

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n4a314.1-10>

Nitrogênio ureico no leite e nitrogênio ureico no plasma de vacas leiteiras em pastejo: Revisão

Thaiano Iranildo de Sousa Silva¹, Alberto Jefferson da Silva Macêdo^{2*}, Antonio Joelson Netto³, Elisvaldo José Silva Alencar³, Wagner Sousa Alves⁴, Iara Tamires Rodrigues Cavalcante⁵, Severino Gonzaga Neto⁶

¹ Discente do curso de Doutorado em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu-SP, Brasil.

² Discente do curso de Doutorado em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, Brasil

³ Discente do curso de Doutorado em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife-PE, Brasil.

⁴ Discente do curso de Mestrado em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, Brasil.

⁵ Discente do curso de Doutorado em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB, Brasil.

⁶ Professor da Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Zootecnia. Areia-PB, Brasil.

*Autor para correspondência, E-mail: macedoajs@gmail.com

Resumo. Objetivou-se nesta revisão descrever os principais fatores que influenciam na produção de vacas leiteiras submetidas a pasto e a importância da avaliação do nitrogênio ureico do leite e do plasma para o desempenho animal. As pastagens apresentam fundamental importância na pecuária brasileira, garantindo baixos custos de produção, por ser a forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos para o rebanho. No entanto, apesar da grande diversidade de gramíneas com potencial forrageiro de alta qualidade, diversas regiões no Brasil apresentam baixa produtividade. Nos últimos anos, devido aos avanços no melhoramento genético em vacas leiteiras, o consumo de fontes proteicas tornou-se um fator limitante para a produção de leite, principalmente quando criadas em pastejo. A concentração de nitrogênio no leite (NUL) e no plasma (NUP) pode ser usada para monitorar a ingestão de proteína bruta, que deve ser o mais próximo possível das exigências requeridas do nutriente por parte do animal. Quando os valores de NUL são altos (>18 mg/dL) podem indicar excesso de proteína bruta (PB) na dieta, tanto da fração PDR (proteína degradável no rúmen) como da fração PNDR (proteína não-degradável no rúmen), baixa taxa de fermentação ruminal da fração carboidratos não-fibrosos (CNF), ou ainda, relação proteína:energia aumentada. Já valores baixos de NUL (<11 mg/dL) podem indicar deficiência de PB na dieta, limitadas quantidades de PDR e PNDR, ou ainda, alta taxa de fermentação de CNF no rúmen. Destaca-se, a necessidade de buscar estratégias nutricionais adequando-se o teor de NUL e NUP de acordo com o que se recomenda na literatura, que possam maximizar a produção, suprimindo as limitações nutricionais impostas aos animais, principalmente daqueles mantidos em pastos tropicais, reduzir custos de produção e ainda diminuir o impacto ambiental causado pelo excesso de nitrogênio excretado.

Palavras chave: eficiência do nitrogênio, forragem, produção de leite, suplementação proteica

Milk urea nitrogen and plasma urea nitrogen of dairy cows grazing: Review

Abstract. The objective of this review was to describe the main factors that influence the production of dairy cows submitted to grazing and the importance of the evaluation of milk and plasma urea nitrogen for animal performance. Pastures are of fundamental importance in Brazilian cattle raising, guaranteeing low production costs since it is the most economical and practical way to produce and offer food for the herd. However, despite the great

diversity of grasses with high-quality forage potential, several regions in Brazil present low productivity. In recent years, due to advances in genetic improvement in dairy cows the consumption of protein sources has become a limiting factor for milk production, especially when reared on grazing. The concentration of milk urea nitrogen (MUN) and plasma urea nitrogen (PUN) can be used to monitor crude protein intake, which should be as close as possible to the required requirements of the nutrient by the animal. When MUN values are high (>18 mg/dL) may indicate excess crude protein (CP) in the diet, both the rumen degradable protein fraction (RDP) and the rumen undegradable protein (RUP), ruminal fermentation rate of the non-fibrous carbohydrates fraction (NFC), or protein:energy ratio increased. Low values of MUN (<11 mg/dL) may indicate a deficiency of CP in the diet, limited amounts of RDP and RUP, or a high rate of fermentation of NFC in the rumen. We emphasize the need to seek nutritional strategies by adjusting the MUN and PUN contents according to what is recommended in the literature, that can maximize production, supplying the nutritional limitations imposed on the animals, especially those kept in tropical pastures, reduce production costs and even reduce the environmental impact caused by excess nitrogen excreted.

