



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

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

Hayne Mayumi Cariolano Araki

Dourados - MS

Agosto - 2017



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

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

Acadêmica: Hayne Mayumi Cariolano Araki
Orientador: 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

Agosto - 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A659c Araki, Hayne Mayumi Cariolano

Consumo e digestibilidade de novilhas leiteiras suplementadas com ácido ricinoleico e líquido da casca da castanha do caju / Hayne Mayumi Cariolano
Araki -- Dourados: UFGD, 2017.

29f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Jefferson Rodrigues Gandra

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

Inclui bibliografia

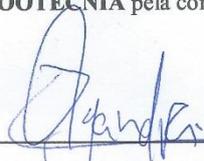
1. Ricino. 2. Óleo funcional. 3. Ácido anacárdico. I. Título.

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.

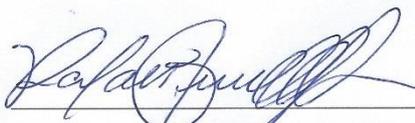
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE NOVILHAS LEITEIRAS
SUPLEMENTADAS COM ÁCIDO RICINOLEICO E LÍQUIDO DA CASCA DA
CASTANHA DO CAJU****AUTOR:** Hayne Mayumi Cariolano Araki**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra

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



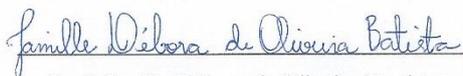
Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra

Orientador – UFGD/FCA



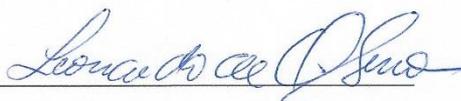
Prof. Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes

UFGD/FCA



Grad. Jamille Débora de Oliveira Bastista

Data de realização: 29/08/2017



Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno

Presidente da comissão do TCC - Zootecnia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus pela oportunidade, pela saúde e pelos momentos até aqui nessa jornada.

Na esfera familiar, primeiramente, agradeço aos meus pais, Heliana e Hideo, pelo suporte, motivação, exemplo, paciência e financiamento por toda a vida e ainda mais durante essa etapa. Aos meus irmãos, Lucas e Juan, pelo suporte, pelos momentos alegres e descontraídos.

Na esfera universitária, agradeço ao meu orientador Jefferson Rodrigues Gandra pelos ensinamentos, pelo suporte tanto educacional quanto pessoal, sendo não apenas um orientador, mas sendo o orientador e, principalmente, amigo. Ao professor Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes pela paciência, ensinamentos, conhecimentos compartilhados, por todo suporte prestado durante a caminhada acadêmica e, principalmente, pelas balas. A todos os professores que eu tive o prazer aprender e que me ensinaram muito mais do que o conteúdo acadêmico.

Aos amigos que estiveram presentes durante essa caminhada longa e tortuosa, dando o total suporte, compartilhando conhecimentos e, principalmente, por serem amigos. Meu muito obrigado a: Raquel Tenório, pelo companheirismo nos últimos anos, Flávia Azevedo, pela amizade, André Araújo, pelas risadas, Antonio Machado, pelos cinco anos de amizade sem precedentes, Charles Jhonnantan, pelo significado de humildade, Maikon Brites, pela amizade antes de começar a namorar, Maiara Flores, pelo caos que originou a luz da nossa amizade, Bianca Brand, pelos 13 anos de amizade, fidelidade e suporte durante todo esse tempo, Wellington Nunes, pela amizade que surgiu do nada e hoje é tudo e Elizabeth Jubilado, pela amizade relapsa, porém não menos importante.

Aos colegas que compartilharam conhecimentos e, que de algum modo, me ajudaram a chegar até aqui.

*Masquerading as a man with a
reason*

*My charade is the event of the
season*

*And if I claim to be a wise man,
well*

It surely means that I don't know

Carry on, my wayward son

*There'll be peace when you are
done*

Lay your weary head to rest

Don't you cry no more

*Kansas- Carry on my wayward
son*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	2
2.OBJETIVO.....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Óleos funcionais	4
3.2. Diferença entre óleos funcionais e óleos essenciais	5
3.3. Ácido ricinoleico.....	7
3.4. Líquido da casca da castanha do caju.....	8
3.5. Desempenho animal.....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1. Animais e dietas	11
4.2. Análises bromatológicas.....	12
4.3. Consumo e digestibilidade.....	13
4.4. Análises estatísticas	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5.1. Resultados.....	14
5.2. Discussão.....	15
6. CONCLUSÃO.....	16
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dietas experimentais.....	12
Tabela 2 - Consumo e digestibilidade aparente total da matéria seca e nutrientes de acordo com as dietas experimentais.....	15

Consumo e digestibilidade de novilhas leiteiras suplementadas com ácido ricinoleico e líquido da casca da castanha do caju

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar os efeitos da inclusão de óleos funcionais nas dietas de novilhas da raça Jersey sobre consumo e digestibilidade. 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 4×4 , balanceados e contemporâneos em arranjo fatorial 2×2 . 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.

Palavras-chave: rícino, óleo funcional, ácido anacárdico

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of the inclusion of functional oils on Jersey heifers on intake and digestibility. Eight heifers aged 12 ± 1.5 months with an average weight of 286.75 ± 34.61 kg were used. The animals were randomly distributed into two latin square design 4×4 , balanced and contemporary, 2×2 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 1 g / 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.

