

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

VALDININ GONÇALVES DE ANDRADE

**Níveis de gordura inerte de palma associada à liolecitina na dieta
de borregas**

Uberlândia – MG
2024

VALDININ GONÇALVES DE ANDRADE

**Níveis de gordura inerte de palma associada à liolecitina na dieta
de borregas**

Monografia apresentada à coordenação do curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito à obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior

Uberlândia – MG

2024

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

A553 2024	<p>Andrade, Valdinin Gonçalves de, 1997- Níveis de gordura inerte de palma associada à lisolecitina na dieta de borregas [recurso eletrônico] / Valdinin Gonçalves de Andrade. - 2024.</p> <p>Orientador: Gilberto de Lima Macedo Júnior. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia, Graduação em Zootecnia. Modo de acesso: Internet. Inclui bibliografia.</p> <p>1. Zootecnia. I. Macedo Júnior, Gilberto de Lima , 1977-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Zootecnia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 636.08</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

VALDININ GONÇALVES DE ANDRADE

Níveis de gordura inerte de palma associada à lisolecitina na dieta de borregas

Monografia aprovada como requisito parcial a obtenção do título de Zootecnista no curso de graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia

Aprovado em Uberlândia dia 12 de março de 2024

Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior
(Universidade Federal de Uberlândia-FAMEV)

Prof. Mr. Marco Túlio Santos Siqueira
(Universidade Federal de Lavras- UFLA)

Prof. Dr. Camila Raineri
(Universidade Federal de Uberlândia-FAMEV)

Uberlândia – MG
2024

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1.1. Hipótese.....	8
1.1.2. Objetivos.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 Lipídeos na nutrição de ruminantes.....	9
2.2 Gordura inerte para ruminantes.....	11
2.3 Digestibilidade de lipídeos.....	12
2.4 Lecitina na nutrição de ruminantes.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....

RESUMO

A inclusão de lipídeos na alimentação de ruminantes visa a incorporação desse componente na dieta para reduzir o aumento calórico, aumentar a densidade energética da dieta e, assim, permitir a diminuição da quantidade de concentrados necessários. Objetivou-se com esse estudo testar a eficiência nutricional da suplementação de gordura inerte de palma associada a lisolecitina, comparando o consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes presentes na ração ofertada, e observando se ocasionaria nocividade aos animais. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental Capim Branco, vinculada à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), foram utilizadas vinte borregas mestiças Santa Inês x Dorper, com seis meses de idade e peso médio de 30 kg. Os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob o protocolo de número 094/17. O experimento teve duração de 34 dias, com dez dias de adaptação dos animais às gaiolas de metabolismo. Os animais foram distribuídos em 20 gaiolas de metabolismo, conforme padrão INCT, equipadas com comedouro, bebedouro e saleiro, em local coberto. A alimentação consistiu em concentrado (milho, farelo de soja, sal mineral, ureia, gordura inerte de palma EnerFAT™ SP Dry associada ao Lysofort® eXtend) e volumoso (silagem de milho). Os tratamentos utilizados foram inclusão de gordura associada à lisolecitina (0 –controle-, 25, 50, 75 e 100 gramas por animal dia⁻¹). As análises estatísticas foram conduzidas e comparadas por meio de um estudo de regressão, com um nível de significância estatística estabelecido em $p < 0,05$. Com este estudo, conseguimos avaliar as interações benéficas observadas durante o período experimental em relação aos níveis de gordura inerte de palma associada a lisolecitina. Metabólitos como colesterol, triglicerídeos, VLDL, LDL, HDL, glicose, ureia, creatinina, proteína total, albumina, globulinas, aspartato aminotransferase (AST) e gamaglutamiltransferase (GGT) sofreram alterações em relação ao período experimental. A suplementação não apenas contribuiu para a eficiência na digestão de gorduras, mas causou impactos negativos nos indicadores metabólicos analisados, porém afetou a ingestão de matéria seca. A inclusão da gordura inerte de palma associada à lisolecitina na suplementação de borregas mestiças resultou em melhorias na digestibilidade do extrato etéreo (EE), ($P < 0,05$).

Palavras-chave: Ovis Aries; Nutrientes; Digestibilidade.

ABSTRACT:

The inclusion of lipids in the diet of ruminants aims to incorporate this component in their diet to reduce caloric increase, enhance the energy density of the diet, and thus allow for a reduction in the amount of concentrates needed. This study aimed to test the nutritional efficiency of supplementing inert palm fat associated with lysophosphatidylcholine, comparing the intake and digestibility of dry matter and nutrients present in the offered ration, and observing if it would cause any harm to the animals. The experiment was conducted at the Capim Branco Experimental Farm, affiliated with the Faculty of Veterinary Medicine at the Federal University of Uberlândia (UFU). Twenty Santa Inês x Dorper crossbred ewe lambs, aged six months and with an average weight of 30 kg, were used. The procedures were approved by the Animal Use Ethics Committee (CEUA) under protocol number 094/17. The experiment lasted for 34 days, with ten days of adaptation of the animals to the metabolism cages. The animals were distributed in 20 metabolism cages, according to the INCT standard, equipped with feeders, waterers, and salt shakers, in a covered area. The diet consisted of concentrate (corn, soybean meal, mineral salt, urea, EnerFAT™ SP Dry inert palm fat associated with Lysofort® eXtend) and forage (corn silage). The treatments used were the inclusion of fat associated with lysophosphatidylcholine (0 - control -, 25, 50, 75, and 100 grams per animal per day). Statistical analyses were conducted and compared through a regression study, with a level of statistical significance set at $p < 0.05$. With this study, we were able to evaluate the beneficial interactions observed during the experimental period regarding the levels of inert palm fat associated with lysophosphatidylcholine. Metabolites such as cholesterol, triglycerides, VLDL, LDL, HDL, glucose, urea, creatinine, total protein, albumin, globulins, aspartate aminotransferase (AST), and gamma-glutamyltransferase (GGT) underwent changes relative to the experimental period. The supplementation not only contributed to the efficiency in fat digestion but also caused negative impacts on the analyzed metabolic indicators, though it affected dry matter intake. The inclusion of inert palm fat associated with lysophosphatidylcholine in the supplementation of crossbred ewe lambs resulted in improvements in the digestibility of ether extract (EE) ($P < 0.05$).

Keywords: Ovis aries; Nutrients; Digestibility

1. INTRODUÇÃO

A utilização de lipídeos na dieta de ruminantes tem como função a adição deste ingrediente na ração a diminuição do incremento calórico, o aumento da densidade energética da dieta, possibilitando a redução de altas quantidades de concentrados nas mesmas e redução da produção de metano (Maia *et al.*, 2011). Além disso, contribui também para o aumento de energia disponível resultando em melhoria no balanço energético dos animais, convertendo em massa corporal com maior qualidade da carne, acabamento das carcaças e produção de leite devido a modulação do perfil de AG no leite. (Sanchez, 2003).

Os lipídeos são geralmente encontrados em quantidades reduzidas nas dietas dos ruminantes. Esses animais evoluíram em associação com o consumo de forragens, as quais naturalmente possuem baixos teores desse nutriente, aproximadamente 3% na matéria seca. Portanto, a inclusão desse componente nas dietas dos ruminantes é naturalmente limitada, não devendo exceder 6% da matéria seca ingerida, porém espécies como caprinos e ovinos tem uma maior tolerância a ingestão de gordura quando comparados aos bovinos. Essa restrição é principalmente devida à influência negativa da gordura na degradabilidade da fibra. (Medeiros *et al.*, 2015). Com isso tem-se a necessidade de proteger a matriz lipídica transformando-a em uma gordura inerte, para que essa chegue em sua maioria de forma inalterada no abomaso e posteriormente ao intestino delgado.

Gordura inerte é todo aquele ácido graxo insaturado que recebe uma camada protetora de composição proteica ou complexados por cálcio, e por isso tem condições de passar quase que ileso pelo rúmen, aumentando assim sua digestibilidade no abomaso e principalmente no intestino delgado, onde haverá uma amplificação em sua absorção (Ferreira *et al.*, 2009).

Em ovinos, a utilização de gordura protegida gera grande interesse em seguimentos como os confinamentos de cordeiros ou animais de descarte. A espécie ovina possui uma rápida velocidade de crescimento e um bom rendimento de carcaça, esses fatores corroboram com uma alta exigência energética, necessidades essas que podem ser atendidas com o uso de gorduras protegidas (Cunha *et al.*, 2008).

1.1.1. Hipótese: A suplementação com níveis de inclusão de gordura inerte de palma associada à lisolecitina pode melhorar o desempenho nutricional e metabólico de borregas.

1.1.2. Objetivos:

- a) **Objetivo geral:** Avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de gordura associada a lisolecitina, sobre o consumo, digestibilidade de nutrientes e metabólitos séricos de borregas.
- b) **Objetivos específicos:** Avaliar o consumo de matéria seca e nutrientes;
Avaliar a digestibilidade;
Avaliar metabólitos sanguíneos:
- Proteicos: proteína total, albumina, globulina, ácido úrico, ureia e creatinina.
 - Energéticos: colesterol, triglicerídeos, LDL (lipoproteínas de baixa densidade), HDL (lipoproteínas de alta densidade), VLDL (lipoproteínas de muito baixa densidade), frutossamina e glicemia.
 - Hepáticos: aspartato-aminotransferase (AST), fosfatase alcalina (FA) e gama glutamiltransferase (GGT).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Lipídeos na nutrição de ruminantes

De acordo com Medeiros *et al.* (2015), os lipídeos são todas aquelas substâncias insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos. Afirma ainda que na nutrição animal a principal classe que se tem interesse é a de ácidos graxos, que correspondem a formação de cerca de 90% dos triglicerídeos, a principal forma de armazenamento de lipídeos.

Segundo Bauchart *et al.* (1984), a principal fonte de lipídios na dieta de ruminantes está nas pastagens, sendo que as gramíneas temperadas possuem de 1 a 3% de lipídeos em sua composição. Maiores níveis de gordura podem ser atingidos com a adição de sementes oleaginosas, óleos vegetais, sebos e até mesmo sabão de cálcio. Com tudo, o aumento do nível de lipídeos na dieta deve ser analisado juntamente com o efeito na ingestão, fermentação, digestão e metabolização dos nutrientes, a fim de não prejudicar o aporte energético necessário para a produção animal (Kozloski, 2002).

Os lipídeos desempenham papel de alternativa energética importante, já que possuem potencial 2,25 vezes maior de fornecimento energético que um carboidrato (Gonçalves *et al.*, 2007). Palmquist (1989), relaciona os benefícios da utilização de lipídeos em dietas para animais em lactação ao alto valor energético da dieta. Vantagem que pode ser explorada. Segundo Bauman e Lock (2006), por meio do aumento da densidade calórica da dieta e com

isso o consumo de energia, realizando assim um maior equilíbrio entre carboidratos fibrosos e não fibrosos, otimizando então o consumo de fibra e energia digestível.