Keywords: nitrogen efficiency, forage, milk production, protein supplementation

Nitrógeno ureico en la leche y nitrógeno ureico en el plasma de vacas lecheras en pastoreo: Revisión

Resumen. En esta revisión se ha tratado de describir los principales factores que influyen en la producción de vacas lecheras sometidas a pasto y la importancia de la evaluación del nitrógeno ureico de la leche y del plasma para el desempeño animal. Los pastos presentan una fundamental importancia en la ganadería brasileña, garantizando bajos costos de producción, por ser la forma más económica y práctica de producir y ofrecer alimentos para el rebaño. Sin embargo, a pesar de la gran diversidad de gramíneas con potencial forrajero de alta calidad, diversas regiones en Brasil presentan baja productividad. En los últimos años, debido a los avances en el mejoramiento genético en vacas lecheras, el consumo de fuentes proteicas se ha convertido en un factor limitante para la producción de leche, principalmente cuando se crían en pastoreo. La concentración de nitrógeno en la leche (NUL) y en el plasma (NUP) puede utilizarse para monitorear la ingesta de proteína bruta, que debe ser lo más cercana posible a las exigencias requeridas del nutriente por parte del animal. Cuando los valores de NUL son altos (> 18 mg / dL) pueden indicar exceso de proteína bruta (PB) en la dieta, tanto de la fracción PDR (proteína degradable en el rumen) como de la fracción PNDR (proteína no degradable en el rumen), baja tasa de fermentación ruminal de la fracción de los carbohidratos no fibrosos (CNF), o aún, relación proteína: energía aumentada. Los valores bajos de NUL (<11 mg / dL) pueden indicar deficiencia de PB en la dieta, limitadas cantidades de PDR y PNDR, o aún, alta tasa de fermentación de CNF en el rumen. Se destaca la necesidad de buscar estrategias nutricionales adecuándose el contenido de NUL y NUP de acuerdo con lo que se recomienda en la literatura, que puedan maximizar la producción, supliendo las limitaciones nutricionales impuestas a los animales, principalmente de aquellos mantenidos en pastos tropicales, reducir los costos de producción y disminuir el impacto ambiental causado por el exceso de nitrógeno excretado.

Palabras clave: eficiencia del nitrógeno, forraje, producción de leche, suplementación proteica

Introdução

Dentre os sistemas de criação, a produção de bovinos à pasto ainda é considerada o mais utilizado na pecuária brasileira, devido ao baixo custo quando comparado ao sistema de confinamento. Contudo, vacas de média a alta produção não conseguem obter apenas da forragem atender seus requerimentos nutricionais (Carvalho et al., 2010). Alimentos concentrados têm sido utilizados como complemento das dietas e devem suprir as deficiências das forragens o que se reflete em mudanças na disponibilidade de

energia, proteína dietética, e consequentemente no desempenho animal (Nascimento et al., 2008). O monitoramento da ingestão de alimentos em bovinos de leite criados à pasto é de fundamental importância para o controle e gerenciamento da produção. No entanto, há muitos problemas e dificuldades para determinar os níveis de ingredientes ingeridos.

Indicadores bioquímicos têm sido utilizados para estimar o aproveitamento de determinado nutriente pelos compostos que afetam o metabolismo do animal. Dentre os mais utilizados, destaca-se os teores de nitrogênio ureico encontrados no leite (NUL) e no plasma (NUP). A determinação dos teores de NUL e NUP tem sido uma ferramenta utilizada para monitorar a nutrição e prevenir transtornos de origens dietéticas nos animais, principalmente relacionado ao déficit ou excesso de proteína na dieta. Em contrapartida, o excesso de proteínas na dieta, além de aumentar o custo na alimentação, sendo excretada na urina na forma de ureia, com reflexos negativos para o meio ambiente (Monteiro et al., 2018). Buscar compreender como vacas leiteiras respondem ao serem suplementadas com diferentes concentrações proteicas em pastos tropicais poderá auxiliar no desenvolvimento de tecnologias de manejo que vise maximizar a produção animal e minimizar as perdas.

Objetivou-se nesta revisão, descrever os principais fatores que influenciam na produção de vacas leiteiras submetidas à pasto e a importância da avaliação do nitrogênio ureico no leite e no plasma para desempenho animal.

Produção de bovinos de leite à pasto

O Brasil por estar inserido em uma zona tropical, dispõe abundância de recursos naturais, grandes áreas territoriais associadas com elevadas temperaturas e luminosidade, apresentando dessa forma condições propícias para o cultivo de pastos tropicais, tendo assim grande potencial de produção de animais à pasto e se destacando a nível nacional e mundial no que diz respeito à produção agropecuária (Deresz, 2001; Pilau et al., 2005). As pastagens desempenham papel fundamental na pecuária brasileira, garantindo baixos custos de produção, por ser a forma mais econômica e prática de produzir e oferecer alimentos para o rebanho. No entanto, apesar da grande diversidade de gramíneas com potencial forrageiro de qualidade, diversas regiões no Brasil apresentam baixa produtividade.