Keywords: castor, functional oil, anacardic acid

1. INTRODUÇÃO

A demanda de alimentos aumenta gradativamente com o decorrer dos anos e isso se deve ao aumento populacional para suprir as necessidades nutritivas da população. O leite faz parte da alimentação básica humana e é a matéria prima para outros produtos derivados do mesmo que também são muito consumidos pela população. Segundo a FAO, o comércio mundial de produtos lácteos deverá registrar um segundo ano de crescimento modesto em 2017, aumentando 1% para 71,8 milhões de toneladas de equivalente leite e a produção mundial de leite deverá aumentar 1,4%, para 831 milhões de toneladas em 2017, com a produção devendo expandir na Ásia e nas Américas, estagnar na Europa e África e diminuir na Oceania. Um dos fatores para o aumento da produtividade na atividade leiteira é o desenvolvimento de novas tecnologias e pesquisas nessa área, foram constatados tipos de forrageiras que conseguem suprir as exigências do animal, melhoramento genético, bem como raças que sejam propícias para cada tipo de região e os manejos adequados que fazem diferença no cotidiano da produção. O cenário atual da seleção genética, manejo e nutrição têm elevado consideravelmente o desempenho animal (VANDEHAAR; ST-PIERRE, 2006). As novas tecnologias influenciam, também, no manejo nutricional onde envolve o uso de tecnologias que permitam modular a fermentação ruminal, já que este é o principal local de digestão de nutrientes. Das altas exigências em energia e proteínas de vacas leiteiras, mais da metade são atendidas pela atividade dos microrganismos ruminais com a produção de ácidos graxos de cadeia curta e pelo fluxo de proteína microbiana para o duodeno (FERREIRA DE JESUS, 2015).

Neste sentido, o processo de fermentação ruminal desempenha um papel importante na nutrição de ruminantes, pela relação simbiótica entre animal e microrganismos do rúmen, os quais fornecem aos ruminantes diversas vantagens nos processos digestivos e metabólicos (KOZLOSKI, 2011). O grau de complexidade das interações entre os diversos grupos de microrganismos que habitam o rúmen é tal que, ainda hoje, são desconhecidas algumas vias e a atuação dos microrganismos envolvidos. Apesar dos resultados de décadas de pesquisas sobre o metabolismo e a microbiologia do rúmen, ambos ainda são extensivamente estudados (KOZLOSKI, 2011; KAMRA, 2005).

Uma alternativa em evidência entre os pesquisadores e nutricionistas é a utilização de aditivos alimentares na dieta de bovinos leiteiros. Segundo LUCCHI (1997), os aditivos podem ser definidos como ingredientes dietéticos com a finalidade de produzir resposta favorável, podendo ou não conter nutrientes, contribuindo para um melhor desempenho e saúde animal, seja através de aumentos quantitativos e/ou qualitativos dos nutrientes disponíveis ou na

eficiência de utilização destes. O termo aditivo refere-se a toda substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente, que não é utilizada normalmente como ingrediente, possua ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou mesmo dos produtos de origem animal, e ainda, melhore o desempenho dos animais sadios, atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano (BRASIL, 1976).

Os ionóforos são aditivos antimicrobianos que possuem a finalidade de modular o consumo de matéria seca, aumentar a eficiência da produção de leite, melhorar o desempenho animal e tornar os sistemas de produção mais sustentáveis devido a sua ação moduladora em relação a fermentação ruminal. A ação dos ionóforos no rúmen ocorre por mudanças na população microbiana, inibindo principalmente as bactérias Gram-positivas (RUSSEL, 1987). Na década de 70, a Food and Drug Administration (FDA) aprovou o uso de antimicrobianos ionóforos nos Estados Unidos. Da mesma forma, países como Brasil, Austrália, Nova Zelândia e Canadá liberaram o uso destes produtos na alimentação de bovinos (NRC, 2001).

Há 50 anos sendo utilizados, os promotores de crescimento na dieta de ruminantes foram banidos da União Europeia por precaução desde 2006, portanto, as pesquisas por produtos alternativos, principalmente naturais, foram intensificadas. Foi descoberto que os óleos funcionais possuem as mesmas características dos ionóforos em relação a fermentação ruminal, assim, tendo os mesmos efeitos e não afetando negativamente o desempenho animal, consequentemente, utilizados como uma opção alternativa para viabilizar e otimizar a produção de leite. Por isso, o interesse dos pesquisadores na nutrição animal, principalmente, na nutrição de ruminantes aumentou significativamente.

A ênfase maior tem sido dada na modificação do padrão de fermentação ruminal e do metabolismo a fim de melhorar o desempenho animal e reduzir o impacto no meio ambiente. A complexidade estrutural e diversidade de plantas, entretanto, é um fator limitante no progresso de pesquisa nesta área do conhecimento (TEDESCHI et al., 2011).

A maioria dos dados disponíveis na literatura sobre óleos funcionais para ruminantes advém de estudos in vitro (MCINTOSH et al., 2003; NEWBOLD et al., 2004; CASTILLEJOS et al., 2005). No entanto, alguns estudos in vivo já foram realizados para avaliar a eficácia de óleos funcionais em manipular fermentação ruminal e melhorar a utilização de nutrientes e o desempenho de vacas leiteiras (BENCHAAAR et al., 2006; BENCHAAAR et al., 2008a; BENCHAAAR; CHOUINARD, 2009).

2. OBJETIVO

O objetivo é analisar a inclusão de ácido ricinoleico e o líquido da casca da castanha de caju na dieta de novilhas leiteiras em relação ao consumo e a digestibilidade das mesmas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Óleos funcionais

Com a crescente importância sobre a segurança alimentar, a utilização de antibióticos diminuiu em contrapartida que a demanda por produtos sem os mesmos começou a ser uma exigência do mercado, por isso, houve uma corrida dos pesquisadores para descobrir produtos alternativos que possuíssem as mesmas propriedades e as mesmas funções. Assim, foi descoberto os óleos funcionais como um ótimo substituto dos antibióticos, principalmente, por ser um produto natural.

