



Revista Agrária Acadêmica

[Agrarian Academic Journal](#)

Volume 3 – Número 4 – Jul/Ago (2020)



doi: 10.32406/v3n42020/153-162/agrariacad

Metabolismo proteico de vacas leiteiras mestiças suplementadas a pasto no período de transição seca-águas. Protein metabolism of crossbred dairy cows supplemented in pasture during the dry-water transition season.

Wellington Samay de Melo¹, Marcelo de Andrade Ferreira², Dulciene Karla de Andrade Silva³, Kedes Paulo Pereira⁴, Josimar Santos de Almeida⁵, Anna Christine Alencar Fotius², Maria Luciana Menezes Wanderley Neves², Carolina Corrêa de Figueirêdo Monteiro², [Lígia Maria Gomes Barreto](#)^{6*}, [Antonia Sherlânea Chaves Vêras](#)²

¹- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Avenida Sebastião Rodrigues, s/n, Santo Antônio 57500-000, Belo Jardim, Pernambuco, Brasil. E-mail: wsamay.melo@gmail.com

²- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: marcelo.aferreira@ufrpe.br, annafotius@hotmail.com, luciana.veterinaria@gmail.com, monteirocarolinac@gmail.com, sherlaneacv@gmail.com

³- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Avenida Bom Pastor, s/n, Boa Vista, 55296-120, Garanhuns, Pernambuco, Brasil. E-mail: kakazoo50@gmail.com

⁴- Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro dos Martins, 55296-120, Maceió, Alagoas, Brasil. E-mail: kedesp@hotmail.com

⁵- Universidade Federal do Tocantins, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) - Campus Araguaína, Setor Central, 77804-970, Araguaína, Tocantins Brasil. E-mail: almeidajs@mail.uft.edu.br

^{6*}- Universidade Federal de Sergipe, Rodovia Engenheiro Jorge Neto, km 3, Silos, 49680-000, Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brasil. Autor para correspondência. E-mail: ligiamgbarreto@gmail.com

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes suplementos sobre o metabolismo proteico em vacas leiteiras mestiças, em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf., no período de transição seca-águas. Os tratamentos experimentais foram em função dos suplementos: silagem de milho + concentrado; palma + concentrado; silagem de milho + farelo de soja; e palma + farelo de soja. Não houve diferença entre os tratamentos para os níveis de ureia no plasma, leite ou urina, bem como de nitrogênio ureico no plasma ou no leite das vacas, nem na síntese ou eficiência de proteína microbiana. Concluindo-se que os suplementos utilizados para vacas mestiças a pasto não alteram o metabolismo proteico durante a lactação.

Palavras-Chave: *Brachiaria decumbens*. Concentrado. Palma forrageira. Silagem de milho. Ureia.

Abstract

The aim was to evaluate the effect of different feed supplements on protein metabolism of crossbred dairy cows under to *Brachiaria decumbens* Stapf. pasture, on dry-water transition season. The treatments were according to supplements: corn silage + concentrate; cactus cladodes + concentrate; corn silage + soybean meal; and cactus cladodes + soybean meal. The supplements did not influence the levels of urea in blood, milk and urine. The similar synthesis of microbial protein and efficiency of microbial protein synthesis. In conclusion, the supplements used for crossbred cows on pasture do not alter protein metabolism during lactation.

Keywords: *Brachiaria decumbens*. Concentrate. Corn silage. Cactus cladodes. Urea.

Introdução

No sistema de produção leiteira, os desafios nutricionais proporcionam a formulação de várias hipóteses acerca da elaboração de dietas para cada situação de infraestrutura e de disponibilidade de insumos. Os ingredientes que serão utilizados para compor as rações, muitas vezes têm aquisições limitadas pela inexistência de capital de giro por parte do produtor, pela disponibilidade regional ou pelo custo benefício.

