

**Guilherme Fernando Mattos Leão<sup>1</sup>,**

**Mikael Neumann<sup>2</sup>,**

**Sandra Rozanski<sup>3</sup>,**

**Thomer Durman<sup>4</sup>,**

**Sthefany Kamile dos Santos<sup>1</sup>,**

**Antônio Vinícius Iank Bueno<sup>4</sup>**



## **NITROGÊNIO URÉICO NO LEITE: APLICAÇÕES NA NUTRIÇÃO E REPRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS**

### **RESUMO**

A intensificação da pecuária leiteira é de suma importância nos dias atuais, e com aumento de produtividade, concomitantemente se aumentam as exigências dos animais e os desafios instituídos ao produtor rural. Uma dessas exigências é com a nutrição, que reflete diretamente nos aspectos produtivo, sanitário e reprodutivo dos animais. Desta forma, para que se obtenha máxima eficiência na nutrição de vacas leiteiras, é notório que se realize um monitoramento constante, de forma que os nutrientes essenciais não sejam limitados, comprometendo, por conseguinte, a produção total. Uma das formas de monitoramento é a concentração de Nitrogênio Uréico no Leite (NUL), o qual deve estar dentro do limite entre 10 a 14 mg/dl, como forma de verificar a correta nutrição protéica destes animais. Em casos de deficiência ou até mesmo excesso deste no leite pode implicar, além de perda na produção de leite, perdas reprodutivas por reabsorção fetal, ou problemas qualitativos do leite com alteração em sua composição. Portanto, com este trabalho objetiva-se ressaltar os principais pontos da nutrição protéica de vacas de leite, salientando o NUL como um parâmetro relevante e demonstrar os principais efeitos na reprodução.

**Palavras-chave:** Bovinos leiteiros, nutrição de Ruminantes, NUL, proteína degradável no rúmen.

## **MILK UREA NITROGEN: APPLICATIONS IN NUTRITION AND REPRODUCTION OF DAIRY COWS**

### **ABSTRACT**

The intensification of dairy farming is very important nowadays, and increased productivity, concomitantly increase the animal requirements and challenges imposed to farmers. One of those requirements is to nutrition, which directly reflects the productive and reproductive health aspects of animals. Thus, in order to obtain maximum efficiency in the nutrition of dairy cows, it is clear that performs constant monitoring so that essential nutrients are not limited, compromising therefore the total production. One way of monitoring is the concentration of urea nitrogen in milk (MUN), which should be within 10 to 14 mg / dl, as a way to verify proper protein nutrition of these animals. In cases of disability or even milk in excess of this may involve, besides the loss in milk production, reproductive losses due to fetal resorption, or quality problems with changes in milk composition. Therefore, the objective of this work is to highlight the main points of the protein nutrition of dairy cows, emphasizing the NUL as a relevant parameter and demonstrate the main effects on reproduction.

**Keywords:** Dairy Cattle; ruminant nutrition, NUL, rumen degradable protein.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 03/02/2014. Aprovado em 05/05/2014.

<sup>1</sup> Acadêmico de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Centro Oeste. Guarapuava. Paraná. Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, nº 03, CEP: 85.040-080, Guarapuava-PR. E-mail: [gfleao@hotmail.com](mailto:gfleao@hotmail.com). Autor para correspondência

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor do departamento de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Centro Oeste. Guarapuava. Paraná.

<sup>3</sup> Médica Veterinária, Mestranda em Ciência Animal pela Universidade Federal do Paraná. Palotina. Paraná.

<sup>4</sup> Médico Veterinário, Mestrando em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá. Maringá. Paraná.

## INTRODUÇÃO

Os esforços para obtenção de lucro no setor da bovinocultura leiteira focam-se principalmente na maximização da produção de leite e diminuição dos custos com alimentação. A produção leiteira aumentou substancialmente durante as últimas décadas e médias anuais de 9.000 kg de leite por vaca já são comuns (Prado, 2012). No entanto, a busca pela alta eficiência produtiva, cada vez mais impõe desafios ao produtor rural, a exemplo do aumento das exigências nutricionais e reprodutivas, bem como a preocupação da composição do produto final.

