**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Suplementação de lisolecitina em dietas com diferentes níveis e fontes de gordura para bovinos terminados em confinamento

Fernando Larte Drago

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2019**

Fernando Laerte Drago
Zootecnista

**Suplementação de liselecitina em dietas com diferentes níveis e fontes de
gordura para bovinos terminados em confinamento**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador
Prof. Dr. **FLAVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens

Piracicaba
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Drago, Fernando Laerte

Suplementação de lisolecitina em dietas com diferentes níveis e fontes de gordura para bovinos terminados em confinamento / Fernando Laerte Drago. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2019.

63 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Nível 2. Lisolecitina 3. Fontes de gordura 4. Extrato etéreo I. Título

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Eraldo Laerte Drago e Silvana Aparecida Abrame Drago.

Ao meu irmão, Eraldo Laerte Drago Filho.

Aos meus avós, Geraldo Drago (in memorian), Alfredo Abrame (in memorian) e Beatriz Ferreira de Melo Drago, Pedra Abrame (in memorian).

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir ter as condições de vida e saúde necessárias para a execução adequada desse trabalho.

À minha família, pelo amor incondicional e incentivo em todas minhas decisões, me dando suporte para aprender com meus erros, e a qual devo a minha formação moral.

À minha namorada, Amanda Amaral Costa Bertani, por me apoiar em todos os momentos, que sempre me incentivou e esperou, com paciência, as ausências e distâncias, com carinho e compreensão.

Ao meu Professor Orientador de graduação, José Luiz Moraes Vasconcelos, pela sua dedicação ao meu ensino não apenas dentro da academia como fora, e pela sua devoção ao trabalho, tendo sido um dos principais responsáveis por minha formação pessoal.

Ao meu orientador de pós-graduação, Professor Doutor Flavio Augusto Portela Santos, que através de seu comprometimento e paixão pelo que faz, se torna exemplo de pessoa e profissional que, em busca de seus objetivos, me proporcionou formação técnica e pessoal.

Ao Professor Alexandre Vaz Pires, pela ajuda com as análises laboratoriais.

Ao técnico de laboratório, Carlos Cesar Alves, pela ajuda pessoal e de seu grupo em meu treinamento e análises laboratoriais.

Ao Leandro Ferreira Greco, por ser amigo, parceiro e depositar sua confiança em nosso grupo de pesquisa.

A Kemin do Brasil Ltda pelo suporte financeiro para realização do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, Laureano, Ricardo, Rogério, Alexandre, Dril, Emerson, Jucelino, Daiani, Sandra, pelos momentos de conversa e pela disponibilidade que todos tiveram em me ajudar sempre que precisei.

Aos estagiários, Vitor Marcassa Godoy (Leitoa), Arthur Rodrigues (Tarja), Gabriel Sia (Pray), Jessica Olivier (Jacabo), João Vitor Fioro (Guzano), Gabriel Porcel Zyberlitch (Polaco), Vitor Pedroso (Cafu), Muller Henrique Nogueira de Almeida (Fecha Porta), pela amizade e auxílio durante a fase da pesquisa de campo.

Aos meus amigos e parceiros de trabalho, Murillo Alves Porto Meschiatti (Titanic), José Maurício (Cariri), Pedro Guerreiro (Farelo) pela amizade, apoio, auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos que já passaram ou estão no NUTRIBOV (Andres, Camila, Erika, Ludmila, Arquimedes).

Aos amigos e estagiários do CPZ, pela ajuda em momentos fundamentais.

Ao Gustavo de Souza Salvati e Willian Pereira, pelos ensinamentos e parceria em todos os momentos em que permaneci em Piracicaba.

Ao Alexandre Miszura, Dyrson Neto e Caio Olimpio (Ted), amizades que levarei para o resto da vida.

As republicas, Boi na Zona (UNESP – Botucatu) e Pau Queimado (Esalq- USP) por me proporcionarem as melhores experiências pessoais vividas.

A CAPES, que através do programa de pós graduação, me auxiliou com a bolsa de estudo neste projeto.

A todos que, direta ou indiretamente, ajudaram para a condução desse trabalho.

MUITO OBRIGADO!

“O futuro pertence aqueles que acreditam na beleza de seus próprios sonhos”.

Eleanor Roosevelt

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. Uso de Lipídeos em dietas de bovinos	13
2.2. Fontes de Lipídeos	16
2.3. Digestibilidade de Lipídeos	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Experimento 1	23
3.1.1. Data, Local e Animais	23
3.1.2. Tratamentos	23
3.1.3. Período experimental, coleta de dados e análises químicas.....	25
3.1.4. Cálculo da energia líquida das rações	27
3.1.5. Análise Estatística	28
3.2. Experimento 2.....	28
3.2.1. Tratamentos	28
3.2.2. Período experimental	31
3.2.3. Consumo de matéria seca (CMS)	31
3.2.4. Determinação das digestibilidades e parâmetros ruminais – produção de ácidos graxos voláteis, pH ruminal e amônia ruminal	31
3.2.5. Análises laboratoriais	32
3.2.6. Delineamento experimental e análise estatística	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5. CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	51

RESUMO

Suplementação de lisolecitina em dietas com diferentes níveis e fontes de gordura para bovinos terminados em confinamento

O experimento 1 teve o objetivo de avaliar o efeito de dietas suplementadas com sais de cálcio de óleo de palma contendo diferentes concentrações (3,8% e 7,0%) de extrato etéreo (EE) e suas interações com níveis crescentes de inclusão de lisolecitina (0, 0,5 e 1 g por unidade percentual do extrato etéreo da ração) para tourinhos da raça nelore em fase de terminação. Um total de 234 tourinhos, previamente adaptados a dietas de alta energia, com peso inicial médio de 297 kg, foram alojados por 106 dias em 30 baias. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3 x 2 (três níveis de lisolecitina e dois níveis de EE). A ingestão de matéria seca, ganho médio diário e peso corporal final foram menores para a dieta de bovinos alimentados com maior concentração de EE ($P < 0,05$). Houve interação ($P < 0,1$) entre o nível dietético de EE e a lisolecitina. A lisolecitina aumentou o ganho médio diário e o peso corporal final de bovinos alimentados com dietas contendo maior concentração de EE, mas não de bovinos alimentados com dietas contendo menor concentração de EE. O objetivo do experimento 2 foi avaliar o efeito de dietas com diferentes fontes de gordura (sais de cálcio de óleo de soja, sais de cálcio de óleo de palma e óleo de soja degomado) e dois níveis de lisolecitina (0 e 7 g / cabeça / dia). sobre a fermentação ruminal e digestibilidade do trato total de nutrientes. Um total de 30 novilhos Nelore foram alojados em 30 baias individuais por 30 dias (23 dias de adaptação e 7 dias de coleta). O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3 x 2 (três fontes de gordura e dois níveis de lisolecitina). Houve interação entre fontes de gordura e lisolecitina para pH ruminal ($P = 0.01$), proporções molares no rúmen de acetato ($P < 0.01$), propionato ($P = 0.02$), isobutirato ($P < 0.01$), valerato ($P < 0.01$), isovalerato ($P < 0,01$) e concentração molar de AGV total ($P = 0,09$). De acordo com os dados, não houve efeito de interação ($P > 0,05$) entre a fonte de gordura e a lisolecitina para ingestão de matéria seca e a digestibilidade aparente dos nutrientes. A lisolecitina melhorou a fermentação ruminal de dietas com óleo de soja degomado e não teve efeito sobre a digestibilidade da EE independente da fonte de gordura, mas aumentou a digestibilidade aparente de fibra no trato total.

Palavras-chave: Nível; Lisolecitina; Fontes de gordura; Extrato etéreo

ABSTRACT

Supplementation of lysolecithin in diets with different levels and sources of fat for cattle finished in feedlot

Experiment 1 was designed to evaluate the effect of diets supplemented with calcium salts of palm oil to contain different concentrations (3.8% and 7.0%) of ether extract (EE) and their interactions with increasing levels of inclusion of Lysolecithin (0, 0.5 and 1 g per percentage unit of ether extract of the diet) for finishing Nelore bulls. A total of 234 Nelore bulls, previously adapted to high energy diets, with a mean initial body weight of 297 kg were housed for 106 days in 30 pens. The experimental design was randomized blocks in a 3 x 2 factorial arrangement (three levels of lysolecithin and two EE levels). Intakes of DM, average daily gain and final body weight were lower for cattle fed high EE diets ($P < 0.05$). There was an interaction ($P < 0.1$) between dietary EE level and Lysolecithin. Lysolecithin increased cattle average daily gain and final body weight of cattle fed high EE diets, but not of cattle fed low EE diets. The objective of experiment 2 was to evaluate the effect of diets with different fat sources (calcium salts of soybean oil, calcium salts of palm oil and degummed soybean oil) and two levels of inclusion of Lysolecithin (0 and 7 g/head/day) on rumen fermentation and total tract digestibility of nutrients. A total of 30 finishing Nelore steers were housed in 30 individual pens for 30 days (23 days adaptation and 7 days collection period). The experimental design was randomized blocks in a 3 x 2 factorial arrangement (three sources of fat and two levels of Lysolecithin). There was interaction between fat sources and Lysolecithin for rumen pH ($P = 0.01$), for rumen molar proportions of acetate ($P < 0.01$), propionate ($P = 0.02$), isobutyrate ($P < 0.01$), valerate ($P < 0.01$), isovalerate ($P < 0.01$), and molar concentration of total VFA ($P = 0.09$). According to the data, there was no interaction effect ($P > 0.05$) between fat source and Lysolecithin for DMI and nutrient digestibility. Lysolecithin improved rumen fermentation of diets with degummed soybean oil and had no effect on EE digestibility independent of fat source, but it increased total tract fiber digestibility.

Keywords: Level; Lysolecithin; Fat sources; Ether extract

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Composição das dietas experimentais, onde cada nível de EE foram submetidas doses de lisolecitina (0g, 0,5g e 1g por percentual de EE) (% da ms).....	24
TABELA 2. Perfil de ácido graxo das dietas experimentais (% dos AG totais).....	25
TABELA 3. Ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	29
TABELA 4. Perfil de acido graxo das dietas experimentais (% AG totais).....	30
TABELA 5. Desempenho de tourinhos nelore alimentados com dietas contendo diferentes níveis de EE e de lisolecitina.....	36
TABELA 6. Características de carcaça de tourinhos nelore alimentados com dietas contendo diferentes níveis de EE e de lisolecitina.....	37
TABELA 7. Valores observados de energia líquida e sua relação com os valores esperados de energia.....	38
TABELA 8. pH ruminal, ácidos graxos voláteis, agv totais, relação acetato: propionato e nitrogênio amoniacal de tourinhos nelore alimentados com diferentes fontes de gordura e níveis de lisolecitina.....	43
TABELA 9. Consumo de matéria seca (CMS), ingestão de nutrientes digestíveis totais (ingNDT), excreção fecal de touros nelore e NDT (% da ms), digestibilidade aparente da ms (DAMS), digestibilidade aparente da fdn (DAFDN), digestibilidade aparente dos cnf (DACNF), digestibilidade aparente dos carboidratos (DACHOT), digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) e digestibilidade aparente do extrato etéreo (DAEE) de rações contendo fontes diferentes de gordura e níveis de lisolecitina.....	47

1. INTRODUÇÃO

Devido ao seu alto teor energético, aproximadamente 2,25 maior que o dos carboidratos (MAYNARD et al., 1979; NRC 1989; SILVA et al., 2007), a suplementação com lipídeos é adotada com o objetivo de aumentar a densidade energética das dietas de ruminantes (HESS, 2008).

Após os processos de hidrólise e biohidrogenação ocorridos no rúmem, os lipídios que chegam ao duodeno são compostos por ácidos graxos livres, predominantemente saturados, e em sua grande maioria (80-90%) adsorvidos à superfície de pequenas partículas de alimentos (DRACKLEY, 2000). Os outros 10-20% são compostos por ácidos graxos sintetizados pelos microorganismos ruminais, geralmente incorporados em fosfolipídios da membrana celular (DRACKLEY, 2000), além de pequenas quantidades de triglicerídios e galactolipídios dietéticos que escaparam da hidrólise ruminal (BAUMAN & LOCK, 2006).

A partir de estudos com vacas leiteiras feitos por Palmquist (1991), foi observado que a digestibilidade dos ácidos graxos caiu de 95 para 78% quando o consumo de AG aumentou de 200 g/d (1% da MS) para 1400 g/d (8% da MS), o que sugere limitação na secreção de lipase pancreática, sais biliares e fosfolipídios. Zinn (1994), também, relatou redução na digestibilidade de lipídeos a medida que se aumentou a inclusão destes em dietas para bovinos em confinamento. Com o excesso de triglicerídeos no intestino, a lipase pancreática pode ser limitante à digestão (ZINN & JORQUERA et al. 2007). Plascencia et al. (2003) relataram que com o aumento na inclusão de gordura na dieta de bovinos de corte houve queda linear na absorção de ácidos graxos no intestino, principalmente de ácido palmítico e esteárico, no entanto, isso não afetou a absorção de ácidos graxos insaturados.