O custo de produção de leite é diminuído quando se tem no sistema o uso racional da pastagem. A *Brachiaria decumbens* Stapf. é uma gramínea tropical e está presente nos pastos dos diferentes estados do Brasil, apresenta boa produção qualitativa e quantitativa nos períodos de seca e também no chuvoso, além de demonstrar elevada agressividade e alta resistência ao pastejo; mesmo assim, não fornece todos os nutrientes necessários para uma vaca em lactação. Por este motivo, é necessário utilizar suplementos alimentares aos animais, no intuito de fornecer a complementação dos nutrientes que não são disponibilizados no pasto.

Para produção de leite a pasto na bacia leiteira de Pernambuco, assim como em grande parte do todo território brasileiro, onde não há uso de tecnologia de irrigação da pastagem no período seco, é necessária a utilização de suplementação alimentar, não somente com alimentos concentrados, mas também com volumosos, para manutenção da produtividade dos animais. Neste sentido, Paulino et al. (2001) reportaram que o princípio básico da suplementação é promover o aumento na ingestão e na digestibilidade de nutrientes.

A formulação de dietas para bovinos leiteiros a partir de sistemas que incorporem modelos mais completos, levando em consideração a estimativa da taxa de degradação dos nutrientes no rúmen e a síntese de proteína microbiana (NRC, 2001; FOX et al., 2004), possibilitam que haja maior eficiência na utilização de nitrogênio dietético e menor excreção desse nutriente no ambiente. Apelo et al. (2014) destacaram essa preocupação com a excreção de nitrogênio em sua revisão, pelos impactos que pode causar na qualidade do ar e da água, na biodiversidade do ecossistema e na saúde humana. De forma que, a melhoria na eficiência de utilização do N pelos ruminantes, reduziria impactos ambientais e a demanda por fontes de proteína na alimentação, além de melhorar economicamente a produção de leite.

É importante acrescentar que, quanto mais baixa seja a qualidade da forragem que está sendo administrada ao animal ruminante, maior será a necessidade de energia suplementar, para que o rúmen possa sintetizar eficientemente a proteína microbiana (ZHU et al., 2013). Leiber (2014) destacou a necessidade de explorar a capacidade dos ruminantes em compensar a disponibilidade limitada de N no rúmen, por meio da redução da ingestão de proteína bruta na dieta, que melhora a eficiência de conversão da PB dietética em leite, reutilizando uma parcela da ureia circulante no sangue para o rúmen, usando esse mecanismo como vantagem para o metabolismo da vaca e para o meio ambiente.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes suplementos sobre os níveis de ureia e nitrogênio ureico no sangue, urina e leite, bem como a síntese de proteína microbiana em vacas leiteiras mestiças, em pastagem de capim *Brachiaria decumbens* Stapf., no período de transição seca-águas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante o período de transição seca-águas na Fazenda Riacho do Papagaio, situada no município de São João, estado de Pernambuco, Brasil, 8° 52' 23" S, 36° 21' 47" O pertencente à mesorregião fisiográfica do agreste, integrante da bacia leiteira pernambucana. Foram utilizadas oito vacas mestiças (*tricross*), com peso corporal (PC) médio de 500 kg, (Holandês/Gir/Pardo Suíço), com 12,8 semanas em lactação e produção de leite média de 15 kg/dia.

O experimento teve duração de 60 dias, composto por quatro períodos de 15 dias, sendo dez dias para a adaptação dos animais às dietas e cinco dias para coleta de dados e amostras. Durante a execução do experimento foi registrada a precipitação pluviométrica, conforme Figura 1.

