível necessária para assimilação do aporte de N disponível no rúmen e consequentemente a produção de Pmic. Portanto, uma melhor sincronização da proteína:energia pode ter sido obtida com a suplementação de 155 g kg^{-1} de PB, a qual proporcionou a máxima produção de proteína microbiana.

Neste contexto, Gomes et al. (2016) comenta que, a EFmic é afetada pelo desequilíbrio da relação proteína:energia, pois quando a maior disponibilidade de N não ocorre simultaneamente com a maior produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, a produção de proteína microbiana pode ser comprometida.

Assim, para a EFmic, observa-se que a elevação da concentração de PB da dieta contribuiu para um efeito quadrático, em que concentração de 155 g kg^{-1} de PB demonstrou o ponto de máxima eficiência de utilização da energia dos carboidratos fermentescíveis para a produção de proteína microbiana. Segundo o NRC (2001), para cada 1 kg de NDT consumido, estima-se uma produção de 130 g de Pmic. Neste sentido, os dados obtidos nesta pesquisa demonstram uma maior eficiência de produção.

Danes et al. (2013), avaliando a suplementação proteica sobre a produção de leite e o metabolismo de vacas leiteiras em pastagem tropical, não constatou efeito para a síntese de proteina microbiana. Os autores concluíram que a proteina não foi o limitante para o desenvolvimento da microbiota ruminal, e portanto, evidenciaram a necessidade de carboidratos fermentescíveis para promover melhor aproveitamento do N ruminal.

CONCLUSÃO

A suplementação proteica contendo diferentes teores de PB para vacas em lactação em pastagem de capim Tanzânia, proporcionou aumento na excreção de nitrogênio nas fezes e urina, consequentemente, contribuindo para o impacto ambiental através da liberação de amônia e nitritos no solo. A proteína microbiana sofreu influência dos teores de PB. Portanto, recomenda-se a suplementação com nível de 150 g kg^{-1} de PB para vacas em lactação sob pastagem tropical.

REFERÊNCIAS

Amanlou, H.; Farahani, T. A.; Farsuni, N. E. Effects of rumen undegradable protein supplementation on productive performance and indicators of protein and energy metabolism in Holstein fresh cows. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 5, p. 3628-3640, 2017.

Association of Official Analytical Chemists - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15 Ed. Virginia: 1990. 1117p.

Barros, T.; Quaassdorff, M. A.; Aguerre, M. J.; Colmenero, J. O.; Bertics, S. J.; Crump, P. M.; Wattiaux, M. A. Effects of dietary crude protein concentration on late-lactation dairy cow Performance and Indicators of Nitrogen Utilization. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n.7, p. 5434-5448, 2017.

Casali, A. O.; Detmann, E.; Valadares Filho, S. C.; Pereira, J. C.; Henriques, L. T.; Freitas, L. G.; Paulino, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 335 – 342, 2008.

Chen, X. B.; Gomes, M. J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - **An Overview of The Technical Details**. International Feed Resources Unit, Rowett Research Institute, Aberdeen, Uk.

Chizzotti, M. L.; Valadares Filho, S. C.; Valadares, R. F. D.; Chizzotti, F. H. M.; Tedeschi, L. O. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in holstein cattle. **Livestock Science**, v. 113, n. 2, p. 218-225, 2008.

Danes, M. A. C., Chagas, L. J., Pedroso, A. M., Santos, F. A. P. Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 1, p. 407-419, 2013.

Gomes, R. D. S.; Oliveira, T. S. D.; Pereira, J. C.; Vieira, R. A. M.; Henrique, D. S.; Fernandes, A. M.; Leonel, F. D. P. Performance and metabolite profile of dairy cows fed tropical grasses and concentrates containing crude protein with low or high degradability. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 9, p. 572-580, 2016.

Gonzáles, F. H. D; Silva, S. G. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2.ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2006. 358p.

González, F. H. F.; Dürr, J. W.; Fontanelli, R. S. Uso do leite para monitorar a nutrição e metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre-RS, 2001. 72p.

Hynes, D. N.; Stergiadis, S.; Gordon, A.; Yan, T. Effects Of Crude Protein Level In Concentrate supplements on animal performance and nitrogen utilization of

lactating dairy cows fed fresh-cut perennial grass. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 8111-8120, 2016.

