



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E FERMENTAÇÃO  
RUMINAL DE NOVILHAS LEITEIRAS  
SUPLEMENTADAS COM ÁCIDO RICINOLEICO E  
LÍQUIDO DA CASCA DA CASTANHA DO CAJU**

**André Luiz Araujo Vieira Santos**

Dourados - MS  
Março - 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E FERMENTAÇÃO  
RUMINALDE NOVILHAS LEITEIRAS  
SUPLEMENTADAS COM ÁCIDO RICINOLEICO E  
LÍQUIDO DA CASCA DA CASTANHA DO CAJU**

**Acadêmico(a): André Luiz Araujo Vieira Santos**  
**Orientador(a): Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra**

Trabalho apresentado à Faculdade de  
Ciências Agrárias da Universidade  
Federal da Grande Dourados, como  
parte das exigências para obtenção  
do grau de bacharel em Zootecnia.

Dourados - MS  
Março – 2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

S237c Santos, André Luiz Araujo Vieira  
CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E FERMENTAÇÃO RUMINAL DE NOVILHAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS  
COM ÁCIDO RICINOLEICO E LÍQUIDO DA CASCA DA CASTANHA DO CAJU / André Luiz Araujo Vieira Santos --  
Dourados: UFGD, 2018.  
35f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Jefferson Rodrigues Gandra

TCC (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.  
Inclui bibliografia

1. ácido anacárdico. 2. fermentação ruminal. 3. óleo funcional. 4. ricino. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.**

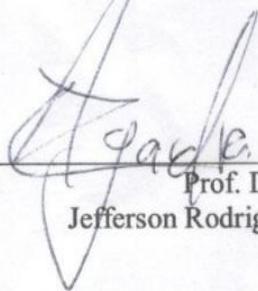
## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E FERMENTAÇÃO DE NOVILHAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM ÁCIDO RICINOLEICO E LÍQUIDO DA CASCA DA CASTANHA DO CAJU.

**AUTOR:** André Luiz Araujo Vieira Santos

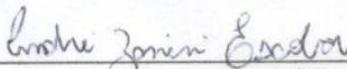
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra

Aprovado como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em ZOOTECNIA pela comissão examinadora.

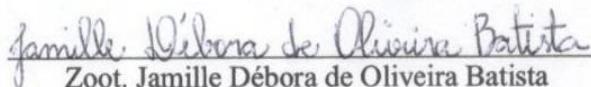


Prof. Dr.

Jefferson Rodrigues Gandra



Zoot. Andrei Zanini Escobar



Zoot. Jamille Débora de Oliveira Batista

Data de realização: 07 de Agosto de 2018

Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno  
Presidente da comissão do TCC-Zootecnia

[...] Tantas vezes parece que é o fim  
Mas no fundo, é só um recomeço  
Afinal, pra poder se levantar  
É preciso sofrer algum tropeço

É a vida, insistindo em nos cobrar  
Uma conta difícil de pagar  
Quase sempre, por ter um alto preço

Uma pequena mudança  
Às vezes traz esperança  
E faz a gente seguir

Continue sendo forte  
Tenha fé no Criador  
Fé também em você mesmo  
Não tenha medo da dor

Siga em frente a caminhada  
E saiba que a cruz mais pesada  
O filho de Deus que carregou.

(Bráulio Bessa)

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, pela oportunidade de fazer parte da família Zootecnia, por me agraciar com pessoas tão maravilhosas ao meu redor e por me dar força e determinação nos momentos de dificuldade.

À Nossa Senhora Aparecida, à minha eterna devoção e gratidão pelas graças alcançadas através de vossa poderosa intercessão.

Aos meus pais Tânia e Manuel, por todo o carinho e suporte, que são os alicerces de minha vida, minha linda irmã Carol e minha querida e amada avó. Zenir, que sempre estiveram ao meu lado, me encorajando, enchendo-me de amor e carinho e principalmente sendo muito pacientes em todos os momentos.

À minha amada namorada, amiga e companheira Camila, por ser uma mulher sempre muito compreensiva e paciente, permanecendo sempre ao meu lado, independente de tudo.

A toda a minha família de uma maneira geral, pelo apoio e pelo incentivo.

À minha tia Fabiane, que sempre esteve me ajudando o quanto pôde, que de alguma forma me ajudou a tornar esse sonho capaz.

Aos meus primos e amigos Willian Leonardo, Felipe Augusto, Lucas Veiga, Isabella Araujo, Henrique Brayan, Heloise Costa, Karine Kobilarz, Jaqueline Bezerra e Alisson Viana por tantos momentos de descontração e alegrias, que de alguma maneira, tornaram a caminhada um pouco menos árdua.

Ao meu grande orientador e mestre, Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra, pelos ensinamentos, pela paciência e pela confiança em mim depositada e principalmente pela amizade estabelecida durante todos esses anos de orientação.

Ao Professor Dr. Rafael Henrique De Tonissi e Buschinelli de Goes pelo auxílio na elaboração deste presente trabalho.

A todo o corpo docente do curso de Zootecnia, pessoas brilhantes e admiráveis, responsáveis estes, por todo o conhecimento à nós transmitido.

Aos meus colegas de turma e curso, em especial meu grande amigo Charles Jhonnatan, Dargon Juan, Antônio Marcos, Hayne Mayumi, Isabelle Nóia, Murilo Azevedo, dentre tantas outras pessoas que passaram por minha vida acrescentando algo de bom.

A Universidade Federal da Grande Dourados e a Faculdade de Ciências Agrárias, por todo o auxílio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da Bolsa de estudos. Meu muitíssimo obrigado!

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1 Aspectos Gerais .....	3
2.2 Utilização de Óleos Funcionais na Alimentação de Ruminantes .....	3
2.3 Ácido Ricinoleico .....	6
2.4 Líquido da Casca da Castanha do Caju (LCC) .....	7
2.5 Atividade Antimicrobiana do LCC e a Modulação da Fermentação Ruminal .....	9
2.6 Efeito da Utilização De Moduladores de Crescimento na Fermentação Ruminal .....	11
2.7 Efeito dos Ionóforos .....	12
2.8 Efeito no Metabolismo Energético .....	13
2.9 Utilização dos Principais Moduladores de Fermentação Ruminal.....	13
3. OBJETIVO .....	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	15
4.1 Animais e dietas .....	15
4.2 Análises bromatológicas.....	16
4.3 Consumo, digestibilidade e fermentação ruminal .....	17
4.4 Análises estatísticas .....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
6. CONCLUSÃO.....	23
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dietas experimentais.....	16
Tabela 2 – Consumo e digestibilidade total aparente da matéria seca de acordo com as dietas experimentais.....	20
Tabela 3 – Fermentação ruminal de acordo com as dietas experimentais.....	21

## RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos da inclusão de óleos funcionais nas dietas de novilhas da raça Jersey sobre consumo, digestibilidade e fermentação ruminal. Foram utilizadas oito novilhas com idade de  $12 \pm 1,5$  meses com peso médio de  $286,75 \pm 34,61$  kg. Os animais foram divididos aleatoriamente em 2 quadrados latinos  $4 \times 4$ , balanceados e contemporâneos em arranjo fatorial  $2 \times 2$ . O período experimental foi de 19 dias sendo que 14 para a adaptação das dietas experimentais e 5 para a colheita de dados. As dietas experimentais foram: controle (CON), ácido ricinoleico (AR) líquido da casca da castanha de caju (LCC), AR+LCC (inclusão de Ácido Ricinoleico + Líquido da Casca da Castanha de Caju). A inclusão de ácido ricinoleico (AR) afetou o consumo da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro o que nos outros tratamentos não ocorreu. Não houve efeito na digestibilidade da matéria seca, porém, houve na digestibilidade da fibra em detergente neutro e proteína bruta. O tratamento em que continha uma mistura do ácido ricinoleico e o líquido da casca da castanha do caju teve melhor resultado na digestibilidade, assim, tendo interação entre elas.

A inclusão da união entre os tratamentos ácido ricinoleico e líquido da casca da castanha do caju ocasionou uma maior produção de propionato no rúmen e, conseqüentemente, uma maior produção total de ácidos graxos voláteis e uma redução na proporção de acetato/propionato.

**Palavras-chave:** ácido anacárdico, fermentação ruminal, óleo funcional, rícino.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of the inclusion of functional oils on Jersey heifers on intake, digestibility and ruminal fermentation. Eight heifers aged  $12 \pm 1.5$  months with an average weight of  $286.75 \pm 34.61$  kg were used. The animals were randomly distributed into two latin square design  $4 \times 4$ , balanced and contemporary,  $2 \times 2$  factorial arrangement. The experimental period was 19 days, and 14 days for the adaptation to the experimental diets and 5 days for data collection. Experimental diets were: control (CON); ricinoleic acid (AR), technical cashew nut shell liquid (CNSL), AR + CNSL (inclusion of Ricinoleic Acid + Cashew nut shell liquid inclusion of 1g / kg MS of each). The inclusion of ricinoleic acid (RA) affected the dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber intake, which in the other treatments did not occur. There was not effect on dry matter digestibility, however, in the digestibility of fiber in neutral detergent and crude protein. The treatment containing a mixture of ricinoleic acid and cashew nut shell liquid had better results in the digestibility, interacting between them. The inclusion of the union between the treatments AR and LCC resulted in a higher production of rumen propionate and, consequently, a higher total production of volatile fatty acids (AGVs) and a reduction in acetate/propionate.