O fornecimento de lipídeos na forma de gordura ou óleos tinha o objetivo de aumentar a densidade energética da dieta sem o aumento da concentração de grãos, porém, a aplicação de lipídeos na dieta de ruminantes pode trazer algumas desvantagens. Quando existem ácidos graxos insaturados na composição do lipídeo, têm-se prejuízo da degradação da dieta, uma vez que estes são tóxicos aos microrganismos ruminais, principalmente bactérias e protozoários. Para reduzir o efeito negativo da gordura nos microrganismos ruminais, permitindo que o nutriente potencialize sua função, têm-se estudado várias fontes de lipídeos e seus efeitos na cinética ruminal (VALINOTE, 2007).

Óleos funcionais são componentes secundários dos organismos vegetais e podem ser extraídos mediante destilação a vapor ou extração com solventes (PATRA; SAXENA, 2010). Por centenas de anos, extratos de plantas vem sendo explorados por suas propriedades aromáticas, antissépticas e conservantes. Possuem funções antimicrobianas (BURT, 2004), antifúngicas (RASOOLI, ABYANEH, 2004), atividade antioxidante e de proteção celular, principalmente em glóbulos vermelhos e glóbulos brancos (ASGARY, 2003). É conhecido que os óleos funcionais possuem característica antimicrobiana devido aos seus compostos fenólicos (SIMÕES, SPITZER, 2000). O efeito antimicrobiano está relacionado, principalmente, à alteração da permeabilidade e integridade da membrana celular bacteriana (LAMBERT et al., 2001).

Além de serem definidos por apresentarem o conteúdo energético, também são definidos por ter a capacidade de interferir nos processos bioquímicos que ocorrem no rúmen. Representam melhor as substâncias que apresentam algumas moléculas ativas que podem

alterar o metabolismo de um organismo. Há uma definição em que ressalta que os óleos funcionais são do mesmo grupo dos óleos essenciais, porém, não se pode afirmar a mesma coisa em relação aos óleos essenciais estarem no mesmo grupo dos óleos funcionais.

A natureza hidrofóbica do hidrocarboneto cíclico dos óleos funcionais permite uma interação com a membrana das células e acúmulo na bicamada lipídica da bactéria, assim, ocupando espaço entre as cadeias de ácidos graxos e provocando mudanças na estrutura da membrana, resultando na expansão e perda da estabilidade da mesma. Com isso, grande quantidade de energia precisa ser desviada para manter o gradiente de íons, o que conduz a taxa de crescimento das bactérias (GRIFFIN et al, 1999).

Esses produtos parecem exercer atividade antimicrobiana sobre bactérias gram negativas e gram positivas (HELANDER et al., 1998). Estudos indicam que os óleos funcionais modificam a concentração de ácidos graxos voláteis quanto incubado in vitro (EVANS, MARTIN, 2000). Existem também evidências que muitos óleos funcionais reduzem 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 nitrogênio para o intestino (MCINTOSH, 2003). A suplementação com uma mistura de óleos funcionais aumentou a concentração de ácidos graxos voláteis sem afetar outros parâmetros de fermentação, indicando que a fermentabilidade da dieta foi afetada (CASTILLEJOS et. al., 2005).

Inúmeros extratos de plantas foram estudados e identificados a ação sobre a atividade microbiana. Entre eles, o óleo do caju e o óleo da mamona tem sido utilizado combinados na dieta de animais ruminantes. Há também outros óleos que possuem suas funções como, por exemplo, 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 (LORENZI, MATOS, 2002) e o óleo funcional de orégano é rico em carvacrol, timol e terpineol (CÁCERES, 1999). Höferl et. al (2009) relataram forte atividade do óleo de orégano contra *Escherichia coli*.

3.2. Diferença entre óleos funcionais e óleos essenciais

Os óleos essenciais, também conhecidos por óleos voláteis ou óleos etéreos, são produtos obtidos através da extração de plantas. Essa extração é feita por meio da destilação a vapor d'água ou extração de solventes. Uma característica marcante que os diferem das substâncias lipídicas é a volatilidade e variação de sua composição entre as diferentes partes da mesma planta (DORMAN, DEANS, 2000).

A composição do óleo essencial de uma planta é determinada geneticamente, mas as condições ambientais são capazes de causar variações significativas, como a influência do ciclo vegetativo, em que a concentração de cada um dos constituintes do óleo pode variar durante o desenvolvimento do vegetal. O ambiente no qual o vegetal se desenvolve e o tipo de cultivo também influem sobre a composição química dos óleos essenciais (WILLIANS, STOOKLEY 1998).

Biologicamente, os óleos essenciais atuam na defesa contra herbívoros, insetos, microrganismos, outras plantas que competem por nutrientes e luz, e contra o efeito prejudicial da luz UV. No entanto, executam, também, outras funções como atrativos para aves e insetos promoverem a polinização, diferenciação da cor, com a finalidade de camuflagem e sinais para promover a colonização por microrganismos simbióticos. Eles também podem ter um possível papel nutricional durante a germinação de sementes, particularmente os que contêm nitrogênio (SAITO, SCRAMIN, 2000; RALPHS et al., 2004).

A maioria dos estudos que abordam a eficácia dos óleos essenciais tem sido baseados in vitro e em um período de tempo curto, mas indicam que estes produtos e seus componentes ativos podem alterar, favoravelmente, os padrões da fermentação no rúmen (CHAVES et al., 2008; KHAN, CHAUDHRY, 2010).

Nas bactérias Gram-positivas, os óleos essenciais podem interagir diretamente com a membrana celular, entretanto, a parede celular externa que envolve a membrana celular das bactérias Gram-negativas é hidrofílica e impede a entrada de substâncias hidrofóbicas como os óleos essenciais (SMITH-PALMER et al., 1998). No entanto, Helander et al. (1998) relataram que, os compostos fenólicos do timol e carvacrol, também inibiram o crescimento de bactérias Gram-negativas por ruptura da membrana celular externa, pois podem interagir com a água, via pontes de hidrogênio. Assim, por difusão, essas substâncias cruzam a parede externa através dos lipopolissacarídeos ou proteínas da membrana, chegando à dupla camada fosfolipídica da parede celular interna da bactéria Gram-negativa (GRIFFIN et al., 1999).