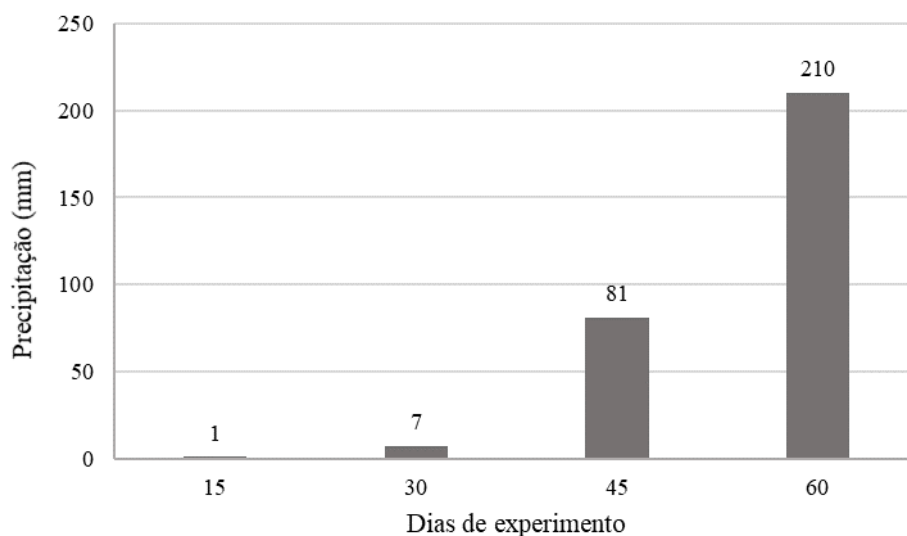


Figura 1 - Precipitação pluviométrica acumulada durante os dias de experimento.

Foi utilizada área de pastagem com 53 hectares, cuja espécie forrageira predominante foi *Brachiaria decumbens* Stapf., com disponibilidade média de 4,23 toneladas/hectare e taxa de lotação de 1UA/hectare.

Os tratamentos consistiram em duas fontes energéticas: silagem de milho ou palma forrageira; associadas a duas fontes proteicas: concentrado com ureia ou farelo de soja com ureia. Assim, foram elaborados quatro tratamentos: silagem de milho e concentrado (S + C); palma forrageira e concentrado (P + C); silagem de milho e farelo de soja com ureia (S + SU); e palma forrageira e farelo de soja com ureia (P + SU). Os suplementos foram fornecidos na forma de mistura completa. O sal mineral foi fornecido em quantidade fixa de 100 g/dia. As dietas foram calculadas segundo o NRC (2001), para atender as exigências de vacas conforme o peso corporal (PC) e produção de leite corrigida para 4% de gordura. Foi considerado consumo de pasto correspondente a 1,5% do PC, com 5% de proteína bruta (PB) e 55% de nutrientes digestíveis totais (NDT), cujo déficit foi suprido pelos suplementos. Maiores detalhes relativos à composição da dieta e dos ingredientes utilizados podem ser observados em Melo et al. (2016).

As vacas foram ordenhadas manualmente duas vezes ao dia às 04h00 e às 15h00. A suplementação foi dividida em duas ofertas diárias, fornecida pela manhã no momento da ordenha e 30 minutos antes da ordenha da tarde. Nos horários em que as vacas não estavam sendo ordenhadas, permaneciam no pasto para alimentação e descanso.

A Figura 2 demonstra o consumo de matéria seca total (kg/dia), somando a quantidade consumida do pasto e do suplemento, e a produção de leite corrigida para 4% de gordura (kg/dia), em função dos tratamentos experimentais aplicados, conforme publicado por Melo et al. (2016).