Além de sua função energética, a inclusão de lipídeos na dieta apresenta ainda funções importantes relacionadas ao fornecimento de ácidos graxos essenciais, como o linoleico (ALO) e linolênico (ALN), que não são produzidos pelo próprio organismo do animal, mas que desempenha papel importante na formação de fosfolipídios para membrana celular (Medeiros *et al.*, 2015).

Segundo Morais *et al.* (2006) o efeito tóxico dos ácidos graxos a população metanogênica ruminal é a principal via de mitigação de metano, além disso, a utilização de lipídeos na dieta de ruminantes contribui para a redução o consumo e assim da fermentação ruminal, aumentando também a produção de propionato e a captação de hidrogênios livres para a via da biohidrogenação, hidrogênios que antes iriam ser destinados para produção de metano.

De Zen *et al.*, (2008), reafirma a importância de se realizar avanços na boa relação do setor pecuário com o meio ambiente. Ainda afirma que pelo fato de o Brasil possuir grande destaque no setor, seja por sua grande participação no rebanho mundial, ou pela sua competitividade no mercado internacional, cada vez mais vem recebendo questionamentos relacionados aos impactos ambientais, analisando por outra vertente, a adição de lipídios em dietas são cada vez mais explorada como ferramenta nutricional na redução das emissões de metano na atmosfera.

No entanto, a utilização de grandes quantidades de lipídeos sem o auxílio de ferramentas de proteção é motivo de preocupações. Palmquist e Jenkins (1980) afirmam que a concentração de extrato etéreo na matéria seca da dieta de ruminantes não deve ultrapassar os 7%, correndo risco do processo de biohidrogenação reduzir o consumo e a digestibilidade do alimento. A diminuição do consumo está relacionada ao controle quimiostático e redução da degradação da fibra. Redução gerada pela barreira física entre os microrganismos ruminais e as partículas, a toxidez dos ácidos graxos a certas espécies de microrganismos, fatores que resultam em uma diminuição da taxa de passagem do alimento (Palmquist, 1991).

A gordura protegida, uma composição que engloba ácidos graxos insaturados de cadeia longa, ácidos graxos saturados, triglicerídeos, fosfolipídios e outros componentes, não apenas enriquece a dieta dos animais, mas também propõe aprimoramentos na saúde. Essa abordagem se configura como uma maneira eficaz de mitigar os efeitos prejudiciais à microbiota ruminal, ao mesmo tempo em que otimiza a densidade energética da dieta, conferindo benefícios mais efetivos (Prohmann, 2015).

2.2 Gordura inerte para ruminantes

A gordura inerte é compreendida como um suplemento alimentar lipídico originado pela associação de sais de cálcio com AGCL, conforme descrito por Jenkins e Palmquist (1984). Essa abordagem representa uma alternativa estratégica visando atenuar os efeitos prejudiciais associados à fermentação de lipídeos no ambiente ruminal (Aferri *et al.*, 2005). O composto resultante dessa ligação permanece em estado inerte no rúmen, dissociando-se apenas ao entrar em contato com o pH ácido do abomaso. Contudo, a liberação efetiva ocorre exclusivamente no intestino delgado, onde passa por processos de digestão e absorção (Andrade, 2010). Essa metodologia demonstra relevância ao garantir uma entrega controlada de nutrientes lipídicos no sistema digestivo dos ruminantes.

A gordura protegida, composta por ácidos graxos insaturados de cadeia longa, ácidos graxos saturados, triglicerídeos e fosfolipídios, não apenas enriquece a dieta dos animais, mas também oferece melhorias notáveis em sua saúde. Um exemplo concreto desse benefício é a redução da infestação por helmintos em ovinos, conforme observado por Prohmann (2015). Essa abordagem nutricional não apenas fornece nutrientes essenciais, mas também mostra potencial para aprimorar a resistência e o bem-estar geral do rebanho, demonstrando assim sua relevância tanto na nutrição quanto na saúde dos animais. Nörnberg (2003) compreende que uma boa fonte de lipídios protegida é aquela que interfira minimamente no metabolismo ruminal além de apresentar boa digestibilidade intestinal.

Machmüller *et al.* (2000) observaram que a adição de fontes de lipídios resultou na redução da concentração total dos ácidos graxos de cadeia curta, na proporção de acetato, butirato e na relação acetato/propionato em cordeiros. No entanto, ao utilizar a gordura protegida, não foi detectado efeitos depressores, indicando menor interferência no ambiente ruminal. Medeiros *et al.* (2015) ressaltam a importância de técnicas que protegem a composição lipídica do alimento da ação da biohidrogenação, como a gordura inerte, devido ao desaparecimento do ácido linoleico e linolênico no ambiente ruminal. Homem Junior *et al.* (2009) não observaram diferenças na digestibilidade da proteína ou da fibra ao testarem o grão de girassol e a gordura protegida na dieta de ovinos alimentados com 80% de concentrado, indicando a utilização de 7% de extrato etéreo sem prejudicar a digestão. Além disso, Haddad e Younis (2004) constataram que a digestibilidade dos nutrientes se elevou ao adicionar lipídios protegidos em dietas de ovinos em fase de crescimento com 80% de concentrado, com um aumento médio de 16,5% no coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro. Por

fim, Manso *et al.* (2006) afirmam que a utilização de óleo de palma não protegida reduz a digestibilidade da fibra, enquanto a forma protegida do óleo de palma, em forma de sais de cálcio, apresenta resultados opostos.

2.3 Digestibilidade de lipídeos

No ambiente ruminal, os alimentos são submetidos a uma complexa interação com enzimas lipases bacterianas, desencadeando o processo de hidrólise dos lipídeos presentes. Essa hidrólise culmina na liberação de glicerol, que, por sua vez, é prontamente metabolizado através da fermentação, resultando na produção de ácidos graxos voláteis (AGV). Diversos fatores, como o aumento da inclusão de gordura na dieta, a introdução de ionóforos e até mesmo a redução do pH, desempenham papéis cruciais na modulação desse processo complexo. Essas influências, portanto, têm o potencial de impactar negativamente a eficiência da hidrólise lipídica no rúmen, resultando em uma redução na taxa desse processo (OLIVEIRA, 2011).

Os ácidos graxos poli-insaturados apresentam toxicidade específica para as bactérias ruminais, com maior suscetibilidade observada nas Gram-positivas. Nesse contexto, a biohidrogenação assume uma função crucial como um mecanismo de defesa no ambiente ruminal. A biohidrogenação, ao converter os ácidos graxos poli-insaturados em formas menos tóxicas, representa uma estratégia adaptativa do rúmen para neutralizar possíveis efeitos adversos desses compostos. Essa dinâmica bioquímica não apenas protege as bactérias ruminais, especialmente as Gram-positivas mais suscetíveis, como também destaca a sofisticação e eficácia dos mecanismos de autorregulação presentes no sistema digestivo dos ruminantes (Angeli, 2014).

Conforme afirmado por Oliveira (2011), após a liberação no rúmen, os ácidos graxos estão sujeitos à ação das bactérias ruminais. Estas bactérias adicionam hidrogênios às ligações insaturadas dos ácidos graxos, transformando-as em ligações saturadas. Esse fenômeno é denominado biohidrogenação, resultando na redução da toxicidade desses ácidos graxos para os microrganismos presentes no rúmen.

Apesar de os ácidos graxos poli-insaturados, como os ácidos linoleico (18:2) e linolênico (18:3), serem os principais ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) na dieta dos ruminantes, a biohidrogenação faz com que o ácido graxo esteárico (C18:0) seja o principal AG a sair do rúmen, conforme observado por Oliveira (2011). Os lipídeos depois de passarem pelo sistema gástrico (rúmen, retículo, omaso e abomaso), segue para o intestino delgado, mais precisamente na região do duodeno. Kozloski (2009) afirma que a quantidade de lipídeos que

alcançam o duodeno é a somatória dos lipídeos ingeridos com os de origem microbiana. Eles chegam aderidos a partículas fibrosas ou ainda em forma de micelas. A maior parte dos ácidos graxos são absorvidos na região do jejuno.

No intestino delgado os ácidos graxos ficam sob ação dos sais biliares que promovem sua emulsificação, tornando-os mais acessíveis para a ação do suco pancreático, transformando-os em micelas e depois são absorvidos pelas células da mucosa intestinal (KOZLOSKI, 2009). Após serem absorvidos pelas células da mucosa intestinal, os ácidos graxos, agora em forma de micelas, são reesterificados em triglicerídeos, fosfolípidios e ésteres, a fim de serem transportados pelo sistema linfático e posteriormente por toda corrente sanguínea (Kozloski, 2009).

De acordo com Carneiro *et al.*, (2017), o sistema vascular contém uma variedade de lipoproteínas que diferem em densidade, tamanho, forma, composição química e função. A entrada dos lipídios absorvidos na circulação, principalmente na forma de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL). A participação dos quilomícrons no transporte de lipídios no sangue de ruminantes, em sua maioria, é limitada, tornando-se mais expressiva somente em condições de elevado teor de gordura na dieta e significativo aumento na absorção intestinal de ácidos graxos.

Segundo Gonçalves *et al.*, (2007), o intestino delgado representa o principal local de absorção dos nutrientes digeridos, onde a maior parte dos componentes nutritivos é assimilado. Quando os alimentos alcançam o cólon, já passaram por um processo considerável de absorção, resultando na retenção dos nutrientes solúveis. O material nutricional que chega ao cólon é caracterizado por sua resistência à ação das enzimas secretadas e presentes nos segmentos anteriores do trato digestivo. Qualquer modificação adicional dos alimentos que ocorre no intestino grosso é realizada por meio de enzimas associadas ao próprio alimento ou de origem microbiana.

2.4 Lecitina na nutrição de ruminantes

Os lisofosfolípidos desempenham o papel de emulsificantes de gordura, moléculas que aumentam a eficiência na absorção de óleos e gorduras, favorecendo a preservação dos nutrientes. Em comparação aos lipídios neutros, esses compostos são mais eficazes devido às suas características anfipáticas, apresentando segmentos hidrofílicos e hidrofóbicos. Essa propriedade anfipática permite que os lisofosfolípidos formem micelas com uma concentração micelar crítica menor em relação aos surfactantes químicos sintéticos (Reis, 2021).

A lecitina é uma substância formada pela combinação de diversos fosfolipídios provenientes da indústria de processamento de grãos oleaginosos, como o de soja, por exemplo (Silva *et al.*, 2010). Conseqüentemente, tem ganhado destaque como aditivo nutricional em dietas com elevado teor de gordura.

Segundo Reis (2021), a lecitina é constituída por uma combinação de fosfolipídios (50%), triglicerídeos (35%) e glicolipídios (10%), além de carboidratos, pigmentos, carotenoides e outros microcompostos. As propriedades tensoativas da lecitina derivam da estrutura molecular dos fosfolipídios, que são os componentes ativos dessa substância.