**Keywords:** anacardic acid, castor, functional oil, ruminal fermentation.





## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da população e do poder econômico dos países, o que tem se observado cada vez mais é uma consequente elevação nos valores médios de consumo de produtos de origem animal, como leite e carne.

Segundo um relatório emitido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos - USDA, o comércio mundial de carne bovina deve subir cerca de 22% até 2023, ainda esse mesmo relatório aponta que o Brasil há de se tornar o maior exportador de carne bovina.

O leite, por sua vez, alimento básico na alimentação humana, além de ser matéria-prima para uma enorme variedade de produtos, também possui o seu papel na economia do país. Segundo a FAO, no ano de 2015, a produção mundial de leite chegou a 805 milhões de toneladas (FAO, 2015).

Esse progresso, tanto para a produção de leite, quanto para a produção de carne bovina, se deve a diversos fatores, como melhoramento genético, boas práticas de manejo, mas, principalmente, à adoção de técnicas nutricionais que permitam a expressão do desempenho e eficiência animal.

Esses animais apresentam um requerimento energético bastante alto, umas das estratégias para se ajustar uma dieta é o fornecimento de alimentos concentrados com uma grande quantidade de carboidratos não estruturais que, conseqüentemente, elevará o teor energético da dieta. Tal alternativa é utilizada para maximizar o desempenho produtivo dos ruminantes. No entanto, dietas ricas em concentrado podem alterar a fermentação ruminal e reduzir o pH do rúmen, situação que pode comprometer a digestibilidade da fibra e aumentar os riscos de transtornos metabólicos (VASCONCELOS et al., 2008).

A manipulação ruminal através de óleos essenciais surgem com grande expectativa de uso, por possuírem diversos princípios ativos, que podem ser utilizados, isolados ou em sinergia, conferindo-lhes diferentes modos de ação, dificultando um possível aparecimento de resistência bacteriana (ACAMOVIC & BROOKER, 2005). Muitos trabalhos têm confirmado a hipótese de que a modulação da fermentação ruminal via óleos essenciais torna o ambiente ruminal mais estável, conseqüentemente, aumenta a sua motilidade, atua como tamponante e melhora a eficiência alimentar.

Ainda segundo (OYARZABAL, 2011; ACAMOVIC e BROOKER) embora desde a antiguidade os povos utilizem plantas na conservação de alimentos e como medicamentos, o

estudo sistemático das mesmas como antibiótico é relativamente recente e os seus efeitos dependem, em grande parte, da sua natureza química, concentração na dieta, quantidade consumida e do estado de saúde dos animais.

Além disso, vários estudos têm mostrado que a utilização de óleos essenciais à dieta de ruminantes, ocasiona uma redução na taxa e produção de amônia no rúmen, menores escapes de nitrogênio para o intestino, gerando menos perdas de energia e redução significativa da produção de metano, resultando numa diminuição da emissão de metano e conseqüentemente os riscos de poluição do meio ambiente.

Embora os resultados obtidos em pesquisas a partir dos óleos funcionais têm se mostrado positivos e satisfatórios, a maioria destes, são conduzidos em pesquisas *in vitro*, o que dificulta a padronização da dosagem e total elucidação dos efeitos deste composto. Entretanto, recentemente alguns estudos *in vivo* vêm sendo realizados afim de se avaliar a eficácia desses óleos funcionais e sua capacidade em manipular fermentação ruminal e, conseqüentemente melhorar a utilização dos nutrientes e o desempenho de vacas leiteiras (BENCHAAR et al., 2006; BENCHAAR et al., 2008a; BENCHAAR; CHOUINARD, 2009).

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Aspectos Gerais**

A principal diferença entre herbívoros e carnívoros é a habilidade que os primeiros têm de utilizar a celulose e hemicelulose como fonte energética. As enzimas necessárias ao desdobramento desses carboidratos estruturais, geralmente são fornecidas por microrganismos que estabelecem uma relação de simbiose, ou seja, de interação com os herbívoros no qual se alojam. A digestão por meio dessa simbiose, consiste primariamente na fermentação dos alimentos ingeridos (PEIXOTO et al, 1995).

Durante a evolução, os animais ruminantes desenvolveram características anatômicas e fisiológicas que lhes permitiram utilizar de maneira extremamente eficaz compostos como carboidratos estruturais como fonte de energia, além de compostos nitrogenados não proteicos como fonte de proteína (BERCHIELLI, 2006). A eficácia no aspecto digestivo dos animais ruminantes se deu por essa fermentação ocorrer antes da digestão química, isto é, através de uma fermentação caracterizada como uma fermentação pré-gástrica, que acontece nos pré-estômagos, complexo rúmen, retículo e omaso. Os epitélios dos pré-estômagos têm características próprias, relacionadas com suas funcionalidades no processo digestivo, como a fermentação microbiana e a absorção dos nutrientes presentes na dieta (BERCHIELLI, 2006).

O estômago químico, o abomaso possui características e funções semelhantes ao estômago de animais monogástricos, pois possui sua mucosa gástrica glandular e tecido não glandular (BERCHIELLI, 2006). O abomaso funciona como o local de digestão ácida e enzimática (digestão química), além de controlar o fluxo da ingesta que vai para o duodeno (DUKES, 1996).

### **2.2 Utilização de Óleos Funcionais na Alimentação de Ruminantes**

Com o passar dos anos e com a adoção de práticas de controle de qualidade, a segurança alimentar tem se tornado um fator determinante no momento da compra, dentro desse parâmetro, podemos incluir a preocupação dos consumidores com relação a quantidade de resíduos de antibióticos presentes nos produtos e subprodutos de origem animal, bem como as preocupações quanto aos preceitos ambientais em sua cadeia produtiva.

Em 1999, tomando como base medidas preventivas, a União Européia proibiu a utilização de antibióticos como promotores de crescimento (Ipharraguerre, 2003), no entanto, tal proibição do uso de ionóforos como aditivos alimentares (como monensina sódica e lasalocida) somente ocorreu em 2006. Essa medida, tem como base a prevenção, ainda que não houvessem dados científicos conclusivos a respeito de tais questões (Loyola & Paile, 2006).

À frente dessas questões econômicas e de saúde pública, existe um crescente interesse científico por alternativas aos ionóforos antimicrobianos, diante dessas necessidades, alguns compostos como óleos funcionais extraídos de plantas têm se destacado cada vez mais, tendo em vista seu grande potencial a ser explorado e sua já reconhecida atividade antimicrobiana (KOHLERT et al., 2005).

Segundo Coneglian (2009), estudos utilizando compostos químicos oriundos de origem vegetal, utilizados isoladamente ou mesmo em sinergia na nutrição e manejo dos ruminantes, tornaram-se importantes nos últimos anos, apesar dos trabalhos ainda não apresentarem dados conclusivos.

Os óleos funcionais são uma mistura de terpenóides aromáticos, líquidos e lipofílicos (KOHLERT et al., 2000), extraídos a partir de diferentes partes da planta, tais como, folhas, raízes, caule ou de mais de uma parte, a extração destes óleos funcionais ou essenciais é feita por destilação a vapor, extração com metanol ou hidroxacetona, sendo a primeira a mais eficiente (BURT, 2004). Vários óleos essenciais possuem potencial de utilização na nutrição animal, alguns, por sua vez, já possuem sua funcionalidade conhecida, além dos métodos de extração (VELLUTI et al., 2003).

Os óleos funcionais desempenham diversas funções orgânicas, porém o seu mecanismo de ação ainda não foi totalmente esclarecido. Possuem funções antimicrobianas (BURT, 2004), antifúngicas (RASOOLI & ABYANEH, 2004), atividade antioxidante e de proteção celular (ASGARY, 2003).

O óleo funcional de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) tem o cinamaldeído como principal princípio ativo, acompanhado de ácido cinâmico, eugenol e linalol; apresenta atividade antimicrobiana e antiviral já comprovadas (LORENZY & MATOS, 2002).

O óleo funcional do orégano é rico em carvacrol, timol e terpineol (CÁCERES, 1999). Höferl et al. (2009) relataram forte atividade do óleo de orégano contra *Escherichia coli*. Já Santurio et al. (2007), observou forte atividade microbiana do óleo, contra *Salmonella* entérica, de origem avícola.

Na planta, estes compostos exercem atividade de proteção ao ataque dos fungos, bactérias e insetos. Esses mesmos óleos essenciais de plantas podem ser utilizados como aditivos alimentares, sendo definidos como óleos funcionais, cujos compostos podem ser incluídos diretamente na dieta de ruminantes ou pelos extratos retirados industrialmente (MORAIS et al., 2011). Esses compostos ou classes de aditivos, geralmente exercem um efeito antimicrobiano podendo alterar o crescimento e o metabolismo de diversas bactérias, incluindo bactérias presentes no rúmen e, conseqüentemente, estes aditivos podem alterar a fermentação ruminal (VELLUTI et al., 2003; WALLACE, 2004).