A nutrição de vacas leiteiras tem papel de destaque, uma vez que influencia diretamente na sanidade, nos aspectos reprodutivos, na qualidade do leite e ainda no âmbito financeiro, pois representa boa parte dos custos dentro do sistema de produção (Ponchio, 2006). Ademais, a nutrição é considerada uma ciência complexa com seu grau de dificuldade crescente por causa do aumento dos níveis de produtividade, sendo necessária a formulação de dietas cada vez mais elaboradas. Assim a dieta pode suprir os gastos com manutenção, mas também direcionar maior aporte de nutrientes principalmente para produção de leite, manter a reprodução e conseqüentemente o crescimento fetal (NRC, 2001; Ponchio, 2006; Doska et al., 2012). A vaca tem exigências distintas de acordo com o estágio do ciclo produtivo e reprodutivo em que se encontra e mudanças de manejo e nutricional juntamente com o monitoramento constante da dieta são pontos fundamentais para evitar o excesso quanto a deficiência de nutrientes, e assim não comprometer o animal e sua produção (Mota et al., 2002).

A proteína é um nutriente essencial, uma vez que desempenha diversas funções no organismo e suas exigências para vacas em lactação são atendidas mediante absorção intestinal de frações de proteína não degradável no rúmen (PNDR) juntamente com a proteína microbiana, sintetizada a partir da proteína degradável no rúmen (PDR) (NRC, 2001). Para monitorar a fração protéica da dieta, há um parâmetro bastante utilizado, que é o nitrogênio uréico no leite (NUL) o qual possui diversos pontos positivos, por ser um método não invasivo, através da amostragem de leite, e por ter alta correlação ( $r=0,88$ ) com o nitrogênio uréico no plasma (NUP), o que, sem dúvida, pode ser utilizado como um indicador simples, rápido e barato do status nutricional da fração protéica (Oltner, 1983; Roseler et al., 1993).

Assim, objetiva-se com este trabalho revisar e salientar as principais características do nitrogênio uréico no leite, sua utilização no monitoramento da nutrição, bem como os reflexos de altos níveis sobre a reprodução de vacas leiteiras.

## CONCEITOS BÁSICOS DA NUTRIÇÃO PROTÉICA DE VACAS LEITEIRAS

A proteína é uma biomolécula de alto peso molecular, tendo como unidade fundamental os aminoácidos, os quais são unidos por ligações peptídicas. Estas biomoléculas são diferenciadas entre si, por sua composição aminoácídica, pela morfologia, solubilidade e função no organismo. Aminoácidos, por sua vez, são unidades compostas por um ácido carboxílico, uma amina e um radical genérico "R", sendo este distinto a cada aminoácido (NRC, 2001; Nelson & Cox, 2002).

Os aminoácidos mais comuns constituem um grupo de 20 elementos, sendo classificados em essenciais e não essenciais. Os essenciais, não são sintetizados pelo tecido animal, e são compostos pela: isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano, valina, histidina, arginina e fenilalanina. Já os não essenciais, são compostos, por sua vez, pela: tirosina, asparagina, cisteína, prolina, serina, glutamina, glicina, alanina, ácido glutâmico e aspártico (Nelson & Cox, 2002).

Os ruminantes possuem uma característica peculiar que é a síntese de proteína microbiana a nível ruminal, o que tem relação também com o metabolismo da proteína, uma vez que parte deste nutriente é degradável no rúmen (PDR) e parte acaba não sendo degradável no rúmen (PNDR) (Berchielli et al., 2011). O rúmen é considerado, acima de tudo, um ecossistema diverso e único. Seu meio é anaeróbico, com temperatura entre 39° e 42° C, com pH, variando entre 5,5 e 7,0, dependendo da dieta ingerida e com presença constante de substratos e atividade fermentativa, embora com intensidades variáveis (Kosloski, 2011). Os principais microorganismos habitantes do rúmen são as bactérias, fungos e protozoários, sendo as primeiras de maior relevância, uma vez que constituem grande parte da massa microbiana ruminal. Embora várias tenham sido isoladas, existem apenas 20 espécies bacterianas no rúmen com funções fisiológicas de importância, sendo que destas, é notório ressaltar a presença de bactérias proteolíticas, como a *Peptostreptococci sp.*, e também as bactérias ureolíticas, como a *Enterococcus faecium*, que participam no metabolismo das proteínas (Kosloski, 2011).

A degradação da proteína ocorre mediante a ação de enzimas (proteases, peptidases e deaminases) secretadas por estes microorganismos ruminais, os quais ainda utilizam os aminoácidos, peptídeos e amônia que são produtos da degradação, para a síntese de proteína microbiana, a qual será absorvida no intestino do animal (Berchielli et al., 2011). O que não é absorvido acaba resultando em perdas nas fezes e na urina, bem como as perdas relativas à proteína endógena, a qual é resultado da descamação dos tecidos. A partir desta rota metabólica de formação de proteína microbiana, podem-se utilizar fontes de nitrogênio não protéico (NNP) para que a exigência

em proteína bruta seja atingida, uma vez que estas fontes possuem alta degradabilidade ruminal (Berchielli et al., 2011).