Mesmo que os óleos funcionais façam parte do grupo dos óleos essenciais, não pode-se afirmar o contrário em relação aos essenciais fazerem parte do grupo dos óleos funcionais, pois há uma diferença entre eles. De acordo com várias afirmações sobre a funcionalidade e a ação dos óleos essenciais, eles não conseguem interagir com as bactérias gram negativas, assim, podendo impossibilitar o crescimento das mesmas. Já os óleos funcionais não são limitados a só um tipo de bactérias, podendo atuar tanto nas bactérias gram-positivas, gram-negativas como nas leveduras e fungos filamentosos.

3.3. Ácido Ricinoleico

O óleo de mamona (*Ricinus communis L.*), é extraído de uma planta que pertence à família Euphorbiaceae, que engloba um grande número de plantas nativas de regiões tropicais. De origem africana, a mamona foi introduzida no Brasil pelos portugueses durante a colonização. É uma planta de hábito arbustivo, com diversas colorações de caule, folhas e racemos (cachos), podendo ou não possuir cera no caule e pecíolo. A mamona apresenta entre 39,6 - 59,5% de óleo na semente (MACHADO et al., 2006). O cultivo da mamona tem grande importância econômica e social principalmente para os estados do Nordeste, pela capacidade de produzir em condições de baixa precipitação pluviométrica e tem bom mercado consumidor (BELTRÃO et al., 2003). Segundo Severino et al. (2006), o Nordeste é responsável por mais de 90% da produção nacional.

A extração do óleo pode ocorrer das seguintes maneiras: através da prensagem das sementes feita por prensas hidráulicas (pressão descontínua), por meio de solventes orgânicos, por altas temperaturas e pressão e através de prensas contínuas do tipo “ expeller”. O óleo da mamona contém, predominantemente, o ácido ricinoleico (85 a 90 %), que conjunto com outros ácidos graxos insaturados correspondem a 97% da massa do óleo da mamona e os ácidos graxos saturados somam de 2,3 a 3,6 % do restante da massa do óleo da mamona (MARSIGLIO, 2012). Contém cerca de 90% de ácido ricinoleico, o que confere ao óleo características únicas e permite uma ampla utilização na indústria (FERREIRA et al., 2002).

A cadeia carbônica do ácido ricinoleico proporciona sítios em que são realizadas reações químicas e também possibilita a obtenção de vários derivados pela modificação estrutural na cadeia carbônica (CONEGLIAN, 2009). O ácido graxo ricinoleico funciona como um ionóforo divalente (VIEIRA, 2001).

Há relatos sobre a presença de princípios tóxicos e alergênicos presentes na planta como um todo da mamona. Tokarnia et al. (1975) relatam com base na sintomatologia observada nos bovinos em experimento com folhas da mamona, que o princípio tóxico é diferente da ricina (responsável pela toxicidade das sementes) que causa um quadro de distúrbio gastrointestinal.

A ricina é uma potente toxalbumina, quimicamente uma proteína que ocorre no endosperma da semente da mamona, a qual é totalmente ausente em outras partes da planta mamoneira (FREIRE, 2001). Esta toxina é insolúvel em óleo, com seu principal mecanismo de ação no organismo de aglutinar células vermelhas, seguida por hemólise intensa. Os animais domésticos apresentam diferentes graus de sensibilidade a ricina. Em geral a dose letal para mamíferos é de 150 a 200 mg/kg de peso corporal. Um aspecto interessante da ricina é sua capacidade de

induzir imunidade quando administrada repetidas vezes em doses reduzidas com intervalo de tempo (AFONSO, POTT, 2001).

3.4. Líquido da casca da castanha do caju

O óleo da casca da castanha de caju (*Anacardium occidentale L.*) é obtido de uma árvore nativa do Brasil que pode ser encontrada em quase todo território nacional, sendo o Nordeste a região com maior área cultivada, com a maior produção nacional. Esta planta é também cultivada no Leste da África e Índia, maior produtor mundial de castanha de caju e responsável por 50% das exportações mundiais do produto (PUREVJAV, 2011). O caju é um pedúnculo superdesenvolvido, ou seja, um pseudofruto e a castanha do caju é um fruto do cajueiro, que é formado por uma casaca coriácea lisa, mesocarpo alveolado repleto de líquido e na parte mais interna amêndoas (MARSIGLIO, 2012). O óleo da casca da castanha de caju corresponde a 32% da casca e a principal aplicação para o líquido da casca do caju é nas indústrias de plástico, é também utilizado em tinturas e na fabricação de cimentos (PUREVJAV, 2011). O óleo da casca da castanha do caju é internacionalmente conhecido como cashew nut shell liquid e representa aproximadamente 25% do peso da castanha (MAZZETTO et al, 2009).

Existem duas formas de extração do óleo presente na casca da castanha de caju: a frio ou a quente. Extração a frio pode ser realizada pelo método de prensagem, com solventes ou extração supercrítica com dióxido de carbono (CO₂) é um solvente para extração comumente usados, pois reúne condições ideais de solvente, o qual é inerte, atóxico, de baixo custo e de fácil separação do produto extraído. A extração a quente é o processo térmico mecânico em que a castanha de caju sofre rompimento da casca com liberação de alquifenóis presentes no mesocarpo (MARSIGLIO, 2012).