As gorduras são insolúveis em água, de modo que, para serem adequadamente aproveitadas pelo animal, precisam ser emulsificadas durante o processo de digestão. O principal emulsificante presente no intestino dos ruminantes é a lisolecitina (fosfatidilcolina), podendo ser oriunda da bile, do suco pancreático e da digesta proveniente do abomaso (DRACKLEY, 2000). A lisolecitina é originada da hidrólise da lecitina, por ação de enzimas pancreáticas, especificamente a fosfolipase A2, resultando em lisolecitina (lisofosfatidilcolina), e ácido oléico. Estes funcionam como agentes anfifílicos para incorporar os ácidos graxos, principalmente os saturados, na micela para posterior absorção (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

De acordo com Silva Júnior et al. (2009), a liolecitina aumenta a permeabilidade gástrica para macromoléculas, principalmente de ácidos graxos e compostos de alto peso molecular. A habilidade da liolecitina em aumentar a solubilidade do ácido esteárico foi duas vezes maior do que os outros agentes anfifílicos, inclusive em relação ao ácido oléico. Além disso, a liolecitina é o único agente anfifílico capaz de aumentar significativamente a distribuição do ácido esteárico na fase micelar em relação à fase insolúvel, o que é favorável à absorção (BAUMAN & LOCK, 2006). Considerando que a maior parte dos ácidos graxos que chegam ao intestino dos ruminantes está na forma saturada, com predomínio do ácido esteárico, a presença da liolecitina como agente anfifílico é de fundamental importância na adaptação dos ruminantes e no aumento da eficiência de digestão de lipídios (BAUMAN & LOCK, 2006).

Shain et al. (1993) reportaram que a liolecitina pode incrementar efetivamente a absorção de gordura para vacas lactantes. Todavia, pouco se sabe acerca dos efeitos da liolecitina em bovinos de corte. Zinn. (1989) relatou em seu ensaio metabólico, que animais suplementados com 2% de EE provindo de lecitina através do óleo de soja promoveu melhor digestibilidade da FDN, porém não melhorou a digestibilidade aparente de EE da dieta.

Com base no exposto, foram conduzidos dois experimentos com os objetivos de: a) Experimento 1: avaliar níveis de liolecitina em dietas para bovinos em terminação suplementadas com doses de sais de cálcio de óleo de palma; b) Experimento 2: avaliar a utilização de liolecitina em dietas com diferentes fontes de ácidos graxos, com o mesmo nível de EE (7% da MS) sobre as características de fermentação ruminal e digestão de nutrientes em bovinos em terminação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Uso de Lipídeos em dietas de bovinos

Aumentar a densidade energética em dietas de bovinos confinados é uma estratégia para melhorar a eficiência do sistema de produção. São alternativas para aumentar a densidade energética da dieta o aumento de concentrado na ração, o processamento de grãos e a suplementação com lipídeos (NELSON et al., 2004). Devido ao seu alto teor energético, aproximadamente 2,25 maior que o dos carboidratos (MAYNARD et al., 1979; NRC 1989; SILVA, et al. 2007), a suplementação com lipídeos é estratégia efetiva para aumentar a densidade energética das dietas de ruminantes (Hess 2008), sem que haja aumento no risco de acidose ruminal (NRBC, 2016).

Outro aspecto relevante da suplementação de bovinos confinados com fontes de lipídeos é a diminuição da emissão de metano (CH₄) por kg de produto. Machmüller (1999) e Morais et al. (2006), argumentaram que a redução na produção de metano pela suplementação lipídica está associada: a) aos efeitos tóxicos de fontes insaturadas de lipídeos sobre bactérias produtoras de CH₄ e protozoários; b) à diminuição do consumo pela maior densidade energética da dieta; c) à redução da fermentação ruminal da matéria orgânica e da fibra; d) ao aumento do propionato; e) à utilização do H₂ livre no processo de biohidrogenação (BH), não o disponibilizando para a síntese de CH₄. Entretanto, aparentemente a BH contribui pouco como dissipador de hidrogênio, e apenas 1 a 2% de hidrogênio metabólico é usado para essa finalidade (JENKINS, 1993; CZERKAWSK, 1984).

Certos AG (ácidos graxos), especialmente os polinsaturados, são tóxicos aos microrganismos ruminais, sendo as bactérias Gram (+), as metanogênicas e os protozoários, os mais afetados (PALMQUIST & MATTOS, 2006). A toxicidade é relacionada à natureza anfifílica dos ácidos graxos, isto é, aqueles que são solúveis tanto em solventes orgânicos como em água, são mais tóxicos. A proporção entre acetato e propionato (A/P) no rúmen pode ser utilizada como medida do efeito de determinado AG na fermentação. Queda na relação A/P reflete queda na digestão da fibra no rúmen, sendo que o uso de gordura inerte não reduz relação A/P (CHALUPA et al., 1984). Os AG mais tóxicos são os de cadeia média (de 10 a 14

átomos de carbono) e ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa. (NAGARAJA et al., 1997).

Sob condições normais de alimentação, a maior parte dos AGI (AG insaturados) ingeridos, linoleico e linolênico, são biohidrogenados, acima de 80% e 90%, respectivamente (PALMQUIST E MATTOS, 2006). Caso a BH seja completa, todos os AG serão saturados, ou seja, todas as duplas ligações serão convertidas a ligações simples. Entretanto, em situações onde quantidades elevadas de ácidos graxos insaturados são modificados no metabolismo ruminal, a saturação pode ser incompleta (BYERS & SCHELLING, 1993). Bauman et al. (2003) destacaram que a extensão do nível de hidrogenação é reduzida quando dietas com alto teor de concentrado são administradas, em virtude da inibição da lipólise em condições de pH baixo. Também relataram que em pH baixo grupos de microrganismos que fazem o final do processo de BH são inibidos, que levam o ácido graxo oleico a esteárico.

A adição de lipídeos tem como vantagem o aumento da densidade energética sem aumentar a quantidade de concentrado, diminuindo assim o teor de carboidratos fermentados no rúmen, consequentemente diminuindo riscos de distúrbios metabólicos. Entretanto, quando em excesso na dieta, a suplementação lipídica pode interferir negativamente no desempenho de bovinos terminados em confinamento (NIGIDI, 1990). Krehbiel et al. (1995) reportaram efeito linear negativo da inclusão de sebo ou de borra de soja (*soapstock*) em níveis entre 0 e 10% da MS da dieta, sobre o CMS, GPD e GDP/CMS de bovinos confinados com dietas com 92,5% de concentrado. Ngidi et al. (1990) estudaram níveis crescentes (0, 2, 4 e 6% da MS) de sais de cálcio de óleo de palma suplementar em dietas para bovinos terminados em confinamento. O consumo de MS, o GPD e PCQ foram reduzidos com a inclusão de gordura suplementar, com aumento na eficiência alimentar. Segundo Allen (2000), a gordura pode deprimir o consumo. Isso se dá pela ocorrência de efeitos sobre a motilidade do trato digestivo, a digestão da fibra, a palatabilidade da dieta, a liberação de hormônios intestinais ou a oxidação de gordura pelo fígado. No entanto em um estudo meta analítico, Weld et al. (2017) demonstraram que o efeito negativo da adição de lipídios no consumo não necessariamente está ligado à redução na digestão da fibra, uma vez que ácidos graxos de cadeia média reduziram em a digestibilidade da fibra em 8%, óleos in natura em 1% e sabão de cálcio aumentou a digestibilidade de fibra. A regulação no CMS dos ruminantes pode estar vindo de maiores produções de hormônios

sinalizadores de saciedade como reportado por Bradford et al. (2008). Esses autores compararam dieta controle sem lipídios suplementares, com dietas suplementadas com lipídeos saturados e insaturados. A dieta que continha ácidos graxos insaturados apresentou maior regulação de consumo, e segundo os autores, isso se deu pelo fato de fontes de gordura insaturada promoverem maiores efeitos na produção de colecistoquinina, composto este, que acredita-se poder atuar na regulação do consumo em ruminantes.

Zinn e Plascencia (1996) estudaram a inclusão de 0 ou 6% (MS) de “yellow grease” em dietas de confinamento com 10 ou 30% de feno de alfafa (MS). A suplementação com gordura aumentou o GPD dos animais na dieta com 30% de feno e reduziu o CMS e melhorou a conversão alimentar dos animais em ambos os níveis de feno. A suplementação da dieta com 30% de feno com gordura resultou em desempenho animal similar ao da dieta com 10% de feno sem gordura. Por outro lado, Zinn (1989) relatou aumentos lineares em CMS, GPD, PCQ e redução linear no CMS/GPD com suplementação de 0, 4 ou 8% de “yellow grease” ou de mistura de gordura vegetal e animal em dietas com 88% de concentrado para bovinos confinados.

No levantamento feito por Samuelson et al. (2016), foi relatado que a inclusão média de gordura suplementar nas dietas dos confinamentos americanos estava ao redor de 2,76%, inferior aos valores de 3,1% e 3,68% relatados em levantamentos anteriores por Vasconcelos e Galyean (2007), Galyean e Gleghorn (2001), respectivamente. Acredita-se que, o custo da inclusão de gordura nas dietas e o maior uso de grãos de destilaria poderiam estar associados com essas diferenças, porém, a recomendação para a concentração máxima de (EE) na MS de 7,0% em dietas de terminação (SAMUELSON, 2016), foi mantida em nível próximo ao reportado anteriormente no levantamento feito por Vasconcelos e Galyean (2007) de 7,6%. Millen et al. (2014) relataram que o teor médio de extrato etéreo (EE) recomendado pelos nutricionistas brasileiros para dietas de terminação em confinamento era 4,6%. No levantamento mais recente dessa série, Pinto e Millen (2016) relataram que essa recomendação subiu para 5% de EE, o que indica um aumento na utilização de gordura em dietas de terminação no Brasil. A recomendação máxima está em torno de 6,6% de EE na dieta.

2.2. Fontes de Lipídeos

Suplementos de gordura são usados como um meio para aumentar a densidade energética da dieta e muitas dessas gorduras são denominadas como inertes. Nesse caso, ser inerte significa que o suplemento de gordura ou de AG tem efeitos mínimos na fermentação ruminal e é subsequente digeida e absorvida no intestino delgado. Embora considerados como inertes ainda podem ser hidrolisados ou hidrogenados (JENKINS E PALMIQUIST, 1984).

Sais de cálcio de ácidos graxos consistem de ácidos graxos associados a um íon de cálcio em vez da molécula de glicerol, que têm como função diminuir a toxicidade dos AGI e AGPI sobre a microbiota ruminal, como também possibilitam manipular o perfil de AG que chegam no intestino do ruminante. Os sais de cálcio variam em suas propriedades nutricionais, inclusive em sua capacidade de serem inertes ao metabolismo do rúmen e em sua resistência à biohidrogenação (SUKHIJA & PALMQUIST, 1990).

Teoricamente, o processamento na forma de sais de cálcio tem por objetivo gerar um produto cuja dissociação seja pH dependente, ou seja, que não se dissocie no pH mais alcalino do rúmen, mantendo-se inerte, porém, que se dissocie (separação dos AG do íon Ca) sob o pH ácido do abomaso, para posterior absorção dos AG no intestino delgado. No entanto, fatores como baixo pH ruminal e aumento da insaturação dos ácidos graxos podem levar à dissociação do complexo permitindo que a biohidrogenação ocorra (DEMEYER & DOREAU, 1999).

Van Nevel & Demeyer (1996a) relataram que sais de cálcio de óleo de soja sofreram maior dissociação quando foram incubados em pH 6.0 versus 6,9. Sukhija & Palmquist (1990) relataram que AGPI são mais facilmente dissociados dos sais de cálcio do que ácidos graxos monoinsaturados.

No entanto, apenas grau de saturação dos AG não é um bom parâmetro para garantir a estabilidade dos sais de cálcio no ambiente ruminal, fatores como o comprimento da cadeia e taxa de passagem também afetam a dissociação. Quanto mais curta a cadeia de carbono dos AG utilizados e mais insaturada a molécula, mais fácil é a dissociação dos sais de Ca no rúmen (função do pKa) (VAN SOEST, 1994; NRC, 2001). Sukhija & Palmquist (1990) estudaram a estabilidade ruminal de sais de cálcio de óleo de soja, óleo de palma, sebo e ácido esteárico. A dissociação dos sais de cálcio aumentou à medida que o pH variou de 6,5 até 5,0 e conforme o

grau de instauração dos AG. Os sais de cálcio de óleo de palma se mostraram satisfatoriamente estáveis ao pH 5,5, ao passo que a dissociação foi alta no sabão de cálcio de óleo de soja.