As estimativas de exigências são divididas em quatro subseções baseadas na função

fisiológica, ou seja, manutenção, crescimento, lactação e gestação. Em cada subseção, há equações preditas pelo NRC, as quais são elaboradas, considerando diversas variáveis. As estimativas estão representadas pela tabela 1.

**Tabela 1.** Exigências em proteína relacionadas a manutenção, crescimento, lactação e gestação para vacas leiteiras e suas respectivas equações preditas pelo NRC (2001).

Exigência (g/dia)	Equações
Mantença	$(0,3 \times ((PV - PBE)0,6)) + (4,1 \times ((PV - PBE)0,5)) + ((IMS \times 1000 \times 0,03) - (0,5 \times (((130 \times IMS \times NDTdieta) / 100) \times 0,64) / 0,8) - [(130 \times IMS \times NDTdieta) / 100] \times 0,64))) + ((4,72 \times IMS) / 0,67)$ $GMD \times \{268 - [29,4 \times (ERcresc/GMD)]\}$
Crescimento	$0,28908^*$
Lactação	$(PL \times (\%PVL/100) / 0,67) \times 1000$
Gestação	$(((0,69 \times DG) - 69,2) \times (PBE / 45)) / 0,33$

PV= peso vivo; PL = Produção de leite; PMat = peso a maturidade da vaca, considerado como o peso adulto, ou ao de terceiro parto; PBE = peso do bezerro ao nascer, representado pela equação:  $PBE = (PMat \times 0,06275)$ ; IMS=ingestão de matéria seca; DG = dias em gestação; PVL= Proteína verdadeira do leite, sendo que  $\%PVL = \%Proteína\ Bruta\ do\ leite \times 0,93$ ; GMD= ganho médio diário; ERcresc = energia retida ao crescimento, representada pela equação:  $0,0635 \times (0,891 \times Pjeq)^{0,75} \times (0,956 \times GMD)^{1,097}$

\*\*Considerando um peso em jejum equivalente > 478 kg

A exigência de proteína para manutenção é responsável por manter as funções fisiológicas, sendo esta atendida pela soma das perdas urinárias, metabólicas fecais e endógenas. Da mesma forma a exigência na gestação supre as necessidades de crescimento fetal, todavia somente é considerada após o 190º dia de prenhez (NRC, 2001). A exigência de crescimento se faz presente quando o animal ainda não é considerado adulto, ou seja, que não atingiu o seu peso à maturidade (Pmat), sendo necessário um ganho médio diário para que este peso seja alcançado, o qual geralmente está associado ao peso no terceiro parto. Já a exigência de proteína para lactação direciona a proteína para a síntese de proteína verdadeira do leite (NRC, 2001).

Para vacas em lactação, é notório ainda salientar a importância de se aumentar as fontes de proteína não degradável no rúmen, com vistas a aumentar a absorção intestinal de proteína oriunda da dieta. Porém, González et al. (2001), considera que a manipulação das quantidades dos diferentes aminoácidos que chegam ao intestino é bastante dificultada, tanto pela fermentação ruminal dos alimentos, como também pela maior parte da proteína metabolizada que é de origem microbiana (60 a 75%), sendo que esta é a que mais se aproxima, em termos de perfil de aminoácidos, dos

requerimentos para produção de leite. Em função disto tanto a PDR como a PNDR devem ser equilibradas com vistas a otimizar não somente a produção, mas também a saúde do animal (Berchielli et al., 2011).

A cinética de degradação da proteína degradável no rúmen também é um assunto relevante e existem diversos modelos que preveem a ação da massa, avaliando a taxa de degradação. Porém, o modelo mais conhecido e mais complexo é o Cornell Net Carbohydrate Protein System (CNCPS), desenvolvido pela Universidade de Cornell nos Estados Unidos, e que parte da premissa que a proteína bruta é dividida em cinco frações (A, B1, B2, B3 e C) e cada uma dessas possui uma taxa de degradabilidade ruminal distinta (Chalupa, 1991). Entretanto, quando há uma velocidade maior de degradação protéica quando comparado com a velocidade de síntese de proteína microbiana, há excesso de produtos do metabolismo, em especial a amônia. Este produto, por sua vez, é absorvido pelo epitélio ruminal e se direciona ao fígado, através do sistema porta (Berchielli et al., 2011) e no fígado, esta amônia entra no ciclo da uréia, onde ocorre uma série de reações envolvendo, principalmente a ornitina, gerando como produto final a uréia, a qual finalmente é excretada na urina e no leite ou ainda

ser reciclada no rúmen através da saliva (Wattiaux, 1998).