O óleo da casca da castanha de caju é considerado uma fonte natural de lipídeos fenólicos, composto por 65% de ácido anacárdico e o restante se divide em cardanol, cardol e as estruturas fenóis (HAMAD, MUBOFU, 2015). O ácido anacárdico e o cardol têm ação microbiana, funcionando como um ionóforo monovalente (NAGABHUSHSA et al., 1995). O cardanol é o composto que se encontra em maior quantidade no óleo de caju com atividade tanto anti-inflamatória quanto antioxidante (AMORATI et al., 2001, TREVISAN et al., 2005). De acordo com Lima et al. (2000), a atividade microbiana do ácido anacárdio sobre as bactérias gram-positivas *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus*. Estudos de Kubo et al. (2003) e Muroi et al. (2004) também mostraram atividade contra a *Staphylococcus aureus*. A atividade do ácido anacárdico é devida, em partes, a inibição da atividade de enzimas da cadeia respiratória (KUBO et al., 2003). O líquido da casca da castanha do caju também apresentou atividade

antioxidante (TREVISAN et al., 2006), atividade antitumoral (ITOKAWA et al, 1989) e atividade antimicrobiana (KUBO et al., 2003).

De acordo com a análise química do LCC testado foram obtidos por CLAE-DAD, e o LCC testado apresentou ácido anacárdico (10,03 mg/g), cardanol (540,77 mg/g) e cardol (102,34 mg/g), 2-metilcardol (19,17 mg/g).

3.5. Desempenho animal

Em ruminantes, grande parte dos trabalhos investiga a ação dos extratos vegetais, no metabolismo do animal, principalmente a ação desses no ambiente ruminal. 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). Alguns pesquisadores acreditam que, para a obtenção de melhores resultados, deve-se buscar combinações de óleos funcionais de diferentes plantas (LANGHOUT, 2000) e reforçados pelos princípios ativos mais relevantes (KAMEL, 2000).

Coutinho et al. (2014) realizaram estudo com doses de 120; 240 e 360 mg/kg da MS do óleo da castanha de caju em vacas leiteiras, e não observaram efeito sobre consumo e digestibilidade de nutrientes, bem como na produção e composição do leite das vacas suplementadas em relação às que receberam a dieta controle. Ainda, a utilização deste aditivo resultou em mudança no perfil de ácidos graxos do leite, o qual apresentou efeito linear decrescente para o ácido capríico (C6:0), linear crescente para o ácido palmitoleico (C16:1n-7) e quadrático para o ácido tridecanoico (C13:1n-5).

Estudo com vacas secas alimentadas com a inclusão de óleo da castanha de caju na dieta, os autores não observaram efeito sobre a digestibilidade e consumo de nutrientes (SHINKAI et al., 2012). Quanto aos efeitos sobre a fermentação ruminal, estes autores verificaram redução na produção de metano e menor concentração molar de acetato, aumento na concentração e molar de propionato, assim como o verificado por Van Nevel et al. (1971) e Watanabe et al. (2010) em estudo *in vitro*. Ainda o uso deste aditivo não influenciou o pH ruminal e nem nas concentrações de nitrogênio amoniacal e lactato e, houve aumento das bactérias produtoras de propionato, principalmente as *Prevotella ruminicola* (SHINKAI et al. 2012).

Gandra et al. (2012) avaliaram doses crescentes de ácido ricinoleico (óleo de mamona) em novilhos (0, 1, 2 e 4 g/animal/dia) e observaram que ácido ricinoleico não alterou o CMS. Afirmaram também que o ácido ricinoleico tem um futuro promissor na nutrição de ruminantes como potencial modulador da fermentação ruminal e com possível aumento da performance produtiva de ruminantes. Gandra et al. (2014) conduziram um estudo com vacas no terço médio

da lactação e adicionaram 0 e 2 g/animal/dia de ácido ricinoleico em dieta a base de silagem de milho e observaram aumento da produção e do teor de gordura do leite, mesmo com redução do CMS.

Castillejos et al. (2006) após observar que 50mg/L de timol maximizaram a digestibilidade de MS, enquanto que 5 e 500mg/l não causaram o mesmo efeito, sugere que os efeitos dos óleos funcionais dependem do tipo e da dose, provável explicação para perda do efeito quando de administra maiores doses. Evans & Martin (2000) relataram que inclusão de óleos funcionais na dieta de ruminantes reduziu as concentrações de metano e lactato, embora em doses mais elevadas reduziu também a digestão dos nutrientes e produção total dos ácidos graxos de cadeia curta, indicando claramente que o metabolismo da microbiota ruminal foi inibido.

Coneglian (2009) avaliou a suplementação em novilhos com 1, 2, 4 e 8 g/dia de óleo funcional (Essential® Oligo Basics) ou 2 g/dia de monensina sódica na dieta com silagem de milho e relação volumoso concentrado 20:80. Não houve efeito das dietas avaliadas sobre o CMS, concentração de N-NH₃ ruminal, propionato, butirato e AGCC totais.

Jedlicka et al. (2009) avaliaram novilhos confinados suplementados com diferentes aditivos monensina sódica (223 mg/dia) e óleo funcional (Essential® Oligo Basics) em duas doses (250 e 500 mg/dia), além da associação destes dois aditivos e da dieta controle sem aditivo, não foi observado efeito das dietas sobre o CMS dos novilhos.

Devant et al. (2012) estudaram a utilização de 0,5 g do óleo funcional (Essential® Oligo Basics) por kg de concentrado para novilhos e observaram que animais suplementados com aditivos apresentaram aumento no consumo e ganho de peso. O aditivo ainda tendeu a melhorar a integridade da parede do rúmen e diminuir a prevalência de abscessos hepáticos. Purevjav et al. (2013) em estudos com novilhos Angus confinados alimentados com diferentes doses 250 mg/kg da MS e 500 mg/kg da MS de óleo funcional (Essential® Oligo Basics) e 223 mg/animal/dia de monensina sódica, não observaram diferença na prevalência de abscessos hepáticos dos novilhos que receberam a inclusão do óleo funcional em relação a dieta controle, mas os novilhos que tiveram a adição de monensina sódica na dieta apresentaram menor índice de abscessos hepáticos. Estes autores relataram também que a inclusão de óleo funcional ou monensina sódica nas dietas de novilhos confinados não alterou o consumo de matéria seca (CMS).