O efeito positivo da suplementação com fontes inertes de lipídeos tem sido demonstrado de forma consistente para vacas leiteiras em confinamento (Moallem et al. 2010, Mosley et al 2007) e em pastagens (SOUZA et al., 2017; BATISTEL et al., 2017) assim como sua superioridade em comparação com fontes não inertes (SOUZA et al., 2017). Nascimento et al. (2017) estudaram a suplementação de bovinos em terminação com sais de cálcio de óleo de soja versus sais de cálcio de óleos vegetais contendo mistura de AG saturados e insaturados. Os autores relataram efeito positivo de ambas as fontes no desempenho animal, com superioridade do produto contendo a mistura de AG.

2.3. Digestibilidade de Lipídeos

O mecanismo de digestão e absorção lipídica no duodeno é semelhante para ruminantes e não ruminantes. Assim, as principais diferenças entre ruminantes e monogástricos estão relacionadas à natureza do lipídio que sai do rúmen. Para ruminantes, fontes lipídicas que entram no intestino delgado podem ocorrer como ácidos graxos ou triacilgliceróis (Doreau e Chilliard, 1997). Os lípidos que saem do rúmen são muito semelhantes aos que entram no intestino delgado, uma vez que existe uma modificação mínima no omaso e no abomaso (Noble, 1984). No entanto, o lipídio que entra no intestino delgado é mais saturado para os ruminantes que os monogástricos e consiste principalmente de ácidos palmítico e esteárico (Bauman, 2003). A digestibilidade intestinal e a absorção de ácidos graxos em ruminantes dependem de fatores como a quantidade de ácidos graxos que chega ao intestino (Lock et al, 2006). Zinn et al. (2004) relataram que o aumento do fluxo duodenal total de AG reduz a digestibilidade aparente do AG intestinal. Mas, o comprimento da cadeia também parece influenciar esta resposta com a digestibilidade de C16: 0 não sendo afetada com o aumento do fluxo. Em ruminantes, há um fluxo contínuo de ácidos graxos no duodeno, com a maioria dos lipídios atingindo o duodeno como ácidos graxos livres. Isto está em contraste com os monogástricos, onde a maioria é esterificada (Lock et al., 2006). Os AG são insolúveis em água, de modo que, para serem adequadamente aproveitadas pelo animal, precisam ser emulsificados

durante o processo de digestão. Nos ruminantes, os estágios iniciais da digestão de ácidos graxos são complexos. Se a digestão é considerada como a transformação de uma molécula insolúvel em água (triglicerídeos) para uma forma (ácido graxo livre, monoglicerídeo) que possa ser dissolvida pela solução biliar, pode-se concluir que no ruminante, considerável digestão de AG ocorre antes que a digesta atinja o intestino delgado (SILVA & LEÃO, 1979; BAUCHART, 1993). No intestino delgado, o processo de digestão envolve a ação dos sais biliares, do suco pancreático e da lecitina, que são responsáveis pela formação micelar dos lipídios (Doreau e Chilliard, 1997). As células do epitélio intestinal (enterócitos) de todas as espécies de animais são revestidas por uma camada inerte de água, considerada a maior barreira para absorção de lipídios (BRINDLEY, 1984). Para que os lipídios apolares consigam ultrapassar essa camada de água, é necessária a formação de micelas. As micelas são agregados de moléculas lipídicas solúveis em água, contendo grupos polares e apolares. As moléculas são agrupadas de modo que os grupos polares estejam na parte externa em contato com a fase aquosa e as partes apolares orientadas para o interior da micela.

Os sais biliares são essenciais para a formação das micelas necessárias para que os lipídios consigam atravessar a camada de água inerte que recobre o epitélio intestinal do ruminante e são produzidos a partir do colesterol nos hepatócitos, onde são conjugados com os aminoácidos taurina e glicina, que aumentam sua solubilidade em água e reduzem seu efeito tóxico às células (NOBLE, 1984). A estrutura química dos sais biliares possibilita a formação de uma molécula plana, com um lado polar e hidrofílico e outro apolar e hidrofóbico, que funciona como interface entre água e lipídios, reagindo com ambos, sem, no entanto, penetrar profundamente na superfície de nenhum deles (DRACKLEY, 2000). Nos animais monogástricos, os sais biliares têm função de emulsificar os lipídios que adentram o intestino, geralmente na forma de triacilgliceróis, e ativar as lipases pancreáticas (DOREAU & CHILLIARD, 1997). Em ruminantes, como os ácidos graxos se apresentam ao intestino na forma não esterificada e aderidos às partículas dos alimentos, os sais biliares atuam como detergentes e são essenciais para dissociar esse complexo e liberar os ácidos graxos para a formação de micelas (Drackley, 2000). A transferência dos ácidos graxos para a fase micelar ocorre gradualmente, conforme a digesta percorre o trato intestinal e o pH do meio vai

aumentando. Segundo Bauchart (1993), 5% dessa transferência ocorre no duodeno, 20% no jejuno proximal, 25% no jejuno médio e terminal e 50% no íleo.

O principal fosfolípido presente no intestino dos ruminantes é a lecitina (fosfatidilcolina), podendo ser oriunda da bile, do suco pancreático e da digesta proveniente do abomaso (DRACKLEY, 2000). A lecitina é hidrolisada por ação de enzimas pancreáticas, especificamente a fosfolipase A2, resultando em lisolecitina (lisofosfatidilcolina) e ácido oléico. Estes funcionam como agentes anfifílicos para incorporar os ácidos graxos, principalmente os saturados, na micela para posterior absorção (PALMQUIST & MATTOS, 2006), melhorando a digestibilidade dos lipídios (OVERLAND et al., 1993).

A limitação na quantidade de lisolecitina causa redução na digestibilidade dos AG à medida que o fluxo de AG aumenta. Freeman (1984) relatou que a lisolecitina é um anfifílico efetivo para C18: 0, aumentando a absorção à medida que o fluxo de AG em micelas também aumenta. A digestibilidade de C18: 0 também pode ser reduzida se seu fluxo exceder a capacidade da lecitina na bile ou da fosfolipase excretada pelo pâncreas (Freeman, 1984). A formação de micelas permite a absorção lipídica no intestino delgado e é um fator chave envolvido na absorção eficiente de ácidos graxos (Doreau e Chilliard, 1997). Uma vez formadas as micelas, elas facilitam a transferência de lipídios insolúveis em água através das células epiteliais intestinais do jejuno. No jejuno, o ambiente ácido na superfície da membrana é importante para a dissociação micelar (Caspary, 1992). A absorção do lipídeo da micela é determinada pela taxa de penetração através da camada hidrofóbica na superfície da membrana e difusão através da bicamada lipídica (Caspary, 1992). Assumiu-se que a penetração do AG na membrana era via difusão passiva simples; no entanto, Stremmel (1997) relatou que a captação de AG ocorre por meio de uma proteína citosólica que se liga ao AG. Uma vez que os AG são absorvidos, eles são esterificados em triacilglicerol e fosfolipídios.

Há variação na digestibilidade intestinal em um intervalo de 55 a 92% (Doreau e Chilliard, 1997) dependendo do consumo de AG. Boerman et al. (2015) relataram que o aumento do consumo de AG em 500 g reduziu a digestibilidade dos AG em 4,25%. A formação de micelas pode depender da proporção de AG diferentes ou da produção de sais biliares, dependendo da natureza dos AG (Doreau, 1992). A digestibilidade também depende do comprimento da cadeia, não diferindo entre AG C16 e C18, mas parece ser menor para C20 e C22 (Doreau e Chilliard, 1997). Por

outro lado, a digestibilidade de AG C18 difere na quantidade de ligações duplas onde, 0, 1, 2 ou 3 ligações duplas possuem 77, 85, 83 e 76% de digestibilidade, respectivamente (Doreau e Ferlay, 1994). No entanto, a medição da digestibilidade dos ácidos graxos insaturados tem uma baixa precisão, já que apenas pequenas quantidades de C18: 3 atingem o duodeno devido à conversão microbiana em isômeros (Doreau e Chilliard, 1997). Não há absorção significativa de ácidos graxos de cadeia longa no intestino grosso (Doreau & Ferlay, 1994).

Diferentes dos óleos, a lecitina pode dispersar em água, e por isso, quando a lecitina é usada, sua adsorção as partículas de alimento ou aos microrganismos do rúmen é menos pronunciada e a liberação de ácidos graxos pode ser retardada resultando em menores efeitos adversos destes na fermentação ruminal (Jenkins, 1993; Nagaraja et al., 1997).

De acordo com Silva Júnior et al. (2009), a liselecitina aumenta a permeabilidade gástrica para macromoléculas, principalmente de ácidos graxos e compostos de alto peso molecular, sendo muito eficiente em suínos jovens que possuem baixa absorção de gordura, ou em matrizes lactantes que passam por desafios de consumo. Shain et al. (1993) reportaram que a lecitina pode incrementar efetivamente a absorção de gordura para vacas lactantes. Zinn. (1989) relatou em seu ensaio metabólico que animais suplementados com 2% de EE provindo de lecitina através do óleo de soja apresentaram melhor digestibilidade da FDN, porém, sem alteração na digestibilidade aparente do EE da dieta.

Devido à sua afinidade e sua habilidade de formar aglomerações com as proteínas, efeitos na degradabilidade da proteína e na produção de amônia podem ser observados (Jenkins & Fotouhi, 1990). Westteiten et al. (2000) observaram in vitro que a suplementação com lipídios na forma de óleo ou de lecitina provocou redução na produção de amônia (-20%), em decorrência da menor taxa de desaparecimento da proteína bruta (-14% com a lecitina de canola), maior proporção de propionato (+16%) e menor produção de metano (-19%) em relação à dieta controle.

Abel - Caines et al. (1998) relataram em seus dois trabalhos realizados in vivo e in vitro que a utilização de lecitina de soja melhorou os parâmetros ruminais e detectaram que não prejudicou a digestibilidade da FDN quando comparado ao grupo controle, indicando algum grau de proteção aos efeitos deletérios da gordura.

Jenkins et al. (1989) em seu trabalho in vitro e com ovelhas não observaram nenhum efeito da lecitina na digestão de fibras, uma vez que a produção total de AGV aumentou in vitro. Uma fração de lecitina lentamente degradada foi observada no conteúdo ruminal, sugerindo que os fosfolipídios intactos podem atingir o intestino aumentando a absorção de lipídios no intestino delgado (Jenkins et al. 1989). No entanto, uma redução na digestão de fibras no rúmen foi observada quando a lecitina bruta ou destilada foi fornecida a ovinos (Jenkins et al. 1990). Por outro lado, a adição de lecitina em dieta com 8% de EE, através do uso de gordura vegetal, resultou em maior digestão de FDA e maiores proporções molares de acetato em novilhos confinados (Bock et al. 1991 e Zinn, 1989).

Os sais biliares não são absorvidos até atingirem o final do íleo, através de sistema de transporte ativo. Antes disso, quando os ácidos graxos são absorvidos, retornam ao lúmen intestinal para participarem de outras formações micelares (DRACKLEY, 2000). Após serem absorvidos, os sais biliares retornam ao fígado para serem reincorporados à bile. Pequenas quantidades de sais biliares não absorvidas são perdidas nas fezes, consistindo na única rota de excreção de colesterol do corpo do animal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento 1

3.1.1. Data, Local e Animais

Os experimentos foram conduzidos na instalação de confinamento de bovinos de corte do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba/SP e teve início no mês de agosto de 2016. Para o experimento foram utilizados 234 tourinhos da raça Nelore com peso inicial médio de 300 ± 10 kg, alojados por 106 dias, em 30 baias, sendo 18 (32m^2) com cobertura e piso de concreto e 12 (84m^2) descobertas e com piso de terra.

3.1.2. Tratamentos

Os animais foram randomizados e distribuídos nos blocos de acordo com o peso vivo. Para todos os parâmetros analisados, a baia foi utilizada como unidade experimental.

Os animais, oriundos de um sistema de recria em pastagem, foram submetidos a um período de adaptação de 15 dias às instalações e às dietas com altos teores de concentrado. Foi adotado o sistema de adaptação gradativo ou em escada, partindo-se de uma ração com 25% de bagaço de cana *in natura* (BIN) nos primeiros 5 dias, passando para 20% de BIN do 6º ao 10º dia, e, por fim, 15% de BIN do 11º ao 15º dia de adaptação.

A partir do 16º dia foram fornecidas as dietas finais (Tabela 1). Foram testados dois níveis de extrato etéreo (3.8% e 7% de extrato etéreo na MS dieta), concomitantemente com 3 níveis de lisolecitina (0; 0,5 e 1g por percentual de extrato etéreo da dieta). A fonte suplementar de gordura foi sais de cálcio de óleo de palma Enerfat®, (Kemin®) e a fonte de lisolecitina foi o produto comercial Lysoforte® (Kemin®).