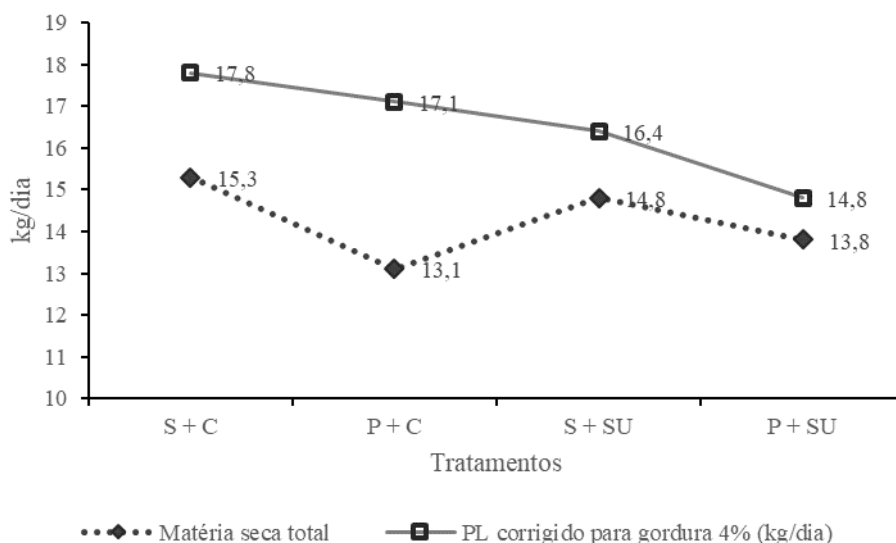


Figura 2 - Consumo de matéria seca total (pasto + suplemento) e produção de leite das vacas em função dos tratamentos experimentais, conforme Melo et al. (2016).

A amostragem do leite foi realizada no quarto e no quinto dias de cada período de coleta, com retirada de alíquotas de 50% em cada ordenha, para composição de uma amostra composta, da qual foram retirados 10mL e colocados em béquer, juntamente com 5mL de ácido tricloroacético a 25%, para fazer a desproteínização do leite; posteriormente, foram congeladas até realização das análises de ureia e alantoína.

As amostras de urina e sangue foram coletadas no quinto dia de cada período, quatro horas após a suplementação matinal. As amostras “spot” de urina foram obtidas por micção espontânea. Numa alíquota de 10mL de urina foram adicionados 40mL de ácido sulfúrico a 0,036N, de modo que a solução atingisse pH menor que 3,0. As amostras de urina foram congeladas, e posteriormente, utilizadas para análises de creatinina, ureia, alantoína e ácido úrico.

As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia jugular, utilizando-se tubos de *vacutainer* com anticoagulante. A centrifugação imediata do sangue foi realizada a 2.000 rpm, durante 15 minutos, sendo o plasma retirado e armazenado em tubos *ependorf* e congelado a 20 °C. Kits comerciais da marca Doles® foram utilizados para a determinação dos níveis de ureia no plasma, urina e leite. Para concentrações de alantoína, no leite desproteínado e na urina, utilizaram-se o método colorimétrico, elaborado por Fugihara et al. (1987), descrito por Chen & Gomes (1992). Para as leituras dos constituintes do sangue, leite e urina, foi utilizado um analisador bioquímico semiautomático (espectrofotômetro) modelo BIO-2000 da marca Bioplus®, sendo a leitura em absorbância e em ponto final.

Na estimativa do volume urinário foi utilizada a seguinte equação: $VU = (EDC \times PC)/CCU$, onde EDC = excreção diária de creatinina (mg/kgPV), adotada como sendo 25 mg/kgPV, conforme recomendado por Silva et al. (2001) e Valadares et al. (1999); PC = peso corporal; e CCU = concentração de creatinina na urina (mg/L).

A excreção total de derivados de purinas (PuriTo) foi calculada pela equação: $PuriTo = AlaU + AlaL + AcUri$; onde, AlaU = alantoína na urina; AlaL = alantoína no leite; e AcUri = ácido

úrico na urina, com todas as variáveis expressas em mmol/dia. As purinas absorvidas (PuriAb, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de PuriTo (mmol/dia) conforme Verbic et al. (1990): $PuriAb = \{PuriTo \times (0,385 \times PV^{0,75})\} / 0,85$; onde, 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como PuriTo; $0,385 \times PV^{0,75}$ = a contribuição endógena para a excreção de purinas.