Valero et al. (2014) compararam o efeito da própolis e o óleo funcional (Essential® Oligo Basics) com novilhos mestiços Aberdeen Angus x Nelore e não observaram diferença sobre o CMS. Resultados diferentes foram obtidos por Silva (2014) ao comparar a inclusão de monensina sódica nas doses 30 e 40 mg/kg da MS e virginiamicina 25 mg/kg da MS mais

monensina sódica 30 mg/kg da MS e óleo funcional Essential® Oligo Basics na dose de 400 mg/kg da MS, em bovinos da raça Nelore castrados em confinamento e com mudança abrupta da dieta, observou maior consumo nos novilhos que receberam o óleo funcional. Zawadzki (2013) encontrou maior consumo em bovinos confinados que tiveram inclusão de óleo funcional Essential® na dieta em relação aos novilhos da dieta controle, mas o consumo não diferiu em relação aos novilhos que tiveram parte do milho substituído por glicerina ou pela associação de glicerina e o óleo funcional Essential®.

Estudo conduzido com vacas no terço médio de lactação, alimentadas com 58% de silagem de milho e 42% de concentrado e com as seguintes dietas: controle sem aditivos; suplementada com 30 mg/kg da MS de monensina sódica; 0,5 g/kg da MS de óleo funcional (Essential® Oligo Basics) e uma mistura destes tratamentos. Os autores observaram que as vacas alimentadas com óleo funcional apresentaram aumento do CMS (15,3 vs 16,67 kg/dia) e as vacas que receberam o tratamento monensina reduziram o consumo (16,89 vs 15,57 kg/dia) quando comparados a dieta controle sem aditivo. Os autores relataram também que as vacas alimentadas com óleo funcional apresentaram aumento da produção de leite, proteína e gordura em kg/dia em relação as demais dietas. Já as vacas do tratamento monensina sódica não apresentaram efeito sobre a produção de leite, mas apresentaram redução da gordura em porcentagem e kg/dia, em relação as demais dietas (MARTINS et al., 2015).

Vale ressaltar que o óleo funcional (Essential® Oligo Basics) é um aditivo com grande potencial para uso na dieta de ruminantes como modulador da fermentação ruminal, porém ainda existem poucos estudos na literatura para afirmar de maneira conclusiva seus efeitos. (FERREIA DE JESUS, 2015). Segundo Benchaar et al. (2007), algumas questões precisam ser avaliadas, como por exemplo a interação do óleo essencial com o tipo de alimento, dose a ser incluída na dieta e o seu mecanismo de ação.

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°11'43.49'' de Latitude Sul e 54°55'77'' de Longitude Oeste, com período experimental total de 76 dias.

Foram utilizadas 8 novilhas da raça Jersey, com idade de 12±1,5 meses, com peso médio de 286,75±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
<i>Ingredientes (%)</i>	
Silagem de Milho	60,00
Milho	21,03
Grão de Soja	15,40
Ureia	1,95
Premix mineral ¹	1,95
<hr/>	
Matéria seca (%)	52,24
<i>% Matéria seca</i>	
Matéria orgânica	92,14
Proteína bruta	15,80
Extrato etéreo	5,55
Fibra em detergente neutro	38,50
Fibra em detergente ácido	23,70
Carboidrato não fibroso	36,70
Cinzas	7,86
Nutrientes digestíveis totais	71,00
<i>Mcal/kg MS</i>	
Energia líquida	1,62
Energia líquida de ganho	1,04

¹Níveis 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 dieta

completa. 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 e digestibilidade

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 homogeneizados 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 16°, 17° e 18° de cada período experimental. As amostras obtidas foram homogeneizadas 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.

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, μ = media 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 ácido ricinoleico ($l = 1$ 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

5.1. Resultados

A inclusão de ácido ricinoleico (AR) na dieta afetou o consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro (FDN), entretanto, em relação ao líquido da casca da castanha do caju (LCC) e a integração do ácido ricinoleico (AR) e o líquido da casca da castanha do caju não houve diminuição do consumo.

No que se refere a digestibilidade da matéria seca, não houve efeito, ou seja, o ácido ricinoleico diminuiu o consumo, porém a digestibilidade continuou a mesma. Sobre a digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e a proteína bruta (PB), a união do ácido ricinoleico (AR) e do líquido da casca da castanha do caju (LCC) fez com que a digestibilidade fosse maior quando comparado aos outros tratamentos.

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

Item	Dietas experimentais ¹				EPM ²	Valor de P ³		
	CON	AR	LCC	AR+LCCC		AR	LCCC	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 ^c	83.21 ^{ab}	82.89 ^b	84.12 ^a	1.08	0.176	0.248	0.041
Fibra em detergente neutro	67.80 ^b	67.05 ^b	70.17 ^{ab}	73.07 ^a	2.33	0.132	0.431	0.021

2. ¹CON (controle); AR (inclusão de ácido ricinoleico 2g/kg de MS); LCCC (inclusão de líquido da casca da castanha de caju 2g/kg de MS); AR+LCCC inclusão de ácido ricinoleico 1g/kg de MS + líquido da casca da castanha de caju 1g/kg de MS). ²EPM (erro padrão da média). ³Efeito de ácido ricinoleico (AR); efeito de líquido da casca da castanha de caju (LCCC) e efeito de interação entre AR e LCCC (INT). Médias seguidas de letras diferentes foram desdobradas pela interação através do pdiff pelo PROC MIXED do SAS (2009).

