pubvet
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
ISSN 1982-1263
https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n08a1193.1-12

Suplementação proteica e nitrogenada *vs.* reprodução de fêmeas bovinas em pastejo: Revisão

Fábio Alexandre Tessari[1], Renata Pereira da Silva Marques[2], Monique Valéria de Lima Carvalhal[1]

[1]Acadêmico Na Fesar-Afya-Curso De Zootecnia, Redenção – PA Brasil.
[2]Professor Na Fesar-Afya-Curso De Zootecnia, Redenção – PA Brasil.
**Autor para correspondência: fabiotessari1999@gmail.com*

Resumo. A nutrição exerce grande influência sobre a reprodução dos animais. Nesse sentido, esta revisão tem a proposta de apresentar e discutir resultados de alguns trabalhos relacionados à influência da nutrição proteica e nitrogenada sobre aspectos reprodutivos em fêmeas bovinas em pastejo. Com o aumento no desempenho animal (produção de carne e leite), há um acréscimo na demanda por nutrientes. O aumento nas exigências nutricionais associado à baixa ingestão de nutrientes pode afetar as funções reprodutivas. A subnutrição durante o período seco e início do pós-parto resulta na mobilização lipídica e proteica com consequente aumento da incidência de doenças metabólicas, redução na taxa de concepção e maior período de serviço. No entanto, a superalimentação pode aumentar a taxa de excreção dos hormônios esteroides (progesterona ou estradiol), acarretando em ocorrência de subestro e diminuição da taxa de concepção. O fornecimento de proteína degradável no rúmen, proteína não degradável no rúmen e nitrogênio não proteico têm, em diversas situações, resultado em incremento nos índices reprodutivos em bovinos leiteiros e de corte.

Palavras chave: Bovino, nutrição, proteína, reprodução

Protein and nitrogen supplementation vs. reproduction of bovine females in grazing: Review

Abstract. Nutrition exerts great influence on the reproduction of animals. In this sense, this review has the proposal to present and discuss results of some studies related to the influence of protein and nitrogen nutrition on reproductive aspects in bovine females grazing. With the increase in animal performance (meat and milk production), there is an increase in the demand for nutrients. The increase in nutritional requirements associated with low nutrient intake may affect reproductive functions. Malnutrition during the dry and postpartum onset results in lipid and protein mobilization with consequent increase in the incidence of metabolic diseases, reduction in conception rate and longer period of service. However, overfeeding can increase the excretion rate of steroid hormones (progesterone or estradiol), resulting in the occurrence of sub-estrus and decreased rate of conception. The supply of degradable protein in the rumen, non-degradable protein in the rumen and non-protein nitrogen has, in several situations, resulted in an increase in reproductive indices in dairy and beef cattle.

Keywords: Cattle, nutrition, protein, reproduction

Introdução

A nutrição tem um papel reconhecidamente importante dentre os fatores que exercem influência na reprodução, por afetar diretamente aspectos da fisiologia e desempenho reprodutivo da fêmea bovina (Sartori & Guardieiro, 2010). No entanto, variações sazonais inerentes aos trópicos e aspectos

fenológicos próprios das plantas forrageiras caracterizam o sistema de produção por períodos de maior disponibilidade e qualidade da forragem e por períodos de escassez. Verifica-se que essas variações influenciam nas características produtivas, contribuindo para índices zootécnicos muito aquém do desejável (Vadiveloo & Holmes, 1979).

O conhecimento das relações entre a nutrição e a reprodução é fundamental na tomada de decisões, quando se pretende aumentar a eficiência produtiva de um rebanho. Além disso, permite traçar estratégias que visem aperfeiçoar programas de melhoramento genético e multiplicação animal (Franco et al., 2016). A queda da fertilidade, principalmente em vacas leiteiras, está associada à nutrição, uma vez que, o balanço energético negativo (BEN) tem sido identificado como potencial causa, evidenciado pela queda no escore de condição corporal (ECC) pós-parto (Moreira et al., 2000). Além disso, a redução no desempenho reprodutivo está associada aos efeitos deletérios de dietas altamente energéticas (Caraviello et al., 2006; Caraviello et al., 2006; Peixoto et al., 2006; Restle et al., 2003), aos efeitos tóxicos de compostos nitrogenados (Butler, 1998; Dawuda et al., 2002) e às deficiências de vitaminas e/ou minerais (Arechiga et al., 1994).

Para Roche (2006), a redução na fertilidade das vacas é multifatorial. A má nutrição durante o período seco e início do período pós-parto resulta na mobilização lipídica e de reservas de proteínas com consequente aumento da incidência de doenças metabólicas e redução na taxa de concepção e maior período de serviço, uma vez que, ocorre redução na glicose, insulina, fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I) e baixa frequência de pulsos de LH com aumento concomitante de β-hidroxibutirato, ácidos graxos não esterificados e de triglicerídeos.

A superalimentação também pode aumentar a taxa de depuração metabólica dos hormônios esteroides (progesterona ou estradiol). Baixas concentrações de estradiol no dia do estro estão altamente correlacionadas com a ocorrência de sub-estro, tornando assim a detecção do estro mais difícil em vacas de alta produção, e redução das concentrações sanguíneas de progesterona durante a clivagem do embrião até o estágio de blastocisto; também está associada à diminuição da taxa de concepção (TC). Além disso, a TC é reduzida pela perda excessiva de ECC e excesso de proteína da ração, enquanto é aumentada pela adição de gordura na dieta, pois atenuam a produção de prostaglandina F2α (Roche, 2006).

De acordo com Tamminga (2006), os compostos nitrogenados ou resíduos metabólicos (amônia e ureia) produzidos quando a proteína é extensivamente degradada no rúmen ou usada como fonte de energia, exercem efeitos metabólicos que são muitas vezes prejudiciais à reprodução e fertilidade, tanto na fase pré-ovulatória quanto nas fases iniciais do desenvolvimento do embrião. A amônia tem ação antes da ovulação, enquanto a ureia interfere negativamente, principalmente após a fertilização, uma vez que, reduz o pH do fluido uterino, dando origem a distúrbios no desenvolvimento folicular e crescimento embrionário.

Objetivou-se com essa revisão relatar os potenciais efeitos do fornecimento de proteína degradável no rúmen, proteína não degradável no rúmen e nitrogênio não proteico na reprodução de fêmeas bovinas em pastejo.