A síntese de nitrogênio microbiano (SinNmicro, g N/dia) foi estimada em função da PuriAb (mmol/dia), pela adaptação da equação descrita por Chen & Gomes (1992), com substituição da relação Npurina:Ntotal das bactérias de 0,116 por 0,134, de acordo com Valadares et al. (1999): $SinNMic (g) = 70 PuriAb / 0,83 \times 0,134 \times 1000$; onde, 70 = nitrogênio de purinas (mg N/mol); 0,134 = relação N purina:N total das bactérias; e 0,83 = digestibilidade das purinas microbianas.

A eficiência da síntese de nitrogênio microbiano (ESinNMic) foi estimada pela equação: $ESinNMic (g/kg) = SinNMic / CMODR (kg)$; onde, $CMODR = CMO \times DAMO \times 0,65$; em que CMO = consumo de matéria orgânica digestível; e DAMO = digestibilidade aparente da matéria orgânica (ARC, 1980). A estimativa da proteína bruta microbiana (SinPBMic) foi obtida multiplicando os resultados de SinNMic por 6,25. Para estimativa da eficiência de síntese de proteína microbiana (ESinPBMic) utilizaram-se a equação sugerida pelo NRC (2001): $ESinPBMic (g/kg) = SinPBMic (g) / CNDT (kg)$; onde CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais.

O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino 4 x 4 (4 vacas, 4 tratamentos e 4 períodos), utilizando-se dois quadrados simultâneos. Os dados foram submetidos a análises de variância, e as médias foram comparadas aplicando-se o teste Tukey, ao nível de significância de significância de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAS, versão 9.2.

Resultados e Discussão

Não houve diferença ($p > 0,05$) nos níveis de ureia no leite, plasma ou urina, bem como de nitrogênio ureico no plasma ou no leite das vacas alimentadas com os diferentes suplementos (Tabela 1), cujas médias foram de 37,2 mg de ureia por dL de plasma; 6,6 mg de ureia por dL de leite; 237,8 mg de ureia por kg de peso corporal; 17,3 mg de nitrogênio ureico por dL de plasma; e 3,1 mg de nitrogênio ureico por dL de leite.

Tabela 1 - Níveis de ureia no plasma, no leite e na urina, e nitrogênio ureico no plasma e no leite de vacas mestiças em lactação suplementadas a pasto

Variáveis	Suplementos				CV	P valor
	S + C	P + C	S + SU	P + SU		
Ureia plasma (mg/dL)	36,91	38,00	38,64	35,23	11,89	0,55
Ureia leite (mg/dL)	6,59	7,88	5,77	6,12	32,31	0,38
Ureia urina (mg/PV)	298,71	258,71	222,80	170,85	40,44	0,44
Nureico plasma (mg/dL)	17,20	17,71	18,01	16,41	11,89	0,67
Nureico no leite (mg/dL)	3,07	3,67	2,69	2,85	32,31	0,28

S + C = silagem de milho com concentrado; P + C = palma com concentrado; S + SU = silagem de milho com farelo de soja e ureia; P + SU = palma com farelo de soja e ureia.

A difusão de ureia para o leite aumenta quanto maior for a concentração sanguínea de ureia. O equilíbrio dos suplementos no fornecimento de amônia para o rúmen e fontes energéticas fermentáveis, provavelmente, proporcionaram um equilíbrio da excreção de ureia no leite.

Nos períodos seco e de transição de oferta do pasto o mecanismo de uso e reciclagem de nitrogênio nos ruminantes fica mais ativo. Este momento fisiológico talvez explique a eficiência de uso do nitrogênio fornecido nas dietas suplementares e no pastejo, o que pode ser observado nas variáveis que expressaram as excreções de ureia.

A concentração de nitrogênio ureico no leite pode variar de 10 a 16 mg/dL, dependendo do nível de produção da vaca, de modo que valores superiores ao máximo podem ser indicativos de excesso no consumo de proteína degradável no rúmen (JONKER et al., 1999), ou que as quantidades de carboidratos prontamente disponíveis não atenderam a demanda energética de utilização de amônia pelos microrganismos ruminais (AGUIAR et al., 2015). Chizzotti et al. (2007) também reportaram que a concentração de nitrogênio ureico no leite é afetada pela ingestão de matéria seca, de proteína bruta, de proteína degradada no rúmen e pelo peso corporal (PC).