Segundo Voltolini et al. (2008), vacas leiteiras mantidas exclusivamente em pastos tropicais produzem apenas 2.500 a 3.500 kg de leite/ano. Isto pode estar ligado, principalmente, ao manejo incorreto e escolha inadequada da espécie forrageira para determinado sistema de criação. O que deve ser corrigido através do manejo das pastagens e do pastejo, que são alternativas para maximizar a produção, e que permitem alcançar maiores índices de produtividade e rentabilidade (Reis et al., 2009). De acordo com Gomide et al. (2007) as pastagens, quando bem manejadas, possuem o potencial de elevar os níveis de produção de leite, principalmente na estação chuvosa, onde favorece o seu desenvolvimento, atendendo as exigências nutricionais dos animais no processo de produção. Esses autores ressaltam ainda que, quando se busca intensificar a produção de leite, à base de pastagens, é necessário a escolha da espécie forrageira de forma bastante criteriosa, visando à maior produtividade de matéria seca e valor nutritivo da forragem, com equilíbrio estacional e aceitabilidade pelos animais, resultando no aumento da produção e na eficiência de uso da pastagem. Ribeiro Filho et al. (2009) avaliaram o efeito de duas ofertas de forragem (25 e 40 kg MS/vaca/dia) sobre o consumo de forragem e a produção de leite em vacas da raça Holandesa pastejando azevém-anual (*Lolium multiflorum*). Os autores observaram que o consumo individual de matéria seca (MS) da forragem foi 11,9 e 16,6 kg/dia e a produção de leite, 18,4 e 21,1 kg/dia nas ofertas de 25 e 40 kg MS/vaca/dia, respectivamente, e concluíram que as vacas leiteiras em pastagem de azevém com alta oferta de forragem podem ingerir mais de 16,0 kg de MS e produzir mais de 20 kg de leite/dia. Além disso, a produção de leite reduz aproximadamente 0,2 kg cada kg de diminuição na MS de forragem ofertada. Fukumoto et al. (2010) avaliaram a produção e composição química do leite, o consumo de matéria seca e a taxa de lotação em pastagens de capim-tanzânia, grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst cv. estrela-africana) e capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) sob regime de lotação intermitente com vacas mestiças Holandês vs. Zebu. Esses autores verificaram que a produção de leite não diferiu entre as três gramíneas, com valores de 9,1; 9,1 e 8,7 kg/vaca/dia para as pastagens de capim Tanzânia, grama-estrela e capim-marandu, respectivamente. No entanto, foi observado maior consumo de matéria seca no capim-

tanzânia com 2,6% do peso vivo, enquanto a grama-estrela (2,3%) e o capim Marandu (2,4%) não diferiram entre si.

Existem várias forrageiras tropicais com capacidade de fornecer nutrientes essenciais para o desempenho produtivo de bovinos leiteiros criados à pasto. Dentre os gêneros utilizados no Brasil, destacam-se *Pennisetum*, *Urochloa*, *Cynodon* e *Megathyrsus*. Todavia, apesar dessas forrageiras apresentarem alto potencial de produção, existem controvérsias quanto aos seus valores nutricionais. Segundo Detmann et al. (2014), gramíneas tropicais dificilmente oferecem equilíbrio na disponibilidade de nutrientes para bovinos durante todo período de produção, sendo que, na maioria das vezes, essas forrageiras apresentam limitações nutricionais (Moreira et al., 2004). Esse comportamento reflete diretamente no consumo e digestão da forrageira. Assim, a identificação do déficit nutricional do pasto, associada à utilização de um programa de suplementação adequado, é apontada como alternativa para atender as exigências nutricionais de diferentes espécies/categoria animal, sobretudo, com a possibilidade de maximizar a produção, evitando as restrições na produção animal, e minimizando as diferenças obtidas no período águas/seca.

Oliveira et al. (2014) avaliaram o efeito de quatro níveis de concentrado (0, 1, 3 e 5 kg/vaca/dia) e dois de proteína bruta (PB) (14 e 18% na matéria seca do concentrado) sobre o consumo, digestibilidade aparente de nutrientes, produção e composição de leite, em vacas leiteiras sob pastejo rotacionado em capim Tanzânia (*Megathyrsus maximus* Jacq. cv. Tanzânia) na época chuvosa. Os autores observaram que o consumo de MS, PB, extrato etéreo (EE), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentaram à medida que foram fornecidos os concentrados tanto de 14% (C14) quanto de 18% de PB (C18), individualmente. O consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) diminuiu à medida que foram fornecidos os concentrados. Os níveis de PB não influenciaram os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, FDN e EE. Assim como, não houve influência dos níveis de concentrado e de PB sobre a produção e composição do leite. Os autores concluíram ainda que o pastejo rotacionado de capim Tanzânia sem suplementação é a melhor opção de produção de leite na época das chuvas para vacas mestiças com produção média de 12 kg de leite/vaca/dia. O aumento na produção e composição do leite de vacas leiteiras não depende apenas da fonte ou sistema de alimentação. Existem vários fatores que devem ser levados em consideração para o sucesso da produtividade, como exemplo, o potencial genético do rebanho, fatores ambientais, sanitários, nutricionais e suas interações (Teixeira et al., 2010).