Metodologia

Trata-se de uma revisão sistemática de literatura a qual objetivou analisar os estudos sobre os efeitos da suplementação com proteína degradável, proteína não degradável e NNP na reprodução de fêmeas bovinas. Como fonte para essas informações foram selecionados trabalhos científicos e dados eletrônicos que abordavam o tema proposto (com o intuito de complementar a pesquisa a ser elaborada). Como base de dados eletrônicos, utilizou-se Scielo e Google Acadêmico, e como estratégia de busca de dados foram utilizados: Proteína, Nitrogênio não proteico, *Bos indicus*, Suplementação proteica, puberdade e maturidade sexual de novilhas *Bos indicus*. Também, foram utilizados dados eletrônicos do Journal of Animal Science, Theriogenology, Animal Reproduction Science, Journal of Dairy Science e Revista Brasileira de Zootecnia. Os artigos foram selecionados pelo título, resumo e disponibilidade.

Proteína degradável no rúmen vs. reprodução em fêmeas bovinas

Para os sistemas de produção de bovinos de corte serem rentáveis e eficientes, eles dependem de fatores primários como: porcentagem e peso dos bezerros na desmama, lucro líquido com a venda dos

bezerros e custo de mantença das matrizes. Para isto, é imprescindível fornecer condições nutricionais suficientes para que estas vacas retornem à atividade cíclica normal pós-parto em período mais curto possível, concebam novamente nos primeiros dias de estação de monta, produzam bezerros pesados, tenham partos sem dificuldade e produzam leite suficiente para nutrir a cria adequadamente até o período de desmama (7-8 meses de idade) (Jimenez Filho, 2013).

A proteína é um dos nutrientes mais importantes e fundamentais para os seres vivos. Nos bovinos, 50 a 80% da proteína absorvível são derivadas da proteína microbiana produzida no rúmen (Van Soest, 1994). As proteínas desempenham inúmeros papéis, interferindo em todo o ciclo de vida dos animais, desempenhando funções como crescimento, renovação e reparo dos tecidos, catálise enzimática, transporte e armazenamento, coordenação de movimentos, suporte e sustentação mecânica, suporte imunitário, geração e transmissão de impulsos nervosos, controle do metabolismo, do crescimento e da diferenciação celular (Gonzalez & Silva, 2006). Dessa forma, assegurar bons índices de proteína consiste em possibilitar o funcionamento correto de sua homeostase, proporcionando assim aumento significativo na eficiência reprodutiva (Valadares Filho et al., 2016).

Os animais no pós-parto geralmente entram em estado de balanço energético líquido negativo, onde apresentam um aumento de requerimento nutricional excessivo acompanhado de uma capacidade de ingestão de matéria seca reduzida, que só irá alcançar capacidade máxima por volta de 4-6 semanas após o pico de produção de leite (Bell, 1995). Essa baixa ingestão de nutrientes (deficiência energética) após o parto causa efeitos negativos diretos na eficiência reprodutiva: perda de peso, diminuição do ECC, atraso na primeira ovulação pós-parto, decréscimo na atividade luteal e anestro (Ferreira, 1993), o que consequentemente limita a eficiência de produção de carne (Pilau et al., 2004).

A ingestão insuficiente de energia está intimamente ligada ao baixo desempenho reprodutivo da fêmea bovina. A energia pode estar relacionada ainda com o atraso na idade à puberdade, atraso no intervalo da primeira ovulação e cio pós-parto e redução nas taxas de concepção e de prenhez em vacas de corte e de leite (Santos & Sá Filho, 2006). Além disso, a nutrição influencia no crescimento folicular, ovulação e fase luteínica por alterar os níveis de glicose, aminoácidos e hormônios como insulina, IGF-1 e hormônio do crescimento (GH), que de certa forma alteram padrões de produção de estrógeno e hormônio folículo-estimulante (FSH) necessário para liberação do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) (Pilau et al., 2004).

Situações em que as gramíneas apresentam baixa qualidade nutritiva, a ingestão da forragem pode ser limitada pelo baixo teor proteico, visto que, atividade microbiana é reduzida quando o teor de proteína bruta (PB) da forragem alcança valores menores que 7% (Hobson & Stewart, 2012). Desta forma fornecimento de proteína via suplementação promove melhoria no aporte de nutrientes limitantes (proteína) para os microrganismos que degradam fibra, melhorando a sua digestibilidade, aumentando a ingestão de forragem (principal fonte de energia) e proporcionando desempenho produtivo e reprodutivo satisfatório (Freitas et al., 2005; Vaz et al., 2012).

Parte da proteína bruta (nitrogênio não proteico + proteína verdadeira) contida nos alimentos, ao chegar no rúmen, é degradada pela ação dos microrganismos, recebendo a denominação de proteína degradável no rúmen (PDR), servindo de fator de crescimento para síntese de proteína microbiana, pelos microrganismos ruminais, a partir da utilização das fontes de energia fermentável e fonte de nitrogênio (aminoácidos, peptídeos ou amônia) oriundos da degradação ruminal dos alimentos (Valadares Filho et al., 2011; Van Soest, 1994). Dietas deficientes em PDR reduzem a proteína microbiana e, consequentemente, o desempenho animal. Quando os aminoácidos não são utilizados para a síntese de proteínas ou de outros aminoácidos, o seu grupamento amino (NH_3+) é convertido em ureia (ciclo da ureia) e excretado via urina e leite (Nagaraja et al., 2012; Wallace et al., 2012). O NRC (2016) considera que para produção de 1 kg de proteína microbiana são necessários 1,18 kg de PDR.

Dias et al. (2009) observaram incremento na produção de nitrogênio microbiano nos animais suplementados, indicando que o fornecimento de substratos essenciais para o crescimento de microrganismos ruminais foi capaz de aumentar a produção de nitrogênio microbiano (proteína microbiana). Da mesma forma, o consumo de suplemento proteico favoreceu o incremento do nitrogênio ureico no sangue; porém, a maior excreção de nitrogênio pela urina sugere uso ineficiente do N. Este uso ineficiente do N pode ter corroborado, uma vez que não houve incremento na eficiência na síntese

de proteína microbiana e redução na razão nitrogênio microbiano e nitrogênio ingerido, visto que animais suplementados consumiram maior quantidade de PB. Dietas com baixos níveis de proteína acarretam a redução de aminoácidos na circulação, com consequente diminuição da concentração de insulina e da taxa de entrada de glicose, reduzindo assim a disponibilidade de energia ao hipotálamo, causando redução do fator liberador de LH e a secreção pulsátil de LH na hipófise anterior (Kaur & Arora, 1995). Em contrapartida, dietas com excesso de PB podem alterar o ambiente uterino ao ocasionar alterações na concentração iônica (Rhoads et al., 2004), redução no pH (Elrod et al., 1993; Elrod & Butler, 1993) e aumento na concentração de amônia no fluido uterino (Hammon et al., 2005). Estes fatores podem alterar o desenvolvimento embrionário nos 11 primeiros dias, retardando a sua proliferação celular e diminuindo o número de embriões viáveis (McEvoy et al., 1997), acarretando queda na taxa de concepção e redução na fertilidade de bovinos. Isso ocorre quando os níveis PB na matéria seca (MS) estão acima de 16%, concomitante ao excesso de proteína degradável, ou quando o nitrogênio ureico plasmático (NUP) está acima de 18 mg/dL (Elrod, 1992).