No entanto, quando há uma concentração exacerbada de amônia em nível ruminal, seja por um excesso de proteína na dieta, por proteína proveniente de fonte altamente degradável ou ainda por uma deficiência de energia para os processos fermentativos ruminais, há maior formação de uréia. Porém, ao invés de ser excretada pela urina, acaba se difundindo pelos tecidos, em virtude de ser solúvel em água, aumentando principalmente, os níveis de nitrogênio uréico no plasma, no útero e no leite (Wattiaux, 1998; González, 2001). A amônia em concentrações altas no sangue (acima de 100mg/dL) é considerada tóxica para os ruminantes e nas condições normais de produção, isto somente ocorre quando o animal ingere altas quantidades de nitrogênio não protéico (NPN) em curto espaço de tempo, resultando em alcalose metabólica (Berchielli et al., 2011).

Além da formação de NUL pelos fatores supracitados, existem outros fatores que alteram a sua concentração, como alimentação, sistema de produção, estação do ano; momento da amostragem e o método de análise. O manejo alimentar e os sistemas de alimentação modificam a amplitude de concentrações, uma vez que rações totais misturadas (RTM) possuem menores mudanças das concentrações de NUL quando comparadas com manejos alimentares que fornecem os alimentos concentrados separados dos alimentos volumosos ou ainda em sistemas de alimentação com menores quantidades de tratos por dia. Outro ponto seria o sistema de produção, sendo que em pastejo há uma maior concentração de NUL quando comparado a sistemas confinados (Meyer, 2003). Van Soest (1994) e Meyer (2003) consideram tal fato em virtude da mudança de disponibilidade e/ou quantidade da proteína da planta, sendo que existe uma alta quantidade de proteína bruta no conteúdo celular das forragens que garantem um maior digestibilidade em estádios iniciais de desenvolvimento. Animais confinados, a contraponto, possuem uma regularidade e controle maior de possíveis variações que gera um desbalanceamento na dieta.

Com relação a estação do ano, há diversos trabalhos que mostram variações na concentração de NUL (Godden et al., 2001; Arunvipas et al., 2002), sendo que em condições brasileiras, Doska et al. (2012) encontraram valores de NUL maiores no inverno. Os autores conferem este fato a justificativa de que na região dos campos Gerais no estado do Paraná, local onde foi desenvolvido o experimento, as forrageiras de inverno são ricas em proteínas, portanto aumentando os níveis de NUL.

O momento da amostragem também é um fator importante de forma que em dietas ricas em PDR há um pico de nitrogênio uréico cerca de 1 a 2 horas após a alimentação, enquanto que em dietas ricas em PNDR há picos mais brandos e mais

tardios, cerca de 6 a 8 horas após a alimentação. Por isso, dependendo da hora da amostragem e da alimentação, o leite da ordenha da manhã difere-se do leite obtido da ordenha da tarde com relação às concentrações de NUL (Meyer, 2003). O método de análise também pode gerar uma alteração na concentração de NUL, pois existem diferentes métodos, tanto diretos como indiretos. O método direto pode ser por processo enzimático ou colorimétrico. No enzimático, há hidrólise da uréia em amônia pela urease, sendo que, posteriormente, esta amônia é convertida em um composto colorido (indofenol) pela reação com hipoclorito e fenol, sendo a cor mensurada através de um colorímetro (Meyer, 2003). O processo colorimétrico é bastante semelhante ao enzimático, no entanto, a amônia acaba sendo convertida em cromogênio pela sua reação com a diacetil monoxima e cloreto férrico, sendo da mesma forma, posteriormente, mensurada sua coloração através de colorímetro (Meyer, 2003). Já o método indireto, realizado pela espectrometria de infravermelho proximal (NIRS), é um método menos convencional, não possuindo grande acurácia, tendo maiores probabilidades de erro (Kohn, 2000).