As características climáticas interferem diretamente no potencial de produção de vacas leiteiras. Na época de estiagem, devido à escassez de água associada às altas temperaturas, ocorre queda na oferta e qualidade da forragem, proporcionando menor produção de leite, ou ainda, aumento no fornecimento de alimentos concentrados para atendimento das exigências animais, o que muitas vezes, apresentam valores exorbitantes, diminuindo a lucratividade dos setores de produção.

Existem vários sistemas alimentares alternativos que podem ser utilizados para aperfeiçoar a alimentação do rebanho durante o período de escassez de alimentos, e desta forma contribuir para suprir as exigências nutricionais de vacas lactantes. Cardoso et al. (2017) avaliaram o consumo, coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, produção e composição química do leite de vacas em lactação mantidas à pasto submetidas à diferentes sistemas alimentares: pasto exclusivo (PE); pasto associado à cana-de-açúcar e ureia a 1% da matéria natural total (PCU); pasto associado a 4 kg/dia de suplemento concentrado (PSC); pasto associado à silagem de sorgo e 2 kg/dia de suplemento concentrado (PSC), e pasto associado à silagem de sorgo (PSS). Os autores observaram que não houve efeito dos tratamentos para o consumo e digestibilidade dos nutrientes. Da mesma forma, não houve efeito na produção e composição do leite em função dos sistemas alimentares. No entanto, os autores recomendaram, para vacas mestiças Holandesas vs. Zebu com produção média de 15 kg de leite/dia, o sistema alimentar de pasto exclusivo de gramínea capim-braquiária (*Urochloa decumbens*).

Voltolini et al. (2010) avaliaram a produção e composição do leite, nitrogênio ureico no plasma (NUP), o escore de condição corporal e a variação de peso corporal de vacas submetidas a duas frequências de pastejo em pastagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon): uma variável, determinada pela entrada dos animais na área a ser pastejada, quando o dossel atingisse 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e uma frequência fixa de 26 dias. Os autores

verificaram que as frequências de pastejo não influenciaram a produção e composição do leite. Entretanto, a taxa de lotação e a produção de leite por unidade de área foram maiores nas pastagens com intervalo de pastejo determinado pela interceptação de 95% da radiação fotossinteticamente ativa. Concluíram ainda que a frequência de pastejo definida em intervalos variáveis por meio da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa resulta em maior produção de leite por unidade de área.

De uma forma geral, para que manejo de vacas leiteiras em sistema de criação à pasto atinja respostas positivas na produção ou composição do leite, deve-se levar em consideração inúmeros fatores relacionados com o clima, animais e plantas. Conforme as modificações destes fatores, variam também as formas de manejo, levando em conta que, para um determinado clima, o sistema de criação deve permitir que os animais do rebanho expressassem todo seu potencial genético de produção, sem comprometer o futuro estabelecimento de uma nova pastagem. Assim, a alimentação de vacas leiteiras deve ser baseada, principalmente, em pastagens de alta produção de MS e valor nutricional, e se necessário, com a utilização de suplementos, de acordo com os requerimentos de cada categoria, levando em consideração a viabilidade do sistema de produção.

Suplementação proteica para vacas leiteiras mantidas em pastos tropicais

Nos últimos anos, devido aos avanços no melhoramento genético em vacas leiteiras, o consumo de fontes proteicas, tornou-se um fator limitante para a produção de leite, principalmente em sistema de pastejo. Essa problemática se apresenta com maiores frequências quando a produção de leite é exclusivamente à pasto, devido, muitas vezes, as forragens não suprirem todas as exigências nutricionais e fisiológicas requeridas pelos animais. De acordo com Silva et al. (2015) as forrageiras tropicais não atendem aos requisitos nutricionais de animais de potencial médio de produção de leite (acima de 12 kg/dia) mantida exclusivamente em pastagens. Assim, a utilização de suplementos proteico ou energético na alimentação desses animais tem sido recomendada, principalmente, para atender as necessidades nutricionais do rebanho e maximizar a produção.

Dentre os principais nutrientes essenciais para o sucesso na produção, a proteína dietética tem um papel fundamental na nutrição dos ruminantes, pois além de fornecer aminoácidos para o animal é também uma fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana. Depois da energia, a proteína é o nutriente mais requerido pelos ruminantes, ocorrendo redução no consumo quando os níveis atingem menos de 7% de PB na MS (Berchielli et al., 2011; Lima et al., 2012), por não atender as exigências mínimas dos microrganismos do rúmen. No entanto, altos níveis de proteína na dieta, além de representar prejuízos econômicos, impacto ambiental, pode também comprometer o desempenho reprodutivo (Sales et al., 2008). O principal interesse na inclusão da proteína na dieta de vacas leiteiras está voltado às repostas positivas em relação à produção e composição do leite desses animais. Mourthé et al. (2015) avaliando a inclusão de níveis crescentes de grãos de soja 0; 1,3; 2,6 e 3,9 kg na matéria natural na dieta de vacas Holandês vs. Gir sob pastejo em capim Marandu suplementadas com concentrado (6 kg/vaca/dia), observaram que houve diferenças na composição do leite, em que a inclusão de quantidades crescentes de grãos de soja, apresenta potencial para a secreção de leite com gordura enriquecida com ácidos graxos benéficos à saúde humana. De acordo com Valadares Filho (2006) a proteína apresenta grande interesse na nutrição animal, pelo seu alto custo e seu potencial limitante no sistema de produção, sendo que a sua deficiência na dieta limita o crescimento microbiano, reduzindo a digestibilidade da parede celular, a síntese de proteína microbiana, o consumo e consequentemente, o desempenho animal. O excesso de proteína na dieta animal além de ser antieconômico também contribui para a poluição ambiental, pois os animais não possuem a capacidade de armazenar este nutriente. Assim, parte da proteína que não foi utilizada no metabolismo animal será direcionada a ser excretada, principalmente na forma de ureia via urina.