Franco et al. (2016) concluíram que o excesso de proteína pode influenciar a fertilidade negativamente das seguintes formas: a toxicidade dos subprodutos do metabolismo do nitrogênio no rúmen (amônia) e fígado (ureia) pode prejudicar espermatozoides, óvulos ou sobrevivência embrionária por alteração nas secreções uterinas; o desbalanceamento no fornecimento da proteína e energia pode afetar a eficiência do metabolismo e, por último, reduzir a concentração de progesterona no sangue; altas concentrações de ureia no sangue podem alterar o pH uterino e PGF2α e/ou produção de progesterona, resultando em um indesejável ambiente uterino para sobrevivência do embrião. Além disso, dietas ricas em PDR podem agravar o balanço energético negativo por causa da energia envolvida na desintoxicação e excreção do excesso de amônia e, consequentemente, acarretando em efeitos negativos sobre a fertilidade (impedindo ou retardando o início da ciclicidade), que são provavelmente devido ao déficit de energia e ao desequilíbrio entre os nutrientes lipogênicos, glicogênicos e aminogênicos no início da lactação. Deste modo, recomenda-se limitar o nível de PDR para 10% na MS da dieta (Tamminga, 2006).

Barton et al. (1996), utilizando dois níveis de proteína bruta na dieta (13 e 20%), com o NUP de 8,6 e 21 mg/dL, respectivamente, não encontraram efeito sobre os índices reprodutivos de vacas (dias para o primeiro estro: 41,4 x 39,5, taxa de concepção no primeiro serviço de inseminação artificial: 40,6 x 43,7% e taxa de prenhez: 75.0 x 87,5%, respectivamente para os níveis de 13 e 20% de PB). Já Elrod & Butler (1993) fornecendo 15,5 e 21,8% de PB na dieta, obtiveram taxa de concepção do primeiro serviço de 82 e 61%, respectivamente. Esta redução na concepção foi devido a diminuição do pH uterino na fase lúteal (6,79), em animais submetidos a dietas contendo alto nível de proteína, ocasionando, assim, morte embrionária.

Figueiredo et al. (2008) avaliaram o fornecimento de suplementos (180 g de PB dia^{-1}) com diferentes fontes de proteína (farelo de soja, farelo de algodão 38% PB, farelo de glúten de milho 60% PB e farelo de trigo + ureia – FTU) para novilhas de corte em recria (14 meses). Verificaram que as novilhas suplementadas com FTU apresentaram maior ganho de peso médio diário (0,84 kg/animal/dia) em relação aos animais que receberam mistura mineral (0,68 kg/animal/dia) e mostraram-se em condições nutricionais para manifestar o início da puberdade (apresentar as primeiras ovulações), bem como manter a curva de crescimento até a concepção de forma ascendente.

Signoretti et al. (2012) reportaram que o fornecimento de 0,30% do peso corporal (PC) de suplementos proteicos (34%, 43%, 56% e 66% de PB) para novilhas leiteiras (291,7 kg e 21 meses de idade) em pastejo no período das águas, não afetou o desempenho produtivo (0,91 kg/animal) e a idade à concepção (24,0 meses). Sullivan et al. (2009) avaliaram níveis de proteína e energia no primeiro e segundo trimestre da gestação de novilhas de corte, respectivamente: alto/alto (AA = 250% de PB e 228% de energia metabolizável (EM); 229% de PB e 228% de EM); alto/baixo (AB = 250% de PB e 243% de EM; 63% de PB e 176% de EM); baixo/alto (BA = 75% de PB e 199% de EM; 229% de PB e 228% de EM) e baixo/baixo (BB = 75% de PB e 199% de EM; 63% de PB e 176% de EM). Lean et al. (2012) realizaram uma meta-análise sobre os efeitos da PB na fertilidade de vacas em lactação e observaram que vacas recebendo dietas com maior PB ou maior PDR apresentaram menor chance de concepção e que este efeito foi homogêneo, ou seja, não foi influenciado pela diferença na concentração de ureia plasmática, duração do experimento, raça, número de partos, produção de leite ou tipo de dieta

fornecida. No entanto, não observaram evidência de que a redução significativa de fibras ou de frações dos carboidratos não fibrosos nas dietas associadas com o aumento da concentração de PB, PB solúvel ou frações degradáveis rúmen ou produtos da soja das dietas influenciaram as taxas de concepção.

Proteína não degradável no rúmen vs. reprodução em fêmeas bovinas

As publicações do NRC (1989) e NRC (2007) e estimularam de forma expressiva o interesse dos pesquisadores por fontes suplementares (farinha de peixe, farinha de penas) ricas em proteína não degradável no rúmen (PNDR). Uma vez que, foi difundido que dietas contendo farelo de soja como o principal ingrediente proteico seriam deficientes em PNDR e poderiam limitar o desempenho de vacas de alta produção (pelo menos 30 kg.dia-1). No entanto, um dos principais aspectos que potencializou o uso de fontes de PNDR na suplementação de vacas em lactação foi a hipótese da obtenção de maior fluxo de aminoácido essencial (lisina e metionina), oriundos da proteína microbiana, para o intestino delgado. Além disso, a utilização de fontes de PNDR (proteína de escape) surge como alternativa para potencializar o desempenho produtivo de bovinos de corte em programas de suplementação a pasto, tendo em vista que, seu uso é importante em sistemas onde a forragem apresenta alta disponibilidade e baixo teor de proteína bruta, ou quando os animais estão em déficit energético, devido à baixa oferta de forragem, ou a exigência nutricional do animal excede o nível de consumo de energia(Reis et al., 1997). No entanto, o excesso de PNDR pode ocasionar deficiência de nitrogênio para a microbiota ruminal, reduzindo a eficiência de síntese de proteína microbiana e a digestibilidade ruminal dos nutrientes (Dewhurst et al., 2000).