Os baixos valores de nitrogênio ureico no leite não devem ser vistos como indicativo de baixo aporte de nitrogênio para suprimento das quantidades demandadas pelas vacas, uma vez que Hennessy e Nolan (1988) já mencionavam que, quando há deficiência de nitrogênio, o animal pode reduzir a excreção de nitrogênio urinário e aumentar a fração de nitrogênio dietético que é reciclado para o rúmen. Fato que pode ser justificado pela ausência de significância do efeito dos suplementos sobre a excreção de ureia na urina, cuja média foi de 237,8 mg/dL, valor menor que os observados por Ferreira et al. (2009), de 300,81 mg/dL; Melo et al. (2007), de 467,44 mg/dL; e Oliveira et al. (2007), de 432,00 mg/dL. Vale ressaltar que nenhum dos autores citados observou efeito dos tratamentos sobre as concentrações de ureia na urina.

De modo geral, mesmo registrando níveis de ureia e nitrogênio ureico no leite inferiores aos preconizados na literatura consultada, os valores correspondentes a produção de nitrogênio e proteína microbianos encontram-se dentro da normalidade. Com isso, é possível inferir que o status nitrogenado das vacas demonstra equilíbrio.

Conforme definiram Detmann et al. (2014) para o status de nitrogênio, os compostos nitrogenados que chegam ao organismo animal são direcionados para as variadas funções metabólicas (sobrevivência, manutenção e produção), seguindo a ordens prioritárias, em que a produção estaria em último caso. Desta forma, houve acréscimo na produção de leite das vacas deste estudo cuja média geral foi 16,5 kg/dia de leite corrigido para 4% de gordura, demonstrando aumento em relação à média inicial (15 kg/dia), conforme Figura 2, podendo-se afirmar que houve aporte suficiente de compostos nitrogenados.

Não foi verificada diferença ($p > 0,05$) nas quantidades de purinas totais excretadas ou absorvidas (mmol); nas sínteses de nitrogênio microbiano (N microbiano, g) e proteína microbiana (PB microbiana, g); bem como nas eficiências de síntese de nitrogênio (ESNMic, g/MO) e de proteína microbiana (ESPBMic, g/kg de NDT), conforme Tabela 2.

Os valores médios para as sínteses de nitrogênio microbiano e de proteína microbiana foram de 226,91 e 1418,20 g, respectivamente. De acordo com Chizzotti et al. (2007), os animais que consomem mais apresentam maior síntese microbiana ruminal, como resultado do maior suprimento de substratos fermentáveis. Embora o consumo de matéria seca (kg/dia) observado por Melo et al. (2016) nas vacas deste mesmo trabalho tenha sido maior no tratamento com silagem + concentrado (S + C = 15,3 kg MS/dia) que no tratamento com palma + concentrado (P + C = 13,1 kg MS/dia), conforme Figura 2; também observaram que o consumo proteína bruta foi maior para as vacas do tratamento com palma + farelo de soja e ureia (S + SU = 2,47 kg PB/dia) e menor quando alimentadas com palma + concentrado (P + C = 2,13 kg PB/dia). Mesmo com essas diferenças nos

consumos de MS e PB, as sínteses de nitrogênio e de proteína microbiana foram semelhantes, demonstrando não haver diferença no uso do nitrogênio e energia no rúmen.