Lima (2017) avaliando os efeitos da adição dos aminoácidos essenciais L-lisina e DL-metionina na dieta de vacas em lactação mantidas em pastagens de azevém anual e suplementadas com concentrado de baixo teor proteico, concluiu que o fornecimento dos aminoácidos lisina e metionina protegidos da degradação ruminal, não influenciou a produção total de leite, mas sim na sua composição, com menores níveis de gordura no leite para os tratamentos que receberam o suplemento.

Apesar de toda importância da PB na dieta de vacas leiteiras, é sabido que a proteína das sementes de oleaginosas, por exemplo, é considerado o nutriente mais oneroso na dieta desses animais. Dessa

forma, vários estudos têm avaliado alimentos alternativos que possam substituir fontes proteicas, de alto valor comercial, sem comprometer a produção ou qualidade do leite. Krolow et al. (2012) avaliando os efeitos da substituição do farelo de soja pelo trevo branco (*Trifolium repens* L.) em vacas leiteiras submetidas a pastejo de azevém sobre a composição do leite, observaram diferenças significativas para teor de proteína e lactose, sendo os maiores valores encontrados de proteína em trevo branco (3,02%) e de lactose em farelo de soja (4,64%). Para as demais variáveis não houve diferença, com valores de 10,40 e 10,39% de sólidos totais e 182,88 e 153,53 (x1000) células somáticas em trevo branco e farelo de soja, respectivamente. Os autores afirmaram que a utilização trevo branco é viável e eficiente, em razão da possibilidade de redução de custo na suplementação concentrada proteica.

Com a implementação de estratégias nutricionais como o uso de fontes de proteínas alimentares para vacas leiteiras, podem melhorar a eficiência alimentar através da diminuição de perdas de compostos nitrogenados excretada via urina e fezes, resultando em um melhor desempenho animal, além de diminuir o impacto ambiental negativo, podendo tornar um sistema de produção mais eficiente, lucrativo e sustentável.

Nitrogênio ureico no leite (NUL) e nitrogênio ureico no plasma (NUP)

Um dos principais fatores que devem ser levados em consideração dentro da nutrição de vacas leiteiras é o correto balanceamento dos nutrientes presentes nas dietas desses animais, com destaque para a sincronização entre os níveis de proteínas e carboidratos. O desequilíbrio entre fontes de nitrogênio e energia pode causar efeito negativo na produção de proteína microbiana no rúmen e, consequentemente, na síntese de leite na glândula mamária, devido a deficiência de nutrientes necessários para o crescimento dos microrganismos ruminais (Berchielli et al., 2011). Da mesma forma, quando em excesso, os níveis de nitrogênio que chega ao ambiente ruminal, não são totalmente aproveitados pela microbiota ruminal, ocorrendo excesso de amônia no sangue, fazendo com que o fígado transforme a amônia em ureia, e excretando o excesso pelas fezes e urina (Van Soest, 1994). Além de causar efeitos diretos na poluição do ambiente, esse processo excreção de fontes nitrogenadas requer alto gasto de energia por parte do animal. Berchielli et al. (2011) afirmam que quando a concentração de amônia no sangue se encontra acima de 100 mg/dL a mesma é considerada tóxica para animais ruminantes e quando em condições normais de produção, isto somente ocorre quando o animal ingere altas quantidades de nitrogênio não proteico (NNP) em curto espaço de tempo, resultando em alcalose metabólica.