Tabela 1. Composição das dietas experimentais, onde cada nível de EE foi submetido a doses de liselecitina (0g, 0,5g e 1g por percentual de EE) (% da MS)

Ingredientes² (% da MS)	Tratamentos¹	
	3,8 EE	7,0 EE
Bagaço de cana in Natura	8,0	8,0
Polpa Cítrica	62,8	58,8
Farelo proteinoso de milho	26,5	26,5
Ureia	1,0	1,0
SCOP	1,2	5,2
Núcleo Mineral	0,5	0,5
Composição Química³ (% da MS)		
MS	65,4	65,2
CNF	41,3	43,4
PB	13,1	12,3
FDN	36,0	33,4
FDA	25,7	25,7
MM	6,3	6,3
EE	3,8	7,0

Tratamentos¹: 3,8 EE = 3,8 extrato etéreo na dieta com doses de liselecitina; 7,0 EE = 7,0 extrato etéreo na dieta com doses de liselecitina.

Ingredientes²: SCOP = Sais de cálcio de óleo de palma; Farelo proteinoso de milho = Refinazil (Corn Products®).

Composição química³: MS= Matéria Seca; CNF = Carboidrato não fibroso; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; MM= matéria mineral; EE= extrato etéreo;

Níveis de garantia por kg do núcleo mineral: zinco 5500 mg, ferro 221 mg, flúor (máx.) 106 mg, cálcio 116 g, selênio 35 mg, fósforo 14 g, manganês 4000 mg, cobre 1800 mg, cobalto 100 mg, iodo 21 mg, sódio 150 g, enxofre 20 g, potássio 47 g, monensina sódica 6.000 mg.

Tabela 2. Perfil de ácido graxo das dietas experimentais (% dos AG totais).

Fórmula	Nome	Insaturação	3,8 EE	7.0 EE
C12:0	Láurico		0,00	0,38
C14:0	Mirístico		0,00	0,78
C16:0	Palmítico		32,22	43,09
C18:0	Esteárico		4,62	4,27
C18:1 n9,c	Oleico	cis-9	30,39	32,18
C18:2 n6,c	Linoleico	cis-9,12	30,24	17,78
C18:3 n3	alfa-Linolênico	cis-9,12,15	1,82	0,99
C23:0	Tricosanóico		0,00	0,52
Outros A.G.			0,72	0,00
TOTAL			100,00	100,00

3.1.3. Período experimental, coleta de dados e análises químicas

O período experimental durou 106 dias, os animais foram vacinados contra clostridioses e receberam doses de vermífugo e de complexo vitamínico ADE no início do período de adaptação.

Durante o período experimental, os animais foram alimentados uma vez ao dia pela manhã (6h00). As dietas foram misturadas em um vagão de mistura total, equipado com balança eletrônica e esteira. Posteriormente à mistura, as dietas foram ensacadas, pesadas em balança de chão de precisão e fornecidas aos animais. O consumo voluntário da dieta foi registrado diariamente, por meio da pesagem da quantidade de alimento oferecido e das sobras de alimento, que foram recolhidas duas vezes por semana. A oferta de alimento foi regulada para manter no máximo 5 % de sobras.

As pesagens individuais dos animais foram realizadas após jejum alimentar e jejum hídrico de 16 horas no início do período experimental e ao término do mesmo. As variáveis de desempenho animal avaliadas foram: peso corporal inicial (PCI), peso final (PF), consumo de matéria seca (CMS em kg), consumo de matéria seca em % do peso vivo (CMS %PV), ganho de peso diário (GPD), eficiência alimentar (EA) calculada como GPD/CMS, energia líquida de manutenção observada e energia líquida de ganho observada.

Após o início do período experimental, todas as dietas foram amostradas semanalmente. Ao final, as amostras foram compostas e processadas para posteriores análises laboratoriais.

Todas as amostras foram congeladas e armazenadas em freezer, para posteriormente serem analisadas quimicamente. Após descongelamento, as amostras foram secas em estufa com ventilação forçada (55°C) por 72 horas (SILVA, 1990) e moídas em moinhos tipo “Wiley” providos de peneiras com malha de 1,0 mm. Ao término desse processo foram compostas, finalizando uma amostra do período experimental total para cada tipo de dieta.

As análises químicas foram realizadas no laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Para a determinação dos teores de MS das dietas, as amostras foram colocadas em estufa de circulação forçada a 105°C por 12 horas e a matéria mineral (MM) foi determinada através da incineração das amostras em mufla a 550°C por 4 horas (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC, 1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foi determinado de acordo com Van Soeste et al. (1991) com auxílio do analisador de fibra modelo ANKON Fiber Analyzer (ANKON® Technology Corp).

Para a análise de FDN foi adicionado sulfito de sódio e amilase termoestável e os valores obtidos foram então corrigidos para cinzas após a incineração dos sacos. Os valores de nitrogênio total foram obtidos com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO®, modelo FP-528 (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA) de acordo com Wiles, Gray e Kissling (1998), com temperatura para combustão de 835°C. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25. O extrato etéreo (EE) foi analisado segundo a AOAC (1990) após hidrólise ácida com solução de ácido clorídrico.

Ao final do experimento, os animais foram abatidos e foram realizadas as avaliações de carcaça. Inicialmente, os pesos de carcaça quente e os rendimentos de carcaça foram calculados. Após o resfriamento das carcaças por 24 horas a 0°C, a espessura de gordura (EG) e área de olho de lombo (AOL) foram determinadas na altura da 12ª costela segundo Luchiari Filho (2000).

3.1.4. Cálculo da energia líquida das rações

Com base nos dados médios de peso corporal, CMS e GPD obtidos no experimento, foram calculados os valores de energia líquida observada das rações segundo a metodologia proposta por Zinn e Shen (1998).

Foram calculadas as exigências de energia de ganho (Eg) e de manutenção (Em) dos animais através das formula 1 e 2, respectivamente. Calculadas as exigências energéticas relacionadas aos ganhos de peso corporal (kg/dia) e aos pesos metabólicos (kg) dos animais durante o período experimental, foram então calculados os valores de energia líquida das rações (Mcal/ kg de MS) para manutenção (ELm) e ganho (ELg) através das formulas 3 e 4.

$$^{(1)}E_g = [0,0493 PC^{0,75}] GPD^{1,097}; \text{ (NRC, 1984)}$$

$$^{(2)}E_m = 0,077 PC^{0,75}; \text{ (Lofgreen e Garrett, 1968)}$$

$$^{(3)}EL_m = (-b - ((b^2) - (4ac))^{0,5}) / (2a); \text{ (Zinn e Shen, 1998)}$$

$$^{(4)}EL_g = 0,877 EL_m - 0,41; \text{ (Zinn e Shen, 1998)}$$

$$a = -0,877 IMS$$

$$b = 0,877 Em + 0,41 IMS + Eg$$

$$c = -0,41 Em$$

Onde,

Eg = exigência em energia para ganho (Mcal/ dia)

Em = exigências em energia para manutenção (Mcal/ dia)

ELm = energia líquida de manutenção (Mcal/ kg de MS)

ELg = energia líquida de ganho (Mcal/ kg de MS)

Os valores observados de energia foram comparados com os valores esperados. Os valores esperados de energia das dietas foram estimados utilizando as equações do NASEM (2016), com adição de monensina, tomando por base os valores tabulares de NDT dos ingredientes do NASEM (2016), com exceção da gordura protegida e polpa cítrica seca cujo valor tabular adotado foi o do NRC (2001) e CQBAL respectivamente.

3.1.5. Análise Estatística

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em um arranjo fatorial 3 x 2, com 3 níveis de liolecitina 0; 0,5 e 1g por percentual de extrato etéreo da dieta e dois níveis de gordura, 3.8% e 7% de extrato etéreo na dieta. Os animais foram distribuídos nos blocos de acordo com o peso corporal inicial. Para todos os parâmetros analisados, a baia foi utilizada como unidade experimental.

A princípio, todos os dados foram testados para se verificar a distribuição normal dos erros, utilizando-se o PROC UNIVARIATE (SAS, 2003) e foi feita análise exploratória dos dados, utilizando-se o procedimento GLM do SAS (2003). Em seguida, todas as variáveis foram analisadas pelo PROC MIXED, do pacote estatístico STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS (2003), adotando-se as características do modelo específicas para cada variável. Contrastes foram utilizados para a análise comparativa das médias, considerando $P \leq 0,1$.

3.2. Experimento 2

O experimento foi conduzido nas instalações de confinamento de bovinos de corte do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), localizada no município de Piracicaba/SP.

Foram utilizados 30 machos castrados da raça Nelore com peso inicial médio de 330 kg (11@), com cânulas no rúmen (ZINN & PLASCENCIA, 1993). Os animais foram alojados em baias individuais, providas de bebedouro e comedouro.

3.2.1. Tratamentos

Em um arranjo fatorial 3x2 foram comparadas tres fontes de gordura (sais de cálcio de óleo de soja (Nutrigordura - Nutricorp), sais de cálcio de óleo de palma (Enerfat® - Kemin®) e óleo degomado de soja e dois níveis de liolecitina (0g e 7g/cabeça/dia) (Lysoforte® - Kemin®) (Tabela 3).

Tabela 3. Ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (% da MS)	Tratamentos¹		
	SCOS	SCOP	ODS
Bagaço de cana in natura	8,0	8,0	8,0
Polpa Cítrica de laranja	58,8	58,8	58,8
Farelo proteínoso de milho²	26,5	26,5	26,5
Ureia	1,0	1,0	1,0
Fontes de gordura	5,2	5,2	5,2
Núcleo mineral	0,5	0,5	0,5
Composicao Quimica³ (%)			
MS	69,2	69,5	69,4
CNF	41,6	41,8	39,2
PB	12,6	12,8	12,7
FDN	33,7	34,0	34,1
FDA	23,8	23,4	23,2
MM	7,31	6,54	5,93
EE	7,13	7,58	7,95

Tratamentos¹: SCOS= sais de cálcio de óleo de soja – (Nutrigordura - Nutricorp); SCOP= sais de cálcio de óleo de palma – (Enerfat® - Kemin®); ODS= Oleo degomado de soja; Farelo proteínoso de milho²= Refinazil®

Composição química³: MS= Matéria Seca; CNF = Carboidrato não fibroso; PB= proteína bruta; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; MM= matéria mineral; EE= extrato etéreo.

Níveis de garantia por kg do núcleo mineral: zinco 5500 mg, ferro 221 mg, flúor (máx.) 106 mg, cálcio 116 g, selênio 35 mg, fósforo 14 g, manganês 4000 mg, cobre 1800 mg, cobalto 100 mg, iodo 21 mg, sódio 150 g, enxofre 20 g, potássio 47g, monensina sódica 6.000 mg

Tabela 4. Perfil de ácido graxo das dietas experimentais (% AG totais)

Fórmula	Nome	Insaturação	SCOS¹	SCOP²	ODS³
C12:0	Láurico		0.95	0.71	0.00
C14:0	Mirístico		0.69	0.80	0.00
C16:0	Palmítico		30.61	39.07	14.77
C18:0	Estearico		4.23	4.10	3.39
C18:1	Oleico	cis-9 n9,c	28.33	32.27	25.08
C18:2	Linoleico	cis-9,12 n6,c	32.90	21.64	52.24
C18:3 n3	alfa-Linolênico	cis-9,12,15	2.02	0.96	4.51
C23:0	Tricosanóico		0.26	0.46	0.00
Outros A.G.			0.00	0.00	0.00
TOTAL			100.00	100.00	100.00

SCOS¹: sais de cálcio de óleo de soja; SCOP²: sais de cálcio de óleo de palma; ODS³: Óleo degomado de soja

3.2.2. Período experimental

Os animais foram adaptados à uma dieta comum com alto teor de concentrado, durante 21 dias. Após o período de adaptação, os animais foram pesados em jejum e distribuídos em blocos aleatorizados com base no peso corporal. O período experimental teve a duração de 30 dias, sendo 23 dias para adaptação aos respectivos tratamentos e 7 dias para a coleta de dados.

3.2.3. Consumo de matéria seca (CMS)

Durante os primeiros 23 dias do período experimental, os animais foram alimentados à vontade uma vez ao dia pela manhã (8:00 horas). Os ingredientes das dietas foram pesados e misturados em uma betoneira. O produto contendo liolecitina (Lysoforte - Kemin®) foi adicionado no cocho por cima das dietas individualmente.

Nos 7 dias do período de coleta, a quantidade oferecida das dietas foi restrita (90% do consumo médio dos 23 dias iniciais), a fim de se evitar sobras (ZINN, 1990). As 3 dietas totais foram amostradas diariamente antes da inclusão da liolecitina, durante os 7 dias do período de coleta, compostas e armazenadas à -20°C.