Johnson, A. D. **Sample Preparation and Chemical Analysis of Vegetation**. In: T´Mannetje, L. (Ed.). Measurement of grassland vegetation and animal production. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, p. 96-102, 1978.

Licitra, G.; Hernandez, T. M.; Van Soest. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

Mertens, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

Mutsvangwa, T.; Davies, K. L.; Mckinnon, J. J.; Christensen, D. A. Effects of dietary crude protein and rumen-degradable protein concentrations on urea recycling, nitrogen balance, omasal nutrient flow, and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 8, p. 6298-6310, 2016.

National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed. **National Academy Press**, Washington, Dc. 2001.

Nocek, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A Review. In: Teixeira, J.C. (Ed.) **Digestibilidade em Ruminantes**. Lavras: Faepe, p. 197–240, 1997.

Noguera, R. R.; Ramírez, J. F.; Posada, S. L. Efecto de la concentración de proteína cruda en suplementos para vacas lecheras sobre la degradación de la materia seca in vitro. **Livestock Research for Rural Development**, v. 28, n. 148, p. 8, 2016.

Nursoy, H.; Ronquillo, M. G.; Faciola, A. P.; Broderick, G. A. Lactation response to soybean meal and rumen-protected methionine supplementation of corn silage-based diets. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 3, p. 2084-2095, 2018.

Paciullo, D. S. C.; Aroeira, L. J. M.; Deresz, F. Disponibilidade de material seca e consumo de forragem de vacas em lactação em pastagem de capim-elefante. (Cd). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 30. 2001, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: Sbz, v. 38, p. 1092-1093, 2001.

Peres, J.R. O leite como ferramenta de monitoramento nutricional. In: **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Editado por González, F. H. D.; Durr, J. W.; Fontaneli, R. S. - Porto Alegre, 2001, p. 30-45.

Pimentel, J. D. O.; Lana, R. D. P.; Graça, D. D. S.; Matos, L. D.; Teixeira, R. Teores de proteína bruta no concentrado e níveis de suplementação para vacas leiteiras em pastagens de capim-braquiária cv. marandu no período da seca. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 418-425, 2011.

Powell, J. M. and Broderick, G. A. Transdisciplinary Soil Science Research: Impacts of dairy nutrition on manure chemistry and the environment. **Soil Science Society of America Journal**, v. 75, n. 6, p. 2071-2078, 2011.

Silva, D. J.; Queiroz. A.C. **Análise de Alimentos** (Métodos Químicos e Biológicos). 2. Ed., Viçosa, Mg: Ufv. 2002, 178p.

Simili, F. F. e Lima, L. M. P. Como os alimentos podem afetar a composição de leite de vacas. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 4, n. 1, 2007.

Sniffen, C. J.; O'Connor, J. D.; Van Soest, P. J. A net carbohydrate and protein systen for evaluating cattle diets; II. carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

Valadares Filho, S. C.; Valadares, R. F. D. Teores de proteína em dietas de vacas leiteiras. Simpósio Internacional de Gado de Leite, II. 2001. Lavras. **Anais…** Lavras: UFLA, 2001.

Valadares, R. F. D.; Broderick, G. A.; Valadares Filho, S. C. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 12, p. 2686- 2696, 1999.

Van Der Weerden, T. J.; Luo, J.; De Klein, C. A.; Hoogendoorn, C. J.; Littlejohn, R. P.; Rys, G. J. Disaggregating nitrous oxide emission factors for ruminant urine and dung deposited on to pastoral soils. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 141, p. 426–436, 2011.

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

Van Soest, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v. 24, n. 3, p. 834-844, 1965.

Verbic, J.; Chen, X. B.; Macleod, N. A.; Ørskov, E. R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, n. 3, p. 243-248, 1990.

Weiss, W.P.; Conrad, H. R.; Pierre, R. S. A theoretically base model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, n. 1-2, p. 95-110, 1992.

Werner, J. C.; Paulino, V. T.; Cantarella, H.; Andrade, N. O.; Quaggio, J. A. Forrageiras. In: Raij, B. Van.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de são paulo. 2: Ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p. 263-273. (Boletim Técnico, 100).

Williams, C. H.; David, D. J.; Iismaa, O. The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry**. Journal of Agricultural Science**, v. 59, n. 3, p. 381-385, 1962.