Outros fatores não nutricionais afetam as concentrações de NUL, como a produção de leite, concentração da proteína do leite (Meyer et al., 2006), ordem de parto, estágio de lactação e percentual da gordura no leite (Jílek, et al., 2006). No estudo realizado por Meyer et al. (2006), analisando a correlação entre fatores não nutricionais e NUL, obtiveram um resultado interessante no qual, para cada litro de leite a mais produzido houve um acréscimo de produção 0,1054 mg/dL na concentração de NUL. Arunvipas et al. (2002) e Oltner et al. (1985) também encontraram correlação positiva entre a produção de leite e a concentração de NUL, embora em acréscimos menores. Meyer et al. (2006) justificam tal fato, explicando que para vacas de alta produção, o nutriente limitante é a energia e para obter a ingestão de energia necessária, o animal aumentaria voluntariamente o consumo de matéria seca, ingerindo proteína em excesso, gerando maiores quantidades de NUL.

Com relação a ordem de parto, as concentrações de NUL foram maiores em primeira e segunda ordem (Jílek, et al., 2006) e para o estágio de lactação há diferenças bem pronunciadas entre as concentrações de NUL durante o ciclo produtivo do animal, assemelhando-se bastante com a curva de ingestão de matéria seca, a qual possui um pico por volta do 3º ao 4º mês de lactação. Doska et al. (2012) encontraram também resultados semelhantes, tendo altas correlações de NUL com produção de leite, ordem de parto e para o estágio de lactação. No entanto, os autores ainda constataram o fator racial, sendo que vacas holandesas possuem menores níveis de NUL

quando comparadas com vacas das raças Jersey ou Pardo Suíço.

O NUL é um indicador que possui múltiplos fatores que o influenciam, no entanto, tem grande representatividade na nutrição protéica. Entretanto, vários são os problemas, desde nutricionais a reprodutivos, que são diagnosticados pelo NUL e que por vezes são solucionados, com monitoramento constante, gerando uma melhoria de desempenho do sistema produtivo.

#### **NUL NO MONITORAMENTO DA NUTRIÇÃO DE VACAS LEITEIRAS**

Para vacas de alto desempenho, a nutrição acaba sendo um desafio maior, em virtude das altas demandas por energia e proteína (NRC, 2001) o que no momento da formulação de dietas pode levar à erros no balanceamento da proteína.

O NUL possui valores normais entre 10 a 14 mg/dL, estando em consenso com diversos trabalhos que procuraram quantificar uma faixa em que o NUL não possuiria efeito negativo no desempenho dos animais (Jonker et al. 1998; Johnson & Young, 2003; Rajala-Schultz & Saville, 2003). Níveis acima de 14 mg/dL indicam excesso no consumo de proteína, representando um gasto desnecessário, tanto em termos econômicos, uma vez que a proteína é um ingrediente caro da dieta, tanto em termos de dispêndio energético, já que a conversão de duas moléculas de amônia em uma de uréia há gasto de aproximadamente 4 ATPs, de forma que a excreção de um grama (1g) de nitrogênio pela urina custa 5,45 Kcal de energia líquida para lactação ou 13,3 Kcal em energia digestível. Supondo o consumo de 100g de proteína bruta que não é utilizada pelo organismo, representa uma perda de 0,2 Mcal de energia líquida, então o consumo de 1000g de proteína em excesso resultaria em uma perda de 2 Mcal de energia líquida por dia. Isto representa quase 30% da energia de manutenção de uma vaca leiteira, ou energia equivalente a produção de 3 kg de leite, aproximadamente (Meyer, 2003).

Outra interpretação é que a fonte protéica possui alta degradabilidade. Mello & Nörnberg (2004) e Viana et al. (2012) realizando estudos para comparar diferentes tipos de forragens conservadas na forma de silagem com relação ao seu fracionamento de carboidratos e proteína, obtiveram resultados semelhantes ao constatar que silagem de girassol, possui maiores frações degradáveis quando comparados com a silagem de milho e de sorgo. Naturalmente, silagens de girassol utilizadas na alimentação de vacas leiteiras, não existindo correto balanceamento, acarretariam em maiores níveis de NUL. Ainda há uma terceira interpretação, que seria uma deficiência energética para os processos fermentativos do rúmen e isto se dá pela baixa taxa de fermentação ruminal de carboidratos não fibrosos (CNF) (Almeida, 2012). Semelhante à cinética ruminal da proteína, os CNF estão na

fração A e B1, que possuem maior taxa de degradação ruminal (Mello & Nörnberg, 2004) e quando há problemas na sua fermentação, há estagnação de todo processo fermentativo no rúmen, aumentando os produtos indesejáveis como amônia, a qual entra na rota metabólica de formação do NUL.