3.2.4. Determinação das digestibilidades e parâmetros ruminais – produção de ácidos graxos voláteis, pH ruminal e amônia ruminal

A produção fecal e as digestibilidades dos nutrientes foram estimadas em cada um dos 30 animais do experimento utilizando-se o marcador interno fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). O marcador interno FDNi foi obtido após incubações *in situ* das amostras da dieta e fezes por 240 horas (CASALI et al., 2008; MORAIS et al., 2010).

Durante os últimos 5 dias do período de coleta, amostras de fezes (300 g), foram obtidas diretamente do reto dos animais as 7 e as 19 horas e congeladas em freezer (-20°C) para posteriores análises de composição química. As amostras de conteúdo ruminal, aproximadamente 100 mL, foram coletadas manualmente de 3

pontos da região ventral do rúmen no dia 1 do período de coleta às 0, 3, 6, 9, 12, 18 e 24 horas após o fornecimento da dieta. As amostras foram filtradas em camada dupla de tecido de algodão, coletando-se o líquido e devolvendo a parte sólida ao rúmen. Imediatamente o líquido ruminal foi homogeneizado e seu valor de pH mensurado através da leitura em potenciômetro digital.

Simultaneamente, outras duas alíquotas de 50 mL do líquido ruminal foram tomadas. A primeira delas foi conduzida imediatamente para análise de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) e a segunda alíquota foi congelada em freezer (-20°C) para posterior análise de ácidos graxos voláteis (AGV).

Os valores de digestibilidade aparente (DA) total da MS e dos nutrientes foram estimados através fórmula:

$$D = 100 - 100 \times \frac{\% \text{ marcador alimento}}{\% \text{ marcador digesta}} \times \frac{\% \text{ nutriente digesta}}{\% \text{ nutriente alimento}}$$

O consumo de NDT das dietas foi calculado segundo Sniffen et al. (1992):

Consumo de NDT = (PB ingerido - PBfecal) + 2,25(EE ingerido - EEfecal) + (CHOT ingerido - CHOT fecal); em que:

$$\text{CHOT} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{MM} + \text{Lignina}).$$

A concentração de NDT da dieta foi calculada conforme proposto por Sniffen et al. (1992):

$$\text{NDT (\%)} = \frac{\text{Consumo de NDT}}{\text{Consumo de MS}}$$

3.2.5. Análises laboratoriais

Após descongelamento, as amostras das 3 dietas e das fezes foram secas em estufa com ventilação forçada (55°C) por 72 horas até atingirem peso constante (SILVA, 1990) e moídas em moinhos tipo “Wiley” providos de peneiras com malha de 1,0 mm. Ao término desse processo, as amostras das dietas foram compostas, finalizando uma amostra do período experimental total para cada tipo de dieta. As amostras de fezes foram compostas por animal.

As análises químicas foram realizadas no laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Para a determinação dos teores de MS das dietas, as amostras foram colocadas em estufa de circulação forçada a 105°C por 12 horas e a matéria mineral (MM) foi determinada através da incineração das amostras em mufla a 550°C por 4 horas (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC, 1990). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foi determinado de acordo com Van Soeste et al. (1991) com auxílio do analisador de fibra modelo ANKON Fiber Analyzer (ANKON® Technology Corp).

Para a análise de FDN foi adicionado sulfito de sódio e amilase termoestável e os valores obtidos foram então corrigidos para cinzas após a incineração dos sacos. Os valores de nitrogênio total foram obtidos com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO®, modelo FP-528 (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA) de acordo com Wiles, Gray e Kissling (1998), com temperatura para combustão de 835°C. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25. O extrato etéreo (EE) foi analisado segundo a AOAC (1990) após hidrólise ácida com solução de ácido clorídrico.

As amostras de fluido ruminal fresco foram centrifugadas a 15.000 g por 30 minutos para separar as partículas de conteúdo ruminal presentes nas amostras. Os sobrenadantes foram analisados para nitrogênio amoniacal (N-NH_3) conforme método de Chaney e Marback (1962).

As amostras congeladas de fluido ruminal foram descongeladas em temperatura ambiente e centrifugadas a 15.000 g por 30 minutos para separar as partículas de conteúdo ruminal presentes nas amostras. Os sobrenadantes foram analisados para ácidos graxos voláteis (AGV), por cromatografia em fase gasosa (ERWIN et al., 1961).

3.2.6. Delineamento experimental e análise estatística

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, em arranjo fatorial 3 x 2, composto por 6 tratamentos e 5 repetições. Os animais foram distribuídos nos blocos de acordo com o peso vivo. Para todos os parâmetros analisados, a baía individual foi utilizada como unidade experimental.

Todos os dados foram testados para se verificar a distribuição normal dos erros, utilizando-se o PROC UNIVARIATE (SAS, 2003) e análise exploratória dos dados, utilizando-se o procedimento GLM do SAS (2003), envolvendo o tamanho da amostra, teste para homogeneidade da variância, teste para medidas discrepantes e transformação potência ótima de Box & Cox (1964).

Todas as variáveis foram analisadas pelo PROC MIXED do pacote estatístico STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS (2003), adotando-se as características do modelo específicas para cada variável. As médias foram calculadas pelo LSMEANS ajustado para comparação pelo teste Tukey. A significância foi declarada em $P \leq 0,1$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do experimento de desempenho animal (Experimento 1) são apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7.

Tabelas 5. Desempenho de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo diferentes níveis de EE e de lisolecitina

Variável ³	Teores de EE ¹						EPM			
	3,8 EE			7,0 EE						
	Doses de lisolecitina ²							Valor de P ⁴		
	0g	0,5g	1,0g	0g	0,5g	1,0g		EE	Liso	EE*Liso
N Baías	5	5	5	5	5	5		-	-	-
N animais	39	39	39	39	39	39		-	-	-
PI, Kg	297	297	297	297	297	297	2,4	0,97	1,00	1,00
PF, Kg	461	466	457	444c	448b	461a	5,3	0,03	0,48	0,08
CMS	7,76	7,9	7,91	7,44	7,35	7,73	0,18	0,02	0,46	0,54
CMS, %PC	2,05	2,07	2,09	2,00	1,97	2,03	0,04	0,03	0,49	0,74
GPD, Kg	1,51	1,54	1,47	1,35b	1,39ab	1,50a	0,05	0,02	0,53	0,09
EA	0,196a	0,196a	0,178b	0,184	0,190	0,198	0,01	0,89	0,70	0,03

Teores de EE¹: Dietas contendo 3,8% e 7 % de Extrato Etéreo.

Doses de lisolecitina²: 0g, 0,5g e 1,0g por ponto de EE das dietas, adicionado por animal dia;

Variável³: PI = peso inicial; PF= Peso final; CMS = Consumo de matéria seca; CMS, %PV = Relação do consumo de matéria seca pela % do peso corporal;

GPD = ganho peso diário; EA= Eficiência Alimentar (GPD/CMS).

Valor de P⁴ = Probabilidade de resposta para os tratamentos; P≤0.1 = Significativa.

1=EE (Efeito de extrato etéreo); 2= Liso (Efeito de Lisolecitina); 3= FG*Liso=(Interação);

a-c = Medidas dentro do nível de gordura na mesma linha com letras distintas diferem entre si (P<0.1).

Tabela 6. Características de carcaça de tourinhos Nelore alimentados com dietas contendo diferentes níveis de EE e de lisolecitina

Variável ³	Teores de EE ¹						EPM	Valor de P ⁴		
	3,8 EE			7,0 EE						
	Doses de lisolecitina ²									
	0g	0,5g	1,0g	0g	0,5g	1,0g		EE	Liso	EE*Liso
RC, %	55,8	56,4	56,3	56,4	56,4	56,2	0,3	0,64	0,63	0,54
PCQ, Kg	257,5	263,1	257,5	250,8	252,9	259,4	4,1	0,15	0,53	0,33
EGS, mm	3,61	3,31	3,51	3,59	3,55	3,97	0,17	0,12	0,22	0,38
AOL, cm ²	58,69	60,01	59,84	57,22	59,54	59,24	1,31	0,44	0,34	0,92

Teores de EE¹: Dietas contendo 3,8% e 7 % de Extrato Etereo.

Doses de lisolecitina²: 0g, 0,5g e 1,0g por ponto de EE das dietas, adicionado por animal dia;

Variável³: PCQ = peso de carcaça quente; RC = rendimento de carcaça; EGS = espessura de gordura subcutânea; AOL = área de olho de lombo

Valor de P⁴ = Probabilidade de resposta para os tratamentos; P≤0.1 = Significativa.

1=EE (Efeito de extrato etéreo); 2= Liso (Efeito de Lisolecitina); 3= FG*Liso=(Interação).

Tabela 7. Valores observados de energia líquida e sua relação com os valores esperados de energia

	Teores de EE ¹						EPM			
	3,8 EE			7,0 EE						
	Doses de lisolecitina ²							Valor de P ³		
	0g	0,5g	1,0g	0g	0,5g	1,0g		EE	Liso	EE*Liso
EL observada										
EL manutenção	2,11a	2,11a	2,03b	2,04b	2,09ab	2,12a	0,03	0,96	0,62	0,06
EL ganho	1,44a	1,44a	1,37b	1,38b	1,42ab	1,45a	0,03	0,95	0,62	0,07
EL Obs/Esp										
EL manutenção	1,14a	1,14a	1,10b	1,05b	1,08a	1,09a	0,01	<0,01	0,65	0,04
EL ganho	1,19a	1,19a	1,14b	1,08b	1,11a	1,12a	0,01	<0,01	0,66	0,03

Teores de EE¹: Dietas contendo 3,8% e 7 % de Extrato Etereo.

Doses de lisolecitina²: 0g, 0,5g e 1,0g por ponto de EE das dietas, adicionado por animal dia;

ELm = energia líquida de manutenção; ELg = energia líquida de ganho.

EPM= erro padrão da média

Valor de P³ = Probabilidade de resposta para os tratamentos; P≤0.1 = Significativa.

1=EE (Efeito de extrato etéreo); 2= Liso (Efeito de Lisolecitina); 3= FG*Liso=(Interação);

a-c = Medidas dentro do nível de extrato etereo na mesma linha com letras distintas diferem entre si (P<0.1).

As dietas com teores altos de EE (7% da MS) reduziram ($P<0,1$) o CMS, o GPD, o PF dos animais e as relações de ELobs/ELesp, em comparação com as dietas baixas em EE (3,8%) (Tabela 5 e 7). Não houve efeito ($P>0,1$) de teor de EE na dieta sobre a eficiência alimentar dos animais (Tabela 5), sobre as concentrações de ELm e ELg observadas (Tabela 7) e sobre as características de carcaça dos animais (Tabela 6).

A inclusão de Liolecitina nas dietas não afetou ($P>0,1$) nenhum parâmetro de desempenho animal avaliado. Entretanto, houve interação entre concentração de EE e nível de Liolecitina para PF ($P=0,08$), GPD ($P=0,09$), EA ($P<0,05$), ELm obs ($P=0,06$) e ELg obs ($P=0,07$). A inclusão de Liolecitina não afetou o PF e GDP dos animais das dietas com 3,8% de EE, entretanto, teve efeito positivo nas dietas com 7,0% de EE. Nas dietas com 3,8% de EE, a inclusão de nível alto de liolecitina reduziu os teores de ELm e ELg da dieta e a eficiência alimentar, enquanto na dieta com 7,0% de EE houve efeito positivo da liolecitina.

A redução no CMS com a inclusão de nível médio a alto de gordura na dieta tem sido relatada em diversos outros estudos (NGIDI et al., 1990; DROUILLARD et al., 1998; BINDEL et al., 2000; RAMIREZ & ZINN, 2000; ZINN & SHEN, 1996; ZINN & PLASCENCIA, 1996; 2002; KREHBIEL et al., 1995; 2006; CHOI et al., 2013), com diferentes fontes de gordura, tais como sebo, graxa amarela (yellow grease), graxa branca (*white grease*), óleo de soja e sais de cálcio de óleo de palma. Na meta-análise conduzida por Krehbiel et al. (2006), foram compilados 15 estudos sobre suplementação com sebo para bovinos em confinamento. Níveis suplementares crescentes de gordura na dieta causaram redução linear no CMS dos animais. Para cada aumento unitário (1 Mcal/kg de MS) em energia metabolizável da dieta proveniente de sebo houve redução de 0,26% no CMS expresso em % do PV. A queda no CMS com a suplementação de gordura ocorre em virtude do aumento da densidade energética da dieta que estimula o mecanismo quimiostático regulador de consumo, talvez promovido pelo incremento da beta-oxidação hepática de lipídios (ALLEN et al., 2014). Entretanto, no presente estudo, a inclusão de nível alto de gordura não aumentou as concentrações de ELm e de ELg observadas das dietas (Tabela 7).