Tabela 2 - Síntese de proteína microbiana em vacas mestiças em lactação suplementadas a pasto

Variáveis	Suplementos				CV	P valor
	S + C	P + C	S + SU	P + SU		
Purinas totais (mmol)	415,31	337,27	294,24	342,08	24,38	0,88
Purinas absorvidas (mmol)	440,63	348,82	298,19	354,48	27,63	0,56
N Microbiano (g)	277,33	219,54	187,68	223,10	27,63	0,71
PB microbiana (g)	1.733	1.372	1.172	1.394	53,12	0,45
ESNMic (g/MO)	47,43	42,08	32,87	41,28	30,25	0,59
ESPBMic (g/kgNDT)	170,68	153,08	115,13	145,89	25,41	0,68

S + C = silagem de milho com concentrado; P + C = palma com concentrado; S + SU = silagem de milho com farelo de soja e ureia; P + SU = palma com farelo de soja e ureia; N microbiano = nitrogênio microbiano; PB microbiana = proteína bruta microbiana; ESNMic = eficiência de síntese de nitrogênio microbiano; ESPBMic = eficiência de síntese de proteína bruta microbiana.

De acordo com estimativas obtidas de diferentes experimentos com bovinos, o CSIRO (2007) reportou variação na eficiência de síntese de proteína microbiana na amplitude de 99 a 191 g PB de origem microbiana, para cada quilograma de matéria orgânica digestível. O NRC (2001) recomenda o valor médio de 130 g de proteína microbiana/kg nutrientes digestíveis totais (NDT) consumidos. Contudo, depois de sumarizados dados de doze experimentos realizados, tanto para produção de carne, como de leite, no Brasil, Valadares Filho et al. (2006), recomendaram usar o valor de 120 g de PB microbiana/kg NDT, como referência para condições tropicais; o que foi ratificado por Valadares Filho et al. (2010).

A média geral 146,2 g PB microbiana/kg NDT e as médias obtidas em cada tratamento neste trabalho estão dentro da amplitude de 83,13 a 197,89 PB microbiana/kg NDT apresentada na revisão que gerou a recomendação de 120 g de PB microbiana/kg NDT, segundo Valadares Filho et al. (2006).

Em trabalhos realizados com vacas Girolando com produção de leite de 13,5 kg/dia, observaram-se valores de 1070,7 g de proteína microbiana e 119,2 g de PB microbiana/kg de NDT, em dietas a base de palma forrageira e cana-de-açúcar (SANTOS, 2019). Moraes et al. (2019) observaram em vacas Holandesas com produção de leite corrigida para 3,5% de gordura de 22,5 e alimentadas com dietas a base de palma forrageira em substituição ao milho, média geral de 1398,2 g de proteína microbiana produzida, com eficiência de 123,8 g de PB microbiana/kg de NDT. Comparativamente, as vacas oriundas desta pesquisa, mesmo apresentando baixos valores de nitrogênio ureico no leite (3,1 mg/dL, Tabela 1), que indicaria deficiente aporte de proteína na dieta, os valores médios gerais observados para produção de proteína microbiana e eficiência de síntese de proteína microbiana (1418,20 g/dia e 146,2 g de PBmic/kg de NDT) demonstram que houve suprimento de proteína suficiente para fornecimento de aminoácidos necessários ao metabolismo da vaca. Este argumento pode ser corroborado por Lieber (2014), que defende a redução do uso de proteína na dieta de ruminantes, como forma de melhorar a eficiência de utilização e fermentação microbiana, sendo isto vantajoso para o metabolismo da vaca, bem como para a redução de impactos ambientais causados pela excreção excessiva de nitrogênio e dos custos com alimentação.

Conclusão

Os suplementos utilizados neste trabalho não modificam a exceção de ureia e nitrogênio no sangue, urina ou leite das vacas, como também não alteram a produção e eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen de vacas mestiças em pastagem de capim *Brachiaria decumbens* Stapf., no período de transição seca-águas.

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio financeiro. À Fazenda Riacho do Papagaio por disponibilizar os animais e instalações para condução deste trabalho.

Referências

AGUIAR, A.C.R.; ROCHA JUNIOR, V.R.; CALDEIRA, L.A.; ALMEIDA FILHO, S.H.C.; RUAS, J.R.M.; SOUZA, V.M.; COSTA, M.D.E.; PIRES, D.A.A. Composição do leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 3, p. 591-605, 2015.