Em contraste, valores de NUL abaixo do ideal, também refletem problemas. O principal seria a deficiência de proteína na dieta, representada por quantidades limitadas de PDR e PNDR na dieta, ocasionando, além de perdas na produção, perdas no aspecto sanitário (Almeida, 2012).

#### **NUL NO MONITORAMENTO DA REPRODUÇÃO DE VACAS LEITEIRAS**

O sucesso na atividade leiteira também é dependente da reprodução. Para que o manejo reprodutivo de um rebanho seja eficiente, o intervalo entre partos deve ser de doze meses com vistas a se manter uma cria por ano, gerando uma lactação subsequente. Corroborando com isto, Ferreira (1991), salienta a importância deste intervalo entre partos, otimizando a reprodução com objetivo de se aumentar a produtividade.

Todavia, o estabelecimento de uma gestação é um processo complexo, e depende de uma série de eventos inter-relacionados como o desenvolvimento folicular e a ovulação, fecundação, transporte e desenvolvimento do embrião, reconhecimento materno da gestação e a placentação (Sartori & Guardieiro, 2010). Para que a gestação seja consumada com a produção de uma cria, são necessários os cuidados pertinentes a cada etapa. Em contraste, surgem problemas de manejo que, visando aumentar a produção leiteira, antagonicamente, acabam resultando em um pior desempenho reprodutivo, como o fato de existir correlação positiva entre níveis de proteína bruta (PB) na dieta sendo alto o teor de PB (>18%) para que se aumente produção de leite. Em contrapartida, o excesso de PB na dieta, além dos problemas já citados anteriormente, é associado à redução no desempenho reprodutivo, pelo aumento dos níveis de NUL (Sartori & Guardieiro, 2010). No entanto, as causas subjacentes da ineficiência reprodutiva em vacas que apresentam altas concentrações de NUL ainda não foram bem esclarecidas.

Os níveis de NUL acima de 14 mg/dL demonstram uma redução acentuada de pH uterino gerando modificações nas secreções uterinas, comprometendo a qualidade e o desenvolvimento embrionário, pois a uréia pode interceder em uma ou mais etapas relativas à gestação, prejudicando a eficiência reprodutiva (Almeida, 2012). Hammon et al. (2005) verificaram estreita associação positiva entre nitrogênio uréico plasmático e nitrogênio uréico no fluido folicular (NUFF) e sugeriram que altas concentrações de uréia ou amônia nos fluidos reprodutivos (folicular e

uterino) podem contribuir para a ineficiência reprodutiva de vacas leiteiras. De fato, Iwata et al. (2006) reportaram correlação negativa entre desenvolvimento dos embriões provenientes de oócitos extraídos de folículos com alta concentração de uréia em seu fluido. Rhoads et al. (2006) também avaliaram baixa viabilidade embrionária de vacas com concentrações de NUL elevadas.

Butler (2000), diferentemente constata que a ação do teor excessivo de proteína bruta na dieta de vacas leiteiras poderia ser indireta, pois o principal efeito seria do balanço energético negativo apresentado por esses animais nos dois primeiros meses de lactação. Desta forma, o balanço energético negativo seria agravado devido ao gasto energético adicional de detoxificação de amônia a uréia no fígado, gerando ineficiência reprodutiva. Outros estudos analisando a relação de altas concentrações de NUL com a fertilidade também comprovam os efeitos deletérios. Arunvipas et al. (2007) observaram que concentrações altas de NUL implicaram em menor fertilidade no primeiro serviço de vacas em rebanho comercial no Canadá. Mitchell et al. (2005) também observaram que NUL alto interferia moderadamente sobre o intervalo parto-concepção dos animais, embora para vacas de alto desempenho, há influência direta da produção sobre o intervalo parto-concepção. O balanço energético negativo mais pronunciado e a metabolização de hormônios, como progesterona e estradiol, resultantes da alta produção de leite, acabam gerando um intervalo parto-concepção maior (König et al., 2008).

Em oposição a isto, Peixoto et al. (2006), analisando o perfil metabólico de vacas de corte, não encontraram relação entre taxa de concepção e níveis de NUL, sugerindo que vacas de corte, diferentemente das vacas leiteiras, possuem reflexos diferentes de NUL com relação a reprodução. Por outro lado, em casos de NUL baixo, há a interpretação de pouca proteína na dieta e o impacto sobre a reprodução seria de que a carência de proteínas provocaria uma diminuição tanto do nível de gonadotrofinas circulantes, em especial os hormônios glicoprotéicos como o FSH e o LH, como na produção dos mesmos. Estas desordens de produção de hormônios glicoprotéicos culminam em um cisto folicular, entendido como um folículo anovulatório que gera ciclo estral irregular com ausência de corpo lúteo (Ferreira, 2008).