A redução no CMS e a ausência de aumento nas concentrações de ELm e ELg com a inclusão de nível alto de gordura na dieta, resultaram em menor consumo de energia e menor GPD dos animais desse tratamento. Reduções no GPD de

bovinos confinados com suplementação de diferentes fontes de gordura tais como sebo, graxa branca e sais de cálcio de óleo de palma foram relatados em diversos trabalhos da literatura (NGIDI et al., 1990; KREHBIEL et al., 1995; DROUILLARD et al., 1998; ZINN & PLASCENCIA, 2002; BINDEL et al., 2000; e CHOI et al., 2013). Em todos esses trabalhos, a redução no CMS não foi compensada pelo aumento da densidade energética da dieta. Zinn e Plascencia (1996), Zinn & Shen (1996), Ramirez & Zinn et al. (2000), Zinn et al. (2000) relataram GPD similar entre animais suplementados e não suplementados com gordura, com ou sem redução de CMS. Entretanto, na meta-análise de 15 estudos conduzida por Krehbiel et al. (2006), a suplementação com diferentes fontes de gordura causou efeito quadrático no GPD dos animais. A resposta máxima em GPD ocorreu com a suplementação de 0,26 Mcal EM de gordura por kg de MS da dieta. Assumindo o valor energético do sebo de acordo com o NRC (1996) para as fontes de gordura compiladas, o nível de gordura suplementar para otimizar o GPD nessas dietas foi de 3,99%.

Apesar da redução no CMS a suplementação com nível alto de gordura não melhorou a eficiência alimentar em virtude da redução no GPD dos animais (Tabela 5). No geral, o efeito da suplementação com gordura na eficiência alimentar dos animais tem sido inconsistente. Efeitos negativos da suplementação com gordura na eficiência alimentar foram reportados por Krehbiel et al. (1995) com sebo, Bindel et al. (2000) com sebo e por Choi et al. (2013) com óleo de soja. Ausência de efeito na eficiência alimentar foi reportada por Ngidi et al. (1990) com sais de cálcio de óleo de palma, por Drouillard et al. (1998) com graxa branca e por Choi et al. (2013) com sais de cálcio de óleo de palma. Efeitos positivos foram relatados por Zinn (1989) com graxa amarela e com mistura de gordura animal e vegetal, por Brandt et al. (1990) com graxa amarela, por Zinn e Shen (1996) com graxa amarela; por Zinn e Plascencia (1996) com graxa amarela, por Zinn et al. (2000) com graxa amarela e com gordura protegida e por Ramirez e Zinn (2000) com graxa amarela e sebo. Krehbiel et al. (2006) relataram em sua revisão que a suplementação com gordura causou efeito quadrático na eficiência alimentar dos animais, com resposta máxima com suplementação de 0,43 Mcal de EM de gordura por kg de MS da dieta. Assumindo o valor energético do sebo de acordo com o NRC (1996) para as fontes de gordura compiladas, o nível de gordura suplementar para otimizar a eficiência alimentar nessas dietas foi de 6,75%.

A ausência de efeito da suplementação com gordura nas características de carcaça observada no presente estudo também foi relatada na maioria dos trabalhos revisados (ZINN, 1989; NGIDI et al., 1990; BRANDT et al., 1992; KREHBIEL et al., 1995; DROUILLARD et al., 1998; BINDEL et al., 2000; RAMIREZ & ZINN, 2000; CHOI et al., 2013; ZINN et al., 2000). Entretanto, efeito positivo da suplementação com gordura no grau de marmoreio das carcaças foi relatado apenas por Choi et al. (2013) com óleo de palma e por Zinn e Plascencia (1996) com graxa amarela.

Fontes de gordura são incluídas nas dietas de bovinos em terminação para aumentar a densidade energética das mesmas. Zinn (1989), Zinn & Shen (1996), Zinn & Plascencia (1996), Ramirez & Zinn (2000) e Zinn et al. (2000) relataram aumentos na ELM e na ELg das dietas suplementadas com graxa amarela, sebo ou com gordura protegida. Em todos estes estudos as dietas continham teores elevados de amido. No presente estudo, a suplementação com 5,2% de sais de cálcio de óleo de palma não aumentou a densidade energética em comparação com as dietas suplementada com apenas 1,2% de gordura. As dietas do presente estudo continham polpa cítrica e farelo proteínoso de milho (Refinazil), ingredientes ricos em FDN e pobres em amido, resultando em dietas com 33,4 a 36,0% de FDN (Tabela 1). De acordo com Zinn e Shen (1996) os efeitos da suplementação com gordura sobre a digestibilidade da fibra têm sido inconsistentes, ora com efeito negativo (ZINN & SHEN, 1996), ora sem efeito (ZINN & PLASCENCIA, 1996) da suplementação com graxa amarela. Zinn et al. (2000) relataram efeito negativo da graxa amarela mas não de gordura protegida na digestibilidade da fibra em bovinos confinados.

A inclusão de níveis altos de gordura na dieta reduziu a relação Energia observada:Energia esperada. Isso indica que o valor energético dos sais de cálcio de óleo de palma foi menor quando incluído em nível alto na dieta em comparação com nível baixo. O mesmo foi observado por Zinn e Plascencia (2002) ao estudarem a inclusão de 0, 3, 6 e 9% de sebo em dietas de confinamento. A relação ELM observada: ELM esperada foi 1,03 na dieta com 3% de sebo contra 0,9 na dieta com 9% de sebo. Os autores concluíram que o valor energético da fonte de gordura varia conforme o consumo total de gordura. O valor tabular de energia atribuído à fonte de gordura (sebo) pelo NRC (1996) é válida segundo Zinn & Plascencia (2002) com consumo de total de ácido graxo menor que 6% da MS da dieta. Com consumos maiores o valor energético da fonte de gordura diminui. Zinn (1994) propôs a

seguinte fórmula para estimar o valor de ELg de fontes de gordura: $ELg = 5,24 - 0,0285 FI - 0,0428 FI^3$ (FI = consumo de gordura em g/kg PV). No presente estudo a dieta alta em gordura continha 7% de EE.

A lecitina é importante agente emulsificante e essencial para a formação de micelas no intestino delgado dos ruminantes (JENKINS, 1989). No presente estudo, o efeito da suplementação com lisolecitina variou conforme a concentração de EE na dieta. Em dietas com baixo EE a lisolecitina reduziu o GPD, o PF, a EA, a ELM, a ELg e as relações EL observada:EL esperada. Entretanto, nas dietas com alto EE a lisolecitina teve efeito positivo nessas variáveis (Tabelas 5 e 7).

Zinn (1989) estudou o efeito de incluir 2% de lecitina bruta na MS da dieta em combinação com 6% de mistura de gordura vegetal e animal. Em comparação com a dieta contendo 8% da mistura de gordura vegetal e animal, a suplementação com lecitina aumentou a digestão ruminal de fibra (FDN) e a proporção molar de acetato no rúmen. Apesar do aumento numérico, a digestão intestinal de gordura não foi afetada pela lecitina.

Trabalhando com o mesmo produto comercial do presente estudo, Pires (2011) observou menor concentração de EE nas fezes de bovinos suplementados com lisolecitina em comparação com não suplementados, enquanto Prado (2013) relatou maior GPD de cordeiros suplementados com a lisolecitina.

Os resultados do experimento de metabolismo (Experimento 2) são apresentados nas Tabelas 8 e 9, a seguir.

Tabela 8. Valores de pH ruminal, ácidos graxos voláteis, AGV totais, relação acetato: propionato e nitrogênio amoniacal de tourinhos Nelore alimentados com diferentes fontes de gordura níveis de Lisoecitina

	Tratamentos ¹						EPM	Valor de P ²		
	Con.			Liso.				FG	Liso	FG* Liso
	SCOS	SCOP	ODS	SCOS	SCOP	ODS				
pH médio	6,13b	6,15b	6,38aA	6,22a	6,17a	6,01bB	0,03	0,66	0,01	0,01
C2, mol/100mol	61,53ab	59,56b	63,84aA	62,46	60,32	60,90B	0,74	<0,01	0,44	<0,01
C3, mol/100mol	19,16a	19,58a	17,67bB	19,36	19,31	19,02A	0,37	<0,01	0,08	0,02
C4, mol/100mol	14,83b	16,39a	16,90a	14,39b	16,12a	16,26a	0,67	<0,01	0,37	0,96
IC4,mol/100mol	0,44b	0,44b	0,58aA	0,46a	0,50a	0,36bB	0,01	0,59	0,01	<0,01
C5, mol/100mol	2,84aA	3,14a	2,17b	2,20B	2,60	2,59	0,17	<0,01	0,04	<0,01
IC5,mol/100mol	1,06aA	0,88b	0,79b	0,85B	0,93	0,80	0,04	<0,01	0,18	<0,01
AGV Totais	106,34	109,88	98,98B	112,29	109,03	115,35A	4,00	0,81	0,03	0,09
C2:C3	3,23a	3,06b	3,39a	3,27a	3,13b	3,20a	0,08	0,01	0,60	0,12
N-NH3 Ruminal	10,04	7,89	8,64	9,59	9,90	10,67	0,53	0,44	0,06	0,17

Tratamentos¹: SCOS= (Sais de cálcio de Soja); SCOP= (Sais de cálcio de Palma); (ODS)= Oleo degomado de soja

Con.= controle (sem adição de lisoecitina); Liso.= Lisoecitina (com adição de lisoecitina)

EPM (Erro padrão da media)

C2=Acido acético; C3= Ácido propionico; C4= Acido butirico; IC4= Acido isobutirico; C5= Acido valérico; IC5=Acido isovalerico; AGV total= Acidos graxos voláteis totais; C2:C3= Relação entre os ácidos acético e propionico.

Valor de P² = Probabilidade de resposta para os tratamentos; P≤0.1 = Significativa.

1=FG (Efeito na fonte de gordura); 2= Liso (Efeito de Lisoecitina); 3= FG*Liso=(Interação);

(a-c)= Medidas entre fontes de gordura na mesma linha com letras distintas diferem entre si (P<0.1)

(A-C)= Medidas entre nível de lisoecitina na mesma fonte de gordura com letras distintas diferem entre si (P<0.1)

Houve efeito de fonte de gordura ($P<0,01$) para as proporções molares de acetato, propionato, butirato, valerato, isovalerato e para a relação C2:C3. Houve efeito de Lisolectina para pH ruminal ($P=0,01$), propionato ($P=0,08$), isobutirato ($P=0,01$), valerato ($P=0,04$), AGV total ($P=0,03$) e N-NH₃ ($P=0,06$). Houve interação entre fonte de gordura e Lisolectina para pH ($P=0,01$), acetato ($P<0,01$), propionato ($P=0,02$), isobutirato ($P<0,01$), valerato ($P<0,01$), isovalerato ($P<0,01$) e AGV totais ($P=0,09$) (Tabela 8).

Na ausência de Lisolectina a dieta com ODS apresentou pH ruminal mais alto que SCOS e SCOP, enquanto que na presença de lisolectina, o pH ruminal foi mais baixo na dieta com ODS. A redução no pH ruminal sugere atividade fermentativa mais intensa no rumen (Nagaraja et al., 1997), corroborada pela maior concentração de AGV totais na dieta com ODS mais lecitina em comparação com ODS sem lecitina. Jenkins et al. (1984) relataram maiores produções in vitro de AGV totais para os tratamentos com lecitina. A hipótese para esse efeito positivo da lecitina na fermentação ruminal é que ela esteja estimulando o processo de emulsificação da gordura insaturada livre do ODS no ambiente ruminal, reduzindo seu efeito negativo sobre os microrganismos sensíveis. Abel-Caines et al. (2000) relataram que a inclusão de lecitina em dietas com gordura suplementar para vacas leiteiras, aumentou a proporção molar de C3 e reduziu a relação A/P. Os autores atribuíram à lisolectina capacidade de conferir algum grau de proteção ruminal sobre fontes lipídicas suplementares. No presente estudo, a lisolectina reduziu a proporção molar de C2 e aumentou a proporção molar de C3 nas dietas com ODS, resultando em menor relação C2:C3, assim como relatado por Abel-Caines et al. (2000). Na ausência de Lisolectina a proporção molar de C3 foi menor com ODS que com SCOP. Wettstein et al., (2000) relataram que in vitro, fontes de lecitina de canola e lecitina de soja comparadas ao controle, tiveram significativamente maiores proporções de propionato (2,2 a 3,1%) e proporções significativamente menores de butirato (3,2 a 4,2%). A relação C2:C3 foi menor nas dietas com SCOP que nas dietas com SCOS ou ODS.

Independente da presença ou não de Lisolectina a suplementação com SCOS baixou a proporção molar de C4 em comparação com SCOP e ODS. Embora a suplementação lipídica seja freqüentemente usada para aumentar a densidade energética das dietas, a alimentação excessiva de lipídios pode ter efeitos negativos sobre a fermentação ruminal. Existem teorias que ajudam a explicar o mecanismo de

inibição da fermentação por lipídios. Em primeiro lugar, especula-se que os lipídios possam revestir os alimentos formando uma bicamada lipídica sobre as partículas de alimentação (Devendra e Lewis, 1974). Esta bicamada lipídica pode inibir a ligação microbiana a alimentos e impedir o acesso de enzimas extracelulares ao seu substrato. Em segundo lugar, acredita-se que os lipídios tenham atividade antimicrobiana direta, onde o lipídio modifica a população ruminal e também diminui o cálcio necessário para a função microbiana (Devendra e Lewis, 1974). Entretanto, é difícil explicar o efeito negativo do SCOS na proporção molar de C4. Reduções de ácido butírico têm sido relacionadas a altas porcentagens de concentrado, com o uso de diferentes fontes de gordura na dieta de bovinos, indicando queda no número ou na atividade de alguns microrganismos, em razão do efeito tóxico dos lipídios (Vargas et al., 2002; Eifert et al., 2005). Balieiro-Neto e Melotti (2007) testaram níveis de sebo em vacas canuladas e observaram redução na proporção molar de butirato e redução na população de protozoários ruminais quando os animais foram suplementados com 6% de sebo na dieta.

Na ausência de Liolecitina, as proporções molares de C5 e de IC5 foram menores com ODS que com SCOS e SCOP e a Liolecitina baixou as proporções molares de C5 e de IC5 nas dietas com SCOS. Wettstein et al., (2000) relataram também maior proporção de iso- butirato e iso- valerato para todas as fontes que tinham lecitina comparado ao grupo controle e aos grupos que continham apenas óleo nas dietas.

Partindo-se do proposto acima de efeito positivo da Liolecitina na fermentação ruminal, por reduzir a ação negativa de fontes insaturadas de lipídeos como o ODS sobre os microrganismos ruminais, não seria esperado aumento da concentração de N-NH₃ nas dietas com Liolecitina, como observado no presente estudo. Uma maior taxa de crescimento microbiano deveria resultar em menores concentrações ruminais de N-NH₃ (NASEM, 2016). Jenkins & Fotouhi, (1990) relataram menores concentrações de N-NH₃ nas dietas com lecitina.

De um modo geral, a Liolecitina foi efetiva em reduzir o pH e a proporção molar de C2 e em aumentar a proporção molar de C3 e a concentração molar de AGV totais no rúmen de animais suplementados com ODS e aumentar a concentração de N-NH₃ independente da fonte de gordura suplementada.

De acordo com os dados da Tabela 9, não houve interação ($P>0.05$) entre fonte de gordura e Liolecitina para os parâmetros de consumo e digestão de nutrientes.

A suplementação com ODS aumentou a concentração ($P=0,05$) e a ingestão de NDT ($P=0,05$) da dieta, assim como a digestibilidade de CNF ($P=0,07$) e a digestibilidade do EE ($P<0,05$), em comparação com SCOP. A digestibilidade do EE também foi maior ($P<0,05$) para SCOS que para SCOP. Não houve diferença estatística ($P>0,05$) entre SCOS e ODS no consumo e digestibilidade dos nutrientes.

Tabela 9. Consumo de matéria seca (CMS), ingestão de nutrientes digestíveis totais (IngNDT), excreção fecal, NDT (% da MS), digestibilidade aparente da MS (DAMS), digestibilidade aparente da FDN (DAFDN), digestibilidade aparente dos CNF (DACNF), digestibilidade aparente dos carboidratos (DACHOT), digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) e digestibilidade aparente do extrato etéreo (DAEE) de bovinos recebendo dietas contendo fontes diferentes de gordura e níveis de lisolecitina.

	Tratamentos						Valor de P ³		
	FG ¹			Lisolecitina		EPM			
	SCOS	SCOP	ODS	C.	L.		FG	Liso	FG* Liso
CMS, Kg/dia	5,72	5,78	6,32	5,85	6,03	0,21	0,19	0,53	0,39
Ing NDT, Kg/dia	4,52ab	4,35b	5,28a	4,50	4,93	0,12	0,05	0,18	0,83
Excrecao fecal, Kg/dia	1,45	1,51	1,40	1,50	1,40	0,07	0,71	0,34	0,85
NDT, %	78,70ab	77,76b	83,33a	78,46	81,40	1,29	0,05	0,13	0,83
DA MS, %	74,28	72,44	77,57	73,18	76,34	1,35	0,13	0,12	0,83
DA FDN, %	56,25	55,37	60,23	53,88	60,69	2,4	0,49	0,06	0,91
DA CNF, %	92,96ab	92,54b	94,89a	93,08	93,84	0,58	0,07	0,37	0,62
DA CHOT, %	76,98	76,23	79,76	75,96	79,35	1,23	0,27	0,07	0,94
DA PB, %	67,30	66,00	71,40	66,31	70,16	2,10	0,21	0,13	0,62
DA EE, %	84,27a	76,94b	84,20a	81,74	81,86	1,75	0,03	0,96	0,67

Digestibilidade aparente dos nutrientes no trato total (% da matéria seca).

FG¹: Fontes de gordura SCOS= (Sais de cálcio de Soja); SCOP=(Sais de cálcio de Palma); (ODS)= Oleo degomado de soja)

Lisolecitina²: C.= controle (sem adição de lisolecitina); L.= Lisolecitina (com adição de lisolecitina)

EPM (Erro padrão da media)

Valor de P³ = Probabilidade de resposta para os tratamentos; P≤0.1 = Significativa.

1=FG (Efeito na fonte de gordura); 2= Liso (Efeito de Lisolecitina); 3= FG*Liso=(Interação);

(a-c)= Medidas entre fontes de gordura na mesma linha com letras distintas diferem entre si (P<0.1).

O teor mais alto de NDT na dieta com ODS em comparação com SCOP é resultado primeiramente da maior digestibilidade do EE, associada ao maior teor de EE (Tabela 3) e maior digestibilidade da fração CNF nessa dieta. De modo geral a digestibilidade do EE de fontes de gordura insaturada é mais alta que a de gordura saturada ou protegida (PALMIQUIST & MATOS, 2006). O ODS contém maior teor de ácidos graxos que SCOP (CQBAL, 2018). É difícil explicar como o ODS aumentou a digestibilidade de CNF em comparação com SCOP. Zinn et al. (2000) não observaram diferença na digestibilidade do amido no trato digestivo total entre fonte de gordura protegida e graxa amarela. Seria esperado que o maior consumo de NDT, em conjunto com a maior digestibilidade de CNF resultasse em menor pH ruminal, maior concentração ruminal de AGV totais, maior proporção de C3 e menor concentração de N-NH₃ nos animais consumindo a dieta ODS. Entretanto, nenhum desses efeitos foram observados (Tabela 8). De modo geral os dados de fermentação ruminal no presente estudo não corroboram os resultados de digestão de nutrientes.

A suplementação com Liolecitina (Tabela 9) aumentou a digestibilidade aparente dos CHOT ($P=0,07$) no trato total em virtude do aumento da digestibilidade aparente da FDN ($P=0,063$) de 53,88 para 60,69%, sem efeito na digestibilidade de CNF ($P=0.37$). Dados similares foram reportados por Zinn (1989) onde o blend lecitina + gordura suplementar (2% de lecitina de soja + 6% de gordura suplementar na base seca da dieta) aumentou a digestibilidade aparente da FDN. Talvez essa resposta tenha ocorrido pelo efeito emulsificante da lecitina, tornando a gordura insaturada mais inerte no rúmen, assim como pelo fato da emulsificação possibilitar que as partículas fibrosas fiquem livres da gordura e isso favoreça a sua digestão. Considerando que as dietas continham ao redor de 34% de FDN, esse aumento na digestibilidade da fibra explica o aumento numérico na digestibilidade aparente da MS e no NDT da dieta. Entretanto, a Liolecitina não afetou ($P>0,05$) a digestibilidade do EE das fontes de gordura testadas. As fontes de gorduras saturadas apresentam menor digestibilidade que as insaturadas (Zinn et al. 2007), entretanto, a liolecitina não melhorou a digestibilidade das fontes de gordura testadas, tanto insaturada quanto a saturada no presente estudo.

5 CONCLUSÃO

A suplementação com Liselecitina aumenta o GPD e o PV final de bovinos confinados com dietas ricas em co-produtos fibrosos e suplementados com teores elevados de EE de sais de cálcio de óleo de palma.

A dose de Liselecitina de 1g por ponto de EE foi mais efetiva que 0,5 g.

Uma vez que a Liselecitina não aumentou a digestibilidade do EE das diferentes fontes de lipídios testadas, mas aumentou a digestibilidade da FDN, esta parece ser a explicação para seu efeito positivo no desempenho de bovinos nas condições acima mencionadas.

A Liselecitina melhora o padrão de fermentação ruminal de bovinos suplementado com fonte rica em gordura insaturada como o ODS.

O ODS é mais efetivo que SCOP para aumentar a ingestão de energia de bovinos confinados com dietas com teores elevados de co-produtos fibrosos.

REFERÊNCIAS

- ABEL-CAINES, S.F., GRANT, R.J., MORRISON, M. Effect of soybean hulls, soy lecithin, and soapstock mixtures on ruminal fermentation and milk composition in dairy cows. **J. Dairy Sci.** 81, 462-470, 1998.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p.1598-1624, 2000.
- ALLEN, M.S. Drives and limits to feed intake in ruminants. **Anim. Prod. Sci.**, 54, p. 1513-1524, 2014.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Arlington, v. 1, p. 1117, 1990.
- BALIEIRO NETO, G.; MELOTTI, L. Efeitos de níveis de sebo sobre a degradabilidade in situ do farelo de soja e do feno de Tifton (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) em vacas secas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n.4, p. 243-253, 2007.
- BATISTEL, F.; SOUZA, J., SANTOS, F.A.P. Corn grain-processing method interacts with calcium salts of palm fatty acids supplementation on milk production and energy balance of early-lactation cows grazing tropical pasture. **J. Dairy Sci.** 100:5343–5357, 2017.
- BAUCHART, D. Lipid absorption and transport in ruminants. **Journal of Dairy Science**, 76:3864, 1993.
- BAUMAN, D.E. et. al. New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. **Proc. Cornell Nutr. Conf.**, p.175-189, 2003.
- BAUMAN, D.E.; LOCK, A.L. Concepts in lipid digestion and metabolism in dairy cows. In.: **Proceedings of Tri-State Dairy Nutrition Conference**, 2006.

- BINDEL, D. J., J. S. et. al. Effects of ruminally protected choline and dietary fat on performance and blood metabolites of finishing heifers. **J. Anim. Sci.** 78:2497–2503, 2000.
- BOCK BJ, HARMON DL, BRANDT JR RT, SCHNEIDER JE. Fat source and calcium level effects on finishing steer performance, digestion, and metabolism. **J Anim Sci**;69: 2211-2224, 1991
- BOERMAN JP, JL FIRKINS, ST-PIERRE NR, LOCK AL. Intestinal digestibility of long-chain fatty acids in lactating dairy cows: A meta-analysis and meta-regression. **J Dairy Sci**;98: 8889-9890, 2015.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistics Society**, B-26, p.211-252, 1964.
- BRADFORD, B. J., K. J. HARVATINE, AND M. S. ALLEN. Dietary unsaturated fatty acids increase plasma glucagon-like peptide-1 and cholecystokinin and may decrease premeal ghrelin in lactating dairy cows. **J. Dairy Sci.** 91:1443–1450, 2008.
- BRANDT, R. T. JR; ANDERSON S. J. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. **J Anim Sci**, 1990; 68:2208–16.
- BRINDLEY, D.N. Digestion, absorption and transport of fats: general principles. In: WISEMAN, J. (ed.) **Fats in Animal Nutrition**. Butterworths: London, p. 85–103, 1984.
- BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T. Lipids in ruminant nutrition. In: CHURCH, D.C. (ed.) **The ruminant animal: digestive, physiology and nutrition**. Waveland Press: New Jersey, USA, p.298-312, 1993.

- CASALI, A.O. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.335-342, 2008.
- CASPARY WF. Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. **Am J Clin Nutr**;55:299S 308S, 1992.
- CHALUPA, W.; RICKABAUGH, B.; KRONFELD, D.S.; SKLAN, D. Rumen Fermentation In Vitro as Influenced by Long Chain Fatty Acids. **J Dairy Sci** 67:1439 – 1444, 1984.
- CHANEY, A.L. & MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-132, 1962.
- CHOI, S. H. et. al. Fatty acid biosynthesis and lipogenic enzyme activities in subcutaneous adipose tissue of feedlot steers fed supplementary palm oil or soybean oil. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 5, p. 2091-2098, 2013.
- COSTA, Q.P.B. et. al. Desempenho e características da carcaça de bovinos alimentados com dietas com caroço de algodão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v.63, n.3, p.729-735, 2011.
- CZERKAWSKI J. W., PIATKOVA M., BRECKINRIDGE, G. Microbial metabolism of 12-propanediol studied by the Rumen Simulation Technique (Rusitec). **J. Appl. Bacteriol.** 16 8–94 10.1111/j.1365-2672.1984.tb04698.x, 1984.
- DEMEYER, D., DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proc. Nutr. Soc.** 58:593-607, 1999.
- DEVENDRA, C, AND LEWIS D. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. **Anim Prod**;19:67-76, 1974.