Berndt et al (2007), defende que o uso desses aditivos surgiu como uma alternativa para melhorar o desempenho animal sem prejudicar a fermentação ruminal, com a introdução de compostos que podem melhorar os padrões de fermentação e reduzir as perdas energéticas resultantes da formação de metano. Os principais aditivos utilizados no Brasil ainda são os ionóforos e sua ação se resume basicamente em modular a população microbiana presente no rúmen (MORAIS, 2011). Essa ação ocorre por meio da seleção das bactérias Gram-negativas e inibição do crescimento das Gram-positivas, situação que favorece o aumento da produção de propionato e reduz as concentrações de ácido acético, ácido láctico e metano (SHINKAI et al., 2012). Apesar de alguns estudos comprovarem que a adição dos ionóforos na dieta de ruminantes resulte em mudanças no ambiente ruminal tornando o sistema produtivo mais eficiente, os problemas com toxicidade e resistência bacteriana impedem a utilização destes produtos, como aditivos alimentares para os ruminantes em alguns países (BARTON, 2000).

Em busca de alternativas que viabilizem a substituição desses ionóforos, a maioria dos trabalhos e pesquisas utilizando óleos funcionais na dieta de, tem como objetivo investigar a ação desses compostos no metabolismo animal, e principalmente seu funcionamento no ambiente ruminal, além de avaliar a sua viabilidade como alternativa em substituição aos ionóforos. Nestas condições, verificam-se resultados semelhantes à utilização de ionóforos quanto aos produtos resultantes do processo fermentativo e as proporções populacionais de bactérias e protozoários no ambiente ruminal (CONEGLIAN, 2009).

Hess et al (2008) e Maia et al (2006) afirmam que os extratos de plantas, principalmente os óleos vegetais, podem ser utilizados como aditivos ou na substituição aos ionóforos na alimentação de animais ruminantes, trazendo melhorias ao metabolismo microbiano, aumentar as concentrações de propionato no rúmen e aumentar significativamente a digestibilidade da dieta. Evans e Martin (2000) através de estudos in vitro, constataram ainda que os óleos funcionais podem modificar a concentração de ácidos graxos voláteis quanto incubados. Há também evidências de que muitos desses óleos

funcionais diminuem a taxa de deaminação de aminoácidos, a taxa de produção de amônia e o número de bactérias hiperprodutoras de amônia, com aumento no escape de N para o intestino (MCINTOSH, 2003). Castillejos (2005) suplementando animais com uma mistura de óleos funcionais, aumentou a concentração de ácidos graxos voláteis sem afetar outros parâmetros de fermentação, indicando que a utilização de tais compostos, afetaria a fermentabilidade da dieta.

### 2.3 Ácido Ricinoleico (AR)

A mamona (*Ricinus communis L.*), pertence à família Euphorbiaceae, que engloba vasto número de tipos de plantas nativas da região tropical. É uma planta de hábito arbustivo, com diversas colorações de caule, folhas e racemos (cachos), podendo ou não possuir cera no caule e pecíolo. Os frutos, em geral, possuem espinhos. As sementes apresentam-se com diferentes tamanhos, formatos e grande variabilidade de coloração.

O óleo de mamona ou de óleo de rícino, extraído pela prensagem das sementes, contém 90% de ácido graxo ricinoléico, o qual confere ao óleo suas características únicas, tornando possível uma ampla gama de utilização industrial, tornando a cultura da mamoneira importante potencial econômico e estratégico ao país.

Segundo a Comissão Européia o ácido ricinoléico, embora não seja uma gordura alimentar, em baixas doses pode ser considerado e utilizado como tal. Portanto, do ponto de vista de resíduos na carcaça, não apresentaria nenhum tipo de problema, podendo então ser utilizado como aditivo ou ionóforos na alimentação de ruminantes.

O ácido ricinoleico (AR) é um ácido cis-12-hidroxi-9-octadecenóico (SALIMON et al., 2010). O grupo hidroxila é o responsável pela alta estabilidade do óleo, mantendo sua viscosidade até mesmo em elevadas temperaturas, além de possuir uma extensa gama de aplicabilidade, como na indústria têxtil e farmacêutica (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2009).

O mecanismo de ação do ácido ricinoleico (AR) na alimentação animal é pouco conhecido, entretanto, sabe-se que possui efeito antioxidante (OLOYEDE, 2012; MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014), laxativo, anti-inflamatório, além de aumentar a motilidade e permeabilidade intestinais (VIEIRA et al., 2001). Apresenta ação antimicrobiana (NICOLIELO, 2008; VALERA et al., 2013), anticoccidiano (MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014) e antifúngico (TAKANO et al., 2007; VALERA et al., 2013), devido a característica de ionóforodivalente (VIEIRA et al., 2001) e pela presença do grupo hidroxila

(ATTRAPADUNG et al., 2010; MEDEIROS et al., 2014), favorecendo assim os processos fermentativos e, conseqüentemente, a eficiência energética dos animais (GANDRA et al., 2014), pois, segundo Burt (2004) compostos que contém grupo hidroxila interagem com as proteínas da membrana celular da bactéria, o que leva à ruptura e morte desta.

Experimentos *in vitro* com incubação em líquido ruminal, indicam maior produção de propionato e menor produção de metano com a inclusão do ácido ricinoleico (VAN NEVEL et al., 1971; MORALES et al., 2012). Embora o sinergismo entre diferentes óleos essenciais melhore a fermentação ruminal (BURT, 2004). Marino et al. (2013) não encontraram efeito da utilização da mistura do óleo da casca de caju (LCC) e óleo de mamona (AR). Coneglian (2009) utilizando a mesma mistura de óleos essenciais verificou aumento no pH e na digestibilidade do NDT e da FDN.

Morales et al. (2012) verificaram que no líquido ruminal incubado, *in vitro*, com ácido ricinoleico houve redução da bio-hidrogenação.

Apesar do ácido ricinoleico (AR) aumentar a proporção de propionato (VAN NEVEL et al., 1971), não há melhora na digestibilidade (VALERO et al., 2014b) e os efeitos sobre consumo de matéria seca (CMS) e desempenho animal são variáveis, assim como descrito por Morais, Berchielli e Reis (2011).

Gandra et al. (2014) encontraram menor CMS, resultado da seleção de microrganismos ruminais, o que aumenta a produção de propionato.

Já a utilização do ácido ricinoleico (AR) em vacas de leite, através de um estudo com vacas da raça simental, segundo Gandra et al. (2014), houve aumento na produção de leite das vacas que receberam o AR em relação ao controle e redução de 2,15 kg no CMS, aumentando a eficiência produtiva dos animais. Esse efeito foi atribuído à modulação da fermentação ruminal, onde há maior proporção de propionato, no entanto, há uma necessidade de mais estudos de metabolismo para estabelecer quais os mecanismos relacionados com os efeitos destacados.

## **2.4 Líquido da Casca da Castanha do Caju (LCC)**

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) pertence à família Anacardiaceae e é uma árvore encontrada em extensa região da América Tropical, sendo seu cultivo originário no Brasil, encontrando-se bem estabelecido no litoral nordestino, destacando-se os estados de Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, onde a cajucultura é uma atividade relevante no contexto econômico e social (GUANZIROLI et al., 2009; LEITE et al., 2005).

O caju é formado pela castanha ou fruto e pelo pedúnculo, nominado de falso fruto. A castanha contém uma película envolvente que é removida durante o processamento. Da casca, obtém-se um líquido cáustico inflamável, o líquido da casca da castanha de caju (LCC) (Paiva et al., 2000), e que constitui, aproximadamente, 25% do peso total da castanha (Amorati et al., 2001).

Segundo Paiva (2000) e Osmari (2013) o LCC apresenta diversas aplicações industriais, como obtenção de tintas, vernizes, resinas, inseticidas, fungicidas, materiais elétricos, isolantes, adesivos, repelente entre outros. No processo de extração do LCC, obtêm-se 18% de LCC e 55% de torta residual que pode ser utilizada como combustível nas caldeiras.

A casca é submetida a um aquecimento com vapor até a temperatura de 80°C. Depois do aquecimento, a casca é submetida à prensagem, obtendo-se na operação o LCC e uma torta com teor residual de LCC que é extraído por solventes.

O LCC, obtido por extração mecânica ou por solvente, é submetido à operação de descarboxilação, que tem a finalidade de retirar CO<sub>2</sub> e umidade. Neste processo, o LCC é aquecido a uma temperatura de 140°C, com agitação. O LCC descarboxilado é filtrado para a retirada de impurezas através de filtro-prensa. Após filtração, o LCC é armazenado (Paiva et al., 2000).

Os principais componentes do LCC são o ácido anacárdico, o cardanol e o cardol. Os ácidos anacárdicos constituem cerca de 70 a 90% do líquido que é extraído da casca da castanha de caju e possuem propriedades cáusticas e irritantes (Agostini-Costa et al., 2004; Agostini-Costa et al., 2005).

O LCC apresenta alto teor de lipídios totais e a maior parte destes 82,1% é constituído de ácidos graxos insaturados, sendo 98,6% dos ácidos graxos insaturados presentes o ácido oléico e linoléico, ácidos graxos essenciais, que aportam alto valor nutricional (LIMA; GONÇALVES, 1998).

Estudos indicam que há um grande potencial de atividades biológicas no LCC, devido aos componentes químicos que o mesmo apresenta (ácido anacárdico, cardol e cardanol), podendo atuar como agente antimicrobiano (KUBO et al., 1993) antioxidante, (KUBO et al., 2006) e antitumoral (TOCCO et al., 2009). Os constituintes do LCC apresentam em sua estrutura química até três insaturações. Quanto maior o número de insaturações na cadeia destes compostos, maior será a atividade antifúngica e antibacteriana (HIMEJIMA; KUBO, 1991).

Podemos encontrar dois “tipos” de LCC, o técnico e o natural, a diferença entre os dois está relacionada principalmente a sua toxidez e, portanto, sua atividade microbiana e o tratamento que o mesmo sofreu durante o processamento para a sua extração. O aumento da temperatura durante o processamento térmico-mecânico altera as características químicas do LCC, uma vez que o grupo carboxila do ácido anacárdico é perdido totalmente, há então uma conversão do ácido a cardanol, sendo este último 32 vezes menos ativo que o ácido anacárdico (WATANABE et al., 2010; HIMEJIMA; KUBO, 1991). Esse processo no qual o ácido anacárdico é submetido a altas temperaturas e alteração do composto, é denominado descarboxilação, resultando em cardanol, produzindo o denominado LCC técnico (MAZZETTO et al., 2009), o qual apresenta 32 vezes menor atividade antimicrobiana que o LCC natural, uma vez que o LCC técnico contém principalmente cardanol (60-65%) e cardol (15-20%), componentes menos potentes que o ácido anacárdico.

## **2.5 Atividade Antimicrobiana do LCC e a Modulação da Fermentação Ruminal**

O mecanismo bactericida do LCC ainda não foi totalmente esclarecido. No entanto, a ação antibacteriana parece estar relacionada ao caráter anfipático dos lipídios, isto é, parece estar relacionada a sua afinidade por compostos com água e óleos (KOZUBEK, 1999), a qual lhes permite o rompimento dos lipídios da membrana celular bacteriana e mitocôndrias, desorganizando as estruturas e tornando-os mais permeável (Calsamiglia et al., 2007).

As bactérias Gram-positivas parecem ser mais suscetíveis aos efeitos antibacterianos dos óleos funcionais do que as bactérias Gram-negativas. Isto porque as bactérias Gram-negativas possuem dupla camada celular que age como uma barreira, limitando o acesso dos compostos hidrofóbicos (Burt, 2004). No entanto, e em contraste com a monensina e outros ionóforos, o pequeno peso molecular que a maioria dos extratos de plantas possui, permite ultrapassar a membrana externa de bactérias Gram-negativas, agindo contra elas também, esta capacidade de ação tanto contra bactérias Gram-positivas quanto Gram-negativas reduz a seletividade dos compostos contra populações específicas, tornando mais difícil a modulação da fermentação dos microrganismos ruminais. (Calsamiglia et al., 2007). Como os compostos presentes no LCC agem contra as bactérias Gram-positivas, incluindo bacilos e estafilococcus (Kubo et al., 1993b; Parasa et al., 2011), é esperado que esses compostos, principalmente o ácido anacárdico, inibam as *Streptococcusbovis*. Estas por sua vez podem contribuir para

alguns distúrbios metabólicos, como a acidose láctica e o timpanismo de bovinos em confinamento (Nagaraja&Titgemeyer, 2007).

Bactérias Gram-positivas como *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, *Ehrlichia ruminantium* e *Butyrivibrio fibrisolvens*, que produzem hidrogênio, fumarato e butirato, mostraram-se sensíveis ao LCC (Watanabe et al., 2010; Shinkai et al., 2012). A redução dessas bactérias proporcionou o aumento das bactérias Gram-negativas *Succinivibrionoxylon solvens*, *Selenomonas ruminantium* e *Megasphaera elsdenii*, que estão envolvidas na produção de propionato, pela tolerância ao LCC. Todas essas modificações em relação às espécies de bactérias poderiam causar mudanças na fermentação ruminal, como redução na produção de metano e aumento na produção de propionato, como o verificado por Van Nevel et al. (1971), Watanabe et al. (2010) e Shinkai et al. (2012). Animais alimentados com LCC reduzem as concentrações de metano ruminal, não só pelo fato do LCC inibir o crescimento das bactérias metanogênicas, mas também por favorecer o aumento na concentração de propionato. Este ácido graxo de cadeia curta concorre com o metano pelo uso do hidrogênio no rúmen (MOSS et al., 2000), portanto, uma maior síntese de propionato reduziria a disponibilidade do hidrogênio para a síntese de metano.

Anteriormente, a redução da produção de metano era atribuída apenas aos ionóforos, ao serem utilizados como aditivo alimentar (ODONGO et al., 2007). Contudo, Shinkai et al. (2012) afirmaram que o LCC é excelente aditivo que pode reduzir a metanogênese na mesma magnitude ou em quantidades superiores aos ionóforos. Todavia, foi observada uma redução na síntese de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), em ruminantes alimentados com o LCC, sabe-se que a manutenção da concentração adequada de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) no rúmen é indispensável para garantir o crescimento bacteriano, visto que de 40 a 100% do nitrogênio exigido pelos microrganismos pode ser derivado do N-NH<sub>3</sub> (STERN; HOOVER, 1979). Este efeito pode ser devido ao fato de que os componentes ativos do LCC podem inibir o crescimento de bactérias proteolíticas, bem como, reduzir a capacidade de adesão e colonização destas bactérias aos seus substratos (WATANABE et al., 2010).

Há poucas informações ainda no que diz respeito da quantidade ideal do LCC a ser fornecida aos animais, e os poucos dados referentes à utilização do LCC na alimentação animal. No entanto, como já mencionada a grande capacidade e a importância do LCC, uma investigação mais detalhada é necessária, visto que algumas pesquisas demonstraram que níveis acima de 8 g/animal/dia do LCC comercial (ESSENTIAL) pode ser prejudicial aos microrganismos ruminais (Coneglian, 2009), por diminuir a digestibilidade da fibra.

Zawadzki (2013), constatou que ao fornecer 3 g/animal/dia do mesmo produto comercial, via concentrado para bovinos em terminação, não verificou efeito no desempenho dos animais, o mesmo ocorrendo quando o produto foi associado ao glicerol.

Purevjav (2011) não verificou efeito da adição de um produto comercial à base de LCC na dieta de bovinos em terminação em relação ao consumo de matéria seca (MS). O autor comenta que seus resultados foram dependentes da dose, pois ao alimentarem os animais com 250 mg/kg de MS ingerida do produto com LCC, estes apresentaram sensível melhora na eficiência alimentar, em relação aos alimentados com 500 mg/kg de MS ingerida.

Diaz (2013), ao avaliar cinco níveis de concentrado (200, 400, 600, 800 e 1000 g/kg de MS), quatro níveis de inclusão do LCC (0; 0,3; 0,6 e 1,2 kg de LCC/kg de MS) e uma dieta controle composta somente por silagem de milho, verificou diminuição da digestibilidade “*in vitro*” da MS quando o LCC técnico foi administrado acima de 0,5 g/kg de MS.

Os resultados contraditórios obtidos com o uso de extratos de plantas na nutrição animal devem-se ao tipo de óleo funcional utilizado ou a mistura de óleos funcionais, e são altamente dependentes da população microbiana ruminal, da acidez ruminal e da duração do período de adaptação das bactérias aos extratos de plantas (Spanghero et al., 2008), o que dificulta a obtenção de uma dosagem ideal de utilização, principalmente, “*in vivo*”, visto que a maioria dos resultados são obtidos “*in vitro*”.

## **2.6 Efeito da Utilização de Moduladores de Crescimento na Fermentação Ruminal**

### **Aditivos**

São ingredientes fornecidos juntamente com todos os alimentos aos animais, mas que não tem valor nutritivo (protéica, energética ou que não seja fonte de minerais e vitaminas). Os aditivos são usados para melhorar a eficiência dos alimentos, estimular o crescimento ou beneficiar, de alguma forma, a saúde e o metabolismo dos animais, além de frequentemente serem utilizados em dietas de alto grão. Essas dietas, geralmente provocam uma elevada produção de AGVs no rúmen, provocando baixos valores de pH. A composição da dieta influencia o perfil de ácidos graxos voláteis oriundos da fermentação, aos quais se tem atribuído às diferenças na composição do ganho. Nesse caso é importante o uso de aditivos adequados na dieta para que limite a queda do pH ruminal e garanta a eficiência de utilização dos nutrientes (REIS et al., 2011).