APELO, S.A.; KNAPP, J.R.; HANIGAN, M.D. Invited review: Current representation and future trends of predicting amino acid utilization in the lactating dairy cow. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 7, p. 4000-4017, 2014.

ARC. **Agricultural Research Council**. The nutrient requirements of ruminant livestock. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980, 351p.

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

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 138-146, 2007.

CSIRO. **Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation**. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. CSIRO Publishing, Collingwood, 2007.

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

FERREIRA, M.A.; SILVA, R.R.; RAMOS, A.O.; VÉRAS, A.S.C.; MELO, A.A.S.; GUIMARÃES, A.V. Síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 159-165, 2009.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E.; CHASE, L.E.; PELL, A.N.; OVERTON, T.R. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, v. 112, p. 29-78, 2004.

- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J.; KYLE, D.J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **The Journal of Agricultural Science**, v. 109, n. 1, p. 7-12, 1987.
- HENNESSY, D.W.; NOLAN, J.V. Nitrogen kinetics in cattle fed a mature subtropical grass hay with and without protein meal supplementation. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 39, p. 1135-1150, 1988.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Milk urea nitrogen target concentrations for lactating dairy cows fed according to National Research Council recommendations. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 1261-1273, 1999.
- LEIBER, F. Resigning protein concentrates in dairy cattle nutrition: a problem or a chance? **Organic Agriculture**, v. 4, p. 269-273, 2014.
- MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; LIRA, M.A.; LIMA, L.E.; PESSOA, R.A.S. Caroço de algodão em dietas à base de palma forrageira para vacas leiteiras: síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 912-920, 2007.
- MELO, W.S.; VÉRAS, A.S.C.; SILVA, D.K.A.; FERREIRA, M.A.; PEREIRA, K.P.; MENDES, A.M.P.; BARRETO, L.M.G.; ALMEIDA, J.S.; FOTIUS, A.C.A.; NEVES, M.L.M.W.; MONTEIRO, C.C.F. Desempenho de vacas leiteiras mestiças suplementadas a pasto no período de transição seca-águas. **Livestock Research for Rural Development**, v. 28, n. 12, 2016.
- MORAES, G.S.O.; GUIM, A.; TABOSA, J.N.; CHAGAS, J.C.C.; ALMEIDA, M.P.; FERREIRA, M.A. Cactus [*Opuntia stricta* (Haw.) Haw] cladodes and corn silage: How do we maximize the performance of lactating dairy cows reared in semiarid regions? **Livestock Science**, v. 221, p. 133-138, 2019.
- NRC. **National Research Council**. Nutrient requirements of the dairy cattle. 7th ed. Washington: D.C., 2001, 381p.
- OLIVEIRA, V.S.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A.; MODESTO, E.C.; LIMA, L.E.; SILVA, F.M. Substituição total do milho e parcial do feno de capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1419-1425, 2007.
- PAULINO, M.F. Suplementação energética e proteica de bovinos de corte em pastejo. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, p. 121-154.
- SANTOS, D.A. **Estratégias de fornecimento de dietas à base de palma forrageira para vacas leiteira**. 59f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, 2019.
- SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; RENNÓ, L.N.; SILVA, J.M. Ureia para vacas em lactação. 2. Estimativa do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1948-1957, 2001.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2^a ed. Viçosa: UFV, 2010, 193p.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais de zebuínos: dados brasileiros. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 5., 2006 Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV/DZO, p. 47-80.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfalfa 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.

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 derivatives excretion by steers. **Journal Agriculture Science**, v. 114, p. 243-248, 1990.

ZHU, W.; FU, Y.; WANG, B.; WANG, C.; YE, J.A.; WU, Y.M.; LIU, J-X. Effects of dietary forage sources on rumen microbial protein synthesis and milk performance in early lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 1727-1734, 2013.

Recebido em 26 de junho de 2020

Retornado para ajustes em 24 de julho de 2020

Recebido com ajustes em 28 de julho de 2020

Aceito em 4 de agosto de 2020