- DOREAU M. Effect of supplementation with hydrogenated fish oil on digestion in cows. **Ann. Zootech**;41:137-143, 1992.
- DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, 78:15-35, 1997.
- DOREAU, M, FERLAY A. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. **Ani Feed Sci Technol**;45:79-396, 1994.
- DOWNER, J.V.; KUTCHES, A.J.; CUMMINGS, K.R.; CHALUPA, W. High fat rations for lactating cows supplemented with calcium salts of long chain fatty acids. **J. Dairy Sci.** 70:221, 1987.
- DRACKLEY, J.K. **Lipid metabolism**. Farm Animal Metabolism and Nutrition, p. 97-119, 2000.
- DROUILLARD, J. S.; FLAKE, A. S.; Kuhl, G. L. Effects of added fat, degradable intake protein, and ruminally protected choline in diets of finishing steers. Cattlemen's **Day Rep. Prog.** 804. Kansas Agric. Exp. Sta., Manhattan, p 71-75, 1998.
- EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D. Efeitos do fornecimento de monensina e óleo de soja na dieta sobre o desempenho de vacas leiteiras na fase inicial da lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2123-2132, 2005.
- ERWIN, W.S.; MARCO, D.G.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v. 44, p. 1766-1771, 1961.
- FREEMAN CP. The digestion, absorption and transport of fats - non-ruminants. In: J. Wiseman (Editor), **Fats in Animal Nutrition**. Butterworth: London 1984; pp 105-122.

- GALYEAN, M. L.; GLEGHORN, J. F. Summary of the 2000 Texas Tech University Consulting Nutritionist Survey. Burnett Cent. **Internet Prog. Rep.** No. 12, 2001.
- GLATZ, J.F.C. et. al. Role of membrane-associated and cytoplasmic fatty acid-binding proteins in cellular fatty acid metabolism. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids** 57, 373–378, 1997.
- HESS, B. W.; MOSS, G. E.; HULE, D. C. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **J. Anim. Sci.** 86:E188–204, 2008.
- HILL, G.M.; WEST, J. W. Rumen protected fat in kline barley or corn diets for beef cattle. Digestibility, physiological and feedlot responses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 3376 – 3388, 1991.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science.**, v.76, p.3851-3863, 1993.
- JENKINS TC, FOTOUHI N. Effects of lecithin and corn oil on site of digestion, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in sheep. **J Anim Sci**;68:460-466, 1990.
- 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.
- 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.** 67:529, 1989.
- KREHBIEL, C. R. et al. Effect of level and type of fat on subacute acidosis in cattle fed dry-rolled corn finishing diets. **J. Anim. Sci.** 73:2438–2446, 1995.
- KREHBIEL, C. R. et al. An upper limit for caloric density of finishing diets. **J. Anim. Sci.** 84(E. Suppl.):E34–E49, 2006.

LUCHIARI FILHO, A. Carcaça bovina. In: **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: O Autor, 2000, p. 49-70.

MACHMÜLLER, A.; KREUZER, M. Methane suppression by coconut oil and associated effects on nutrient and energy balance in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 79:65–72, 1999.

MAYNARD L.A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. **Animal nutrition** (7th Ed.). p. 199 – 200. McGraw- Hill Book Co., New York, 1979.

MOALLEM. U. et.al. Performance of high yielding dairy cows supplemented with fat or concentrate under hot and humid climates. *J. Dairy Sci.*, 93, p. 3192-3202, 2010.

MORAIS, J. A. S. et.al. A. Diferentes procedimentos na determinação de indicadores internos para estimativa de produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca em bovinos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. Maringá, v. 32, n. 2, p. 213-218, 2010.

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.

MOSLEY, S. A. et.al. **Effect of varying levels of fatty acids from palm oil on feed intake and milk production in Holstein cows**. *J. Dairy Sci.*, 90, p. 987-993, 2007.

NASCIMENTO. A. F Gordura protegida com diferentes perfis de ácidos graxos na alimentação de bovinos Nelore confinados – Jaboticabal, 2017 xv, 63 p. : il. ; 29 cm

NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.). **The rumen microbial ecosystem**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional, p.523-632, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements for dairy cattle.** 6th.ed. Washington: National Academy Press, 1989.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE, NASEM. Nutrient requirements of beef cattle: Eight Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press, 2016. doi.org/10.17226/19014.

NELSON, M. L. et.al. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed barleypotato product finishing diets: I. Feedlot performance, carcass traits, appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 12, p. 3600–3610, 2004.

NGIDI, M. E.; LOERCH, S.C.; FLUHARTY, F.L. et al. Effect of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance carcass characteristics and ruminal metabolism in steers. **J Anim Sci** 1990; 68: 2555–65.

NOBLE, R.C. Essential fatty acids in the ruminant. In: WISEMAN, J. (ed.) **Fats in Animal Nutrition.** Butterworths: London, p. 185–200, 1984

NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7th edition. Washington, DC: **National Academy of Sciences Press**; 1996.

NRC. Nutritional Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. **Natl. Acad. Sci.**, Washington, DC, 2001.

OLIVEIRA. C. A.; MILLEN. D. D. Survey of the nutritional recommendations and managementpractices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64–75, 2014.

OVERLAND, M. et al. Lecithin in swine diets: I. Weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 5, p. 1187-1193, 1993.

- PALMQUIST, D. L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **J Dairy Sci**, 1991; 74:1354–60.
- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (ed.) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006, p. 287-310.
- PALMQUIST, D, L; JEKINS, T, C; JOYNER Jr., A, E. Effect of dietary fat and calcium source on in soluble soap formation in the rumen. **Journal of Dairy Science**. 69:1020-1025, 1986.
- PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al.. (Org.). **Simpósio de Produção de Gado de Corte** (X Simcorte). 1ed.Viçosa/MG: UFV, 2016, v. 1, p. 103-120.
- PIRES, M. A. **Utilização de aditivos na alimentação de bovinos confinados: desempenho, degradabilidade in vitro, extrato etéreo e pH fecal**. 40 f. [Dissertação de Mestrado em Ciência Animal]. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- PLASCENCIA, A. Relationship between body weight and level of fat supplementation on fatty acid digestion in feedlot cattle. **J Anim Sci**, 2003;81: 2653–9.
- PLASCENCIA, A. et al. Influence of levels of fat supplementation on bile flow and fatty acid digestion in cattle. **Journal of Animal and Veterinary Advances** 2004; 3: 763–8.
- PLASCENCIA, A; ZINN, R. A. Comparative feeding value of tallow vs yellow grease in finishing diets for feedlot cattle. **Proceeding of Western Section of American Society of Animal Science**, 2001; 52:566–8.

- PLASCENCIA, A; ZINN, R. A. Evaluation of a forage-fat blend as an isocaloric substitute for steam-flaked wheat in finishing diets for feedlot cattle: growth-performance and digestive function. **Professional Animal Scientist**, 2002; 18:247–53.
- PLASCENCIA, A; MENDOZA, G.D.; VAZQUEZ, C. et al. Influence of levels of fat supplementation on bile flow and fatty acid digestion in cattle. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, 2004; 3:763–8.
- PLASCENCIA, A; MENDOZA, G.D.; VAZQUEZ, C. et al.. Relationship between body weight and level of fat supplementation on fatty acid digestion in feedlot cattle. **J Anim Sci**, 2003; 81: 2653–9.
- PRADO, T.F. **Metionina protegida, lisina protegida, enzima amilolítica ou lisofosfolipídeos em dieta de alto concentrado para cordeiros confinados.** 39 f. [Dissertação de Mestrado em Ciência Animal]. Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.
- RAMIREZ, J.E; ZINN, R.A. Interaction of dietary magnesium level on the feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers. **J Anim Sci** 2000; 78:2072–80.
- SAMUELSON K. L. et. al. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2015 New Mexico State and Texas Tech University survey. **J. Anim. Sci.** 94:2648–2663, 2016.
- SHAIN, D.H. et al. Effect of soybean hull: soy lecithin: soapstock mixture on ruminal digestion and performance of growing beef calves and lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.4, p.1266- 1275, 1993.
- SILVA, D.J. **Análises de alimentos:** métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990, p. 165.

- SILVA, S. L.; LEME, P. P.; PUTRINO, S. M.; VALINOTE, A. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LANNA, D. P. D. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1426-1434, 2007.
- SILVA JÚNIOR, A. Interações químico-fisiológicas entre acidificantes, probióticos, enzimas e lisofosfolipídios na digestão de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 238-245, 2009.
- SILVA, J. F. C. da; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, p. 149-165, 1979.
- SILVA, S. L. et. al. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1426-1434, 2007.
- SOUZA, J., BATISTEL, F.; SANTOS, F.A.P. Effect of sources of Ca salts of fatty acids on production, nutrient digestibility, energy balance, and carryover effects of early lactation grazing dairy cows. **J. Dairy Sci.** 100:1072–1085, 2017.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS**: user's guide. Cary, 2003.
- STREMMEL W. Absorption of fat and fat-soluble vitamins. In: Caspary WF, ed. Structure and function of the small intestine. Amsterdam: Excerpta Medica, 1987:175-84.
- SUKHIJA, P. S.; PALMQUIST, D. L. Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty-acids in rumen fluid. **J. Dairy Sci.** 73:1784-1787, 1990.
- VALADARES FILHO, S.C. et al. CQBAL 3.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em: www.ufv.br/cqbal. Acesso em: 25 ago. 2018.

- VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. **Reprod. Nutr. Dev.** 36:53- 63, 1996b.
- VAN SOEST, P. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Comstock: Ithaca, 1994.
- VAN SOEST, P.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3583, 1991.
- VARGAS, L.H.; LANA, R.P.; JHAM, G.N. et al. Adição de lipídeos na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.522-529, 2002.
- VASCONCELOS, J. T.; GALYEAN, M. L. Nutritional recommendations of consulting feedlot nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. *J. Anim. Sci.* 85:2772–2781, 2007.
- WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, R.S. A theoretically – base model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, London, v. 39, p. 95-119, 1992
- WELD, K. A., AND ARMENTANO, L. E. The effects of adding fat to diets of lactating dairy cows on total-tract neutral detergent fiber digestibility: a meta-analysis. **J. Dairy Sci.** 100, 1766–1779, 2017. doi: 10.3168/jds.2016-11500
- WETTSTEIN, H.R. et al. 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.
- WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of protein by Kjeldahl and Dumas Methods: review and inter laboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, Gaithersburg, v. 81, p. 620-632, 1998.

- WU, Z.; OHAJURUKA, O.A.; PALMQUIST, D.L. Rumen synthesis, biohydrogenation and digestibility of fatty acids by dairy cows. **J. Dairy Sci.** 74:3025- 3034, 1991.
- WU, S, H, W.; PAPAS, A. Rumen-stable delivery systems. Adv. **Drug Deliv. Rev.** 28: 323-334, 1997.
- ZINN, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: metabolism. **J Anim Sci**, 67:1038–49, 1989.
- ZINN, R. A. Influence of flake density on the comparative feeding value of steam-flaked corn for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68 p.767–775, 1990.
- ZINN, R. A. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: Feedlot cattle growth and performance. **J. Anim. Sci.** 67:1029–1037, 1989b.
- ZINN, R. A. Effects of excessive supplemental fat on feedlot cattle growth performance and digestive function. **Prof. Anim. Sci.** 10:66–72, 1994.
- ZINN, R. A.; PLASCENCIA, A. Effects of forage level on the comparative feeding value of supplemental fat in growing-finishing diets for feedlot cattle. **J. Anim. Sci.** 74:1194–1201, 1996.
- ZINN, R. A.; PLASCENCIA, A. Interaction of whole cottonseed and supplemental fat on digestive function in cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, n.1, p.11-17, 1993
- ZINN, R.A.; SHEN, Y. Interaction of dietary calcium and supplemental fat on digestive function and growth performance in feedlot steers. **J. Anim. Sci.** 74:2303–2309, 1996.
- ZINN, R. A. An evaluation of ruminal degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, n. 5, p. 1280-1289, 1998.

ZINN, R.A;S.K..GULATI, A. Plascencia, and J. Salinas. 2000. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. J. Anim. Sci. 78:1738

ZINN, R. A.; JORQUERA, A. P. Feed value of supplemental fats used in feedlot cattle diets. **Veterinary Clinics Food Animal**, v.23, p.247-268, 2007.