Algumas categorias de aditivos são proibidas no Brasil, é o caso do uso de anabolizantes e hormônios como promotores de crescimento. Outros são aprovados para serem usados em combinação. Cada aditivo tem uma característica e uma limitação na alimentação (OLIVEIRA et al., 2005). Devido a importância desses em melhorar a saúde do rúmen e favorecer a fermentação ruminal, uma manipulação bem feita desses produtos é de vital importância para o nutricionista de bovinos (MILLEN, 2008).

## **Ionóforos**

Os ionóforos também podem ser considerados aditivos, a diferença é que possui propriedades químicas e conseqüentemente uma função diferenciada. São um tipo de antibiótico que, seletivamente deprime ou inibe o crescimento de microrganismos do rúmen. Eles são produzidos por diversas linhagens de bactérias e foram inicialmente utilizados como coccidiostáticos para aves, mas a partir da década de 1970 começaram a ser utilizados na dieta de ruminantes como promotores de crescimento (EMBRAPA, 2001).

Os principais ionóforos comercializados no Brasil são a Monensina Sódica, a Lasalocida Sódica e a Virginamicina (REIS et al., 2011).

### **2.7 Efeitos dos Ionofóros**

Segundo Graminha et al. (2012) pode-se caracterizar como efeito direto dos ionóforos o aumento da produção de propionato e diminuição da produção de acetato, metano, lactato e da concentração ruminal de amônia; redução da degradação proteica no rúmen e melhor aproveitamento da proteína no intestino; aumento do pH ruminal; em dietas de alto grão, redução de consumo, manutenção do ganho de peso e melhoria da conversão alimentar; em dietas de baixo grão, aumento de consumo ou não alteração e aumento de ganho de peso e estabilização de consumo ao longo do dia.

Os ionóforos também diminuem a energia perdida durante a fermentação do alimento, levando assim a um melhor desempenho animal e podendo reduzir a incidência de acidose, timpanismo e coccidiose (REIS et al., 2012).

Durante o processo de fermentação ruminal, a produção de ácido acético e butírico libera grandes quantidade de hidrogênio, com isso, organismos metanogênicos na microbiota ruminal (*Methanobrevibacter*, *Methanobacterium*, *Methanomicrobium*, e *Methanosarcina*)

utilizam o hidrogênio e o dióxido de carbono para produzirem metano. Por outro lado, no processo fermentativo onde o produto resultante é o ácido propiônico, há captura de hidrogênio do meio, assim a produção de hidrogênio no rúmen pode ser reduzida pela introdução de ionóforos na dieta, principalmente a monensina (BERTIPAGLIA, 2008).

## **2.8 Efeito no Metabolismo Energético**

A maior porção dos substratos energéticos em dietas de ruminantes é fermentada pelos microrganismos ruminais a ácidos graxos voláteis (AGVs), metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono, assim os AGVs produzidos pela fermentação microbiana são absorvidos e servem como a maior fonte de energia para o ruminante (EMBRAPA, 2006).

O propionato é o único ácido graxo volátil que pode ser convertido à glicose, a qual então pode ser utilizada como fonte de energia pelos ruminantes. A redução na relação acetato:propionato leva a um menor incremento calórico porque o ácido propiônico apresenta menor incremento de calor que o ácido acético. A redução na produção de metano também melhora a retenção de carbono e energia (MILLEN, 2008).

A produção de metano, em gado de corte, é muitas vezes próxima a 12 L por hora e este gás é eliminado pela eructação, a produção de metano pode representar uma perda de 12% da energia do alimento. Os ionóforos podem diminuir a produção de metano em 30% já que o rúmen é um meio anaeróbico e a oxidação dos substratos deve estar acoplada às reações de redução. Com a diminuição da metanogênese, há um aumento da proporção de propionato em relação ao acetato. Como o propionato tem maior quantidade de energia que o acetato este, pode por sua vez, ser oxidado pelo animal, e tornar mais energia do alimento disponível para propósitos produtivos, além de tornar o sistema produtivo mais sustentável, com a redução nos valores de emissão de metano (EMBRAPA, 2006).

## **2.9 Utilização dos Principais Moduladores de Fermentação Ruminal**

A monensina sódica é um ionóforo antibiótico que de inicialmente era utilizado contra coccidioses, em aves nos Estados Unidos. No entanto, desde 1980 a monensina vem sendo utilizada como promotora de crescimento em confinamentos norte-americanos (ZANINE et al., 2006), tendo como principal ação é destruição das bactérias Gram-positivas, que agrupam as bactérias proteolíticas, as formadoras do ácido acético e as formadoras de ácido lático. A

alimentação com monensina resulta também no aumento das concentrações de propionato (DINIUS e BAILE, 1977).

Quanto à utilização da monensina, o recomendado é que se faça uma adaptação dos animais que irão receber o aditivo e as quantidades a serem fornecidas devem estar dentro das recomendações indicadas pelo fabricante. Recomenda-se a dosagem de cerca de 5 a 10 g de monensina/tolenadas de alimento no período inicial para animais em confinamento, fixando sua concentração de 25 a 30g/toneladas. No caso do fornecimento para bovinos em pastejo, recomenda-se fornecê-la por meio de suplemento proteico-energético, para reduzir o risco de intoxicação. Nesse caso, recomendam-se 50 a 100 mg de monensina sódica/cabeça/dia nos primeiros cinco ou sete dias, isto é, na fase de adaptação, passando a seguir a fornecer 200 mg/cabeça/dia em 450 g de suplemento (POTTER et al., 1984; ELANCO, 1999).

A virginamicina, por sua vez, é classificada como antibiótico, também inicialmente utilizada em segmentos avícolas, até seu potencial de modulação da fermentação ruminal ser descoberto, passando então a fazer parte da dieta de alguns ruminantes (PHIBRO, 2017). As bactérias gram-positivas possuem uma parede celular em sua estrutura, já as bactérias gram-negativas possuem um involucro formado por parede celular e uma membrana externa. Por este motivo as gram-positivas são mais inibidas que as negativas, uma vez que, ao entrar no ambiente ruminal a virginamicina penetra essa parede e faz com que ocorra a inibição da síntese proteica. Quando isso acontece, ela bloqueia ligação entre os peptídeos, impedindo a formação da cadeia peptídica e assim, não permitindo a transcrição do RNA, fazendo com que haja a lise celular. (COCITO et al., 1979). Essa incapacidade de ligar peptídeos e, por consequência, a não produção de proteínas, interrompe o metabolismo dessas bactérias, caracterizando a ação da virginamicina como um potente bactericida (ROGERS et al., 1995).

Este aditivo é de uso exclusivo para inclusão em rações podendo alterar os produtos gerados no rúmen, seu uso é comprovado como seguro e eficaz, permitido pelo MAPA a dose de 100 a 340 mg/animal/d para bovinos (MAPA, 2004; MACIEL et al., 2015). Como bem destacado por Page, Sitta e Fonseca, estudos indicam que a adição da virginamicina nas dietas dos animais ruminantes, tem sido extremamente eficiente na modulação da produção dos AGVs, pois o produto consegue reduzir a produção de hidrogênio e consequentemente a redução da produção de metano, sendo até mais eficiente para este fim que a monensina.

De maneira geral, por alterar as concentrações das bactérias ruminais, a virginamicina apresenta capacidade de estabilizar a fermentação ruminal, melhorar o desempenho e eficiência alimentar de bovinos de corte e leite, esses são baseados na redução da relação

acetato: propionato, destacando que o produto é pouco absorvido e não deixa resíduos na carne ou no leite (PHIBRO, 2017).

No entanto, Batista et al., (2012) destaca que a principal vantagem da virniamicina na dieta de ruminantes é a possibilidade de incluir altos níveis de concentrado na alimentação dos animais. Sabe-se que é possível trocar a dieta composta apenas por volumoso para uma dieta com 90% de grãos, em menos de 24 horas, sem observar efeitos colaterais de distúrbios metabólicos.

De maneira geral, em um sistema de produção, seja ele voltado para animais com finalidade para carne ou para leite, é possível modular a fermentação ruminal, através de aditivos, ionóforos ou até mesmo alternativas viáveis e sustentáveis como os óleos funcionais, afim de se alcançar os objetivos desejados, afinal nos tempos atuais, há diversas possibilidades de tecnologias presentes no mercado, com o objetivo de alavancar a produtividade sem deixar de pensar em aspectos como sustentabilidade e saúde pública.

### **3. OBJETIVO**

Este presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de ácido ricinoleico e do líquido da casca da castanha de caju sob o consumo, digestibilidade e fermentação ruminal em novilhas leiteiras.

### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **4.1 Animais e dietas**

O experimento foi conduzido no setor de Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada nas coordenadas  $22^{\circ}11'43.49''$  de Latitude Sul e  $54^{\circ}55'77''$  de Longitude Oeste, com período experimental total de 76 dias.