Uma alternativa para monitorar o aproveitamento da PB presente na dieta é a avaliação das concentrações do NUL e NUP, evitando gastos com excesso de rações, já que a proteína é considerada o nutriente mais oneroso da dieta para vacas em lactação. De acordo com vários autores (Leão et al., 2014; Oltner & Wiktorsson, 1983; Roseler et al., 1993) o NUL apresenta várias vantagens, por ser um método não invasivo, através da amostragem de leite, e por ter correlação forte ($r=0,88$) com o NUP, o que, sem dúvida, pode ser utilizado como um indicador simples, rápido e de baixo custo para aferir o status nutricional da fração proteica da dieta no metabolismo animal. A literatura sugere que o desequilíbrio nas concentrações de NUL podem indicar problemas nutricionais em bovinos de leite. Quando os valores de NUL são altos (>18 mg/dL) podem indicar excessos de PB na dieta, tanto da fração PDR (proteína degradável no rúmen) como da fração PNDR (proteína não-degradável no rúmen), baixa taxa de fermentação ruminal da fração de carboidratos não-fibrosos (CNF), ou ainda, sobre a razão proteína:energia aumentada. Já valores baixos de NUL (<11 mg/dL) podem indicar deficiência de PB na dieta, limitadas quantidades de PDR e PNDR, ou ainda, alta taxa de fermentação de CNF no ambiente ruminal. Segundo Rosa et al. (2012), dieta balanceada com volumoso, concentrado e energia permitem que os índices de NUL se mantenham adequados (11 a 16 mg/dL) e, consequentemente, aumentando a produção de leite com qualidade.

A utilização de NNP como, por exemplo, a ureia, é bastante utilizada em dietas para vacas em lactação substituindo o farelo de soja, devido a seu baixo custo por unidade de nutrientes. Da mesma forma, a ureia circulante também pode ser mensurada pelo NUP, que segundo Vasconcelos et al. (2010) representa o nitrogênio não aproveitado pelo animal. De acordo com Lucci et al. (2006), as principais vantagens de avaliar o NUP em relação ao NUL, é a utilização de animais não lactantes e de diferentes categorias, facilidade na realização do exame e poder ser realizado até mesmo em um laboratório de

análises clínicas para humanos. Esses autores avaliando a influência de níveis crescentes de equivalentes proteicos (100, 133 e 166%) na dieta de vacas leiteiras alimentadas a base de capim (*Megathyrus maximus*), observaram que as produções médias de leite, por vaca e por dia, e as concentrações de NUP e NUL, em mg/dL, aumentaram de forma linear com o emprego de maiores quantidades de equivalente proteico nas dietas. Os autores verificaram ainda que a correlação entre valores de NUP e NUL foi significativa, e concluíram que tanto os valores de NUP quanto os de NUL podem servir como indicadores das quantidades dietéticas de PDR, em vacas lactantes, e que valores mais elevados de equivalente em PB resultam em maiores produções de leite. Da mesma forma, Berchielli et al. (2011) ao avaliar a substituição do farelo de soja por ureia na dieta de vacas leiteiras, observaram que a concentração de NUL e no NUP aumentou com a fonte de ureia convencional, no entanto, a produção de leite não sofreu alterações. Resultados contraditórios foram encontrados por Guerra et al. (2018) avaliando o efeito da substituição total do farelo de soja por milho e ureia sobre perfil metabólico proteico de vacas mestiças em lactação sob pastejo de capim Mombaça. Esses autores observaram que a substituição do farelo de soja por milho e ureia influenciou de forma linear decrescente as concentrações de NUP, cujos valores médios foram de 17,2 mg/dL. Danes et al. (2013) avaliaram níveis crescentes de PB (8,7%, 13,4% e 18,1%) no concentrado em vacas leiteiras mestiças em pastagens tropicais e encontraram valores de NUP entre 14,8 e 17,7 mg/dL, que são valores considerados dentro da faixa considerada normal, onde promove um melhor aproveitamento de nutrientes advindos de fonte microbiana. De maneira geral, para interpretar corretamente valores de NUL e NUP e utilizá-los adequadamente, é importante levar em consideração, além dos níveis de proteína na dieta, outros fatores não nutricionais, como, sistema de produção, raça ou genética do animal, ordem de parto ou estágio de lactação, estação do ano e horário de coleta das amostras.

Doska et al. (2012) avaliaram o efeito da raça, período de lactação e estação do ano sobre os níveis de NUL em vacas leiteiras e observaram que as vacas Holandesas apresentaram menores médios ajustados ao NUL do que as vacas cruzadas, Jersey e Pardo Suíço: 14,18 vs. 15,49, 16,12 e 17,62 mg/dL, respectivamente. Em relação ao período de lactação, os autores verificaram que as vacas de primeira lactação apresentaram valores mais elevados de NUL do que vacas de segunda lactação: 16,16 vs. 15,95 e 15,45 mg/dL, respectivamente. E que os valores de NUL foram maiores no inverno em relação às demais estações do ano.