No caso de novilhas, a deficiência protéica provoca o subdesenvolvimento dos ovários e do útero, por esta categoria ainda necessitar de proteína para o seu crescimento. Além disso, um suprimento insuficiente de aminoácidos provocaria um atraso na primeira ovulação, embora possua pouco efeito na taxa de concepção (Ferreira, 2008).

Uma forma de evitar o excesso de proteína

e conseqüentemente de produtos do metabolismo como a uréia é a utilização de PNDR, com o objetivo de aumentar a absorção intestinal de proteína oriunda da dieta. No entanto, esta manipulação não é tão fácil de ser realizada porque a quantidade e o perfil de aminoácidos que chegam ao intestino são bastante diferenciados. No entanto, com métodos sofisticados, rápidos e que forneçam resultados satisfatórios ao identificar rapidamente o excesso ou as deficiências alimentares e/ou nutricionais na dieta de vacas leiteiras, incentivará o setor como um todo a buscar alternativas e investir na melhoria da nutrição de seu rebanho como forma de eliminar e/ou minimizar os fatores envolvidos com NUL que não corresponde ao padrão. Uma vez corrigida a dieta dos animais que apresentem este quadro, possibilitará a observação e a tomada de decisões frente a outros fatores que também induzem ao surgimento de NUL, viabilizando desta forma a atividade leiteira em todos os seus aspectos econômicos, dentro de uma propriedade que apresenta inúmeros aspectos a serem trabalhados.

Ainda buscar o equilíbrio entre produção e saúde é imprescindível, no que tange a quantidade de proteína adequada a ser fornecida e que permite ao animal produzir leite de qualidade e ao produtor receber o preço correspondente a esta qualidade, bem como amenizar fatores de baixa capacidade reprodutiva relacionado ao NUL, evitando reabsorção fetal, ciclos anovulatórios ou repetição de cio, fatores que refletem diretamente no sucesso da atividade.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O NUL é um indicador da nutrição protéica para a bovinocultura de leite e o seu monitoramento, considerado simples, rápido e barato, permite a compreensão de problemas que ocorrem na reprodução, devido ao excesso de uréia, na ocorrência de ineficiência reprodutiva gerando modificações nas secreções uterinas, comprometendo a qualidade e o desenvolvimento embrionário, reabsorção fetal ou interceder em uma ou mais etapas relativas à gestação, prejudicando a eficiência reprodutiva. A composição do leite também fica prejudicada, sendo que é o produto de maior valor na bovinocultura leiteira e que em muitas regiões é remunerada de acordo com os níveis de qualidade.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALMEIDA, R. Uréia no leite: Ferramenta indispensável para a adequação da nutrição da vaca leiteira. **Anais do V Sul leite** – Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região Sul do Brasil. p. 159-180. Maringá, 2012.
- ARUNVIPAS, P; DOHOO, I; VANLEEUEWEN, J. et al. The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen levels in Ayrshire dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, suppl.1, p.320,

- 2002.
- ARUNVIPAS, P; VANLEEUEWEN, J.A; DOHOO, I.R; et al. Milk urea-nitrogen negatively affected first-service breeding success in commercial dairy cows in Prince Edward Island, Canada. **Preventive Veterinary Medicine**, v.82, p. 42-50, 2007.
- BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2ªEd. Funep. Jaboticabal, 2011.
- BUTLER, W.R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.60-61, p.449-457, 2000.
- CHALUPA, W.; SNIFFEN, C. J; FOX, D. G; VAN SOEST P. J. Model generated protein degradation nutrition information. **In: Proc. Cornell Nutrition Conference**.p.44-51. CNCPS, 1991.
- DOSKA, M.C; SILVA, D.F.F; HORST, J.A; et al. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.692-697, 2012.
- FERREIRA, A. M. Manejo reprodutivo e eficiência da atividade leiteira. **Embrapa Gado de Leite**, Documento 46. Coronel Pacheco, 1991.
- FERREIRA, F.A; BINELLI, M; RODRIGUES, P.H.M. Interação entre nutrição protéica e aspectos reprodutivos em fêmeas bovinas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.32, p.67-79, 2008.
- GODDEN, S.M.; LISSEMORE, K.D.; KELTON, D.F. et al. Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.107-114, 2001.
- GONZÁLEZ, F.H.D; DÜRR, J.W; FONTANELI, R. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. 72p. Porto Alegre, 2001.
- HAMMON D.S; HOLYOAK G.R; DHIMAN T.R. Association between blood plasma urea nitrogen levels and reproductive fluid urea nitrogen and ammonia concentrations in early lactation dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.86, p.195-204, 2005.
- IWATA H; INOUE J; KIMURA K; et al. Comparison between the characteristics of follicular fluid and the developmental competence of bovine oocytes. **Animal Reproduction Science** v.91, p.215-223, 2006.
- JILEK, F; ŘEHAK, D; VOLEK, J. Effect of herd, parity, stage of lactation and milk yield on urea concentration in milk. **Journal of Animal Science**, v. 51. p. 510-517, 2006.
- JOHNSON, R.G.; YOUNG, A.J. The association between milk urea nitrogen and DHI production variables in Western commercial dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.3008-3015, 2003.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A. MUN testing: useful but ambiguous. **Hoard's Dairyman**, v.143, p.252, 1998.
- KOHN, R.A. Caution needed when interpreting MUN. **Hoard's Dairyman**, v.145, p.58, 2000.
- KÖNIG, S; CHANG, Y.M; BORSTEL, U.U; et al. Genetic and phenotypic relationships among milk urea nitrogen, fertility and milk yield in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.4372-4382, 2008.
- KOSLOSKI, G.V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 212p. 3Ed. Editora UFSM. Santa Maria, 2011.
- MELLO, R; NÖRNBERG, J.L. Fracionamento dos carboidratos e proteínas de silagens de milho, sorgo e girassol. **Ciência Rural**, v.34, p.1537-1542, 2004.
- MEYER, P.M. **Fatores não – nutricionais que afetam as concentrações de nitrogênio uréico no leite**. Tese de Doutorado em Agronomia. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz. Piracicaba, 2003.
- MEYER, P.M.; MACHADO, P.F.; COLDEBELLA, A. et al. Fatores não-nutricionais e concentração de nitrogênio uréico no leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1114-1121, 2006.
- MITCHELL, R.G; ROGERS, G.W; DECHOW, C.D; et al. Milk Urea Nitrogen Concentration: Heritability and Genetic Correlations with Reproductive Performance and Disease. **Journal of Dairy Science**, v. 88. p. 4434-4440, 2005.
- MOTA, M.F; SANTOS, G.T; NETO, A.P; et al. Novos enfoques no manejo nutricional de vacas leiteiras. **Arquivo de ciências veterinárias e zootecnia**. Unipar, v. 5, p. 239-249, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. National Academy Press, 7.rev. ed. 381p. Washington, DC, 2001.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger: princípios de bioquímica**. 975p.3.ed. São Paulo: Sorvier, 2002.
- OLTNER, R.; WIKTORSSON, H. Urea concentrations of milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows. **Livestock Production Science**, v.10, p.457-467, 1983.
- PEIXOTO L.A.O; BRONDANI I.L; NORNBERG J.L; et al. Perfil metabólico e taxas de concepção de vacas de corte mantidas em pastagem natural ou suplementadas com farelo de trigo com ou sem uréia. **Ciência Rural**, v.36, p.1873-1877, 2006.
- PONCHIO, L.A. **Produtividade, custo e lucro na produção de leite no Brasil**. 2006. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciências e economia aplicada). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.
- PRADO, R.M. **Fontes de lipídios em vacas no período de transição**. 2012.56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2012.
- RAJALA-SCHULTZ, P.J.; SAVILLE, W.J.A. Sources of variation in milk urea nitrogen in Ohio dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1653-1661, 2003.
- RHOADS, M.L.; RHOADS, R.P.; GILBERT, R.O. et al. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from

- lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.91, p.1-10, 2006.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.525-534, 1993.
- SARTORI, R; GUARDIEIRO, M.M; Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia (supl. especial)**, v.39, p.422-432, 2010.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 476p. 2.ed. Cornell University, Ithaca, New York, 1994.
- VIANA, P.T; PIRES, A.J.V; OLIVEIRA, L.B; et al. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.292-297, 2012.
- WATTIAUX, M.A. **Dairy Essencials**. Babcock Institute for International Dairy Research and Development. Wisconsin – Madison University, 1998