Foram utilizadas 8 novilhas da raça Jersey, com idade de  $12 \pm 1,5$  meses, com peso médio de  $286,75 \pm 34,61$  kg. Os animais foram divididos aleatoriamente em 2 quadrados latinos 4X4, balanceados e contemporâneos em arranjo fatorial 2x2. O período experimental foi de 19 dias sendo que 14 para a adaptação das dietas experimentais e 5 para a colheita de dados.

As dietas experimentais foram: controle (CON); ácido Ricinoleico (AR) (inclusão de 2g/kg MS), líquido da Casca da Castanha de Caju (LCC) (inclusão de 2g/kg MS), AR+LCC (inclusão de Ácido Ricinoleico + Líquido da Casca da Castanha de Caju inclusão de 1g/kg MS de cada um). As dietas experimentais foram formuladas de acordo com o NRC, 2001 visando ganho de peso de 700 gramas por dia, sendo isonitrogenadas (Tabela 1).

**Tabela 1** – Dietas experimentais

Item	Inclusão
Ingredientes (%)	
Silagem de milho	60,00
Milho	21,03
Grão de Soja	15,40
Ureia	1,95
Premix mineral <sup>1</sup>	1,95
Matéria seca (%)	52,24
% Matéria Seca	
Matéria Orgânica	92,14
Proteína Bruta	15,8
Extrato Etéreo	5,55
Fibra em detergente neutro	38,50
Fibra em detergente ácido	23,70
Carboidrato fibroso	36,70
Cinzas	7,86
Nutrientes digestíveis totais	71,00
Mcal/Kg MS	
Energia líquida	1,62
Energia líquida de ganho	1,04

<sup>1</sup>Níveis de garantia (Kg/produto): Cálcio: 120,00 g, Fósforo: 88,00 g, Iodo: 75,00 mg, Manganês: 1300,00 mg, Sódio: 126,00 g, Selênio: 15,00 mg, Enxofre: 12,00 mg, Zinco: 3630,00 mg, Cobalto: 55,50 mg, Cobre: 1530,00 mg e Ferro: 1800,00 mg.

## 4.2 Análises bromatológicas

Diariamente foram feitas pesagens das quantidades dos volumosos e concentrados fornecidos e das sobras de cada tratamento, para estimativa do consumo. Os animais foram arraçoados duas vezes ao dia, às 6:30 e às 13:00 horas, de acordo com o consumo de matéria seca no dia anterior, de forma a ser mantido um percentual de sobras das dietas, diariamente, entre 5 e 10% do fornecido para não haver limitação de consumo. As duas porções constituintes da ração, concentrado e volumoso, foram misturadas no cocho e fornecidas na

forma de dietacompleta. Após o preparo da mistura no cocho, as amostras dos alimentos fornecidos foram coletadas e armazenadas a -20°C.

As amostras de silagem, ingredientes do concentrado e sobras foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas (CZ), conforme técnicas descritas por (AOAC 2002) e fibra em detergente neutro (FDN), segundo Van Soest (1991). Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados segundo Hall, (1998) onde:  $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ Ureia} + \% \text{ Ureia}) + \%EE + \%MM + \%FDN]$ . Os nutrientes digestíveis totais foram calculados conforme equações do NRC (2001), em que:  $NDT = CNFd + PBd + (EEd * 2,25) + FDNd - 7$ , onde PBd, CNFd, FDNd e EEd representam o total destes nutrientes digestíveis. O cálculo de Energia líquida e Energia líquida de ganho, foram realizadas de acordo como o (NRC, 2001).

### **4.3 Consumo, digestibilidade e fermentação ruminal**

As sobras eram retiradas e pesadas. Para o fornecimento do volumoso e concentrado se fazia a pesagem em duas porções, para serem fornecidas aos animais nos dois fornecimentos diários. Durante o fornecimento, o concentrado e o volumoso eram homogêneos no cocho, e fornecidos na forma de dieta completa. Amostras das sobras de cada animal e ingredientes da dieta fornecida eram coletadas durante todo o período de avaliação de consumo, perfazendo amostras compostas dos diferentes dias, que após coletadas eram armazenadas a -20°C.

Para estimativa da digestibilidade aparente total da matéria seca e dos nutrientes, amostras de fezes foram coletadas, durante todo o dia no 16º, 17º e 18º de cada período experimental. As amostras obtidas foram homogêneas para compor uma amostra composta de cada animal em cada período. As amostras de fezes coletadas foram pré-secas em estufa com ventilação forçada (60°C/72 horas) e processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade 1mm. Posteriormente estas amostras foram analisadas quanto a MS, MO, PB e FDN.

As amostras de líquido ruminal foram coletadas no 20º dia de cada período, sendo a coleta realizada 4 horas após a alimentação, por sonda esofágica conforme descrito por Ortolani et al., 1981. Logo após a coleta foram determinados os valores de pH ruminal utilizando potenciômetro.

No laboratório as amostras foram centrifugadas a 2.000 x g por 15 minutos, 1 mL do sobrenadante colocado em tubo de ensaio e adicionando-se 0,2 mL de ácido fórmico P.A.,

arrolhado e identificado e armazenado em congelador a  $-20^{\circ}\text{C}$  para determinação de ácidos graxos de cadeia curta (Erwin et al. 1961). Da mesma amostra 2 mL do sobrenadante foi pipetado e armazenado em tubos de ensaio contendo 1 mL de ácido sulfúrico a 1 N, para posterior determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>).

Para análise de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) misturou-se alíquotas (1600  $\mu\text{L}$ ) de amostras de líquido ruminal com ácido metanóico (400  $\mu\text{L}$ ), centrifugou-se  $7000 \times g$  durante 15 minutos a  $4^{\circ}\text{C}$  e congelou-se o sobrenadante para análise adicional de ácidos graxos de cadeia curta. O nitrogênio amoniacal foi determinado pelo método do fenol-hipoclorito colorimétrico (Broderick e Kang, 1980). As concentrações de AGCC ruminal foram medidas usando um cromatógrafo de gás (modelo GC-2104, Shimadzu, Tóquio, Japão) de acordo com o método descrito por Erwin et al. (1961) e adaptado por Getachew et al. (2002). O cromatógrafo a gás foi equipado com uma temperatura de injeção de temperatura e detector de ionização de chama duplo a  $250^{\circ}\text{C}$  e com uma coluna capilar (Stabilwax, Restek, Bellefonte, PA) a  $145^{\circ}\text{C}$ . Os gases utilizados nas análises foram hélio como gás transportador (fluxo de 8,01 mL / min), hidrogênio como gás combustível (pressão de 60 kPa) e ar sintético como gás oxidante (pressão de 40 kPa). Preparou-se um padrão externo com ácidos acético, propiónico, isobutírico, butírico, isovalérico e valérico (Chem Service, Inc., West Chester, PA, EUA). Para o cálculo das concentrações de AGCC foi utilizado o software GCSolution (Shimadzu).

#### 4.4 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos ao SAS (Version 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC 2004), verificando a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias pelo PROC UNIVARIATE.

Os dados foram analisados, pelo PROC MIXED de acordo com a seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + P_j + C_k + A_l + L_m + A_l(L_m) + e_{ijklm}$$

onde:  $Y_{ijk}$  = variável dependente,  $\mu$  = média geral,  $A_i$  = efeito de animal ( $j = 1$  a 8),  $P_j$  = efeito do período ( $y = 1$  a 4),  $C_k$  = efeito do quadrado ( $k = 1$  to 2),  $A_l$  = efeito de ácidoricinoleico ( $l = 1$  a 2),  $L_m$  = efeito de líquido da casca da castanha do caju ( $m = 1$  a 2),  $Q_l(G_m)$  = efeito de interação e  $e_{ijklm}$  = erro. O efeito aleatório do modelo (random) foi caracterizado por:  $A_i$  e  $P_j$ . Os graus de liberdade foram corrigidos por DDFM= kr. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC MIXED do SAS, versão 9.0 (SAS, 2009), adotando-se nível de significância de 5%

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A inclusão do ácido ricinoleico na dieta, ocasionou uma diminuição de cerca de 10% no consumo (Kg/dia) de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) em relação a dieta controle. O consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro (FDN) em porcentagem do peso vivo (% PV) também foram afetados, ocasionando uma redução de aproximadamente 11%.

No que se refere ao líquido da casca da castanha do caju (LCC) e na interação entre os dois tratamentos (AR+LCC) não se observou alterações no consumo quando adicionados às dietas. Assim como descrito por (JENKINS & THIES, 1997; SILVA et al., 2007) o efeito sobre a inclusão de lipídeos ou óleos funcionais à dieta dos animais ruminantes não está totalmente elucidado, visto que alguns autores encontraram diferenças significativas na redução do consumo total, em contrapartida, outros autores como (MAIA et al., 2006; LANA et al., 2007) não observaram diferenças quando adicionados às dietas. Gandra et al. (2012) avaliaram diferentes doses de ácido ricinoleico em novilhos (0, 1, 2 e 4 g/animal/dia) e observaram que ácido ricinoleico não alterou o CMS, no entanto, em outro experimento conduzido pelo mesmo autor, com vacas em terço médio de lactação e adição de 0 a 2 g/animal/dia de ácido ricinoleico, constatou-se uma redução no CMS, porém, houve um aumento na produção e no teor de gordura do leite.