De acordo com Leão et al. (2014) quando as dietas são ricas em PDR há um pico de nitrogênio ureico cerca de uma a duas horas após a alimentação e para melhor aproveitamento dessa fonte de N seria necessário a presença de esqueletos de carbono advindos da forragem para propiciar efetivamente a formação da proteína microbiana, já para dietas com maiores proporções de PNDR os picos ocorrem de seis a oito horas após a alimentação, nesse caso com os picos de N no ambiente ruminal mais tardios acredita-se a eficiência de utilização da fonte de N seria maior ao passo que a degradação de fontes fibrosas não ocorre na mesma proporção que de fontes de N no ambiente ruminal. Em relação aos sistemas de produção, Van Soest (1994) afirma que quando criados em sistema de pastejo, a concentração de NUL em vacas leiteiras é maior quando comparado a sistemas de confinamentos. Lira et al. (2013) avaliaram a concentração de NUP em diferentes rebanhos de 25 propriedades rurais de vacas em lactação no município de Nossa Senhora da Glória – SE, observaram variações de NUP entre 6,97 e 29,2 mg/dL, com média geral de 15,46 mg/dL entre as propriedades. Segundo os autores, destas, apenas 37,33% apresentaram NUP dentro do intervalo padrão. Além disso, foi verificado que níveis crescentes de PB na dieta resultaram na elevação dos valores de NUP e redução da eficiência reprodutiva dos animais.

Dessa forma, é de fundamental importância o conhecimento dos níveis adequados de compostos nitrogenados na formulação de dietas, pois a PB consumida desempenha diversas funções no organismo e suas exigências para vacas em lactação são atendidas mediante absorção intestinal de frações de PNDR juntamente com a proteína microbiana, sintetizada a partir da PDR (NRC, 2001).

Considerações finais

Destaca-se a necessidade de buscar estratégias nutricionais adequando-se o teor de NUL e NUP ao recomendado, que possam maximizar a produção de leite, suprimindo as limitações nutricionais impostas

aos animais, principalmente daqueles mantidos em pastagem, reduzir custos de produção e ainda diminuir o impacto ambiental causado pelo excesso de nitrogênio excretado.

Referências bibliográficas

- Berchielli, T. T., Pires, A. V. & Oliveira, S. G. (2011). *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal, Brazil: FUNEP.
- Cardoso, R. B., Pedreira, M. S., Rech, C. L. S., Silva, H. G. O., Rech, J. L., Schio, A. R., . . . Silva, H. A. (2017). Production and chemical composition of lactating dairy cows on pasture submitted to different feeding systems. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 18(1):113-126. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402017000100011>
- Carvalho, P. C. F., Dewulf, A. K. M. Y., Moraes, A., Bremm, C., Trindade, J. K. & Lang, C. R. (2010). Potencial do capim-quicuí em manter a produção e a qualidade do leite de vacas recebendo níveis decrescentes de suplementação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(9):1866-1874. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000900002>
- Danes, M. A. C., Chagas, L. J., Pedroso, A. M. & Santos, F. A. P. (2013). Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. *Journal of Dairy Science*, 96(1):407-419. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5607>
- Deresz, F. (2001). Produção de leite de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(1):197-204. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000100028>
- Detmann, E., Valente, É. E. L., Batista, E. D. & Huhtanen, P. (2014). An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livestock Science*, 162:141-153. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.029>
- Doska, M. C., Silva, D. F. F., Horst, J. A., Valloto, A. A., Rossi Junior, P. & Almeida, R. (2012). Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(3):692-697. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000300032>
- Fukumoto, N. M., Damasceno, J. C., Deresz, F., Martins, C. E., Cóser, A. C. & dos Santos, G. T. (2010). Milk yield and composition, feed intake and stocking rate of crossbreed cows in tropical grasses managed in a rotational grazing system. *Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada*, 39(7):1548-1557. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000700022>
- Gomide, C. A. M., Gomide, J. A. & Alexandrino, E. (2007). Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42(10):1487-1494. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2007001000017>
- Guerra, M. G., Veras, A. S., Santos, V. L., Ferreira, M. A., Novaes, L. P., Barreto, L. M., Silva, L. R. (2018). Perfil metabólico proteico de vacas em lactação alimentadas com milho e ureia a pasto. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70(4):1266-1274. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9677>
- Krolow, R. H., Silva, M. A. d., Paim, N. R., Medeiros, R. B. & Gonzalez, H. d. L. (2012). Composição do leite de vacas Holandesas em pastejo de azevém com a utilização do trevo branco como fonte proteica. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64(5):1352-1359. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352012000500036>
- Leão, G. F. M., Neumann, M., Rozanski, S., Durman, T., dos Santos, S. K. & Bueno, A. V. I. (2014). Nitrogênio uréico no leite: aplicações na nutrição e reprodução de vacas leiteiras. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 10(2):29-36. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v10i2.446>
- Lima, H. L., Goes, R. H. d. T., Cerilo, S. L. N., Oliveira, E. R. d., Brabes, K. C. d. S. & Teodoro, A. L. (2012). Nutritional value of Marandu grass, under grazing by three sampling methods. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 34(4):379-384. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i4.13745>
- Lima, L. O. C. (2017). *Lisina e metionina na dieta de vacas de alta produção mantidas em pastagens de azevém (Lolium multiflorum Lam.) e suplementadas com concentrado de baixo teor proteico*. Master of Science, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