A lisolecitina, conforme observado por Jenkins *et al.* (1989), demonstra propriedades de superfície ativa que desempenham um papel crucial no processo de emulsificação de lipídios. Além disso, essas propriedades podem exercer influência sobre a absorção de ácidos graxos no intestino delgado.

Em um estudo realizado por Jenkins e Fotouhi (1990), que investigou o uso de lecitina em ovinos recebendo uma dieta composta por 56% de concentrado, observou-se que a inclusão de lecitina resultava na redução da concentração de amônia ruminal. Este achado sugere um aumento na passagem do nitrogênio dietético para o intestino delgado. Além disso, notou-se um aumento na proporção de propionato: butirato, sem alterações significativas no total de ácidos graxos de cadeia curta e na razão acetato:propionato no conteúdo ruminal. A única mudança observada foi a redução na degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente ácido.

No estudo conduzido por Zinn (1989), a inclusão de 2% de lecitina em uma dieta contendo 6% de gordura vegetal e animal foi avaliada em comparação com outra dieta desprovida de lecitina, mas contendo 8% de uma mistura de gordura vegetal com animal. Os resultados indicaram que a inclusão de lecitina favoreceu a digestão ruminal de fibra (FDN) e aumentou a proporção molar de acetato no rúmen. No entanto, não foi observado um aumento significativo na digestibilidade intestinal da gordura na dieta que incluía lecitina.

Efeito da suplementação lipídica sobre perfil metabólito

A suplementação lipídica, que envolve o aumento da ingestão de lipídios na dieta, pode ter um impacto significativo no perfil metabólico do organismo. Os lipídios desempenham papéis essenciais nas funções fisiológicas, fornecendo energia, participando na síntese de hormônios e desempenhando um papel estrutural nas membranas celulares. Ao examinar o

efeito dessa suplementação específica sobre o perfil metabólico, diversos aspectos precisam ser considerados.

Segundo Grundy (1987), o aumento da ingestão de lipídios, particularmente aqueles ricos em ácidos graxos saturados, pode influenciar os níveis de colesterol no sangue. A presença de ácidos graxos saturados, como o ácido palmítico, pode contribuir para o aumento dos níveis de LDL (lipoproteína de baixa densidade) no plasma sanguíneo, o que, por sua vez, pode estar associado a um maior risco de deposição de colesterol nas artérias. Além disso, a suplementação lipídica pode ter efeitos sobre os triglicerídeos, outra classe importante de lipídios. Após a ingestão de dietas com alta densidade energética, observa-se um aumento na síntese hepática de ácidos graxos e, conseqüentemente, uma elevação na exportação de triglicerídeos na forma de VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade)

No entanto, é crucial considerar a qualidade e a composição dos lipídios utilizados na suplementação. Ácidos graxos monoinsaturados, como o ácido oleico, têm sido associados a efeitos benéficos, como o aumento do HDL (lipoproteína de alta densidade), que desempenha um papel protetor contra doenças cardiovasculares, ao transportar o colesterol para o fígado para metabolização. A análise do perfil metabólico durante a suplementação lipídica envolve a avaliação de parâmetros como colesterol total, LDL, HDL, triglicerídeos e outros marcadores relacionados. Essa abordagem é essencial para compreender os efeitos específicos da suplementação lipídica na homeostase lipídica e no equilíbrio metabólico (Kaneko, 2008).

O estudo conduzido por Scarpino *et al.* (2014) investigou os efeitos da adição de óleo de soja e óleo de soja residual em borregos da raça Dorper x Santa Inês. Durante o experimento, os animais receberam silagem de milho como volumoso, e o concentrado foi composto por milho grão inteiro, casca de soja e farelo de girassol. Os tratamentos avaliados incluíram duas adições distintas de óleo: 6% de óleo de soja (tratamento 1) e 6% de óleo de soja residual (tratamento 2) na base seca do concentrado. Uma análise dos resultados indicou que a inclusão desses óleos não teve impacto significativo nos metabólitos proteicos dos animais. No que diz respeito aos metabólitos energéticos, não foram observadas alterações nos níveis de triglicerídeos e glicose. No entanto, houve um aumento significativo nos níveis de colesterol.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na fazenda Capim Branco, localizada na cidade de Uberlândia - MG, fazenda esta pertencente a Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O estudo teve início em 4 de janeiro de 2019 e fim em 08 de fevereiro do mesmo ano. O

experimento teve duração de 34 dias, sendo realizada a adaptação dos animais às gaiolas de metabolismo. O processo de adaptação foi realizado em um período de dez dias, e cinco dias para coletas de dados, sendo feito em duas fases.

Todos os procedimentos experimentais foram previamente aprovados pelo CEUA sob protocolo de número 094/17.

Foram utilizadas 20 borregas mestiças Santa Inês x Dorper, com 6 meses de idade e peso médio de 30 Kg, que passaram pelo procedimento padrão de pesagem e vermifugação (utilizando 0,5mL Levamisol por animal,). Posteriormente os animais foram selecionados ao acaso para os tratamentos

A alimentação dos animais era composta por concentrado e volumoso. O concentrado era composto por Milho moído (65%), farelo de soja (25%), Sal mineral (7,5%), ureia (2,5%) e adsorvente de micotoxinas (400g), mantendo a relação de 70:30 de concentrado e volumoso, respectivamente. Os tratamentos foram organizados levando em consideração o nível específico de inclusão de gordura associada à lecitina, apresentando variações nos níveis de 0, 25, 50, 75 e 100 gramas por tratamento. Na Tabela 1 tem-se a composição bromatológica do concentrado, silagem e dieta total.

Tabela 1 – Composição bromatológica dos alimentos e dieta total

	Concentrado	Silagem	Dieta Total
MS	89,60	29,0	71,42
PB	16,30	8,52	13,97
FDN	3,97	57,20	19,94
FDA	1,19	34,15	11,09
EE	1,69	1,55	1,65
NDT	86,91*	61,24*	79,21

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EE = extrato etéreo; *NDT (Nutrientes Digestíveis Totais) = $87,84 - (0,779 \times \%FDA)$ (RODRIGUES, 2010).

EnerFAT é uma fonte de gordura bypass composta por ácidos graxos de cadeia longa saturados e insaturados, projetada para melhorar o índice de condição corporal, o desempenho reprodutivo e manter a eficiência reprodutiva. Caracteriza-se por apresentar baixos valores de peróxido (PV) e ácido tiobarbitúrico (TBA), minimizando o desenvolvimento de ranço. EnerFAT™ oferece uma solução econômica para aumentar a ingestão de energia durante o período de lactação, promovendo uma produção leiteira elevada. Sua formulação com

partículas de maior tamanho e menor área de superfície propicia um desvio ruminal mais rápido, evitando em grande medida a biohidrogenação microbiana e favorecendo a produção ruminal. A presença de sabores e adoçantes na composição busca realçar o sabor e incentivar o aumento do consumo de ração pelos animais. A composição detalhada está disponível na Tabela 2.

Tabela 2 – Níveis de garantia e características físico-químicas dos produtos EnerFAT™, LYSOFORTE® e perfil dos ácidos graxos

Níveis de garantia*	EnerFAT™	LYSOFORTE®
Extrato etéreo (Mín.)	825,00 g Kg-1	-
Matéria mineral (Máx.)	150,00g Kg-1	-
Cálcio (Mín.)	80,00g Kg-1	-
Umidade (Máx.)	50,00g Kg-1	-
Índice de acidez (Máx.)	0,06 mg NaOH g-1	-
Índice de peróxido (Máx.)	2,00 meq 1000g-1	-
Lecitina de soja (Mín.)	-	500,00 g kg-1
Características físico-químicas		
Gordura ¹	82,5	-
pH	-	5,5 – 7,0
Densidade	-	0,450 a 0,750 g mL-1
Resíduo ²	-	< 15%
Ácido graxo*	Fórmula química	%
Palmítico	C16:0	40,23
Oleico	C18:1n9	31,08
Linoleico	C18:2n6	6,46
Estearico	C18:0	3,64
Mirístico	C14:0	0,98
Araquidônico	C20:4n6	0,64
Eicosanóico	C20:0	0,28
Gama linolênico	C18:3n6	0,22
Palmitoléico	C16:1	0,16

*Informações fornecidas pelo fabricante Kemin do Brasil Ltda. ¹Expresso em perfil de ácidos graxos; ²Peneira de 20 mesh; Fonte: Siqueira (2018).

O trato foi pesado e fornecido aos animais duas vezes ao dia (às 8:00 e 16:00 horas), juntamente com água limpa e fresca. Todas as manhãs, as sobras no cocho eram retiradas e pesadas em uma balança com precisão de cinco g. Isso tinha como objetivo medir o consumo de alimentos na matéria natural pelos animais e ajustar a quantidade de alimento fornecido. Além disso, foram coletados 500g das sobras diárias ao longo de 7 dias para análises posteriores.

A medição do peso dos animais foi realizada por meio de uma balança digital de gancho com capacidade de 50 kg e precisão de 50g, tanto no início quanto no final de cada fase de coleta. Essas pesagens eram realizadas pela manhã, com o objetivo de avaliar o peso corporal dos animais para análise subsequente do consumo de matéria seca em relação ao peso corporal e metabólico. Foi utilizada a média das duas pesagens dos animais para a análise dos dados.

O consumo de matéria seca (CMS) em relação ao peso corporal foi obtido através da relação entre o CMS e o peso corporal médio dos animais durante todo o período de avaliação, sendo calculado o consumo de matéria seca (CMS) por animal, através da seguinte equação: $((Alimento\ ofertado\ (kg) \times \%MS\ do\ ofertado) - (sobras\ do\ ofertado\ (kg) \times \%MS\ do\ ofertado))$.

O cálculo do peso metabólico baseou-se na equação $(Peso\ corporal^{0,75})$.

A obtenção do consumo por peso metabólico resultou da relação entre o CMS e o peso metabólico, o qual é determinado pela seguinte equação:

$$\text{Consumo (\% PM)} = \frac{\text{Consumo de matéria seca}}{\text{Peso metabólico}}$$

Durante os cinco dias de coleta, a verificação do escore fecal foi conduzida conforme a escala estabelecida por Dickson e Jolly (2011). Na escala, o escore um (1) indica fezes ressecadas e sem brilho; o escore dois (2) representa fezes normais; o escore três (3) corresponde a fezes amolecidas, perdendo o formato e aderindo umas às outras; o escore quatro (4) descreve fezes amolecidas e sem formato normal; e o escore cinco (5) indica fezes diarreicas.

As fezes excretadas foram coletadas nos 5 dias de coleta de dados, também foram pesadas com o auxílio de balança eletrônica com precisão de cinco gramas e avaliadas de acordo com o escore fecal.

As amostras do ofertado, das sobras, de urina e das fezes de cada animal foram coletadas durante todos os dias do período de coleta. Estas foram identificadas e acondicionadas em congelador a -10°C . Ao final do ensaio, as amostras referentes a cada animal foram descongeladas e homogeneizadas, formando uma amostra composta, sendo retirada amostra de 20% do total.

Posteriormente, foi realizado a primeira secagem das amostras em estufa de circulação forçada de ar a 55°C durante 72 horas. Depois, as amostras foram trituradas, em moinho de facas do tipo Willey, em partículas de 1 mm. Logo após, foram levadas ao laboratório onde foi

feita a segunda matéria seca das amostras de ofertado, sobras e fezes, em estufa a 105 °C por 24 horas, sendo então possível calcular a matéria seca definitiva e teor dos nutrientes, e posteriormente, a digestibilidade aparente dos nutrientes e matéria seca através das seguintes fórmulas:

$$CN = (CONS \times \%CONS) - (SOB \times \%SOB)$$

$$DA = \frac{CN - (FEZ \times \%FEZ) \times 100}{CN}$$

Onde:

CN = consumo do nutriente (kg); CONS = quantidade de alimento consumido (kg); %CONS = teor do nutriente no alimento fornecido (%); SOB = quantidade de sobra retirada (kg); %SOB = teor do nutriente nas sobras (%); DA = digestibilidade aparente (%); FEZ = quantidade de fezes coletada (kg); %FEZ = teor do nutriente nas fezes (%).

Os nutrientes analisados no estudo incluíram fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE). Para a determinação da FDN e FDA, a metodologia adotada seguiu as diretrizes estabelecidas por Detmann et al. (2012), utilizando os métodos padronizados INCT-CA F-001/1 e INCT-CA F003/1, respectivamente. A análise do extrato etéreo foi conduzida por hidrólise ácida, utilizando o método de Soxhlet, conforme descrito por Brum, Arruda e Regitano-D'Arce (2009). Este procedimento envolve o tratamento sequencial e intermitente da amostra, submersa em éter de petróleo. A sifonagem e subsequente condensação do solvente aquecido ocorrem dentro de um balão localizado na base do equipamento.

A partir dos teores dos nutrientes, foi possível calcular o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), consumo de fibra em detergente ácido (CFDA) e consumo de extrato etéreo (CEE).

O consumo de água foi calculado pela diferença do ofertado e das sobras, onde todos os dias era colocado seis litros de água por animal, aumentando o volume sempre que necessário, e no dia seguinte era analisado o volume retido no balde por meio de proveta de plástico graduada com capacidade de dois litros e precisão de 20 mL. O balde utilizado para evaporação era igual aos utilizados como bebedouro pelos animais e alocado na mesma altura. A diferença do balde de evaporação era descontado do consumo de água, pois entende-se que a quantidade não foi consumida, e sim evaporada.

O volume de urina de cada animal foi medido separadamente com auxílio do mesmo modelo de proveta no início de cada dia do período de coleta, e foi feito a determinação de

densidade utilizando refratômetro manual Megabrix[®]. Os baldes de coleta de urina continham telas para evitar contaminação externa e ácido clorídrico 2N para evitar fermentação, degradação e perdas de nitrogênio.

As avaliações glicêmicas realizadas foram distribuídas em cinco coletas, a primeira colheita sendo às 8h (antes da primeira refeição), 11h, 14h, 17h e às 20h. No dia da avaliação glicêmica a segunda refeição foi ofertada após a colheita das 20h. As amostras foram colhidas por venopunção da jugular com auxílio de tubos Vacutainer[®] de cinco mL contendo fluoreto e ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), sendo devidamente identificados para cada animal.

Para obtenção do soro sanguíneo, os tubos coletores sem anticoagulante foram centrifugados a 3000 rotações por minuto, por dez minutos. As alíquotas de soro foram congeladas em tubos eppendorf, essas amostras foram analisadas no Laboratório de Saúde em Grande Animais (LASGRAN) com analisador bioquímico semiautomático (Bioplus 2000), utilizando o kit comercial LabTest[®]. Foram utilizados os seguintes componentes bioquímicos para a determinação do metabolismo proteico: ácido úrico, ureia, creatinina, albumina e proteínas totais. Para a avaliação dos metabólitos energéticos, foram empregados colesterol, triglicerídeos, HDL (lipoproteína de alta densidade), VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade, calculada pela divisão do valor de triglicerídeos por 5) e LDL (lipoproteína de baixa densidade, calculada conforme a fórmula proposta por Friedewald, Levv e Fredrickson (1972): $LDL = \text{colesterol total} - HDL - VLDL$). As enzimas aspartato aminotransferase, gama glutamil transferase e fosfatase alcalina foram empregadas para determinar a atividade hepática.

O experimento foi realizado utilizando um delineamento em blocos casualizado. O experimento foi feito em duas fases blocando fase. Foram aplicados cinco tratamentos, cada um com vinte repetições. As médias de todos os dados foram submetidas a uma análise de regressão, considerando um nível de significância de 95% de confiança. O escore fecal foi analisado por meio de estatística não paramétrica (Kruskal e Wallis, 1952). Testes de normalidade e homogeneidade foram aplicados a todas as variáveis. Tendência foi considerada quando $P > 0,05$ - $P < 0,10$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os níveis de inclusão analisados, não se observou nenhuma diferença significativa ($P > 0,05$) nos parâmetros de consumo, incluindo CMS, CMS/PC, CEE, CFDA e CFDN conforme detalhado na Tabela 3.

Tabela 3 – Consumo de matéria seca e nutrientes de borregas alimentadas com níveis crescentes de gordura protegida de palma associada à lisolecitina na ração

TRAT	CMS (kg/dia)	CMS/PC (kg/dia)	CPB ¹ (kg/dia)	CFDN (kg/dia)	CFDA (kg/dia)	CEE (kg/dia)
0	1,0	2,94	0,254	0,256	0,152	0,028
25	0,946	2,93	0,245	0,243	0,13	0,029
50	0,912	2,72	0,186	0,252	0,107	0,041
75	0,814	2,37	0,14	0,193	0,075	0,034
100	0,900	2,53	0,18	0,218	0,112	0,054
MG	0,918	2,7	0,203	0,232	0,115	0,037
CV	9,94	8,75	3,82	3,87	2,43	1,65
P	0,8802	0,308	0,1095	0,6556	0,0794	0,5724

Trat. = tratamento; CMS = Consumo de matéria seca; CPB = Consumo de proteína bruta; CFDN = Consumo de fibra detergente neutro; CFDA = Consumo de fibra detergente ácido; CEE = Consumo de extrato etéreo; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; P = valor de 5% de significância; 1) $Y=1,117813-0,000434X$
 $R^2=65,876\%$

O CMS não apresentou diferença estatística em relação aos tratamentos testados. De acordo com Van Soest (1994), dietas com uma alta porcentagem de concentrado tendem a aumentar a produção de ácidos graxos voláteis, resultando em alterações nas condições ruminais, como a redução do pH e o aumento na concentração de metabólitos sanguíneos, essas alterações podem levar à inibição do CMS. Os valores de referência propostos pelo NRC (2007) de 1,2Kg/MS/dia para a categoria estudada, os resultados não podem ser comparados diretamente, pois os animais receberam uma dieta com baixa porcentagem de volumoso.

A diferença encontrada para o CMS/PC foi de 32,33% menor em relação aos valores recomendados de acordo com o NRC (2007), que é de 3,99%. Esse valor pode ser explicado pela composição da dieta, conforme mencionado por Oliveira et al., (2017) em dietas onde o consumo não é fisicamente limitado pela falta FDN, o CMS é regulado de acordo com as necessidades metabólicas de energia. Ou seja, quando a dieta fornece quantidades de energia e proteína superiores às exigidas para a manutenção e produção, os mecanismos fisiológicos reduzem naturalmente o consumo.

O Consumo de proteína bruta (CPB) encontrado nesse experimento foi 62,4% superior ao valor recomendado pelo NRC (2007) de 0,125 kg/dia. Contudo observou-se um efeito linear negativo do CPB com p-valor de 0,1095 devido à diminuição observada na MG do CMS que está abaixo dos valores preconizados na literatura nos tratamentos avaliados, resultando consequentemente em sua diminuição.

Em relação ao CFDN, Van Soest (1994) propôs que animais ruminantes devem manter o CFDN 1,2% do peso corporal, para os animais utilizados com peso médio de 30kg o valor esperado seria de 0,360 kg/dia, contudo a média de consumo foi de 0,232kg/dia estando 35,55% abaixo do recomendado. A diminuição observada pode ser justificada pela composição da dieta, dado que a dieta era composta principalmente por 70% de concentrado farelado e 30% de silagem de milho, resultando em uma oferta reduzida de fibra em detergente neutro na alimentação dos animais. Essa proporção de ingredientes contribui para a baixa quantidade de FDN disponível na dieta, influenciando diretamente o consumo desse componente pelos animais. O mesmo aconteceu para o consumo de fibra em detergente ácido (CFDA). Apesar da suplementação com gordura inerte de palma associada a lisolecitina o CEE médio encontrado foi de 0,037kg/dia, e não demonstrou diferença estatística entre os tratamentos ($P>0,05$), podendo relacionar esse resultado com o baixo CMS visto anteriormente.

De acordo com Mertens (1994), valores de digestibilidade superiores a 66% de digestibilidade, são os fatores fisiológicos que controlam a ingestão de alimentos, ou seja, pelo balanço energético ou nutricional da dieta. A dieta utilizada neste experimento continha 70% de concentrado, o qual é altamente fermentável, resultando em uma maior digestibilidade, como evidenciado pela média obtida na digestibilidade da matéria seca (DMS) de 79,53% (Tabela 4).

Tabela 4 – Digestibilidade da matéria seca e nutrientes de borregas alimentadas com níveis crescentes de gordura protegida de palma associada à lisolecitina na ração

TRAT	DPB	DFDN	DEE ¹	DMS
0	77,25	60,29	53,48	78,35
25	86,72	73,73	77,83	87,95
50	67,9	62,3	69,08	77,57
75	64,76	48,35	75,45	70,22
100	81,55	67,83	94,92	82
MG	75,86	63,06	72,48	79,53
CV	15,62	21,93	11,86	11,12
P	0,1026	0,2184	0,0001	0,1622

Trat.; = tratamento; DMS = Digestibilidade da matéria seca; DPB = Digestibilidade de proteína bruta; DEE = Digestibilidade de extrato etéreo; DFDN = Digestibilidade da fibra detergente neutro; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; P = valor de 5% de significância;

1) $Y = 58,454627 + 0,305995X$ $R^2 = 71,39\%$

Em relação a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN), valor médio encontrado foi de 63,06%, não havendo diferença entre os tratamentos, porém os está acima do valor recomendado por Valadares Filho (1985), onde os valores de DFDN devem ser de

aproximadamente 50%, os valores menores de CMS e CFDN encontrados, e maior CPB, DMS e DFDN, são explicados pela dieta utilizada contendo 70% de concentrado, o que proporciona uma regulação metabólica, devido a dieta ser pobre em fibra em detergente neutro, fator responsável pela limitação física do consumo.

O DEE apresentou uma média de 72,48%, apresentando significância estatística ($P < 0,0001$). Os resultados da DEE sugerem uma melhoria no processo de hidrólise e absorção no intestino delgado, evidenciando uma eficácia notável nos processos intestinais, podendo associar tais resultados com a lisolecitina associada a gordura inerte de palma a qual tem como função ajudar no processo de digestão e absorção dos lipídeos no TGI. Ademais, a curva positiva presente na tabela indica que a digestibilidade aumenta conforme a introdução de gordura associada à lisolecitina cresce. Essa digestibilidade elevada pode ser explicada pela molécula de lisolecitina associada a gordura inerte, uma vez que ela atua como um emulsificante no processo digestivo, o aumento da digestibilidade de gorduras e óleos, juntamente com uma maior expressão de colágeno nos enterócitos, contribui para uma integridade e saúde intestinal aprimoradas. Essa combinação resulta em uma melhor absorção de nutrientes da dieta e melhora a performance animal, incluindo ganho de peso, conversão alimentar e produção de leite e seus componentes.

O consumo de água (CH₂O, litros/dia), consumo de água em relação ao consumo de matéria seca (CH₂O/CMS, litros/kg), volume de urina (VU, litros), densidade urinária (DSD, g/mL), fezes na matéria natural (FMN%), fezes na matéria seca (FMS%), matéria seca fecal (MSF, %) e escore fecal (EF) (Tabela 5).

Tabela 5 – Efeito dos tratamentos sobre o consumo de água (CH₂O), consumo de água em relação ao consumo de matéria seca (CH₂O/CMS), volume de urina (VU), densidade da urina (DSD), fezes na matéria natural (FMN), fezes na matéria seca (FMS), matéria seca fecal (MSF) e escore fecal (EF)

TRAT	CH ₂ O	CH ₂ O/CMS	VU	DSD	FMN	FMS	MSF	EF*
0	3,82	3,65	2,4	1018,5	0,552	0,200	44,25	2,03
25	2,38	2,64	2,18	1016,2	0,388	0,109	37,87	2,02
50	2,79	3,13	1,51	1019,1	0,440	0,207	43,55	2,09
75	2,57	3,24	1,56	993,8	0,440	0,232	44,80	2,16
100	3,1	3,4	1,97	1019,6	0,425	0,129	47,87	2,15
MG	2,93	3,21	1,93	1013,4	0,449	0,175	46,64	2,09
CV	20,5	14,35	21,03	3,38	6,49	30,03	14,28	10,7
P	0,4410	0,5439	0,6059	0,5141	0,5147	0,1145	0,2925	0,6248

Trat.; = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação P = valor de 5% de significância; * Estatística não paramétrica, por serem valores de avaliação visual.

A equação proposta por Forbes (1968) para calcular a exigência diária de ingestão de água para ovinos com base no consumo de matéria seca (CMS) é expressa como: $CH_2O = 3,86 \times CMS - 0,99$. Utilizando a média do CMS encontrado para todos os tratamentos (Tabela 5), encontram-se valores para ingestão de água recomendada de 2,55 litros por dia. O consumo médio de água (CH_2O) foi 14,9% acima do recomendado, este consumo está associado à dieta altamente concentrada, que possui uma baixa umidade, resultando em um aumento na ingestão de água. Conforme NRC (2007), quanto maior a umidade presente no alimento, menor é a necessidade de consumo de água. O NRC (2007) estabeleceu relação entre o consumo de água e o CMS para ovinos, devendo ser duas a três vezes maior que o CMS, e neste estudo apresentou uma média 3,21L/CMS ficando dentro dos valores preconizados.

Não foi observada diferença estatística na quantidade de FMN e FMS entre os tratamentos, pois todos os animais receberam uma dieta com a mesma relação de volumoso:concentrado, alterando apenas a quantidade em gramas de gordura inerte de palma associada a lisolecitina fornecido. A MSF desse estudo foi de 46,64%, não havendo diferença entre os tratamentos. Porém esse valor está acima do recomendado por Van Cleef et. al., (2010) para MSF que é de 37% para ovinos, indicando assim um possível efeito da dieta.

De acordo com Dickson e Jolly (2011) o valor ideal do escore fecal normal é 2, os resultados obtidos tiveram um escore fecal médio de 2,09, encontram-se dentro da normalidade. Considerando a inclusão de gordura inerte de palma associada a lisolecitina os valores de CEE (Tabela 3), os animais testados não apresentaram alterações no trato gastrointestinal e um bom aproveitamento da dieta ofertada. Durante a digestão, as enzimas do trato gastrointestinal decompõem os nutrientes para a absorção no organismo, incluindo os lipídios em ácidos graxos e glicerol, principalmente no intestino delgado. A eficiência desse processo é influenciada pela composição da dieta e por cofatores, como a lecitina, que facilita a emulsificação e absorção das gorduras. Assim, a digestão eficiente da matéria seca auxiliou na digestão e absorção adequada do extrato etéreo promovendo o bom desempenho dos animais.

Conforme Reece (2006), a excreção de urina adequada para ovinos deve situar-se entre 100-400 mL para cada 10 kg de peso corporal. Com um peso médio de 42 kg para os animais analisados, a faixa recomendada de excreção de urina é de 420-1680 mL. No entanto, a média observada foi de 1930 mL, estando acima da faixa recomendada para o peso médio dos animais. Portanto, a excreção de urina encontra-se cerca de 14,88% acima do esperado para o peso médio

dos ovinos estudados, podendo ser explicada pela maior ingestão de água, conforme a Tabela 5. De acordo com Hendrix (2005), a variação da densidade urinária em ovinos situa-se entre 1,020 e 1,040. Os valores de densidade urinária se mantiveram dentro do padrão de normalidade, exceto o tratamento com inclusão de 75g de gordura apresentando uma densidade de 993,8 o qual pode ter sido influenciado pelo alto volume excretado pelos animais.

Para avaliação do perfil bioquímico energético, foram obtidos dados de glicose e frutamina, presentes na Tabela 6. O perfil da frutamina e da glicose não sofreram diferenças significativas com P-valor = 0,4482 e 0,5863 respectivamente, em relação aos níveis de inclusão de gordura na dieta.

Tabela 6 – Valores médios de glicemia basal (GLIC, mg/dL) , frutamina (FRUT, $\mu\text{mol/L}$) e curva glicêmica de borregas alimentadas com níveis crescentes de gordura protegida de palma associada à lisolecitina na ração

Trat.	0	25	50	75	100	MG	CV	P	VR
GLIC	65,03	68,47	68,74	64,37	62,51	65,92	29,05	0,5863	33-98,1*
FRUT	101,5	122,79	119,57	121,3	114,38	116,51	19,31	0,4482	111-413,61*
Níveis médios da curva glicêmica									
Horário	8	11	14	17	20				
GLIC	60,83	66,66	60,83	68,66	68,16	65,028	12,4	0,6342	111-413,61*

Trat. = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; VR = valor de referência *Varanis (2021); P = valor de 5% de significância; GLIC = Glicemia; FRUT = Frutamina.

Uma das fontes intermediárias de glicose para os ruminantes é o ácido propiônico, cujos níveis são incrementados pela fermentação de carboidratos solúveis, como o amido. Além disso, a inclusão de lipídeos na ração também contribui para o aumento da síntese de propionato, devido à liberação de glicerol no processo de lipólise, o qual é fermentado em ácido propiônico (Nied, 2016). Dessa forma, podemos afirmar que a proporção de concentrado e lipídeos, tanto no tratamento controle quanto naqueles com inclusões de gordura inerte de palma associada a lisolecitina, mantiveram os níveis de produção de glicose equiparados.

Ao examinar a curva glicêmica dos animais, verifica-se que houve uma estabilidade energética ao longo do dia. No entanto, conforme mencionado por Caldeira (2005), nos ruminantes, o pico na concentração sérica de glicose ocorre de 3 a 6 horas após a alimentação, uma vez que a glicose depende da síntese hepática de propionato, aminoácidos glicogênicos e outros precursores. Assim, é compreensível que as rações fornecidas aos animais neste estudo,

tanto no tratamento controle quanto com até 100 g de inclusão de gordura inerte de palma associada a lisolecitina no concentrado, tenham mantido os valores de glicose inalterados, proporcionando um aporte semelhante de ácido propiônico ao longo do dia. Esse resultado pode estar relacionado à quantidade fornecida, à taxa de degradação e à digestibilidade do amido proveniente do farelo de milho e silagem de milho.

A frutossamina é uma proteína glicosilada que resulta da ligação entre a glicose e o grupamento amina das proteínas, com uma afinidade maior pela albumina. Essa substância fornece uma indicação do nível de glicose do indivíduo aproximadamente duas semanas antes das coletas, estando diretamente relacionada ao tempo de meia-vida das proteínas. Assim, a frutossamina é um indicador do status do nível energético.

Os níveis de frutossamina nos tratamentos testados estiveram dentro dos valores de referência, com exceção do grupo controle, que apresentou um valor inferior ao esperado, conforme mostrado na Tabela 6. Essa discrepância pode ser atribuída aos tratamentos testados, sugerindo um aumento nos níveis de energia consumido pelos animais.

Considerando que a dieta era altamente energética, composta por 70% de concentrado e a inclusão de gordura inerte associada a lecitina, observa-se um aumento significativo na síntese hepática de ácidos graxos. Este aumento é desencadeado pelas elevadas quantidades de acetato e propionato provenientes da dieta de alta densidade energética, conforme mencionado por Bruss (2008). Esse aumento na síntese hepática contribui para uma maior exportação de triglicerídeos na forma de VLDL, evidenciando a influência direta da composição dietética na metabolização de lipídios no organismo. Houve efeito linear positivo dos níveis de inclusão de gordura inerte associada à lisolecitina para todas as variáveis apresentadas na Tabela 7 ($P < 0,05$).

Observou-se que a lipoproteína VLDL apresentou uma resposta linear positiva, indicando uma correlação positiva com os tratamentos testados com $R^2=91,09$. Os triglicerídeos, sendo a principal forma de armazenamento dos ácidos graxos de cadeia longa encontrados na gordura inerte de palma, apresentam valores aumentados de acordo com a inclusão. Portanto, era previsível que os níveis de VLDL também estivessem elevados. Essa elevação da VLDL, por sua vez, contribui para um aumento antecipado nos níveis sanguíneos de colesterol, pois essa lipoproteína é responsável por transportar o colesterol para os tecidos periféricos.

Tabela 7 – Efeito sobre os níveis séricos de colesterol (COL, mg/dL), triglicerídeos (TRIG, mg/dL), lipoproteína de baixa densidade (LDL, mg/dL), lipoproteína de alta densidade (HDL,

mg/dL), lipoproteína de muita baixa densidade (VLDL, mg/dL) de borregas alimentadas com níveis crescentes de gordura protegida de palma associada à lisolecitina na ração

TRAT	COL ¹	TRI ²	LDL ³	VLDL ⁴	HDL ⁵
0	51,39	21,66	33,38	4,33	13,67
25	86,12	29,58	59,49	5,91	20,71
50	92,31	29,57	64,24	5,91	22,15
75	104,54	32,76	71,11	6,55	26,88
100	114,37	37,73	82,71	7,54	24,11
MG	90,74	30,49	62,93	6,09	21,71
CV	33,43	27,77	38,74	27,77	30,18
P	0,0102	0,0308	0,0164	0,0308	0,0157
VR*	15-139,9	5-78	0,80-83,36	1-17,4	13-79

*Varanis (2021); Trat. = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; VR = valor de referência; valor de 5% de significância; 1) $Y=60,874295 + 0,577544X$ $R^2= 90\%$; 2) $Y= 23,199979 + 0,141286X$ $R^2= 91,09\%$; 3) $Y =40,132387+0,441129X$ $R^2:= 90,62$; 4) $Y= 4,640021+0,028257X$ $R^2= 91,09$; 5) $Y=16,101896+0,108159X$ $R^2= 74,57\%$.

Essa resposta pode ser explicada pela síntese da VLDL é predominantemente conduzida no retículo endoplasmático dos hepatócitos, as células primárias do fígado. Este processo envolve a combinação de triglicerídeos, colesterol, fosfolipídios e apo lipoproteínas no interior do retículo endoplasmático, culminando na formação dessas lipoproteínas de muito baixa densidade (González *et al.*, 2017).

Os teores de colesterol também estiveram dentro do esperado em todos os tratamentos, porém houve uma resposta linear positiva, esses valores destacam as variações percentuais nos níveis de colesterol associadas à quantidade de gordura inerte de palma utilizada nos tratamentos.

De acordo com Silva (2019), triglicerídeos representam a principal forma de armazenamento de AGCL Essa configuração os posiciona como uma fonte essencial de energia para o organismo. Sua síntese ocorre em vários tecidos, com destaque para o fígado e o tecido adiposo. Durante o processo de absorção de lipídios no trato digestivo, uma porção dos ácidos graxos passa por reesterificação, formando triglicerídeos que são integrados nas lipoproteínas, principalmente na VLDL. Essas lipoproteínas são liberadas na circulação linfática e, posteriormente, alcançam a circulação sanguínea, sendo direcionadas para os tecidos periféricos (Kozloski, 2009).

No contexto do presente estudo, observou-se uma resposta linear positiva do triglicerídeo, indicando aumento de acordo com os tratamentos testados. Conforme o teste de regressão com

$R^2= 91,09\%$, evidencia uma relação positiva entre a ingestão de lipídios adicionados em níveis na dieta e o aumento correspondente nos níveis de triglicerídeos observados.

A LDL revelou um efeito linear positivo com $R^2= 90,62$. Observou-se uma variação percentual expressiva nos níveis de LDL em comparação com o grupo controle para cada tratamento. Houve aumentos de aproximadamente 78,22%, 92,45%, 113,03%, e 147,78%, respectivamente, nos tratamentos 25, 50, 75 e 100 g em relação ao grupo controle para a variável. Esse padrão confirma a importância do transporte dos ácidos graxos, originados da mobilização hepática, para os tecidos, prevenindo assim uma possível sobrecarga no fígado. O acréscimo nos níveis de colesterol e LDL na corrente sanguínea pode estar associado a ácidos graxos com cadeias entre 10 e 18 carbonos, a exemplo do mirístico (C-14) e ácido palmítico (C-16) (Nelson e Cox, 2014). É relevante observar que a gordura inerte fornecida na dieta é composta por 52,7% de ácido palmítico (Tabela 2), essa composição pode ter contribuído para o aumento mencionado.

Segundo Kaneko *et al.* (2008), o HDL assume a função de transportar o colesterol dos tecidos para o fígado, onde passa por metabolismo para fornecer energia. Além disso, contribui para a biossíntese de hormônios e estimula a produção de sais biliares, que facilitam a emulsificação e absorção da gordura proveniente da dieta. Os resultados revelam os aumentos percentuais nos níveis de HDL em comparação com o grupo controle para diferentes tratamentos. Para o grupo que recebeu 25 g, observou-se um aumento de aproximadamente 51,49%. No grupo de 50 g, o aumento foi de 62,03%, enquanto o grupo de 75 g apresentou um aumento de 96,63%, demonstrando o maior aumento entre os tratamentos. O grupo que recebeu 100 g mostrou um aumento de 76,37%.

Segundo Vilaça (2022), a inclusão de ácidos graxos insaturados na dieta, especialmente o ácido linoleico (18:2), contribuiu para um aumento nos níveis de colesterol no sangue. Esse aumento, por sua vez, estimulou o incremento do HDL, promovendo a mobilização do colesterol em direção ao fígado. É relevante observar que a gordura inerte fornecida na dieta é composta por 6,6% de ácido linoleico (18:2) (Tabela 2). Com o aumento dos níveis de colesterol no sangue, observou-se uma resposta proporcional com uma maior atividade do HDL, resultando na remoção mais eficiente do colesterol. Essa dinâmica reflete a capacidade do HDL em regular os níveis de colesterol e facilitar seu transporte reverso para o fígado, contribuindo assim para a homeostase lipídica no organismo.

Na Tabela 8, são apresentadas as relações CT/HDL e LDL/HDL em relação aos diferentes tratamentos.

Tabela 8 – Relação entre CT/HDL e LDL/HDL de borregas alimentadas com níveis crescentes de gordura protegida de palma associada à lisolecitina na ração

TRATAMENTO	CT/HDL	LDL /HDL
0	3,79	2,45
25	4,15	2,85
50	4,12	2,84
75	3,89	2,64
100	4,81	3,47
MG	4,16	2,86
CV	17,61	24,93
P	0,1198	0,1303

MG = média geral; CV = coeficiente de variação; P-valor = valor de 5% de significância; CT/HDL: relação entre colesterol e lipoproteína de alta densidade; LDL/HDL: relação entre lipoproteína de baixa densidade e lipoproteína de alta densidade.

É destacada a importância de manter uma relação baixa entre LDL/HDL, uma vez que valores elevados indicam uma maior concentração de LDL (SIQUEIRA 2021).

A avaliação das variáveis CT/HDL e LDL/HDL revelam uma mobilização lipídica adequada. Embora tenham sido observadas variações nos valores médios das relações lipídicas em diferentes condições experimentais. Esses resultados indicam uma relativa estabilidade nas relações lipídicas analisadas nos diferentes tratamentos, corroborando com a boa saúde dos animais.

Na Tabela 9 apresentada a seguir, encontram-se os dados referentes aos metabólitos empregados na avaliação da função hepática, sendo eles a GGT, FA e AST.

No presente estudo, os valores de GGT permaneceram dentro da faixa considerada normal para a espécie, com $P > 0,05$. Nessa dieta, há um considerável consumo de carboidratos altamente fermentescíveis provenientes do concentrado. Após a fermentação e absorção ruminal, esses carboidratos são metabolizados no fígado, intensificando a atividade hepática.

Tabela 9 – Efeito sobre as enzimas hepáticas: aspartato-aminotransferase (AST, U/L), fosfatase alcalina (FA, U/L) e gama-glutamilttransferase (GGT, U/L) de borregas alimentadas com níveis crescentes de gordura protegida de palma associada à lisolecitina na ração

TRAT	GGT	FA	AST ¹
0	114,1	617,3	141,38
25	192,17	742,45	168,07
50	173,98	797,95	178,08
75	167,89	794,78	228,27

100	215,8	636,9	205,64
MG	175,02	721,45	185,05
CV	50,34	27,13	30,21
P	0,3398	0,297	0,0711
VR*	47-353,5	58-727,7	31-154

*Varanis (2021); Trat. = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; P-valor = valor de 5% de significância; VR = Valor de referência; 1) $Y=146,549894 + 0.754872X$ $R^2=78.56$;

A FA apresentou P-0,297, sem significância estatística, porém a inclusão crescente de gordura inerte nos tratamentos testados causou alterações nos tratamentos 25g, 50g e 75g, estabelecendo relação com o aumento de colesterol devido os animais estarem consumindo ração altamente energética, logo, esse aumento não indica necessariamente uma lesão hepática, já que as outras enzimas estão dentro dos valores de referência.

A AST é uma enzima presente tanto no citoplasma quanto nas mitocôndrias de diversos tecidos, incluindo fígado, músculo esquelético e cardíaco. Quando seus níveis são identificados acima das concentrações consideradas normais, isso sugere a possibilidade de o animal desenvolver lesão hepatocelular secundária, decorrente de uma mobilização lipídica excessiva. No contexto hepático, a AST está envolvida em processos relacionados à produção de energia e metabolismo dos aminoácidos. A enzima desempenha um papel fundamental na síntese de aspartato, um aminoácido essencial, e na regeneração de oxalacetato (SILVA *et al.* 2020). Durante a avaliação dos níveis de inclusão neste estudo, foi observado um efeito linear positivo para a atividade da AST, apresentando um P- 0,0711. Os níveis estiveram acima do valor recomendado em todos os tratamentos avaliados, com exceção do grupo controle. Esse achado está alinhado com os tratamentos testados, os quais incorporaram uma quantidade considerável de lipídios na dieta. Como consequência, observou-se uma mobilização hepática significativa de lipídios elevando os níveis de AST.

As concentrações séricas de metabólitos proteicos não foram afetadas pelos crescentes níveis de inclusão de gordura inerte de palma associada a lisolecitina na dieta (P>0,05), conforme evidenciado na Tabela 10. Adicionalmente, os parâmetros de proteína total (PT), albumina (ALB), ácido úrico (AU) e ureia mantiveram-se dentro dos valores considerados normais, conforme os padrões estabelecidos por Varanis *et al.*, (2021), porém a creatinina (CREAT) ficou cima do valor de referência. A globulina, por sua vez, apresentou valores abaixo dos níveis preconizados por Kaneko *et al.*, (2008) para todos os tratamentos. É importante ressaltar que os valores de referência fornecidos por Varanis *et al.*, (2021) são específicos para animais brasileiros com a mesma categoria dos sujeitos estudados nesta pesquisa.

Tabela 10 – Efeito sobre os metabólitos proteicos proteína total (PT, g/dL), albumina (ALB, g/dL), globulina (GLOB, g/dL), ácido úrico (AU, mg/dL), ureia (mg/dL) e creatinina (CREAT, mg/dL) de borregas alimentadas com níveis crescentes de gordura protegida de palma associada à lisolecitina na ração

TRAT	PT	ALB	GLOB	AU	UREIA	CREAT
0	5,68	4,22	1,46	1,29	59,91	2,2
25	6,13	4,4	1,73	1,54	56,47	1,82
50	6,02	4,29	1,73	1,58	61,69	2,18
75	6,01	4,42	1,58	1,67	55,64	2,07
100	5,76	4,18	1,58	1,73	58,01	1,95
MG	5,93	4,31	1,62	1,57	58,25	2,03
CV	9,09	5,73	29,08	18,95	17,41	21,83
P	0,504	0,2723	0,8119	0,1134	0,7928	0,4483
VR	*3,1-11,4	*1,12-5,38	**3,5-5,7	*0-2,9	*12,8-100	*0,40-1,80

Trat. = tratamento; MG = média geral; CV = coeficiente de variação; P = valor de 5% de significância ; VR= Valores de referência: * = Varanis (2021); ** = Kaneko et al. (2008).

A média da creatinina foi registrada em 2,03, apresentando um aumento de 12,78% em relação ao valor de referência. A dieta não influenciou nos níveis de creatinina, visto que pouco variou seus níveis em comparação do grupo controle, que também está acima dos valores preconizados, diante disso os tratamentos testados não tiveram influência direta sobre a variável em questão.

Os níveis de PT (Tabela 10), mantêm-se em conformidade com as recomendações, apresentando um valor médio de 5,93g/dL. Este resultado está dentro dos níveis aceitos, evidenciando não apenas a adequação nutricional, mas também ressaltando o sinergismo positivo entre as fontes nitrogenadas e os carboidratos presentes na dieta que podem ser confirmados pelos níveis de ureia. Esse equilíbrio nutricional contribui para a estabilidade dos parâmetros metabólicos avaliados nos animais estudados. Os tratamentos testados não influenciaram nos níveis de PT (P- 0,504).

A albumina é reconhecida como o indicador mais sensível para avaliar o status nutricional proteico. Valores persistentemente baixos de albumina indicam um consumo proteico inadequado. Essa proteína é primariamente sintetizada no fígado e representa aproximadamente 50 a 65% do total de proteínas no plasma sanguíneo, contribuindo substancialmente, com 80%, para a osmolaridade do plasma. No entanto, para identificar mudanças significativas na concentração de albumina, é necessário um período de pelo menos um mês, devido à taxa

relativamente baixa de síntese e degradação dessa proteína em ruminantes (Payne e Payne, 1987). No presente estudo a albumina valor médio de 4,31g/dL mantendo- conforme as recomendações.

O ácido úrico é um componente metabólico importante encontrado nos ruminantes, desempenhando papéis cruciais no contexto do metabolismo nitrogenado desses animais. Este composto é uma forma de excreção de nitrogênio derivado da degradação de purinas, que são componentes presentes em nucleotídeos e ácidos nucleicos. De acordo com Varanis (2018), a concentração de ácido úrico na urina é influenciada pela dieta e pelos processos metabólicos no rúmen, dietas ricas em proteínas e forragens de qualidade podem aumentar a produção de ácido úrico, uma vez que o nitrogênio proveniente dessas fontes alimentares é metabolizado no rúmen. Variações nos níveis de ácido úrico podem indicar mudanças na dieta, qualidade da forragem ou eficiência na utilização de proteínas. O valor médio encontrado (Tabela 9), 1,57g/dL está dentro do preconizado, indicando que a dieta não afetou negativamente a população dos microrganismos ruminais.

De acordo com Silva (2019), a concentração de ureia no sangue está diretamente relacionada ao balanço entre a ingestão de proteínas e a capacidade do animal de utilizar o nitrogênio de forma eficiente. Dietas com alto teor proteico geralmente resultam em níveis elevados de ureia no sangue, refletindo um excesso de nitrogênio que precisa ser excretado. O monitoramento dos níveis de ureia no sangue ou na urina de ruminantes oferece informações sobre o status nutricional e a eficiência da utilização de nitrogênio. Variações nos níveis de ureia podem ser indicativos de mudanças na dieta, especialmente em relação à quantidade e qualidade das proteínas consumidas. O valor médio encontrado (Tabela 9) foi de 58,25g/dL, estando dentro do valor preconizado.

5. CONCLUSÃO

A adição crescente de gordura inerte de palma associada à lisolecitina na alimentação de borregas resultou em uma melhor digestão do extrato etéreo (EE). A avaliação do consumo de matéria seca e dos metabólitos sanguíneos (energético, proteico e enzimático) não apresentaram alterações que seriam prejudiciais aos animais. Os resultados encontrados indicam o uso de gordura inerte de palma associada a lisolecitina na alimentação de borregas mestiças.

REFERÊNCIAS

- AFERRI, G.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PUTRINO, S. M.; PEREIRA, A. S. C. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1651-1658, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/fFYNe7yLBfCMYDTQqZkNjDh/?format=html&lang=pt#>. Acesso em: 05 ago. 2023.
- ANDRADE, E.N. **Influência da utilização de lipídio protegido na dieta sobre o perfil de ácidos graxos e qualidade da carne de bovinos jovens Nelore Angus**. 2010. 98 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- ANGELI, N. C. **Metabolismo de lipídeos em ruminantes**. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. 6 p.
- ARAÚJO, Maria Júlia Pereira de. **Diferentes níveis de gordura rica em DHA (ALL-G RICH®) na nutrição de ovinos**. 2018. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- BAUCHART D, VERITE R, REMOND B. Long fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. **Canadian Journal of Animal Science**. v. 64, p.330-331, 1984, supplement 1. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.4141/cjas84-285>. Acesso em: 14 ago. 2023.
- BAUMAN, D.E.; LOCK, A.L. **Concepts in lipid digestion and metabolism in dairy cows**. In.: Proceedings of Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2006.
- BERDT, A. **Estratégias nutricionais para redução de metano. Congresso latino-americano de nutrição animal**, IV. Estância São Pedro-SP, Brasil, 2010.
- BRUM, Aelson Aloir Santana; ARRUDA, Lia Ferraz de; REGITANO-D'ARCE, Marisa Aparecida Bismara. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova**, [S.L.], v. 32, n. 4, p. 849-854, 2009. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/bVRjZz6Qz7DRHhGksbrfVt/?lang=pt>. Acesso em: 02 set. 2023.
- BRUSS, M. L. Lipids and ketones. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Eds.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6.ed. San Diego: Academic Press, 2008, p.81-115.

- CALDEIRA, R.M. Monitorização da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.100, p.125-139. 2005.
- CARNEIRO, Mayara Mitiko Yoshihara et al. **Lipídeos na dieta de ruminantes**. Anais da X Mostra Científica Famez / UFMS, 1 ago. 2017. Disponível em: <https://famez.ufms.br/files/2015/09/LIP%C3%8DDIOS-NA-DIETA-DE-RUMINANTES.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2023.
- CARVALHO, Marina Vieira de. **Efeito do Fornecimento Crônico de Leptina e da Nutrição na Maturação Sexual de Novilhas Zebuínas (Bos taurus indicus)**. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.
- CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C. et al. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1103-1111, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/LwGpPpgM58cmtzSL6vHkRhd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 set. 2023.
- De ZEN, S.; BARIONI, L.G.; BONATO, D.B.B.; ALMEIDA, M.H.S.P.; RITLL, T.F. 2008. **Pecuária de corte brasileira: impactos ambientais e emissões de gases efeito estufa (GEE)**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/documentos/texto/pecuaria-de-corte-brasileira-impactos-ambientais-e-emissoes-de-gases-efeito-estufa-gee.aspx>. Acesso em: 10/11/2019.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; FILHO, S. C. V. **Métodos para análise de alimentos- INCT Ciência Animal**, Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012, 214p.
- DRACKLEY, J.K. **Lipid metabolism**. Farm Animal Metabolism and Nutrition, p. 97- 119, 2000.
- DUTTA, T.K.; AGNIHOTRI, M.K.; RAO, S.B.N. Effect of supplemental palm oil on nutrient utilization, feeding economics and carcass characteristics in post-weaned Muzafarnagari lambs under feedlot condition. **Small Ruminant Research**, [S.L.], v. 78, n. 1-3, p. 66-73, ago. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.05.002>.
- FERREIRA, Cátia Borges et al. Utilização de gordura inerte na dieta de ruminantes. In: II SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG CAMPUS BAMBUÍ, 2., 2009, Bambuí. **II Jornada Científica**. Bambuí: IFMG, 2009. v. 2, p. 146-150.
- FORBES, J.M. Water intake of ewes. **British Journal Nutrition**, v.22, p.33-43, 1968.

GOMES, S.P. **Tamanho de partícula do volumoso e frequência de alimentação sobre aspectos nutricionais e do metabolismo energético em ovinos**. 2008, 83 f. Tese.

(Doutorado em Escola de Veterinária), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

GOMES, Silas Prímola; BORGES, Iran; BORGES, Ana Luíza Costa Cruz; MACEDO JUNIOR, Gilberto de Lima; CAMPOS, Warley Efren; BRITO, Túlio Soares de. Tamanho de partícula do volumoso e frequência de alimentação sobre o metabolismo energético e protéico em ovinos, considerando dietas com elevada participação de concentrado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 732-744, set. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402012000300013>.

GONÇALVES, A.; DOMINGUES, J.D. Uso de gordura protegida na dieta de ruminantes. **Rev. Nut.**, v.4, n.5, p.475-486, 2007.

GONZÁLEZ, Félix H. Díaz et al. Bioquímica clínica de lípidos: os triglicerídeos: maior fonte de energia. In: GONZÁLEZ, Félix H. Díaz; SILVA, Sérgio Ceroni da. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 3. ed. Porto Alegre: Ufrgs, 2017. Cap. 4. p. 173-174.

Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/218155/001047435.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 nov. 2023.

GRUNDY, S.M. Monounsaturated fatty acids, plasma, cholesterol, and coronary heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 45, p. 1168-1175, 1987. Supl.

HADDAD, S. G.; YOUNIS, H. M. The effect of adding ruminally protected fat in fattening diets on nutrient intake, digestibility on growth performance of Awassi lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 113, p. 61-69, 2004. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840103003389?via%3Dihub>

HENDRIX, C.M. **Procedimentos laboratoriais para técnicos veterinários**. 4. ed. São Paulo: Rocca, 2005. 556p.

HOMEM JUNIOR A. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L. et al. Grãos de girassol ou gordura protegida em dietas com alto concentrado e ganho compensatório de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 563-571, 2010a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000300016>. Acesso em: 18 out. 2023.

- IVAN, M.; ENTZ, T.; MIR, P. S.; McALLISTER, T. A. Effects of sunflower seed supplementation and different dietary protein concentrations on the ciliate protozoa population dynamics in the rumen of sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, p. 809-817, 2003. Disponível em: <https://cdnsciencepub.com/doi/pdf/10.4141/A03-052>. Acesso em: 29 ago. 2023.
- JENKINS, T C; FOTOUHI, N. Effects of lecithin and corn oil on site of digestion, ruminal fermentation, and microbial protein synthesis in sheep. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 68, n. 2, p. 460, 1990. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2527/1990.682460x>. Acesso em: 26 out. 2023.
- JENKINS, T. C., GIMENEZ, T.; CROSS, D. L. Influence of phospholipids on ruminal fermentation in vitro and on nutrient digestion and serum lipids in sheep. **J. Anim Sci.** 67529, 1989. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas1989.672529x>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- JENKINS, T.C.; PALMQUIST, D.L. Effects of fatty acids or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. **J. Dairy Sci.** 67:987-985, 1984. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(84\)81396-X/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(84)81396-X/pdf). Acesso em: 27 out. 2023.
- JENKINS, T.C; McGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1302-1310, 2006.
- JOHNSON, K. A. et al. The effect of oilseeds in diets of lactating cows on milk production and methane emissions. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v. 85, p. 1509-1515, 2002. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(02\)74220-3/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(02)74220-3/pdf). Acesso em 14 out. 2023.
- Kaneko, Jiro & Harvey, John & Bruss, Michael. (1997). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academy Press, San Diego, California, USA. 22. Doi: 10.1016/B978-012396305-5/50032-4.
- KOZLOSKI, G. B. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 139p.
- KOZLOSKI, G. V.; FIORENTINI, G. HARTER, C. J. and SANCHES, L. M. B. Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. **Ciência Rural**. v. 35, n. 1, p. 98-102, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000100015>. Acesso em 17 out. 2023.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2.ed. – Santa Maria: Ed. da UFSM, 2009. 216 p.

- KURIHARA, M.; MAGNER, T.; LOCK, A.L.; HARVATINE, K.J.; DRACKLEY, J.K.; BAUMAN, D.E. Concepts in fat and fatty acid digestion in ruminants, 2006, Utah. Proceedings...**Utah: Intermountain Nutrition Conference**, 2006. p. 85-100.
- LIMA, P.O.; MOURA, A.A.A.; QUEIROZ, M.G.R.; LIMA, R.N.; DUARTE, L.S.; MIRANDA, M.V.F.G. Concentrações séricas de glicose e ureia em bezerras mestiças alimentadas com sucedâneo lácteo e probiótico. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.6, n.2, p.141-146. 2012.
- LOUGH, D. S.; SOLOMON, M. B.; RUMSEY, T. S.; ELSASSER, T. H.; SLYTER, L. L.; KAHL, S.; LYNCH, G. P. Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high-forage diets on performance, serum lipids, and carcass characteristics of growing ram lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 3292-3298, 1991.
- MACEDO JUNIOR, Gilberto de Lima; PÉREZ, Juan Ramón Olalquiaga; ALMEIDA, Thaís Romano de Vasconcelos e; PAULA, Oiti José de; FRANÇA, Patrícia Maria de; ASSIS, Roberta de Moura. Influência de diferentes níveis de fdn dietético no consumo e digestibilidade aparente de ovelhas Santa Inês. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.L.], v. 30, n. 3, p. 547-553, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542006000300022>. Acesso em: 24 out. 2023.
- MACHMÜLLER, Andrea; OSSOWSKI, D.A; KREUZER, M. Comparative evaluation of the effects of coconut oil, oilseeds and crystalline fat on methane release, digestion, and energy balance in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, [S.L.], v. 85, n. 1-2, p. 41-60, maio 2000. Elsevier BV. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/s0377-8401\(00\)00126-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0377-8401(00)00126-7). Acesso em: 24 out. 2023.
- MAIA, M. O. de; PARENTE, H. N.; ARAÚJO, V. M. de. Utilização de lipídeos na dieta de pequenos ruminantes. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 14, n. 2, p. 127-131, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://ojs.revistasunipar.com.br/index.php/veterinaria/article/view/4147/2589>. Acesso em: 04 set. 2023.
- MANSO, T.; CASTRO, T.; MANTECÓN, A.R.; JIMENO, V. Effects of palm oil and calcium soaps of palm oil fatty acids in fattening diets on digestibility, performance and chemical body composition of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, [S.L.], v. 127, n. 3-4, p. 175-186, abr. 2006. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.013>. Acesso: 04 out. 2023.
- MARQUES, D. C. **Criação de Bovinos**. 7ª Ed. Belo Horizonte: CVP – Consultoria Veterinária e Publicações, 586 p., 2003.

MCGINN, S. M.; BEAUCHEMIN, K. A.; COATES, T.; COLOMBATTO, D. Methane emissions from beef cattle: effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid1. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 82, n. 11, p. 3346-3356, 1 nov. 2004. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2527/2004.82113346x>. Acesso em: 29 out. 2023.

MEDEIROS, S.R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. 1.ed. Brasília: Embrapa Gado de Corte, 2015. 65 p.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C., (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. **Madison: American Society of Agronomy**, 1994. p.450-493.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; R. A. Aditivos. In: **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandere Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, 2006. Cap.18, p. 539-570, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids**. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2007. 362p.

NIED, C.O. **Precursores de glicose em ruminantes: aplicações em vacas leiteiras**. Seminário apresentado na disciplina de Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016, 14 p.

NÖRNBERG, J.L. **Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey na fase inicial de lactação**. 2003. 158 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

OLIVEIRA, Elio Ravazi de. **DIGESTÃO DE LIPÍDEOS EM RUMINANTES**. 2011. Disponível em: https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2020/11/lipid_rumin.pdf. Acesso em: 14 ago. 2023.

OLIVEIRA, Karla Alves et al. **Ração extrusada com diferentes relações volumoso:concentrado para ovinos em crescimento**. 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

PALMQUIST, D.L. Influence of Source and Amount of Dietary Fat on Digestibility in Lactating Cows. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 74, n. 4, p. 1354-1360, abr. 1991. American Dairy Science Association. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78290-8](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78290-8). Acesso em: 05 set. 2023.

- PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídeos para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1989, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1989. p.11.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in Lactation Rations: review. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 63, n. 1, p. 1-14, jan. 1980. American Dairy Science Association. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(80\)82881-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(80)82881-5). Acesso em: 11 ago. 2023.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandre Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, 2006. cap. 10, p. 287-310.
- PAYNE, J.M.; PAYNE, S. **The metabolic profile test**. Oxford, oxford University Press. 1987.
- PROHMANN, Guilherme Ramon. **Fermentação e parâmetros ruminais de ovinos alimentados com gordura protegida**. 2015. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2015.
- REECE, W. O. Função Renal nos Mamíferos. In: REECE, W. O. **DUKES – Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 68-96.
- REIS, Maria Eduarda. **Inclusão de lisolecitina ou β -glucanas na dieta líquida de bezerros leiteiros: efeitos no desempenho, saúde e metabolismo**. 2021. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2021.
- RODRIGUES, R.C. **Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 177 p.
- SALAZAR, D.R., CORTINHAS, C.S. e FREITAS Jr., J.E. Sincronismo energia - proteína: assimilação de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em ruminantes. **PUBVET**, V.2, N.15, Abr2, 2008. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/material/Salazar200>.
- SANCHEZ, B. Ácidos graxos na nutrição e reprodução de vacas em lactação. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 7, 2003, Uberlândia. **Anais**. Uberlândia: Conapec Jr, 2003. p.103-115.
- SCARPINO, F.B.O.; EZEQUIEL, J.M.B.; SILVA, D.A.V. VAN CLEEF, E.H.C.B. **Óleo de soja e óleo de soja residual em dietas para ovinos confinados: parâmetros sanguíneos**. Revista Archivos de Zootecnia, Jaboticabal, v.63, p.207-210. 2014.

Silva, D. A. P.; Varanis, L. F. M.; Oliveira, K. A.; Sousa, L. M.; Siqueira, M. T. S.; Macedo Júnior, G. L. 2020. Parâmetros de metabólitos bioquímicos em ovinos criados no Brasil.

Caderno de Ciências Agrárias, 12, 01–08. DOI: <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2020.20404>.

SILVA, Débora Adriana de Paula. **Valores de referência de metabólitos sanguíneos para ovinos no Brasil**. 2019. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

SILVA, N.V.; COSTA, R.G.; FREITAS, C.R.G.; GALINDO, M.C.T.; SILVA, R.S.

alimentação de ovinos em regiões semiáridas do Brasil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.4, p.233-241, 2010.

SIQUEIRA, Marco Túlio Santos et al. Suplementação nutricional para ovelhas em final de gestação: parâmetros nutricionais e metabólicos. **Caderno de Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 12, p. 1-9, 30 nov. 2020. Universidade Federal de Minas Gerais - Pro-Reitoria de Pesquisa. <http://dx.doi.org/10.35699/2447-6218.2020.24109>.

STAUFFER, C.E. Emulsifiers for the food industry. In: **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**, Sharidi, F.6a ed., 2005.

SUAREZ, Santiago Luis Benquet. **Fatores envolvidos no consumo de matéria seca**. Dissertação. Viçosa, 2014.

VALADARES FILHO, S. C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. 1985. 148 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1985.

Valadares Filho, S. de C., Silva, L. F. C. e., Gionbelli, M. P., Rotta, P. P., Marcondes, M. I., Chizzotti, M. L., & Prados, L. F. (2016). **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - BR-CORTE**. Editora Federal de Viçosa.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: CORNELL UNIVERSITY, 1994, 476p.

Van SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, n.2, p.834-843, 1965.

VARANIS, L.F.M. **Prospecção de metabólitos sanguíneos referenciais para ovinos em distintas categorias**. 2018. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

VARANIS, L. F. M.; SCHULTZ, E. B.; OLIVEIRA, K. A.; SOUSA, L. F.; CRUZ, W. F. G.; MACEDO JUNIOR, G. de L. Intervalos de referência de bioquímicos séricos para cordeiros

do nascimento a um ano nos trópicos. **Semina: Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 42, n. 3Sup11, p. 1725–1740, 2021. DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n3Sup11p1725. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/41045>. Acesso em: 15 fev. 2024.

VILAÇA, Lucas Eduardo Gonçalves. **Níveis de gordura inerte de palma na ração para cabritos: avaliação de desempenho produtivo e metabólico**. 2022. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Medicina Veterinária), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

VILELA, D.; ALVIM, M.J.; MATOS, L.L.; MATIOLLI, J.B.; Utilização de gordura protegida durante o terço inicial da lactação de vacas leiteiras em pastagem de coast-cross. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1503-1509, out. 2002.

W. H.; WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. **Journal American Statistical Association**, v. 47, p. 583-621. 1952.

WESTTTEIN, H.R.; MACHMÜLLER, A.; KREUZER, M. Effects of raw and modified canola lecithin's 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.

WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**, p. 58, 2000.

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; ZUNDT, M. et al. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 703- 710, 2005.

ZERVAS, G.; FAGEROS, K.; KOYTSOTOLIS, K. et al. Soy hulls as a replacement for maize in lactating dairy ewe diets with or without dietary fat supplements. **Animal Feed Science and Technology**, v. 76, p. 65-75, 1998.

ZINN, R. A. Influence of Level and Source of Dietary Fat on Its Comparative Feeding Value in Finishing Diets for Feedlot Steers: metabolism. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 67, n. 4, p. 1038-1049, 1 abr. 1989. Oxford University Press (OUP). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2527/jas1989.6741038x>.