Uma das explicações para divergências nos resultados obtidos pelos autores, seria o fato de que muitos desses efeitos foram observados com pesquisas realizadas *in vitro* e não se repetiram quando realizados *in vivo*. Segundo (CALSAMIGLIA et al., 2007; BENCHAAAR et al., 2008) há ainda uma grande dificuldade em se conseguir *in vivo* as doses efetivas determinadas *in vitro*. Outra questão ainda citada pelo autor está relacionada a adaptação microbiana ao longo do tempo. Portanto, uma das limitações é a determinação efetiva das doses a serem fornecidas, bem como a viabilidade prática para o fornecimento dos mesmos, visto que segundo (VILLALBA; PROVENZA, 2010) os óleos essenciais podem conter cheiro ou gosto acentuados, dificultando a palatabilidade e, por conseguinte, a aceitação pelo animal, podendo alterar o consumo ou até mesmo inviabilizar o fornecimento.

Outro fator que pode explicar a redução no consumo, pode estar diretamente relacionada com a modulação da microbiota do rúmen, ou seja, com a seleção das bactérias ruminais. Isto é, há uma possível seleção de bactérias produtoras de propionato no rúmen, este

por sua vez, irá ser metabolizado à lactato que, eventualmente será convertido a glicose na corrente sanguínea. Quando o propionato é consumido mais rápido do que pode ser utilizado para a produção de glicose, ele, eventualmente, poderá oxidar, assim, gerando ATP e o cérebro dando uma sensação de saciedade (ALLEN, 2002).

A inclusão isolada de AR não diferiu na digestibilidade PB quando comparado ao LCC e AR+LCC, mas houve diferença estatística significativa quando comparado à dieta controle. A inclusão de LCC na dieta não influenciou na digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica e aumentou a digestibilidade de PB e FDN quando comparado a dieta controle. Ainda a inclusão de LCC não diferiu estatisticamente na digestibilidade FDN quando comparado a dieta controle e na inclusão de AR, entretanto, observou-se o maior valor de digestibilidade de FDN na união entre os tratamentos, apesar de não ter havido diferença estatística significativa quando comparado ao LCC.

Portanto, o maior valor da digestibilidade ocorreu no tratamento onde houve interação entre os tratamentos (AR+LCC). Uma das possíveis explicações para o aumento da digestibilidade para ambos os tratamentos seria uma melhor digestibilidade, em função de um menor consumo de PB e MS.

**Tabela 2** – Consumo e digestibilidade aparente total da matéria seca e nutrientes de acordo com as dietas experimentais

Item	Dietas experimentais <sup>1</sup>				EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>		
	CON	AR	LCC	AR+LCC		AR	LCC	INT
	Consumo (kg/dia)							
Matéria seca	12.96	11.59	13.80	12.52	0.53	0.050	0.187	0.948
Matéria orgânica	11.10	9.96	11.85	10.41	0.50	0.032	0.414	0.841
Proteína bruta	2.10	1.87	2.22	2.02	0.08	0.034	0.197	0.920
Fibra em detergente neutro	4.43	3.98	4.70	4.13	0.20	0.129	0.518	0.849
	Consumo (% Peso Vivo)							
Matéria seca	4.54	4.05	4.76	4.33	0.17	0.031	0.304	0.886
Fibra em detergente neutro	1.55	1.38	1.62	1.43	0.06	0.132	0.627	0.923
	Digestibilidade (%)							
Matéria seca	73.71	76.01	77.54	76.88	1.22	0.584	0.195	0.714
Matéria orgânica	75.05	76.85	78.39	78.75	1.48	0.751	0.367	0.566
Proteína bruta	80.19 <sup>c</sup>	83.21 <sup>ab</sup>	82.89 <sup>b</sup>	84.12 <sup>a</sup>	1.08	0.176	0.248	0.041
Fibra em detergente neutro	67.80 <sup>b</sup>	67.05 <sup>b</sup>	70.17 <sup>ab</sup>	73.07 <sup>a</sup>	2.33	0.132	0.431	0.021

<sup>1</sup>CON (controle); AR (inclusão de ácido ricinoleico 2g/kg de MS); LCC (inclusão de líquido da casca da castanha de caju 2g/kg de MS); AR+LCC inclusão de ácido ricinoleico 1g/kg de MS + líquido da casca da castanha de caju 1g/kg de MS). <sup>2</sup>EPM (erro padrão da média). <sup>3</sup>Efeito de ácido ricinoleico (AR); efeito de líquido da casca da castanha de caju (LCC) e efeito de interação entre AR e LCC (INT). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, adotando-se nível de 5% de significância.

**Tabela 3** – Fermentação ruminal de acordo com as dietas experimentais

Item	Dietas experimentais <sup>1</sup>				EPM <sup>2</sup>	Valor de P <sup>3</sup>		
	COM	AR	LCC	AR+LCC		AR	LCC	INT
Ph	6.45	6.39	6.41	6.48		0.568	0.147	0.741
N-NH <sub>3</sub> (mg/dL)	18.56	17.81	18.23	19.22		0.514	0.554	0.254
			mmol/L					
Acetato	50.69	54.06	49.13	52.02	2.19	0.025	0.002	0.215
Propionato	16.49 <sup>b</sup>	17.05 <sup>ab</sup>	16.50 <sup>b</sup>	20.07 <sup>a</sup>	1.12	0.457	0.512	0.002
Butirato	10.37	8.68	8.65	9.23	0.56	0.354	0.547	0.124
Total	77.55 <sup>b</sup>	79.79 <sup>ab</sup>	74.20 <sup>c</sup>	81.32 <sup>a</sup>	3.17	0.741	0.632	0.001
Acetato/propionato	3.17	3.24	3.09	2.96	0.14	0.521	0.657	0.012
			% total					
Acetato	65.37	67.65	65.92	64.64	0.97	0.124	0.165	0.111
Propionato	21.27 <sup>b</sup>	21.68 <sup>b</sup>	22.80 <sup>ab</sup>	24.22 <sup>a</sup>	0.99	0.557	0.541	0.016
Butirato	13.35	10.67	11.26	11.14	0.46	0.654	0.548	0.678

CON (controle); AR (inclusão de ácido ricinoleico 2g/kg de MS); LCC (inclusão de líquido da casca da castanha de caju 2g/kg de MS); AR+LCC inclusão de ácido ricinoleico 1g/kg de MS + líquido da casca da castanha de caju 1g/kg de MS). <sup>2</sup>EPM (erro padrão da média). <sup>3</sup>Efeito de ácido ricinoleico (AR); efeito de líquido da casca da castanha de caju (LCC) e efeito de interação entre AR e LCC (INT). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, adotando-se nível de 5% de significância.

No que diz respeito à produção AGVs, observou-se uma diminuição significativa na produção de acetato quando adicionado o tratamento LCC as dietas e um aumento quando adicionado o tratamento AR. A inclusão de AR fez com que houvesse um aumento na produção de propionato (mmol/L) no rúmen comparado ao controle.

Para a produção de propionato, a inclusão do LCC não influenciou quando comparado a dieta controle, no entanto, quando adicionado AR+LCC (mmol/L) evidenciou-se um aumento significativo comparado aos outros tratamentos. Além disso a inclusão da interação AR+LCC causou uma redução da proporção acetato:propionato (mmol/L) quando comparado aos demais tratamentos.

No total de AGVs, a inclusão do tratamento AR, não diferiu estatisticamente do controle e da união entre os tratamentos. Quando houve a inclusão do LCC isolado, observou-se a menor produção no total de AGVs, provavelmente, em função da diminuição na produção de acetato.

No que se refere a porcentagem total na produção de AGVs, houve um efeito na inclusão tanto de LCC quanto na inclusão de AR+LCC na dieta. A inclusão de AR não diferiu do controle e do LCC, ou seja, isoladamente o AR e o LCC não influenciaram na porcentagem total de AGVs, entretanto, quando adicionado em interação com LCC (AR+LCC) constatou-se uma maior produção nos teores de propionato no rúmen comparado aos demais tratamentos experimentais, apesar de não ter diferido estatisticamente do tratamento LCC.

Portanto, a inclusão da união entre os tratamentos, ocasionou um aumento significativo na produção total dos AGVs presentes no rúmen. Isso pode também ser uma explicação para o aumento da digestibilidade, isto é, se há uma maior proporção de propionato e conseqüentemente uma maior proporção de AGV total, há uma maior estabilidade ruminal e, como resultado, aumento da digestibilidade em alguns compostos.

Os óleos funcionais têm sido estudados, entretanto há poucos trabalhos com ácido ricinoleico (óleo de mamona) e ácido anacárdico, cardol e cardanol (óleo da casca da castanha de caju), mas recentes estudos têm sido realizados com a associação destes compostos como produto comercial óleo funcional (Essential® OligoBasics).

Em um estudo realizado com vacas secas alimentadas com a inclusão de óleo da castanha de caju na dieta, (SHINKAI et al., 2012) observaram efeitos sobre a fermentação ruminal, estes autores verificaram redução na produção molar de acetato e aumento na concentração molar de propionato, assim como o verificado por Van Nevel et al. (1971) e Watanabe et al. (2010) em estudo *in vitro*.

Devido à presença de lipídios fenólicos com atividade antimicrobiana na composição do óleo da casca da castanha de caju, o ácido anacárdico, cardanol e o cardol, os mesmos estes, podem ocasionar alterações no ecossistema ruminal, característica que o torna um eficiente modificador da fermentação ruminal (CORREIA et al., 2006; WATANABE et al., 2010). Após realizar alguns estudos *in vitro* com o óleo da casca da castanha do caju, evidenciou-se uma forte atividade antibacteriana do composto, além disso os pesquisadores relatam que as bactérias gram positivas são sensíveis aos componentes deste óleo essencial, enquanto que as gram negativas são resistentes (HIMEJIMA; KUBO 1991; PARASA et al., 2011). Do mesmo modo, Kubo et al. (1993) e Watanabe et al. (2010) observaram que o óleo da casca da castanha de caju atua principalmente contra bactérias gram positivas presentes no rúmen.

A redução do número de bactérias gram positivas induzidas pelo óleo da casca da castanha de caju, pode indiretamente promover o crescimento de bactérias gram negativas (resistentes a este óleo funcional), que, por sua vez estão envolvidas na produção de propionato (WATANABE et al., 2010). Portanto, o óleo da casca da castanha de caju ao induzir mudanças nas espécies bacterianas do rúmen melhora a eficiência da fermentação ruminal, o que significa na prática, aumentar a produção de propionato e reduzir a metanogênese (WATANABE et al., 2010). Isso explica alguns dos resultados obtidos neste presente trabalho.

Ainda sob a fermentação ruminal, Marino et al. (2013) verificaram que a adição de 120 mg/L da mistura de extratos de casca de castanha de caju e óleo de mamona aumentou linearmente acetato, propionato e ácidos graxos voláteis totais.

Resultados de pesquisas mostram que os efeitos dos óleos essenciais sobre a fermentação ruminal podem desaparecer ao longo do tempo (CARDOZO et al., 2004), portanto, são necessários mais estudos *in vivo* para que se estabeleçam doses recomendadas e que se defina o tempo de utilização do composto, afim de se obter o melhor resultado sob a manipulação da fermentação ruminal.

De acordo com (CALSAMIGLIA et al., 2007), é provável que as doses determinadas em estudos *in vitro* são superiores às doses necessárias *in vivo*, uma vez que a concentração das bactérias é muito menor *in vitro* do que em *in vivo*. A ação de um determinado composto é em função da sua interação com diversos fatores, mas principalmente em função da interação entre os microrganismos ruminais. Sendo assim, quanto menor a população de microrganismos, maior a dose necessária para observar os seus efeitos.

## 6. CONCLUSÃO

A inclusão do ácido ricinoleico reduziu o consumo total e isoladamente influenciou muito pouco na digestibilidade. Entretanto, quando adicionados em associação o AR e LCC causaram um aumento significativo da digestibilidade total.

A associação entre os tratamentos também resultou numa maior produção de propionato no rúmen, ocasionando uma menor proporção de acetato e aumentando a produção total de AGVs, tornando provavelmente o ambiente ruminal mais estável e eficiente.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, Jessica Cristiane; VALLE, Tiago A. del; VERDURICO, Lenita Camargo. Óleo de mamona na alimentação animal, com foco na nutrição de bovinos de corte. **Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente**, São João da Boa Vista – Sp, v. 2, p.1-7, set. 2015.

CONEGLIAN, Sabrina Marcantonio. **Uso de óleos essenciais de mamona e cajú em dietas de bovinos**. 2009. 100 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, 2009.

DIAZ, Tatiana Garcia; TEODORO, Ana Lucia; OSMARI, Milene Puntel; SALAB, BerykLopriato; MATOS, LaizFiorilli; GIOTTO, Francine Mezzomo. Líquido da casca da castanha de caju em dietas para ruminantes. **Rev. Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**. Guarunhuns/PE, v. 10, n. 1, p. 1-10, Ago, 2015.

JESUS, Elmeson Ferreira de. **Óleo funcional na dieta de vacas leiteiras**. 2015. 98 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal. Jaboticabal/SP, 2015.

LUVISON, Eduardo Franz. **Óleos funcionais como aditivos na nutrição de ruminantes**. 2014. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2014.

MARCUCCI, Maira Tavares et al. EFEITO DO ADITIVO MONENSINA SÓDICA NO METABOLISMO RUMINAL DE BOVINOS DE CORTE. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, Garça/sp, n. 22, p.1-21, jan. 2014. Semestral.

MINGOTI, Rodolfo Daniel. **Desempenho produtivo, digestão e metabolismo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes concentrações de quitosana nas dietas Pirassununga 2013**. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Nutrição e Produção Animal, Universidade de São Paulo, Pirassununga/SP, 2013.

OLIVEIRA, Marcus Vinicius Moraes de et al. Influência da Monensina no Consumo e na Fermentação Ruminal em Bovinos Recebendo Dietas com Teores Baixo e Alto de Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 34, n. 5, p.1763-1774, 28 mar. 2005.

OSMARI, Milene Puntel. **Líquido da casca da castanha de caju associado a fontes de nitrogênio não proteico na alimentação de bovinos**. 2013. 73 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

SEVERINO, Harianny. **Utilização e viabilidade da virginiamicina em vacas leiteiras**. 2017. 30 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Jataí/GO 2017.

SILVA, Ana Paula dos Santos. **Efeito da monensina, da virginiamicina e dos óleos funcionais de mamona e caju em bovinos Nelore submetidos a mudança abrupta para dietas com elevado teor de concentrado**. 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga/SP, 2014.

ZANINE, Anderson de Moura; OLIVEIRA, Juliana Silva de; SANTOS, Edson Mauro. Importância, uso, mecanismo de ação e retorno econômico dos ionóforos na nutrição de ruminantes. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça/sp, v. 6, n. 3, p.1-18, jan. 2006. Semestral.

PAULA, Edson Ferraz Evaristo de. **ÓLEOS VEGETAIS EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**. **Revista Eletrônica Nutritime – Issn 1983-9006**, Paraná, v. 9, p.2075-2103, Dez. 2012.

OLIVEIRA, Hudson Bernardes Nunes. **ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO**. 2013. 42 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina/mg, 2013.

ARAKI, HayneMayumiCariolano. **CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE NOVILHAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS COM ÁCIDO RICINOLEICO E LÍQUIDO DA CASCA DA CASTANHA DO CAJU**. 2017. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/ms, 2017.

SOUZA, Charles Jhonnatan dos Santos. **CONSUMO E DIESTIBILIDADE DE NUTRIENTES DE NOVILHOS A PASTO, SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO NÃO PROTEICO ASSOCIADO A ENZIMA FIBROLITICA**. 2017. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/ms, 2017.

CAETANO, Graciele Araújo de Oliveira; CAETANO JÚNIOR, Messias Batista. O estado da arte da nutrição de ruminantesGraciele Araújo de Oliveira Caetano. **Pubvet, Medicina Veterinária e Zootecnia Issn: 1982-1263**, Maringá/pr, v. 11, n. 4, p.399-408, abr. 2017.

RIVAROLI, Dayane Cristina. **NÍVEIS DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE BOVINOS DE CORTE TERMINADOS EM CONFINAMENTO: DESEMPENHO, CARACATERÍSTICAS DA CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE**. 2014. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu/sp, 2014.

SILVA, Rayana Brito da. **SUPLEMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS**. 2017. 162 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Programa de Pós - Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras/mg, 2017.

MAIA, Michelle de Oliveira; QUEIROGA, Rita Cássia Ramos do Egypto. Consumo, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de cabras mestiças moxotó suplementadas com óleos de licuri ou mamona. **Ciência Rural, Issn 0103-8478**, Santa Maria/RS, v. 8, n. 6, p.1-7, dez. 2008.

MANTOVANI, Hilário Cuquetto; BENTO, Cláudia Braga Pereira. Manipulação da Fermentação microbiana ruminal para máxima eficiência animal. In: II SIMBOV – II SIMPÓSIO MATOGROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE, 2., 2013, Mato Grosso. **SIMBOV**. Viçosa: Departamento de Microbiologia,, 2013. p. 1 - 31.

RIVERA, Astrid Rivera. **ESTUDO DA FERMENTAÇÃO RUMINAL POR BOVINOS CONSUMINDO FENO DE TIFTON 85 E CONCENTRADO COM ADITIVOS**. 2006. 57 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal/sp, 2006.

JESUS, Elmeson Ferreira de. **Óleo funcional na dieta de vacas leiteiras**. 2015. 98 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal/sp, 2015.

VIEIRA, Lidiamar Lorena Ramos. **EXTRATO DE PLANTAS COMO ADITIVO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**. 2014. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Escola de Veterinária e Zootecnia - Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.