Triplett et al. (1995) suplementaram vacas Brahman com dietas isoproteicas (24% de PB) variando a proporção de PNDR (39, 56 e 76%) e verificaram que as vacas que receberam 39% PNDR apresentaram menor taxa de gestação ao primeiro serviço que as vacas suplementadas com 56% de PNDR (29 *vs*. 57%). Entretanto, no final da estação de monta esse grupo apresentou tendência de menor taxa de gestação (43%) que as vacas com 56% PNDR (62%) e as com 76% de PNDR (56,4%). Kane et al. (2004) forneceram suplementos com três níveis de PNDR (baixo – 115 g, médio – 216 g e alto – 321g de PNDR) para novilhas durante 30 dias e não observaram diferença entre os tratamentos no 10° dia do ciclo estral para insulina, IGF-I e concentração basal de LH séricos e do 10º a 12º do ciclo estral para peso do corpo lúteo, concentração de leptina no liquido cefalorraquidiano e concentrações séricas de proteína ligante do IGF (IGFBP), 17β-estradiol, progesterona, leptina, IGF-I e IGFBP ou concentração de IGFBP na hipófise. No 10º dia do ciclo estral, verificaram que as concentrações basais séricas de FSH foram maiores em novilhas com baixa e média *vs*. alta PNDR e no 12 a 14º dia do ciclo estral observaram maiores (P = 0,06) concentrações de IGFBP-2 e IGFBP-4 no fluido folicular de novilhas suplementadas com 321 g de PNDR em relação as que receberam 216 g ou 115 g de PNDR. Novilhas suplementadas com níveis baixos e médios de PNDR aumentaram a expressão pituitária e/ou a secreção de FSH em relação aos animais suplementados com alto nível de PNDR. Por outro lado, o fornecimento de 321 g de PNDR foi associado ao aumento de IGFBP de baixo peso molecular em comparação com a suplementação de 115 g e 216 g de PNDR. Sugerindo que os diferentes níveis de suplementação de PNDR podem alterar as funções da hipófise e do ovário, influenciando, assim, o desempenho reprodutivo de novilhas de corte (Kane et al., 2004)

Engel et al. (2008) avaliando a substituição de aproximadamente 40% de feno na MS por grão seco de destilaria (GSD) ou por casca de soja (CS) e fornecimento de 4% na MS de suplemento para novilhas no final da gestação, verificaram que ambos tratamentos não influenciaram no peso corporal e mudança no ECC de novilhas, facilidade de parto, peso ao nascer do bezerro, peso ao desmame, GMD do nascimento ao desmame, na proporção de vacas no ciclo estral (67 e 72%, respectivamente para GSD e CS) e nas concentrações séricas de hormônio de crescimento, IGF-I e ácidos graxos não esterificados. No entanto, observaram que as vacas primíparas alimentadas com GSD apresentaram maior taxa de prenhez final (94%), em relação as que receberam CS (84%). Esse resultado observado na gestação pode ser devido que o GSD fornece maiores quantidades de PNDR (50% da PB como PNDR) e extrato etéreo (EE) (12%) em relação à CS (36% da PB como PNDR e 4% de EE) para atender às exigências de proteína metabolizável no final da gestação ou fornecer lipídeos ou pela combinação de lipídeos e PNDR. Deste modo, ambos os alimentos podem ser fornecidos como substitutos parciais do feno durante o terço final da gestação de novilhas.

De acordo com Zervoudakis et al. (2015), em seu experimento realizado com farelo de algodão de alta energia, o desenvolvimento dos animais suplementados pode ser justificado pela maior quantidade de substrato disponibilizado para os microrganismos ruminais.

Silva (2017)verificou que o aumento da oferta de suplemento proteico-energético aumenta a eficiência do uso dos nutrientes, bem como o desenvolvimento animal. No entanto, a natureza proteica (PDR ou PNDR) da suplementação não interfere nos resultados de desempenho. Para todas as variáveis avaliadas, não houve efeito de interação (P < 0,05) entre os níveis de suplementação com PNDR e a oferta de suplemento proteico-energético.

Ureia vs. reprodução em fêmeas bovinas

Visando a diminuição de custos, tem se utilizado fontes de nitrogênio não proteico (NNP) em rações bovinas em substituição a fontes proteicas naturais. Todavia, a inclusão de altos níveis de NNP na dieta pode influenciar o desempenho reprodutivo de fêmeas, principalmente em animais em crescimento como novilhas de reposição, que apresentam melhor eficiência reprodutiva quando suplementadas com fontes de proteína naturais, devido necessidade de aminoácidos específicos para o crescimento corporal (El-Memari Neto et al., 2003; Pilau et al., 2004).

Em dietas para ruminantes, a ureia é considerada a fonte NNP mais utilizada (Butler, 1998; Silva et al., 2007), com 45% de nitrogênio (N) (equivalente a 281% de PB) (NRC, 1989). O NNP é 100% degradado no rúmen de forma rápida. Todavia, em alguns casos, esta degradação pode não ocorrer, e uma pequena parcela do NNP pode passar para o duodeno sem ter sido degradada no rúmen, em função da maior taxa de passagem (Arcuri et al., 2011; Hobson & Stewart, 2012; Wallace et al., 2012).

O fornecimento de fontes nitrogenadas de alta degradabilidade ruminal, visa atender os requisitos de amônia para o crescimento e atividade dos microrganismos celulolíticos, promovendo maior digestão da forragem, taxa de renovação mais rápida da digesta pelo rúmen, proporcionando maior consumo alimentar e produção animal (Valadares Filho et al., 2004). Deste modo, a ureia é largamente utilizada para potencializar o ganho de peso de novilhos na fase de recria e terminação (Detmann et al., 2004) de vacas de cria mantidas no pasto (Peixoto et al., 2006) e vacas doadoras de embriões. Sotelo et al. (2018) observaram melhor status proteico em vacas recebendo suplemento múltiplo (ureado) no pré-parto e/ou pós-parto. Gurgel et al. (2017) observaram que o melhor desempenho animal no pré-parto e pós-parto foi provavelmente resultado do consumo de suplemento múltiplo no pré-parto, uma vez que vacas com acesso ao suplemento neste período apresentaram PC maior.

A eficácia do uso da amônia pelos microrganismos no rúmen para a síntese microbiana depende, principalmente, da quantidade de energia disponível (Santos et al., 2008). Visto que a amônia, quando não convertida em proteína microbiana, é absorvida pela parede ruminal por difusão e transportada para o fígado pela veia porta, onde será convertida em ureia, e esta, por se tratar de uma molécula altamente permeável, entra em equilíbrio nos diferentes tecidos, incluindo a glândula mamária, sendo sua presença detectada no leite na forma de nitrogênio ureico do leite (Berchielli et al., 2011; Gonzalez & Silva, 2006).

Butler et al. (1996) evidenciaram que o excesso de ureia no plasma, por desbalanço na dieta, pode agir de forma negativa no sentido de reduzir o pH uterino (pela circulação sanguínea pelos tecidos) e prejudicar o desenvolvimento embrionário, principalmente, no período gestacional precoce (ocorre o reconhecimento materno) e, ainda, pode ocasionar balanço energético negativo no animal, uma vez que, a excreção de cada grama de nitrogênio em excesso requer cerca de 7,4 kcal de energia metabolizável (Gonzalez & Silva, 2006).

Concentrações elevadas de NUP em vacas leiteiras no início lactação estão associadas com altos teores de NH3 e nitrogênio ureico no liquido folicular de folículos pré-ovulatórios, bem como no fluido uterino durante a fase lútea do ciclo estral (Hammon et al., 2005). O efeito do NH3 no início do desenvolvimento embrionário (Hammon et al., 2000; Sinclair et al., 2000) sugere que elevadas concentrações de NH3 nos fluidos reprodutivos diminuem a eficiência reprodutiva (Hammon et al., 2005). Butler et al. (1996) correlacionaram às concentrações de nitrogênio ureico plasmático e NUL com a taxa de prenhez em vacas leiteiras da raça Holandesa em dois experimentos (A = 160 vacas e B = 155 vacas). Concentrações de NUP e NUL maiores que 19 mg/dL^{-1} foram associadas com diminuição (P < 0,02) das taxas de prenhez (18 e 21% nos experimentos A e B). Essa redução foi relacionada às

alterações no pH e modificações no ambiente uterino. Além disso, o excesso de nitrogênio (NUP e NUL) excretado ocasionou redução na fertilidade após a inseminação artificial dos animais. Moore & Varga (1996) também verificaram que altos níveis de NUP e NUL podem diminuir a eficiência reprodutiva, provavelmente pelo desbalanço energético produzido. Além disso, Rajala-Schultz et al. (2001) relataram que vacas com concentração de NUL acima de 15,4 mg/dL^{-1} tiveram 2,4 e 1,4 vezes menos "chances" de prenhez, respectivamente, em relação aos animais com concentrações de NUL menores que 10 mg/dL^{-1} e de 10 a 12,7 mg/dL^{-1}. Todavia, Wenninger & Distl (1994) afirmaram que concentrações de NUL entre 15 e 25 mg/dL^{-1} são consideradas excelente para o trato reprodutivo, tanto para reduzir intervalos entre partos como para maximizar as taxas de concepção.

Valadares et al. (1997) sugeriram que os níveis de N-ureia plasmática entre 13,52 e 15,15 mg/dL correspondem à máxima eficiência microbiana. De acordo com Butler (1998), elevados teores de NUL e NUP são decorrentes de excesso de NNP e PB ou de um desbalanço da dieta das frações degradáveis e não degradáveis no rúmen, que indica um fornecimento exacerbado de N para os microrganismos ruminais e/ou tecidos (Aquino et al., 2009), o que pode ser prejudicial para oócitos, ambiente uterino e embriões (Sinclair et al., 2000). Segundo Hutjens (1996), valores de NUL entre 12 e 18 mg/dL^{-1}, são considerados ideais para um rebanho. Sendo que, valores abaixo ou acima, podem representar algum desbalanço na dieta dos animais. Valores de NUL abaixo de 12 mg/dL^{-1} no rebanho indicam que a dieta está com deficiência proteica ou com excesso de carboidratos, acarretando em limitações na fermentação ruminal, na síntese de proteína microbiana e no desempenho animal. Já, valores acima de 18 mg/dL^{-1} representam perdas energéticas e proteicas (eliminação da ureia), problemas reprodutivos, deficiência imunológica e contaminação ambiental (Benchaar et al., 1998; Hobson & Stewart, 2012; Wallace et al., 2012). Diante do exposto, Oliveira et al. (2004) verificaram que os níveis de ureia (0; 0,7; 1,4 e 2,1% na matéria seca total (MST)) na dieta de vacas leiteiras no pós-parto não influenciaram no teor de NUP (19,59 mg/dL^{-1}) e no pH uterino no estro (6,66) e na fase luteal (6,97). Adicionalmente, Rooke et al. (2004) reportaram que o aumento na concentração de amônia (1.6 µmol NH_4Cl/mL) afetou o metabolismo e crescimento das células da granulosa do folículo ovariano, prejudicando sua capacidade para suportar a maturação do oócito. Souza et al. (2004) forneceram 0 e 10% de ureia no sal mineral de vacas de corte em lactação, mantidas em campo nativo, e verificaram que a inclusão de 10% de ureia não afetou o consumo de sal mineral (100 a 135 g/animal/dia), proteína plasmática total, escore de condição corporal (ECC) e índice de prenhez (72%), ou seja, a adição de ureia à mistura mineral não influenciou a eficiência reprodutiva das matrizes.

Dawuda et al. (2004) relataram que dietas (17,5% de PB) com excesso de NNP (250g de ureia/vaca/dia) não apresentaram efeito sobre a ovulação de vacas de leite em lactação, visto que, a inclusão de ureia na dieta elevou a concentração plasmática de ureia (7 mmol/L); porém, não influenciou nas concentrações séricas de IGF-I (107,3 ng/mL), insulina (0,4 ng/mL), estradiol (6,1 pg/mL), e progesterona (23,7 ng/mL/dia), na secreção de LH e GH nas fases luteal antes e após a inseminação artificial e folicular do ciclo estral, e ainda, no número de folículos pequenos (7 < 0,5 cm), de folículos grandes (3,5 > 0,5 cm) e na taxa de vacas que ovularam (90%). A ausência de efeito negativo sobre a reprodução de vacas recebendo dietas com excesso de NNP pode ser devido a uma adaptação rápida da vaca para o aumento da ingestão de nitrogênio (Sinclair et al., 2000). A redução da fertilidade associada com o aumento do consumo de nitrogênio só ocorre se a ovulação, inseminação e implantação ocorrerem dentro de 10 dias após o aumento da ingestão de proteínas e NNP, já que, após 10 dias, a ovulação e a fertilidade podem ser restabelecidas na presença de elevada ingestão de proteína e NNP, talvez pelo impedimento de todo o potencial efeito tóxico da proteína, como resultado da adaptação homeostática da vaca (Dawuda et al., 2002).

Peixoto et al. (2006) verificaram que vacas de corte suplementadas do parto ao desmame com farelo de trigo + ureia (12,5g/ 100kg peso vivo/dia) apresentaram teor de NUP superior ao controle (sem suplementação) e ao tratamento farelo de trigo (18,19 *vs.* 14,54 e 12,48mg dL^{-1}, respectivamente) e teores de albumina sérica e NUL semelhante aos demais tratamentos. Além disso, os autores observaram que a taxa de concepção das vacas não foi influenciada pela suplementação e pelos teores de NUP e NUL.

Segundo Silva et al. (2010) a ureia pode ser adicionada até 1,32% na MS total da dieta de novilhas mestiças pré-púberes sem comprometer o ganho de peso diário e o diâmetro folicular, tendo em vista que a inclusão de ureia (0; 0,44; 0,88 e 1,32% na MST) na dieta não afetou a concentração plasmática

de colesterol total (média de 119,39 mg/dL^{-1}). Além disso, o diâmetro do maior folículo (11,08 mg/dL^{-1}) mensurado atingiu o tamanho necessário para adquirir capacidade ovulatória, que segundo Driancourt (2001) é quando o folículo atinge o diâmetro de 8 mm, desenvolvendo receptores para LH, passando a depender apenas do LH para continuar crescendo.

Considerações finais

A nutrição proteica se torna fundamental no desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas, uma vez que pode afetar direta ou indiretamente aspectos fisiológicos. Diante disso, devem-se adotar estratégias de suplementação que visam fornecer suplementos proteicos de forma equilibrada, sem exceder os limites, tanto no pré, quanto no pós-parto.

Referências bibliográficas

Aquino, A. A., Freitas Júnior, J. E., Gandra, J. R., Pereira, A. S. C., Rennó, F. P., & Santos, M. V. (2009). Utilização de nitrogênio não proteico na alimentação de vacas leiteiras: metabolismo, desempenho produtivo e composição do leite. *Veterinária e Zootecnia*, *16*(4), 575–591.

Arcuri, P. B., Lopes, F. C. F., & Carneiro, J. (2011). Microbiologia do rumen. In T. T. Berchielli, A. V Pires, & S. G. Oliveira (Eds.), *Nutrição de Ruminantes* (Issue 2th ed., pp. 115–148). FUNEP.

Arechiga, C. F., Ortiz, O., & Hansen, P. J. (1994). Effect of prepartum injection of vitamin E and selenium on postpartum reproductive function of dairy cattle. *Theriogenology*, *41*(6), 1251–1258. https://doi.org/10.1016/0093-691X(94)90482-X.

Barton, B. A., Rosario, H. A., Anderson, G. W., Grindle, B. P., & Carroll, D. J. (1996). Effects of dietary crude protein, breed, parity, and health status on the fertility of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *79*(12), 2225–2236. https://doi.org/0.3168/jds.S0022-0302(96)76599-2.

Bell, A. W. (1995). Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science*, *73*(9), 2804–2819.

Benchaar, C., Rivest, J., Pomar, C., & Chiquette, J. (1998). Prediction of methane production from dairy cows using existing mechanistic models and regression equations. *Journal of Animal Science*, *76*(2), 617–627.

Berchielli, T. T., Pires, A. V, & Oliveira, S. G. (2011). *Nutrição de Ruminantes*. FUNEP.

Butler, W. R. (1998). Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, *81*(9), 2533–2539. http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)70146-8.

Butler, W. R., Calaman, J. J., & Beam, S. W. (1996). Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *Journal of Animal Science*, *74*(4), 858–865. https://doi.org/10.2527/1996.744858x.

Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Craven, M., Gianola, D., Cook, N. B., Nordlund, K. V, Fricke, P. M., & Wiltbank, M. C. (2006). Analysis of Reproductive Performance of Lactating Cows on Large Dairy Farms Using Machine Learning Algorithms. *Journal of Dairy Science*, *89*(12), 4703–4722. http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72521-8

Caraviello, D. Z., Weigel, K. A., Fricke, P. M., Wiltbank, M. C., Florent, M. J., Cook, N. B., Nordlund, K. V, Zwald, N. R., & Rawson, C. L. (2006). Survey of Management Practices on Reproductive Performance of Dairy Cattle on Large US Commercial Farms. *Journal of Dairy Science*, *89*(12), 4723–4735. http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72522-X.

Dawuda, P. M., Scaramuzzi, R. J., Drew, S. B., Biggadike, H. J., Laven, R. A., Allison, R., Collins, C. F., & Wathes, D. C. (2004). The effect of a diet containing excess quickly degradable nitrogen (QDN) on reproductive and metabolic hormonal profiles of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science*, *81*(3–4), 195–208. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.09.008.

Dawuda, P. M., Scaramuzzi, R. J., Leese, H. J., Hall, C. J., Peters, A. R., Drew, S. B., & Wathes, D. C. (2002). Effect of timing of urea feeding on the yield and quality of embryos in lactating dairy cows. *Theriogenology*, *58*(8), 1443–1455. https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)00973-1.

Detmann, E., Paulino, M. F., Zervoudakis, J. T., Cecon, P. R., Valadares Filho, S. C., Gonçalves, L. C., Cabrak, L. S., & Melo, A. J. N. (2004). Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiços em pastejo durante a época seca: desempenho produtivo e características de carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *33*(1), 169–180.

Dewhurst, R. J., Davies, D. R., & Merry, R. J. (2000). Microbial protein supply from the rumen. *Animal Feed Science and Technology*, *85*(1–2), 1–21. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00139-5

Dias, J. C., Martins, J. A. M., Emerick, L. L., Souza, F. A., & Andrade, V. J. (2009). Efeitos da suplementação lipídica no aumento da eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, *33*(2), 95–104.

Driancourt, M. A. (2001). Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology*, *55*(6), 1211–1239. https://doi.org/10.1016/S0093-691X(01)00479-4.

El-Memari Neto, A. C., Zeoula, L. M., Cecato, U., Prado, I. N., Caldas Neto, S. F., Kazama, R., & Oliveira, F. C. L. (2003). Suplementação de novilhos nelore em pastejo de Brachiaria brizantha com diferentes níveis e fontes de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *32*(6), 1945–1955. https://doi.org/10.1590/s1516-35982003000800019.

Elrod, C. C. (1992). High dietary protein and high fertility: can we have both? *Proceedings-Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, 32–37.

Elrod, C. C., & Butler, W. R. (1993). Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *Journal of Animal Science*, *71*(3), 694–701. https://doi.org/10.2527/1993.713694x.

Elrod, C. C., Van Amburgh, M., & Butler, W. R. (1993). Alterations of pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. *Journal of Animal Science*, *71*(3), 702–706. https://doi.org/10.2527/1993.713702x.

Engel, C. L., Patterson, H. H., & Perry, G. A. (2008). Effect of dried corn distillers grains plus solubles compared with soybean hulls, in late gestation heifer diets, on animal and reproductive performance. *Journal of Animal Science*, *86*(7), 1697–1708. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0206.

Ferreira, A. M. (1993). Nutrição e atividade ovariana em bovinos: uma revisão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, *28*(9), 1077–1093.

Figueiredo, D. M., Paulino, M. F., Detmann, E., Moraes, E. H. B. K., Valadares Filho, S. C., & Souza, M. G. (2008). Fontes de proteína em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período das águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *37*(12), 2222–2232. https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001200021.

Franco, G. L., Faria, F. J. C., & D'Oliveira, M. C. (2016). Interação entre nutrição e reprodução em vacas de corte. *Informe Agropecuário*, *37*(292), 36–53.

Freitas, F. K., Rocha, M. G., Brondani, I. L., Restle, J., Neves, F. P., Roso, D., & Costa, V. G. (2005). Suplementação energética na recria de fêmeas de corte em pastagem cultivada de inverno. Dinâmica da pastagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *34*(6), 2029–2038.

Gonzalez, F. H. D., & Silva, S. C. (2006). *Introdução à bioquímica clínica animal*. Gráfica de Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Gurgel, A. L. C., Difante, G. S., Roberto, F. F. S., & Dantas, J. L. S. (2017). Suplementação estratégica para animais em pasto. *PUBVET*, *12*(4), 1–10. https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a62.1-10.

Hammon, D. S., Holyoak, G. R., & Dhiman, T. R. (2005). Association between blood plasma urea nitrogen levels and reproductive fluid urea nitrogen and ammonia concentrations in early lactation dairy cows. *Animal Reproduction Science*, *86*(3–4), 195–204. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.08.003.

Hammon, D. S., Wang, S., & Holyoak, G. R. (2000). Effects of ammonia during different stages of culture on development of in vitro produced bovine embryos. *Animal Reproduction Science*, *59*(1–2), 23–30. https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00071-3.

Hobson, P. N., & Stewart, C. S. (2012). *Rumen microbial ecosystem* (2nd ed.). Blackie Academic & Professional.

Hutjens, M. F. (1996). MUN as a management tool. In *Illinois Dairy Report*.

Jimenez Filho, D. L. (2013). Estresse calórico em vacas leiteiras: implicações e manejo nutricional. *PUBVET*, *7*(25), 2565–2677. https://doi.org/10.22256/pubvet.v7n25.1640.

Kane, K. K., Hawkins, D. E., Pulsipher, G. D., Denniston, D. J., Krehbiel, C. R., Thomas, M. G., Petersen, M. K., Hallford, D. M., Remmenga, M. D., & Roberts, A. J. (2004). Effect of increasing levels of undegradable intake protein on metabolic and endocrine factors in estrous cycling beef heifers. *Journal of Animal Science*, *82*(1), 283–291. https://doi.org/10.2527/2004.821283x.

Kaur, H., & Arora, S. P. (1995). Dietary effects on ruminant livestock reproduction with particular reference to protein. *Nutrition Research Reviews*, *8*(1), 121–136. https://doi.org/10.1079/nrr19950009.

Lean, I. J., Celi, P., Raadsma, H., McNamara, J., & Rabiee, A. R. (2012). Effects of dietary crude protein on fertility: Meta-analysis and meta-regression. *Animal Feed Science and Technology*, *171*(1), 31–42. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.09.017.

McEvoy, T. G., Robinson, J. J., Aitken, R. P., Findlay, P. A., & Robertson, I. S. (1997). Dietary excesses of urea influence the viability and metabolism of preimplantation sheep embryos and may affect fetal growth among survivors. *Animal Reproduction Science*, *47*(1–2), 71–90. https://doi.org/10.1016/S0378-4320(96)01627-2.

Moore, D. A., & Varga, G. (1996). BUN and MUN: Urea nitrogen testing in dairy cattle. *The Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, *18*, 712–721.

Moreira, F., Risco, C., Pires, M. F. A., Ambrose, J. D., Drost, M., DeLorenzo, M., & Thatcher, W. W. (2000). Effect of body condition on reproductive efficiency of lactattng dairy cows receiving a timed insemination. *Theriogenology*, *53*(6), 1305–1319. https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00274-0.

Nagaraja, T. G., Newbold, C. J., Van Nevel, C. J., & Demeyer, D. I. (2012). Manipulation of ruminal fermentation. In P. N. Hobson & C. S. Stewart (Eds.), *The rumen microbial ecosystem* (Vol. 1, pp. 523–632). Black Acaddemic & Professional.

NRC. (1989). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (7th (ed.); 7th rev.). Natl. Acad. Press, Washington, DC.

NRC. (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids* (7th rev.). Natl. Acad. Press, Washington, DC.

NRC. (2016). *Nutrient Requirements of Beef Cattle, 8th Revised Edition*. National Academies Press. https://doi.org/10.17226/19014

Oliveira, M. M. N. F., Torres, C. A. A., Valadares Filho, S. C., Santos, A. D. F., & Properi, C. P. (2004). Uréia para vacas leiteiras no pós-parto: desempenhos produtivo e reprodutivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *33*[6 (Supl.], 2266–2273. https://doi.org/10.1590/s1516-35982004000900012.

Peixoto, L. A. O., Brondani, I. L., Nürnberg, J. L., Restle, J., Filho, D. C. A., Pazini, M., Coradini, M. T., & Santos, C. V. M. (2006). Perfil metabólico protéico e taxas de concepção de vacas de corte mantidas em pastagem natural ou suplementadas com farelo de trigo com ou sem uréia. *Ciência Rural*, *36*(6), 1873–1877.

Pilau, A., Rocha, M. G., Restle, J., Estivalet, R., Neves, F. P., & Quadros, B. P. (2004). Recria de novilhas de corte com diferentes níveis de suplementação energética em pastagem de aveia preta e azevém. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *33*(6 SUPPL. 2), 2104–2113. http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0.

Rajala-Schultz, P. J., Saville, W. J. A., Frazer, G. S., & Wittum, T. E. (2001). Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *84*(2), 482–489. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74498-0.

Reis, R. A., Rodrigues, L. R. A., & Pereira, J. R. A. (1997). A suplementação como estratégia de manejo da pastagem. *Simpósio Sobre Manejo da Pastagem*, *13*, 123–150.

Restle, J., Pacheco, P. S., Moletta, J. L., Brondani, I. L., & Cerdótes, L. (2003). Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *32*(3), 585–597. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000300010.

Rhoads, M. L., Gilbert, R. O., Lucy, M. C., & Butler, W. R. (2004). Effects of urea infusion on the uterine luminal environment of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *87*(9), 2896–2901. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73420-7.

Roche, J. F. (2006). The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science*, *96*(3–4), 282–296.

Rooke, J. A., Ewen, M., Mackie, K., Staines, M. E., McEvoy, T. G., & Sinclair, K. D. (2004). Effect of ammonium chloride on the growth and metabolism of bovine ovarian granulosa cells and the development of ovine oocytes matured in the presence of bovine granulosa cells previously exposed to ammonium chloride. *Animal Reproduction Science*, *84*(1–2), 53–71. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.12.005.

Santos, F. A. P., Martinez, J. C., Greco, L. F., Carareto, R., & Penati, M. A. (2008). Nutrição de vacas em lactação, no período chuvoso, para a produção intensiva de leite em pasto. *Caderrnos Técnicas Veterinária e Zootecnia*, *57*, 1–39.

Santos, J. E. P., & Sá Filho, M. F. (2006). Nutrição e reprodução em bovinos. *Biotecnologias Da Reprodução Em Bovinos*, *2*, 30–54.

Sartori, R., & Guardieiro, M. M. (2010). Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *39*, 422–432. https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300047.

Signoretti, R. D., Queiroz, M. F. S., Berchielli, T. T., Shmidek, A., Oliveira, E. M., & Dib, V. (2012). Crescimento, comportamento ingestivo e desempenho reprodutivo de novilhas mestiças Holandês x Zebu, em pastejo, submetidas à suplementação proteica durante a época das águas. *Ciência Animal Brasileira*, *13*(3), 298–305. https://doi.org/10.5216/cab.v13i3.14425.

Silva, A., Neiva, J. N. M., Araujo, V. L., Falcão, A. J. S. & Borges, A. M. (2010). Productive and reproductive performance of heifers fed different levels of urea in the Diet. *Revista Ciência Agronômica*, 41(4), 677-685. https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000400023

Silva, D. C., Santos, G. T., Branco, A. F., Damasceno, J. C., Kazama, R., Matsushita, M., Horst, J. A., Santos, W. B. R., & Petit, H. V. (2007). Production performance and milk composition of dairy cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. *Journal of Dairy Science*, *90*(6), 2928–2936. https://doi.org/10.3168/jds.2006-573

Silva, S. R. (2017). *Níveis de suplementação com diferentes concentrações de proteína não degradável no rúmen para bovinos de corte em pastejo*. Universidade Federal de Mato Grosso.

Sinclair, K. D., Sinclair, L. A., & Robinson, J. J. (2000). Nitrogen metabolism and fertility in cattle: I. Adaptive changes in intake and metabolism to diets differing in their rate of energy and nitrogen release in the rumen. *Journal of Animal Science*, *78*(10), 2659–2669. https://doi.org/10.2527/2000.78102670x.

Sotelo, D., Paulino, M. F., Rennó, L. N., Detmann, E., Ortega, R. M., Marquez, D. C., Martins, L. S., Almeida, D. M., Lima, J. A. C., & Moura, F. H. (2018). Performance and metabolic status of grazing beef heifers receiving increasing protein supplementation pre-and postpartum. *Animal Production Science*, *59*(7), 1244–1252. https://doi.org/10.1071/AN17485.

Souza, R. M., Filappi, A., Prestes, D., Liston, M. A., Antoniazzi, A., & Cecim, M. (2004). Perfil protéico e eficiência reprodutiva de vacas de corte em lactação suplementadas com uréia no verão. *Archives of Veterinary Science*, *9*(2), 89–93. https://doi.org/10.5380/avs.v9i2.4070.

Sullivan, T. M., Micke, G. C., & Perry, V. E. A. (2009). Influences of diet during gestation on potential postpartum reproductive performance and milk production of beef heifers. *Theriogenology*, *72*(9), 1202–1214. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.07.016.

Tamminga, S. (2006). The effect of the supply of rumen degradable protein and metabolisable protein on negative energy balance and fertility in dairy cows. *Animal Reproduction Science*, *96*(3–4), 227–239. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2006.08.003

Triplett, B. L., Neuendorff, D. A., & Randel, R. D. (1995). Influence of undegraded intake protein supplementation on milk production, weight gain, and reproductive performance in postpartum Brahman cows. *Journal of Animal Science*, *73*(11), 3223–3229. https://doi.org/10.2527/1995.73113223x.

Vadiveloo, J., & Holmes, W. (1979). Supplementary feeding of grazing beef cattle. *Grass and Forage Science*, *34*(3), 173–179. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1979.tb01464.x

Valadares Filho, S. C., Costa e Silva, L. F., Gionbelli, M. P., Rotta, P. P., Marcondes, M. I., Chizzotti, M. L., & Prados, L. F. (2016). *Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzado - BR-Corte* (Vol. 1). Universidade Federal de Viçosa. https://doi.org/10.5935/978-85-8179-111-1.2016b001.

Valadares Filho, S. C., Pina, D. S., & FUNEP. (2011). Fermentação ruminal. In T. T. Berchielli, A. V Pires, & S. G. Oliveira (Eds.), *Nutrição de Ruminantes* (Issue 2th ed., pp. 161–192). FUNEP.

Valadares Filho, S. C., Moraes, E. H. B. K., Magalhães, K. A., Chizzotti, M. L., & Paulino, M. F. (2004). Alternativas para otimização da utilização de uréia para bovinos de corte. *IV Simpósio de Produção de Gado de Corte*, 313–338.

Valadares, R. F. D., Gonçalves, L. C., Sampaio, I. B., Rodriguez, N. M., & Silva, J. F. C. (1997). Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidade e balanço de compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *26*(6), 1259–1263.

Van Soest, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. In *Nutritional Ecology of the Ruminant* (Vol. 1, Issue 2). Cornell University Press. https://doi.org/10.7591/9781501732355

Vaz, R. Z., Restle, J., Vaz, M. B., Pascoal, L. L., Vaz, F. N., Brondani, I. L., Filho, D. C. A., & Neiva, J. N. M. (2012). Performance of beef heifers until calving receiving different levels of supplementation during the breeding season, at 14 months of age. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *41*(3), 797–806. https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000300045

Wallace, R. J., Onoder, R., & Cotta, M. A. (2012). Metabolism of nitrogen-containing compounds. In P. N. Hobson & C. S. Stewart (Eds.), *Rumen microbial ecosystem* (2nd ed., Vol. 1, pp. 283–328). Blackie Academic & Professional.

Wenninger, A., & Distl, O. (1994). Urea and acetone content in milk as indicators for nutritionally caused fertility disorders of dairy cows. *DTW. Deutsche Tierarztliche Wochenschrift*, *101*(4), 152–157.

Zervoudakis, J. T., Zanin, R., Silva, L. C. R. P., Zervoudakis, L. K. H., Cabral, L. S., Benatti, J. M. B., & Marques, R. P. S. (2015). Níveis de farelo de algodão de alta energia em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo: desempenho e avaliação econômica. *Semina: Ciências Agrárias*, *36*(5), 3283–3291. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n5p3283.

Histórico do artigo:
Recebido: 6 de junho de 2022
Aprovado: 26 de julho de 2022
Disponível online: 3 de agosto de 2022

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 creditados.