- Lira, F. R. A., Oliveira, V. S., Santos, G. R. A., Silva, M. A., Oliveira, A. G. & Goveia, J. S. S. (2013). Monitoramento protéico em rebanhos de vacas leiteiras em Sergipe. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6):3043-3056. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6p3043>
- Lucci, C. S., Valvasori, E., Junior, K. P. & Fontolan, V. (2006). Concentrações de nitrogênio na dieta, no sangue e no leite de vacas lactantes no período pós-parto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(1):258-263. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000100033>.
- Monteiro, A. L. G., Faro, A. M. C. d. F., Peres, M. T. P., Batista, R., Poli, C. H. E. C. & Villalba, J. J. (2018). The role of small ruminants on global climate change. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40(e43124):1-11. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.43124>
- Moreira, F. B., Prado, I. N., Cecato, U., Wada, F. Y. & Mizubuti, I. Y. (2004). Forage evaluation, chemical composition, and *in vitro* digestibility of continuously grazed star grass. *Animal Feed Science and Technology*, 113(1):239-249. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.08.009>
- Mourthé, M. H. F., Reis, R. B., Barros, P. A. V., Antoniassi, R., Bizzo, H. R. & Lopes, F. C. F. (2015). Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67(4):1150-1158. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-7489>
- Nascimento, W. G., Prado, I. N., Jobim, C. C., Emile, J. C., Surault, F. & Huyghe, C. (2008). Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(5):896-904. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982008000500018>
- NRC. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (7th rev. ed.). Washington: Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Oliveira, A. G., Oliveira, V. S., Santos, G. R. A. & Santos, A. D. F. (2014). Desempenho de vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com níveis de concentrado e proteína bruta. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(6):3287-3304. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p3287>
- Oltner, R. & Wiktorsson, H. (1983). Urea concentrations in milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. *Livestock Production Science*, 10(5):457-467. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(83\)90073-8](https://doi.org/10.1016/0301-6226(83)90073-8)
- Pilau, A., Rocha, M. G., Restle, J., Freitas, F. K. & Roso, D. (2005). Produção de forragem e produção animal em pastagem com duas disponibilidades de forragem associadas ou não á suplementação energética. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(4):1130-1137. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000400006>
- Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Casagrande, D. R. & Páscoa, A. G. (2009). Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:147-159. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402012000300005>
- Ribeiro Filho, H. M. N., Heydt, M. S., Baade, E. A. S. & Thaler Neto, A. (2009). Consumo de forragem e produção de leite de vacas em pastagem de azevém-anual com duas ofertas de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(10):2038-2044. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001000026>
- Rosa, D. C., Trentin, J. M., Pessoa, G. A., Silva, C. A. M. & Rubin, M. I. B. (2012). Qualidade do leite em amostras individuais e de tanque de vacas leiteiras. *Arquivos do Instituto Biológico*, 79(4):485-493. <https://doi.org/10.1590/s1808-16572012000400004>
- Roseler, D. K., Ferguson, J. D., Sniffen, C. J. & Herrema, J. (1993). Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 76(2):525-534. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77372-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77372-5)
- Sales, M. F. L., Paulino, M. F., Valadares Filho, S. C., Porto, M. O., Moraes, E. H. B. K. & Barros, L. V. (2008). Níveis de uréia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária durante o período de transição águas-seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(9):1704-1712. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000900025>
- Silva, J. A., Silva Cabral, L., Costa, R. V., Macedo, B. G., Bianchi, I. E., Teobaldo, R., . . . Costa Júnior, W. S. (2015). Estratégias de suplementação de vacas de leite mantidas em pastagem de gramínea tropical durante o período das águas. *PUBVET*, 9(3):101-157. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v9n3.150-157>

- Teixeira, R. M. A., Lana, R. P., Fernandes, L. O., Oliveira, A. S., Queiroz, A. C. & Pimentel, J. J. O. (2010). Desempenho produtivo de vacas da raça Gir leiteira em confinamento alimentadas com níveis de concentrado e proteína bruta nas dietas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(11):2527-2534. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982010001100028>
- Valadares Filho, S. C. (2006). *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos* (Vol. 1). Viçosa: UFV.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (Vol. 1). Ithaca, NY, USA: Cornell University Press.
- Vasconcelos, A. M., Leão, M. I., Valadares Filho, S. C., Valadares, R. F. D., Dias, M. & Moraes, D. A. E. F. (2010). Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(2):425-433. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000200028>
- Voltolini, T. V., Santos, F. A. P., Martinez, J. C., Imaizumi, H., Pires, A. V., Penati, M. A. 2008. Metabolizable protein supply according to the NRC (2001) for dairy cows grazing elephant grass. *Scientia Agricola*, 65, 130–138. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162008000200004>
- Voltolini, T. V., Santos, F. A. P., Martinez, J. C., Imaizumi, H., Clarindo, R. L. & Penati, M. A. (2010). Milk production and composition of dairy cows grazing elephant grass under two grazing intervals. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(1):121-127. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000100016>

Recebido: 16 fevereiro, 2019.

Aprovado: 7 de março, 2019.

Publicado: 30 de abril, 2019.

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditado