

INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA NO DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS MANTIDAS A PASTO

(Influence of lipid supplementation on grazing dairy cow performance)

Ícaro Rainyer Rodrigues de CASTRO*; Grazielle de
Carvalho REIS; Dayana Lima MACIEL

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), PA 275, S/N, Zona Rural,
Parauapebas, PA. CEP: 66.515-000. *E-mail: icarorainyer@hotmail.com

RESUMO

A adição de lipídios como suplemento para vacas leiteiras criadas a pasto tem recebido atenção nos últimos anos, principalmente devido ao aumento da produção de leite, necessidade de se elevar o nível de energia das dietas e contribuição positiva para algumas funções orgânicas. A manipulação industrial dos ácidos graxos tornou possível a utilização de lipídios na alimentação de ruminantes, ultrapassando os limites que apresentam alguma interferência no ambiente ruminal. No processo de tomada de decisão a respeito da escolha de alimentos a serem incluídos nas dietas de animais de alta produção, devem ser adotadas precauções a respeito dos níveis de inclusão nas dietas, respeitando os limites de toxidez apresentado pelos lipídios na flora do rúmen, capazes de comprometer as atividades metabólicas, variáveis ruminais, composição do leite e produtividade dos animais. Dessa forma, a presente revisão de literatura foi elaborada com o objetivo de abordar aspectos relacionados à utilização de suplementação lipídica nas variáveis ruminais e composição do leite de vacas leiteiras criadas a pasto.

Palavras-chave: Consumo, densidade energética, produção de leite, nutrição animal.

ABSTRACT

The addition of lipids as a supplement for grazing dairy cows has received attention in recent years, mainly due to increased milk production, the need to rise the energy level of diets and the positive contribution to some organic functions. The industrial handling of fatty acids made it possible to use lipids in ruminant feed beyond the limits that can cause interference in the rumen environment. In the decision-making process regarding the choice of feed to be included in the diets of high yielding animals, precautions should be taken regarding the levels of inclusion in the diets, respecting the toxicity limits presented by the lipids in the rumen flora, metabolic activity, ruminal parameters, milk composition and animal productivity. Thus, this literature review was designed to address aspects related to the use of lipid supplementation in ruminal parameters and milk composition of grazing dairy cows.

Key words: Animal nutrition, energy density, intake, milk yield.

INTRODUÇÃO

A caracterização do valor nutritivo dos alimentos possui grande importância para os ruminantes, pois através deste conhecimento pode-se ajustar adequadamente os nutrientes

e teor de energia presentes na dieta de acordo com o consumo e os requerimentos nutricionais dos animais (BASSI *et al.*, 2012). Assim como, avaliar a presença de componentes antinutricionais que possam vir a afetar negativamente o desempenho e a composição do leite.

Lipídios são elementos biológicos insolúveis em água, porém solúveis em solventes orgânicos. Dentro deste grupo estão inclusos o colesterol e as gorduras, tais como triacilglicerol e fosfolípido, representando os elementos de maior liberação energética, 2,25 mais energia, quando comparado com a mesma massa de carboidratos (MATTOS *et al.*, 2000).

O consumo de componentes energéticos da dieta, a citar os lipídios, são os fatores que mais limitam a produção de leite a pasto, e conseqüentemente, o desempenho de vacas leiteiras. Visto que, se referem a nutrientes que fazem parte do processo de síntese do leite, é crescente a busca por estratégias e alternativas de suplementação capazes de diminuir essa deficiência e potencializar a produção leiteira no país (CARDOSO *et al.*, 2017).

A utilização de suplementação lipídica tem como benefícios a potencialização da utilização do nitrogênio pelas bactérias ruminais, a redução das perdas por metano e as melhorias no valor nutritivo do leite, que tem seu perfil alterado de acordo com a fonte lipídica utilizada na suplementação (CALLEGARO *et al.*, 2015).

Dessa forma, visando a obtenção de melhores desempenhos e conseqüentemente, maior impacto econômico, a pecuária leiteira vem investindo na utilização de suplementos ricos em lipídios para dietas de bovinos leiteiros criados em sistemas de pastejo (MARCON *et al.*, 2012).

Neste contexto, o conhecimento sobre a importância da suplementação lipídica e ação desta na nutrição de ruminantes faz-se necessária para melhor compreender a contribuição direta e/ou indireta destas fontes de energia no desempenho de rebanhos leiteiros (TYAGI *et al.*, 2010). Dessa forma, a presente revisão de literatura foi elaborada com o objetivo de abordar aspectos relacionados à utilização de suplementação lipídica nas variáveis ruminais e composição do leite de vacas leiteiras criadas a pasto.

DESENVOLVIMENTO

Utilização de lipídeos na nutrição de ruminantes

A inclusão de lipídios na formulação de rações para vacas leiteiras tem recebido enfoque nos últimos anos, principalmente devido ao aumento da produção leiteira acompanhada da necessidade no incremento calórico das dietas destinadas a esses animais. O aumento do nível de energia com o uso de lipídios é especialmente importante na fase inicial da lactação, a fim de diminuir a perda de peso e minimizar o balanço energético negativo (BEN). Nesta fase da vida produtiva, o consumo de alimentos por parte do animal decresce devido estresse pós-parto, que acaba tendo como conseqüências a redução da produção total de leite na lactação e a baixa eficiência reprodutiva em períodos subseqüente (LIMA *et al.*, 2011).

A dieta basal ofertada a vacas leiteiras geralmente contém de 2% a 3% de gordura da matéria seca (MS) proveniente de fontes vegetais (principalmente de grãos, forragens,

sementes oleaginosas e coprodutos da agroindústria), de modo que incluir mais 1% a 3% de gordura oriunda de fontes suplementares resulta em cerca de 5% de gordura na dieta, que além de proporcionar o incremento energético, acarreta em melhoria na eficiência alimentar, no desempenho animal, e conseqüentemente, leva ao incremento na produção e composição do leite (MESSANA *et al.*, 2012). Para elevação do conteúdo lipídico das dietas à níveis superiores a essa concentração, fontes inertes de lipídios a nível ruminal devem ser utilizadas para elevar em mais 1% a 2%, resultando em 6% a 7% de gordura total na dieta (EASTRIDGE, 2014).

Os lipídios são os principais elementos utilizados para aumentar o teor de energia das dietas por serem constituídos de grande proporção de ácidos graxos, os quais possuem 2,25 vezes mais energia quando comparados aos carboidratos, sendo dessa forma considerados ingredientes dietéticos com alta concentração de energia prontamente disponível a ser utilizada pelo metabolismo animal (FANCHONE *et al.*, 2012).

Dentre as principais fontes suplementares de lipídios destacam-se as sementes oleaginosas que apresentam teor de ácidos graxos variando de 18% a 40%, e a maioria dos lipídios encontrados nestas, por serem de origem vegetal, apresentam-se na forma de cadeias insaturadas. A inclusão de lipídios insaturados nas dietas para ruminantes fornece efeitos desejáveis, tais como inibir a produção de metano e amônia no rúmen (RAIOL *et al.*, 2012), e efeitos indesejáveis, como a inibição sobre a digestibilidade da matéria seca da dieta e diminuição da relação acetato/propionato (CHALUPA *et al.*, 1986).

A adição de gordura a rações pode afetar a eficiência produtiva das vacas leiteiras por meio da combinação de efeitos calóricos e não-calóricos. Os efeitos calóricos estão ligados a um maior teor e eficiência energética dos lipídios em comparação aos carboidratos ou proteínas, sendo o benefício geral, o aumento da produção de leite. Os efeitos não-calóricos são benefícios da gordura adicionada às dietas que não são diretamente ligados ao seu conteúdo energético ou ao aumento da produção de leite. Exemplos de efeitos não-calóricos incluem melhor desempenho reprodutivo e perfil de ácido graxo alterado do leite (JENKINS e HARVATINE, 2014).

Outro benefício ligado ao uso de gordura nas dietas, especialmente em regiões quentes, seria seu papel no menor incremento calórico, responsável também por uma melhor conversão alimentar de animais criados nestas regiões (MEDEIROS *et al.* 2015).

Com o passar dos anos, o aumento do potencial genético das vacas leiteiras levou a uma maior suplementação desses animais com alimentos concentrados, a fim de atender suas necessidades nutricionais. Os concentrados são alimentos com maior densidade energética quando comparados às forragens, contudo, o fornecimento de fibra dietética adequada ainda se faz necessário para a manutenção das funções ruminais, devido a esse fator, a utilização de concentrados em dietas de ruminantes precisa ser controlada. A inclusão de grandes quantidades de concentrados em dieta de ruminantes resulta diretamente na redução do pH ruminal, digestibilidade da fibra, proporção de acetato/propionato, aumento do risco de acidose ruminal e redução da concentração de gordura do leite (HILLS *et al.*, 2015). Fornecer altos níveis de gordura suplementar para vacas leiteiras (>8-9% da gordura total na dieta) pode resultar em efeitos deletérios similares no ambiente ruminal, mas vale ressaltar que no que concerne à produção leiteira, os principais efeitos estão ligados à depressão na

concentração de gordura e/ou proteína no leite devido ao seu efeito na ingestão de matéria seca e na digestão das fibras.

Insuasti *et al.* (2014) avaliaram os impactos negativos do uso de lipídios superior a 5% da dieta para ruminantes, mostrando que os suplementos de gordura com lipídios principalmente insaturados podem ter efeitos tóxicos sobre bactérias ruminais Gram-positivas, afetando particularmente as bactérias celulolíticas e o crescimento de protozoários, também podendo reduzir a produção de amônia e a degradabilidade das fibras realizada por estes microrganismos.

Outro aspecto a ser ponderado antes de se aplicar a suplementação lipídica a um rebanho, é o período do ciclo de produção. O fornecimento de gordura suplementar durante a fase inicial da lactação como fonte de energia tem que ser feito com cautela. Embora este período seja marcado pela perda de peso corporal, pois a demanda para manutenção e produção de leite excede a ingestão de energia, a adição de gordura na dieta pode não melhorar o estado energético podendo até implicar em depressão na ingestão de MS. Assim, a baixa inclusão (aproximadamente 1%) de gorduras naturais ou especiais é recomendada nas dietas de vacas durante a lactação inicial. Após 30 a 60 dias em lactação, níveis mais altos de gordura podem passar a ser fornecidos, potencializando a produtividade do animal (EASTRIDGE, 2014).

A vaca jovem, nas primeiras lactações e ainda em desenvolvimento parece ser a mais propensa a responder a nutrientes suplementares na dieta do que vacas em estágios mais avançados da vida produtiva, devido ao fato de utilizar os nutrientes da dieta e as reservas corporais acumuladas na forma de gordura corporal para a produção de leite (EMBRAPA, 2011).

A vaca jovem, nas primeiras lactações e ainda em desenvolvimento parece ser mais propensa a responder à nutrientes suplementares na dieta do que vacas em estágios mais avançados da vida produtiva, principalmente no que diz respeito a alimentos energéticos devido à necessidade dessa categoria animal de utilizar os nutrientes da dieta e as reservas corporais acumuladas na forma de gordura corporal para a produção de leite, manutenção e desenvolvimento corporal por ainda estarem em desenvolvimento, sendo assim, são os animais de maior exigência nutricional no rebanho (EMBRAPA, 2011).

Uma situação adequada para a suplementação de gordura pode ocorrer quando as condições de pastagem ou intervalo entre partos são limitantes ou provavelmente serão limitantes antes e durante a estação de reprodução. Vale ressaltar que a alimentação com gordura suplementar a novilhas ou vacas em boas condições corporais, criadas em pastos de qualidade e com boa disponibilidade de recursos pode não proporcionar qualquer benefício ao animal além da contribuição energética à dieta, sendo dessa forma, necessário ponderar quando a suplementação é realmente necessária no rebanho (BINDARI *et al.*, 2013).

Neste cenário, os suplementos lipídicos utilizados em rações leiteiras são agrupados de acordo com os efeitos destes na fermentação ruminal e na digestão. Um grupo inclui gorduras especificamente concebidas para evitar problemas de digestibilidade, tais como sais de cálcio de ácidos graxos e gorduras hidrogenadas. Essas gorduras estão disponíveis comercialmente e têm a vantagem adicional de serem gorduras secas que são facilmente transportadas e misturadas com outros componentes da dieta. Este grupo é classificado como gorduras "inertes no rúmen", ressaltando que elas apresentam nenhum ou poucos efeitos

negativos na digestão de fibras no rúmen. As gorduras inertes no rúmen também são muitas vezes citadas na literatura como gorduras *by-pass* ou gordura protegida (JENKINS e HARVATINE, 2014).

O segundo grupo de suplementos de gordura inclui os compostos oriundos de fontes vegetais e animais que apresentam potencial de causar distúrbios digestivos de diferentes maneiras. Incluem-se neste grupo os óleos vegetais, sementes oleaginosas inteiras e coprodutos com altos teores de gordura, como os oriundos do processamento de alimentos. Estas gorduras são conhecidas como “reativas no rúmen” devido ao seu potencial para causar alterações significativas na microbiota e fermentação ruminal (JENKINS e HARVATINE, 2014).

Com a manipulação industrial dos ácidos graxos tornou possível a utilização de lipídios na alimentação de ruminantes ultrapassando os limites que apresentam alguma interferência no ambiente ruminal (DONICHT *et al.*, 2011). Dessa forma, com o objetivo de reduzir o efeito negativo da gordura nos microrganismos ruminais, permitindo a potencialização da função do nutriente, estudos estão sendo realizados para identificar as várias fontes de lipídios e seus efeitos na cinética ruminal (LIMA *et al.*, 2017).

EFEITOS DA INCLUSÃO DE LIPÍDEOS NA PRODUTIVIDADE

Consumo

Quando comparados aos demais nutrientes, os lipídios não costumam estar presentes em grandes quantidades em dietas de ruminantes. Medeiros *et al.* (2015) afirmam que esses animais tiveram sua evolução atrelada ao consumo de forragens, que naturalmente têm valores baixos deste elemento, próximos a 3% na MS (30 g de lipídios para cada kg de MS). Naturalmente, portanto, esse nutriente tem sua inclusão limitada nas dietas, não devendo exceder os 6% da MS consumida (60 g de lipídios para cada kg de MS). A principal razão para essa limitação seria a influência negativa da gordura na degradabilidade da fibra a nível ruminal.

São conhecidas duas hipóteses de caráter não excludente que podem estar ligadas à essa influência do consumo de lipídios na degradação da fibra no rúmen. A primeira delas leva em consideração o caráter químico devido à toxicidade dos ácidos graxos, especialmente dos que se apresentam, na forma insaturada para as bactérias celulolíticas presentes no rúmen. E a segunda, leva em conta os aspectos físicos atribuídos ao efeito de recobrimento das partículas de alimento pela gordura, dificultando a adesão das bactérias celulolíticas. Há evidências apontando o efeito químico como preponderante e, quanto mais insaturada a gordura, mais tóxica ela é para os microrganismos ruminais devido à maior solubilidade dos ácidos graxos poli-insaturados no rúmen (JENKINS, 1993; HARFOOT e HAZLEWOOD, 1997).

Microbiota e degradação ruminal

A incapacidade microbiana em utilizar os lipídios como substrato para o seu crescimento desencadeia uma série de alterações no ambiente ruminal. Um dos principais efeitos prejudiciais da inclusão de elevadas concentrações de lipídios é a redução na digestão

ruminal da fibra (GOMES *et al.*, 2015). Desse modo, as quantidades e as proporções de ácidos graxos voláteis sintetizados no rúmen podem ser negativamente alteradas, especialmente a relação acetato/propionato (FANCHONE *et al.*, 2012), uma vez que devido ao menor acesso das bactérias celulolíticas ao material vegetal, devido ao recobrimento das partículas por gorduras, há uma menor síntese de acetato, desbalanceando a relação. Dessa forma, como consequência, ocorre o decréscimo da produção total de leite e da produção e proporção de gordura no leite devido ao papel do acetato como precursor da gordura do leite. Essas respostas, no entanto, não devem ser generalizadas, pois estão intimamente relacionadas à forma de inclusão dos lipídios nas dietas, ao grau de sua insaturação e ao comprimento da cadeia lipídica administrada.

Mesmo ocasionando alterações na microbiota, a inclusão de lipídios na alimentação de ruminantes pode levar ao aumento da eficiência microbiana, pois os microrganismos passam a poupar ATP da síntese de ácidos graxos, por estes já estarem presentes na dieta (DONICHT *et al.*, 2011). Costa *et al.* (2011) enfatizaram a importância de determinar a proporção a ser usada de gordura na dieta de bovinos sem causar problemas metabólicos e digestivos aos animais.

Desempenho animal

A ingestão de matéria seca é o principal fator que afeta o desempenho animal, influenciando na quantidade total de nutrientes que o animal recebe para utilizar em suas atividades metabólicas, crescimento e desempenho produtivo (ARRIGONI *et al.*, 2013).

No processo de tomada de decisão a respeito da escolha de alimentos a serem incluídos na dieta de animais de alta produção, devem ser tomadas precauções a respeito das quantidades, das práticas de armazenamento e dos efeitos tóxicos ou antinutricionais apresentados pelos alimentos em potencial, a serem incluídos na alimentação, bem como dos possíveis impactos tanto positivos quanto negativos destes alimentos no desempenho animal (ARRIGONI *et al.*, 2013). Como exemplo a ser destacado, a maioria das tortas ou farelos das oleaginosas que vêm sendo utilizadas para produção de biodiesel no Brasil, podem ser utilizadas na alimentação animal como sucedâneo a alimentos mais onerosos e/ou que competem com a alimentação humana.

A produção total de gases de origem ruminal, principalmente de metano, foi significativamente diminuída pela inclusão de tortas de algodão, dendê, mamona e pinhão em substituição total ao farelo de soja na dieta (LASCANO; CÁRDENAS, 2010). Efeitos da suplementação de lipídios no desempenho de vacas leiteiras foram observados como responsáveis pelo aumento na produção leiteira e mostrou efeitos variáveis na qualidade do leite. Um desses efeitos é a variação na composição ácida da gordura do leite, bem como uma diminuição do teor de ácidos graxos de cadeia média e um aumento do teor de ácidos graxos de cadeia longa (TOLENTINO *et al.*, 2015).

Palmquist e Mattos (2011), sugerem que mesmo com a suplementação de 8% até 10% proporciona boa resposta dos animais em confinamento em regiões com temperaturas mais elevadas, pois a suplementação aumenta a ingestão de energia. Entretanto, a resposta produtiva de vacas leiteiras à suplementação com fontes lipídicas é bastante variável, de -4,4 a 9,6 kg de leite/dia. Essa considerável variação tem sido atribuída às diferentes condições fisiológicas das vacas, ao tipo de volumoso da dieta basal, à quantidade total de

energia consumida pelo animal sob suplementação e à quantidade e composição da fonte lipídica utilizada.

Em dietas de vacas Holandês x Gir a suplementação da silagem de milho com níveis médios de 8,12% de glicerina na dieta em substituição ao milho moído, apresentou potencial para produção de 20 kg/dia de leite com elevado teor de sólidos totais. (DUQUE *et al.*, 2018).

Vacas leiteiras mantidas a pasto e suplementadas com óleo de licuri na dieta apresentaram aumentos na produção diária e corrigida para 3,5% de gordura do leite, que variaram de 8,36 a 9,07 litros com a adição do óleo de licuri, um aumento de 8,5% em relação ao tratamento controle, os animais que receberam a suplementação também apresentaram melhor conversão alimentar e aumento da ingestão de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro com suplementação. O estudo mostrou que a suplementação de gado leiteiro em pastoreio com lipídios é uma tecnologia que permite a correção de dietas desequilibradas e a melhoria da produção de leite (LIMA *et al.*, 2011).

A inclusão de gordura não saturada na dieta de ruminantes é mais provável de reduzir o consumo de MS do que o fornecimento de gordura saturada, devido aos seus potenciais efeitos negativos na digestão ruminal. No entanto, os resultados são variáveis, incluindo efeitos negativos, neutros ou mesmo positivos na função ruminal. Em estudo testando diferentes fontes lipídicas suplementares (óleo de soja ou linhaça), o efeito da gordura suplementar na ingestão de MS mostrou respostas diferentes, dependendo da mistura de óleo específica consumida. Os resultados confirmaram a existência de uma ampla plasticidade na composição de ácidos graxos do leite em resposta à alimentação de ácidos graxos poli-insaturados para vacas leiteiras em pastejo, o que constitui uma ferramenta, a fim de melhorar o valor nutricional e agregado do leite com um potencial benefício para a saúde do consumidor (ANTONACCI *et al.*, 2017).

INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA NA COMPOSIÇÃO DO LEITE

Gordura do leite

A alteração do perfil de ácidos graxos do leite por meio da nutrição vem recebendo atenção considerável nos últimos anos. O perfil de ácidos graxos do alimento fornecido aos animais determina muitas das características físicas, organolépticas e nutricionais do leite e de seus derivados lácteos (MARÍN *et al.*, 2013). Sabe-se que devido às diferentes composições de ácidos graxos presentes no óleo vegetal de diferentes oleaginosas, esses alimentos irão apresentar efeitos diferentes no desempenho animal e no perfil de ácidos graxos de leite. Dentre esses óleos, o fornecimento de óleos vegetais ricos em ácido linoleico conjugado (CLA) tem sido a principal estratégia utilizada para se enriquecer o valor nutricional do leite (LUNSIN *et al.*, 2012).

Os derivados lácteos ricos em ácidos graxos poli-insaturados ou CLA podem oferecer potenciais benefícios à saúde humana. Recentemente, tem havido interesse crescente em aumentar a concentração de CLA no leite bovino devido ao seu potencial, como agente anticancerígeno, de combater doenças cardiovasculares, sua capacidade de estimular o sistema imunológico, reduzir a gordura corporal e aumentar o crescimento (KLIEM e

SHINGFIELD, 2016). A gordura do leite é considerada a principal fonte natural de CLA e sua concentração dependerá do número de lactação, tipo de dieta, estação e suplementação de gordura (LARSEN *et al.*, 2012).

A porcentagem de gordura do leite é diretamente influenciada pelo tipo e forma de realização da suplementação lipídica. Ou seja, sabe-se que as mudanças marcadas no balanço energético, como o progresso da vaca através da lactação, podem influenciar a extensão em que os lipídios adicionados à dieta são divididos entre a deposição no tecido adiposo e produção de leite (KIROVSKI *et al.*, 2015). Em geral, já foi observado que devido à realização de suplementação lipídica existe um aumento na concentração de ácidos graxos de cadeia longa e redução de ácidos graxos sintetizados por meio de síntese *de novo*. Esta redução já foi apontada como sendo maior quando são utilizados suplementos ricos em ácidos graxos insaturados, que também foram apontados como responsáveis pela redução da concentração de gordura do leite. Dessa forma, um efeito direto de alguns ácidos graxos pré-formadas na síntese mamária poderia ser a principal causa dessa redução do teor de gordura (LI *et al.*, 2012).

Outro fator apontado como causa da redução da gordura do leite seria o fato de que o excesso de ácidos graxos insaturados no rúmen destrói a membrana das bactérias fibrolíticas, podendo ocasionar redução da produção de acetato, devido a este ácido ser um dos precursores primários da síntese da gordura do leite (MAPATO *et al.*, 2010). A depressão da gordura do leite também pode estar associada a mudanças no padrão de biohidrogenação ruminal de ácidos graxos insaturados que leva ao acúmulo de ácidos graxos (*trans*-10 18:1 e *trans*-10 *cis*-12 18:2) no rúmen e inibem a síntese na glândula mamária (DOREAU *et al.*, 2011). Estudos apontam a presença de ácidos graxos insaturados como substrato e um ambiente alterado do rúmen como condições necessárias para a redução da gordura do leite (SHARIFI, 2016).

Pesquisas realizadas por Hollmann e Beede (2012) utilizando os ácidos láurico dietético (C12:0) e mirístico (C14:0) mostram que os mesmos tem a capacidade de aumentar sua respectiva proporção no leite (HRISTOV *et al.*, 2011) de acordo com variações dietéticas dos animais, podendo ter efeitos direto na saúde humana aumentando o valor nutricional do leite.

Contudo, é sabido que diferentes tipos de suplementos mostrou que alimentar vacas com dietas ricas em gordura é capaz tanto de elevar quanto reduzir a gordura do leite, um exemplo disso é o estudo apresentado por He *et al.* (2012) onde os autores evidenciaram que a suplementação de gordura da dieta não tem efeito sobre a gordura do leite, demonstrando a variabilidade dos resultados, dependendo da fonte lipídica que está sendo utilizada.

Proteína do leite

A porcentagem de proteína é o elemento mais determinante com relação ao valor agregado ao leite e, portanto, o entendimento do efeito da suplementação de gordura sobre este componente é de grande interesse para os produtores, pois os diferentes estudos sobre o assunto apresentam resultados distintos e inconclusivos.

Sharifi (2016) observou a incidência de redução significativa na proteína do leite de vacas que estavam recebendo suplementação lipídica. Auld *et al.* (2013) relataram que a suplementação de gordura não reduziu significativamente o teor de proteína do leite (0,02

g/100g), enquanto o rendimento da proteína do leite aumentou 22,8 g/dia com suplementação de gordura, principalmente devido ao aumento da produção de leite.

Sugere-se que a adição de gordura dietética limite a síntese proteica microbiana que poderia estar associada à diminuição do teor proteico do leite (HE *et al.*, 2012; HOLLMANN e BEEDE, 2012). Como a produção de leite é muitas vezes aumentada com o fornecimento de gordura, o menor teor de proteína do leite pode ser parcialmente explicado por um efeito de diluição em vez de um efeito negativo direto da gordura.

ALTERAÇÕES NAS VARIÁVEIS RUMINAIS

Apesar dos benefícios do ponto de vista de incremento energético, o excesso de gordura na dieta de ruminantes, especialmente aqueles ricos em ácidos graxos insaturados, vem sendo apontado como responsável por distúrbios ruminais como variabilidade no pH, redução da digestibilidade da fibra, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e proporção acetato:propionato (DE MARCHI *et al.*, 2013). Khadem *et al.* (2009), relataram que o N-NH₃ ruminal aumentou em dietas de vacas leiteiras, podendo ser atribuído à maior taxa de fermentação no rúmen, mas provavelmente à falta de sincronização entre carboidratos e N-NH₃. Os autores também observaram aumento no pH, mostrando que a adição de gordura pode alterar padrões de fermentação ruminal e atividade microbiana (DE MARCHI *et al.*, 2013).

A redução do teor de amônia ruminal quando a gordura está incluída nas dietas leiteiras tem sido associada a um número reduzido de protozoários e à diminuição da reciclagem do nitrogênio microbiano. Em estudo realizado por Kirovski *et al.* (2015), o suplemento de gordura reduziu o número de protozoários por mililitro de fluido ruminal. A redução foi mais severa no nível mais elevado de suplementação de gordura. No entanto, eles mostraram que esse efeito depende dos níveis de concentração de óleo dietético, indicando que concentrações mais baixas não são suficientes para afetar negativamente o número de protozoários do rúmen.

Kargar *et al.* (2012) avaliando suplementação com óleo de linhaça não observou nenhum efeito do suplemento sobre o pH do rúmen e nem na concentração total de AGV no rúmen. Em estudo comparativo entre feno e silagem, a concentração ruminal de AGV foi diminuída pela adição de gordura às dietas. As vacas consumidoras de feno de alfafa apresentaram maior proporção de acetato, propionato e butirato e proporção mais elevada de acetato-propionato no rúmen do que os grupos consumidores de silagem. Além disso, a suplementação de gordura das rações aumentou a concentração ruminal de todos os ácidos graxos C18 (18:0, C18:1, C18:2 e C18:3) (FIORENTINI *et al.*, 2013). Os valores de pH permaneceram acima de 5,5, uma vez que há uma redução no número de organismos fibrolíticos e seu crescimento quando o pH cai abaixo desse valor, inibindo a digestão das fibras.

Em estudo avaliando diversas variáveis ruminais, a adição de óleo de girassol até 6% para a ração de ovelhas não influenciou o pH do rúmen, a quantidade total de AGV, acetato, propionato, butirato, valerato e iso-valerato. A produção de N-NH₃, população de protozoários e produção de metano tendeu a diminuir, mas a população bacteriana tendeu a

melhorar com o aumento do nível de óleo de girassol dentro das rações, embora estatisticamente não tenha sido diferente. Assim, pode-se observar que o comprometimento das variáveis ruminais podem ser influenciados tanto pela origem do suplemento quanto pelos níveis de inclusão administrados nas dietas (KHOTIJAH *et al.*, 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de ácidos graxos como suplemento na dieta de vacas leiteiras mantidas a pasto apresenta-se positivamente na busca de alimentos alternativos destinados à redução dos custos e redução dos impactos ambientais causados pelo sistema produtivo. Quando se planeja realizar a inclusão de lipídios na nutrição de ruminantes, é importante se atentar quanto aos níveis de inclusão dos mesmos nas dietas, já que valores acima do recomendado podem causar transtornos e desequilíbrio nas variáveis ruminais, influenciando na composição do leite.

No momento da avaliação sobre a utilização de suplementação lipídica para animais em pastejo, é necessário o estudo criterioso com relação a origem e características químicas da fonte lipídica que se deseja utilizar, levando em consideração, principalmente o produto final desse sistema produtivo, o leite.

Apesar da suplementação mostrar inúmeros benefícios para a produção de ruminantes, mais estudos relacionados à composição química dos suplementos, influência de ácidos graxos dietéticos no desempenho e ao perfil de ácidos graxos do leite de bovinos leiteiros suplementados com lipídios são necessários.

REFERÊNCIAS

- ANTONACCI, LE.; GAGLIOSTRO, G.A.; CANO, A.V.; BERNAL, C.A. Effects of Feeding Combinations of Soybean and Linseed Oils on Productive Performance and Milk Fatty Acid Profile in Grazing Dairy Cows. *Agricultural Sciences*, v.8, n.9, p.984-1002, 2017.
- ARRIGONI, M.D.B.; MARTINS, C.L.; NAVE, L.M.S.; FRANZÓI, M.C. DA S.; VIEIRA, L.C.J.; PERDIGÃO, A.; RIBEIRO, F.A.; FACTORI, M.A. Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. *Veterinária e Zootecnia*, v.20, p.539-551, 2013.
- AULDIST, M.J.; MARETT, L.C.; GREENWOOD, J.S.; HANNAH, M.; JACOBS, J.L.; WALES, W.J. Effects of different strategies for feeding supplements on milk production responses in cows grazing a restricted pasture allowance. *Journal of Dairy Science*, v.96, p.1218-1231, 2013.
- BASSI, M.S.; LADEIRA, M.M.; CHIZZOTTI, M.L.; CHIZZOTTI, F.H.M.; OLIVEIRA, D.M.; NETO, O.R.M. Oilseeds in zebu cattle diet: intake, digestibility and performance. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, p.353-359, 2012.
- BINDARI, Y.R.; SHRESTHA, S.; SHRESTHA, N.; NATH GAIRE, T. Effects of nutrition on reproduction-A review. *Advances in Applied Science Research*, v.4, p.421-429, 2013.

CALLEGARO, Á.M.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; SILVEIRA, M.F. DA; PIZZUTI, L.Â.D.; PAULA, P.C.; SILVA, V.S.; FREITAS, L.S.; SEGABINAZZI, L.R.; MACHADO, D.S.; MARTINI, A.P.M.; RODRIGUES, L.S. Consumo e desempenho de novilhos alimentados com borra de soja em confinamento. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, p.2055-2066, 2015.

CARDOSO, R.B.; PEDREIRA, M.D.S.; DE RECH, C.L.S.; DE SILVA, H.G.O.; RECH, J.L.; SCHIO, A.R. Produção e composição química do leite de vacas em lactação mantidas a pasto submetidas à diferentes sistemas alimentares. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.18, p.113-126, 2017.

CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ELSER, A.E.; KRONFELD, D.S.; SKLAN, D.; PALMQUIST, D.L. Ruminant fermentation in vivo as influenced by long-chain fatty acids. *Journal of Dairy Science*, v.69, p.1293-1301, 1986.

COSTA, Q.P.B.; WECHSLER, F.S.; COSTA, D.P.B.; POLIZEL NETO, A.; ROÇA, R.O.; BRITO, T.P. Performance and carcass traits of steers fed diets containing whole cottonseed. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63, p.729-735, 2011.

DE MARCHI, F.E.; FIGUEIROA, F.J.F.; SANTOS, G.T.; SANTOS, W.B.R.; KAZAMA, D.C.S.; BRANCO, A.F.; LEITE, L.C.; DAMASCENO, J.C. Intake, digestibility and ruminal parameters of dairy cows fed pelleted diets and treated with lignosulfonate-containing sunflowerseeds¹. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.42, n.9, p.656-63, 2013.

DONICHT, P.A.M.M.; RESTLE, J.; FREITAS, L.D.S.; CALLEGARO, A.M.; WEISE, M.S.; BRONDANI, I.L. Fat sources in diets for feedlot-finished steers carcass and meat characteristics. *Ciência Animal Brasileira*, v.12, p.487-496, 2011.

DOREAU, M.; BAUCHART, D.; CHILLIARD, Y. Enhancing fatty acid composition of milk and meat through. *Animal Production Science*, v.51, p.19-29, 2011.

DUQUE, A.C.A.; LOPES, F.C.F.; OLIVEIRA, J.S.; MORENZ, M.J.F.; REIS, L.G.; DA SILVA, J.S.; SILVA, R.R. Glicerina em substituição ao milho no concentrado de vacas em lactação. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v.25, n.2, p.60-66, 2018.

EASTRIDGE, M.L. Feeding fat in moderation to dairy cows. The Ohio State University. Acesso em 15 de agosto de 2019. Disponível em: <http://articles.extension.org/pages/71254/feeding-fat-in-moderation-to-dairy-cows>.

EMBRAPA. Embrapa Gado de Leite. Alimentação e manejo de vacas durante o período pré-parto. Acesso em 03 de junho de 2019. Disponível em: <http://www.cnp.gl.embrapa.br/sistemaproducao/4631-alimentação-e-manejo-de-vacas-durante-o-período-pré-parto>).

FANCHONE, A.; NOZIÈRE, P.; PORTELLI, J.; DURIOT, B.; LARGEAU, V.; DOREAU, M. Effects of Nitrogen Underfeeding and Energy Source on Nitrogen Ruminant Metabolism, Digestion, and Nitrogen Partitioning in Dairy Cows. *Journal of Animal Science*, v.91, p.895-906, 2012.

FIORENTINI, G.; MESSANA, J.D.; DIAN, P.H.M.; REIS, R.A.; CANESIN, R.C.; PIRES, A. V.; BERCHIELLI, T.T. Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred

heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. *Animal Feed Science and Technology*, v.181, p.26-34, 2013.

GOMES, A.M.B.; MORAES, G.V. DE; JOBIM, C.C.; SANTOS, T.C. DOS; OLIVEIRA, T.M.; ROSSI, R.M. Nutritional composition and ruminal degradability of corn silage (*Zea mays* L.) with addition of glycerin in silage. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, n.3, p.2079-2092, 2015.

HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N.; STUART, C.S. *The Rumen Microbial Ecosystem*, Blackie Academic & Professional, Glasgow, p.382-426, 1997.

HE, M.; PERFIELD, K.L.; GREEN, H.B.; ARMENTANO, L.E. Effect of dietary fat blend enriched in oleic or linoleic acid and monensin supplementation on dairy cattle performance, milk fatty acid profiles, and milk fat depression. *Journal of Dairy Science*, v.95, p.1447-1461, 2012.

HILLS, J.L.; WALES, W.J.; DUNSHEA, F.R.; GARCIA, S.C.; ROCHE, J.R. Invited review: An evaluation of the likely effects of individualized feeding of concentrate supplements to pasture-based dairy cows. *Journal of dairy science*, v.98, p.1363-1401, 2015.

HOLLMANN, M.; BEEDE, D.K. Comparison of effects of dietary coconut oil and animal fat blend on lactational performance of Holstein cows fed a high-starch diet. *Journal of Dairy Science*, v.95, p.1484-1499, 2012.

HRISTOV, A.N.; LEE, C.; CASSIDY, T.; LONG, M.; HEYLER, K.; CORL, B.; FORSTER, R. Effects of lauric and myristic acids on ruminal fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.94, p.382-395, 2011.

INSUASTI, A.S.G.; SALCEDO, Y.T.G.; CASTAGNINO, P.D.S.; VIEIRA, B.R.; MALHEIROS, E.B.; BERCHIELLI, T.T. The effect of lipid sources on intake, rumen fermentation parameters and microbial protein synthesis in Nellore steers supplemented with glycerol. *Animal Production Science*, v.54, p.1871-1876, 2014.

JENKINS, T.C. Lipid Metabolism in the Rumen. *Journal of Dairy Science*, v.76, p.3851-3863, 1993.

JENKINS, T.C.; HARVATINE, K.J. Lipid feeding and milk fat depression. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, v.30, p.623-642, 2014.

KARGAR, S.; GHORBANI, G.R.; ALIKHANI, M.; KHORVASH, M.; RASHIDI, L.; SCHINGOETHE, D.J. Lactational performance and milk fatty acid profile of Holstein cows in response to dietary fat supplements and forage:concentrate ratio. *Livestock Science*, v.150, p.274-283, 2012.

KHADEM, A.A.; SHARIFI, M.; AFZALZADEH, A.; REZAEIAN, M. Effects of diets containing alfalfa hay or barley flour mixed alfalfa silage on feeding behavior, productivity, rumen fermentation and blood metabolites in lactating cows. *Animal Science Journal*, v.80, p.403-410, 2009.

KHOTIJAH, L.; PANDIANGAN, E.I.; ASTUTI, D.A.; WIRYAWAN, K.G. Effect of sunflower oil supplementation as unsaturated fatty acid source on rumen fermentability and performance of lactating Garut ewes. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, v.42, n.3, p.185-193, 2017.

KIROVSKI, D.; BLOND, B.; KATIĆ, M.; MARKOVIĆ, R.; ŠEFER, D. Milk yield and composition, body condition, rumen characteristics, and blood metabolites of dairy cows fed diet supplemented with palm oil. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, v.2, p.1-5, 2015.

KLIEM, K.E.; SHINGFIELD, K.J. Manipulation of milk fatty acid composition in lactating cows: Opportunities and challenges. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v.118, p.1661-1683, 2016.

LARSEN, M.K.; HYMOLLER, L.; BRASK-PEDERSEN, D.B.; WEISBJERG, M.R. Milk fatty acid composition and production performance of Danish Holstein and Danish Jersey cows fed different amounts of linseed and rapeseed. *Journal of Dairy Science*, v.95, p.3569-3578, 2012.

LASCANO, C.E.; CÁRDENAS, E. Alternativas para mitigação de emissão de metano em sistemas de criação de animais domésticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.175-182, 2010.

LI, X.Z.; YAN, C.G.; LEE, H.G.; CHOI, C.W.; SONG, M.K. Influence of dietary plant oils on mammary lipogenic enzymes and the conjugated linoleic acid content of plasma and milk fat of lactating goats. *Animal Feed Science and Technology*, v.174, p.26-35, 2012.

LIMA, E.D.S.; VALENTE, T.N.P.; ROCA, R.D.O.; CEZARIO, A.S.; SANTOS, W.B.R.; DEMINICIS, B.B.; RIBEIRO, J.C. Effect of whole cottonseed or protected fat dietary additives on carcass characteristics and meat quality of beef cattle: A review. *Journal of Agricultural Science*, v.9, p.175-189, 2017.

LIMA, L.S.; OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; NETO, A.F.G.; BARBOSA, L.P.; BORJA, M.S. Production performance of lactating dairy cows at pasture fed concentrate supplemented with licuri oil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.2852-2857, 2011.

LUNSIN, R.; WANAPAT, M.; ROWLINSON, P. Effect of cassava hay and rice bran oil supplementation on rumen fermentation, milk yield and milk composition in lactating dairy cows. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, v.25, p.1364-1373, 2012.

MAPATO, C.; WANAPAT, M.; CHERDTHONG, A. Effects of urea treatment of straw and dietary level of vegetable oil on lactating dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*, v.42, p.1635-1642, 2010.

MARCHI, F.E.; FIGUEIROA, F.J.F.; SANTOS, G.T.; SANTOS, W.B.R.; KAZAMA, D.C.S.; BRANCO, A.F.; LEITE, L.C.; DAMASCENO, J.C. Intake, digestibility and ruminal parameters of dairy cows fed pelleted diets and treated with lignosulfonate-containing sunflowerseeds¹. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.42, p.656-663, 2013.

MARCON, G.C.; NAIARA, S.; SOCOLOSKI, G.; ZANE, A.C.; GOMES, S.C.; CASTRO, B.G. Productive aspects and sanitary perception of dairy farmers from northern Mato Grosso State, Brazil. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais*, v.10, p.123-128, 2012.

MARÍN, A.L.M.; HERNÁNDEZ, M.P.; ALBA, L.M.P.; PARDO, D.C.; SIGLER, A.I.G.; CASTRO, G.G. Fat addition in the diet of dairy ruminants and its effects on productive parameters. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, v.1, p.69-78, 2013.

MATTOS, R.; STAPLES, C.R.; THATCHER, W.W. Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants. *Reviews of Reproduction*, v.5, p.38-45, 2000.

MEDEIROS, S.R. DE; ALBERTINI, T.Z.; MARINO, C.T. Lipídios na nutrição de ruminantes. In: MEDEIROS, S.R. DE; ALBERTINI, T.Z.; MARINO, C.T. *Nutrição de Bovinos de Corte: Fundamentos e Aplicações*, 1ª ed. Embrapa, Brasília, DF, p.63-73, 2015.

MESSANA, J.D.; BERCHIELLI, T.T.; ARCURI, P.B.; RIBEIRO, A.F.; FIORENTINI, G.; CANESIN, R.C. Effects of different lipid levels on protozoa population, microbial protein synthesis and rumen degradability in cattle. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.34, p.279-285, 2012.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídios. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. DE (Eds.). *Nutrição de Ruminantes*. 2ª ed., Funep, p.287-310, 2011.

RAIOL, L.C.B.; KUSS, F.; MACIEL, E.S.A.G.; SOARES, B.C.; SOUZA, K.D.S.; COLODO, J.C.N.; JÚNIOR, J.B.L.; ÁVILA, S.C. Nutrient intake and digestibility of the lipid residue of biodiesel from palm oil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, p.2364-2368, 2012.

SHARIFI, M. Effects of Fat Supplementation and chop length on milk composition and ruminal fermentation of cows fed diets containing alfalfa silage. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, v.6, p.293-301, 2016.

TOLENTINO, R.G.; VEGA Y LEÓN, S.; PÉREZ, M.N.; HERRERA, M.C.; AYALA, A.R.; GONZÁLEZ, J.J.P.; BERMÚDEZ, B.S.; SALINAS, R.O.; FRANCISCA, M.V.; MARTÍNEZ, J.G.R. Composition of triacylglycerols in fats of cow and goat milk produced in four zones of Mexico. *Food and Nutrition Sciences*, v.6, p.555-561, 2015.

TYAGI, N.; THAKUR, S.S.; SHELKE, S.K. Effect of bypass fat supplementation on productive and reproductive performance in crossbred cows. *Tropical Animal Health and Production*, v.42, p.1749-1755, 2010.

WETTSTEIN, H.R.; MACHMULLER, A.; KREUZER, M. Effects of raw and modified canola lecithins compared to canola oil, canola seed and soy lecithin on ruminal fermentation measured with rumen simulation technique. *Animal Feed Science and Technology*, v.85, p.153-169, 2000.