5.2. Discussões

Segundo Coutinho et al. (2014), o consumo de matéria seca não foi afetado com a introdução do líquido da casca da castanha do caju na dieta de vacas em lactação, sendo fornecido até 7 g por dia. Benchaar et al. (2006) utilizou um produto contendo uma mistura de óleos essenciais na dieta de vacas em lactação, sendo adicionados 2 g por dia, e não houve efeito no consumo da matéria seca e nutrientes. Recentemente, Tager e Krause (2011) usaram uma dose mais alta de óleos essenciais na dieta de vacas (10 g por dia) e foi constatado que não houve alteração no consumo de matéria seca. Porém, de acordo com Tassou e Shaver (2009) relataram que houve uma diminuição de 7% do consumo da matéria seca durante os primeiros 15 dias de lactação quando foi utilizado uma suplementação de óleos essenciais. Os mesmos apontam que uma possível explicação desse resultado é que os óleos essenciais podem ter influenciado na palatabilidade da ração. De acordo com Ferreira Jesus et al (2016), a utilização dos óleos funcionais (Essential, Oligo Basics) não influenciou no consumo de matéria seca.

A redução do consumo de matéria seca na dieta de vacas, causada pela adição de ácido ricinoleico, pode estar relacionada da capacidade antimicrobiana e possível seleção de bactérias

que produzem propionato no rúmen. O propionato pode ser produzido e absorvido em taxas muito altas e rapidamente consumido pelo fígado onde é o principal combustível para a produção de glicose. Entretanto, 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). Os resultados descritos na literatura sobre a influência dos óleos essenciais no consumo de matéria seca são inconclusivos e inseguros devido ao fato de que os produtos comerciais são compostos por vários extratos vegetais, além disso os dados apresentados pelo ácido ricinoleico são mais satisfatórios e concretos, pois o produto final é composto, apenas, de ácidos graxos do óleo de rícino e sua redução no efeito do consumo da matéria seca já foi relatado por (GRANDA et al. 2012).

De acordo com Coutinho et al. (2014), em relação a digestibilidade, não houve efeito da matéria seca com a adição de do líquido da casca da castanha do caju na dieta de vacas em lactação. Shinkai et al. (2012) conduziram dois experimentos e verificou que houve diferentes resultados com a adição do líquido da casca da castanha do caju. No primeiro experimento não houve efeito na digestibilidade da matéria seca, porém, no segundo experimento, a digestibilidade diminuiu ($p < 0,05$) em 4,4% quando foi adicionado o líquido da casca da castanha do caju. A mesma variação que foi observada na digestibilidade da matéria seca, aconteceu com a proteína bruta e a fibra em detergente neutro (SHINKAI, 2012).

Segundo Ferreira Jesus et al. (2016) não houve diferença na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro em animais que tiveram o Essencial adicionado em na dieta, porém esses dados convergem com os deste trabalho no que diz respeito a proteína bruta e na fibra em detergente neutro, pois neste trabalho é demonstrado que a digestibilidade dos animais tiveram o ácido ricinoleico e o líquido da casca da castanha do caju adicionados em suas dietas foram superior as dos outros tratamentos.

6. CONCLUSÃO

A inclusão de óleos funcionais quando combinados (ácido ricinoleico e o líquido da casca da castanha do caju) mostrou-se mais eficiente do que os outros tratamentos em que os óleos funcionais foram adicionados separadamente.

7. REFERÊNCIAS

AFONSO, E.; POTT, A. **Plantas no Pantanal tóxicas para bovinos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 32-33, 2001.

Allen, M.S., 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 83, 1598–1624.

AMORATI, R.; PEDULLI, G. F.; VALGIMIGLI, L.; ATTANASI, O. A.; FILIPPONE, P.; FIORUCCI, C. SALADINO, R. Absolute rate constants for the reaction of peroxy radicals with cardanol derivatives. **Journal of Chemistry Society**. Perkin Trans. V. 2, p. 2142-2146, 2001.

ASGARY, S.; SHAMS ARDEKANI, M.; S.; NADERI, G.; H. et al. The antioxidant activity of the essential oils of Iranian conifers on red blood cell. **Proceedings of XIIIth International Symposium on Atherosclerosis**. Kyoto, Japan, 2003.

BRASIL. Decreto nº 76.986, de 6 de janeiro de 1976, que regulamenta a Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização obrigatória dos produtos destinados à alimentação animal.

BELTRÃO, N. E. M.; MELO, F.B.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. **Mamona: Árvore do Conhecimento e Sistemas de Produção para o Semi-árido Brasileiro**. Campina Grande, PB: MAPA, p. 19, 2003

BENCHAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R.; WHYTE, T. D.; CHOUINARD, P. Y. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 4352–4364, 2006.

BENCHAAR, C.; PETIT, H. V.; BERTHIAUME, R.; OUELLET, D. R.; CHIQUETTE, J.; CHOUINARD, P. Y. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 886-897, 2007.

BENCHAAR, C.; MCALLISTER, T. A.; CHOUINARD, P. Y. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde, quebracho condensed tannin, or *Yucca schidigera* saponin extract. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 4765–4777, 2008a.

BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A.V.; FRASER, G. R.; COLOMBATTO, D.; MCALLISTER, T. A.; BEAUCHEMIN, K. A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, p. 209-228, 2008b.

BENCHAAR, C.; CHOUINARD, P. Y. Short communication: Assessment of the potential of cinnamaldehyde, condensed tannins, and saponins to modify milk fatty acid composition of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 3392–3396, 2009.

- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, p. 223-253, 2004.
- CÁCERES, A. **Plantas de uso medicinal em Guatemala**. Guatemala: Editorial Universitária, p. 402, 1999.
- CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; LOSA, R. Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 29-41, 2005 e 2006.
- CHAVES, A.V.; STANFORD, K.; DUNGAN, M.E.R.; GIBSON, L.L.; McALLISTER, T.A.; VAN HERK, F.; BENCHAAAR, C. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 117, n. 2/3, p. 215-224, 2008.
- CONEGLIAN, S. M. **Uso de Óleos Essenciais de Mamona e Caju em dietas de Bovinos**. 2009. 100f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2009.
- COUTINHO, D. A.; BRANCO, A. F.; SANTOS, G. T.; OSMARI, M. P.; TEODORO, A. L.; DIAZ, T. G. Intake, digestibility of nutrients, milk production and composition in dairy cows fed on diets containing cashew nut shell liquid. **Acta Scientiarum**, v. 36, p. 311-316, 2014.
- DEVANT, M.; ARIS, A.; BACH, A.; TORRENT, J. Effect of a blend of castor oil and cashew nut shell liquid on performance, eating pattern, rumen health and carcass quality in Holstein bulls fed high-concentrate rations. **Journal of Animal Science**, v. 90, Supplement 3, p. 243, 2012.
- DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 88, n. 2, p. 308-316, 2000.
- EVANS, J.D.; MARTIN, S.A. Effects of thymol on ruminal microorganisms. **Current Microbiology**, v. 41, p. 336-340, 2000.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED STATES. **Food Outlook Biannual Report on global Food Markets**. P. 48-53, 2017.
- FERREIRA, C.M.; ROSA, O. P. S.; TORRES, S. A.; FERREIRA, F. B. A.; BERNARDINELLI, N. Activity of endodontic antibacterial agents against selected anaerobic bacteria. **Brazilian Dental Journal**, v.13, p.118-122, 2002.

- FERREIRA DE JESUS, E.; **Óleo funcional na dieta de vacas leiteiras**. P. 98; Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.
- FERREIRA DE JESUS, E.; DEL VALLE, T. A.; CALOMENI, G. D.; SILVA, T. H.; TAKIYA, C. S.; VENDRAMINI, T. H. A.; PAIVA, P. G.; SILVA, G. G.; NETTO, A. S.; RENNÓ, F. P. Influence of a blend of functional oils or monensin on nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation and milk production of dairy cows. **Journal Animal Feed Science and Technology**, p. 59-67, 2016.
- FREIRE, R.M.M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D. M. de P.; LIMA, E. L. **O agronegócio da mamona no Brasil**, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 295-335.
- GANDRA, J.R.; NUNES GIL, P.C.; CÔNSOLO, N.R.B.; GANDRA, E.R.S. AND GOBESSO, A.A.O. 2012. Addition of increasing doses of ricinoleic acid from castor oil (*Ricinus communis* L.) in diets of Nelore steers in feedlots. **J Anim Feed Sci**, 21: 566-576.
- GANDRA, J. R.; NUNES GIL, P. C.; GANDRA, E. R. S.; DEL VALE, T. A.; BARLETTA, R. V.; ZANFERARI, F.; FERREIRA DE JESUS, E.; TAKIYA, C. S.; MINGOTI, R. D.; ALMEIDA, G. F.; PAIVA, P. G.; GOBESSO, A. A. O. Productive performance of simmental dairy cows supplemented with ricinoleic acid from castor oil. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, p. 575-585, 2014.
- GRIFFIN, S.G.; WYLLIE, S.G.; MARKHAM, J.L.; LEACH, D.N. The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 14, p. 322-332, 1999.
- HAMAD, F. B.; MUBOFU, E. B. Potential biological applications of bio-based anacardic acids and their derivatives. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, p. 8569-8590, 2015.
- HELANDER, I.M. et al. Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p. 3590-3595, 1998.
- HÖFERL et al. Correlation of Antimicrobial Activities of Various Essential Oils and their main aromatic volatile constituents. **Journal of Essential Oil Research**, v. 21, p. 459 – 463, 2009.
- ITOKAWA, H. N., TOTSUKA, K.; NAKAHARA, M.; MAEZURU, K.; TAKEYA, M.; KONDO. A quantitative structure-activity relationship for antitumor activity of long-chain phenols from *Ginkgo biloba*. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v.37, p. 1619-1621, 1989.

- JEDLICKA, M. E.; PUREVJAV, T.; CONOVER, A. J. **Effects of Functional Oils and Monensin Alone or in Combination on Feedlot Cattle Growth and Carcass Composition**. 2009. 39p. Dissertação de mestrado (Animal Science) – Iowa State University, 2009.
- KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts (special number). *Feed Mix - The International Journal on Feed, Nutrition and Technology*, v.9, n.6, p.19-24, 2000.
- KAMRA, D. N. Rumen microbial ecosystem. *Current Science*, v. 89, p. 124 – 134, 2005.
- KHAN, M. M. H.; CHAUDHRY, A. S. Chemical composition of selected forages and spices and the effect of these spices on in vitro rumen degradability of some forages. *J. Anim Sci.Asian-australas*. 23:889–895, 2010.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2011. 212p.
- KUBO, I.; NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial action of anacardic acids against methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Journal of Agricultural Food Chemistry*, v. 51, p. 7624-7628, 2003.
- LANGHOUT, P. New additives for broiler chickens in vivo. *World Poultry*, v. 16, n. 1, p. 22-27, 2000.
- LAMBERT, R.J.W. et al. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, v.91, p.453-462, 2001
- and Technology**, v. 18, p. 24-27, 2000.
- LIMA, C.A.A.; PASTORE, G.M.; LIMA, E.D.P.A. Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdicos do óleo da casca da castanha de caju (CNSL) dos clones de cajueiro-anão precoce CCP-76 e CCP-09 em cinco estágios de maturação sobre microrganismos da cavidade bucal. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 20, p. 358-362, 2000.
- LORENZI, H. E.; MATOS, F.J. DE A. Plantas medicinais no Brasil/ Nativas e exóticas. Nova Odessa: **Instituto Plantarum**. p. 512, 2002.
- LUCCI, C. S. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. 1ª Ed. São Paulo: Manole, 1997. 169p.
- LUVISON, E. F.; **Óleos funcionais como aditivos na nutrição de ruminantes**. 59 f.; Tese (Graduação) - Universidade Federal do Paraná, 2014.
- MACHADO GER, J.D.S.; LOPES, L.D., OLIVEIRA SILVA, R.M.D. **A perspectiva do biodiesel a partir do cultivo da mamona no Brasil**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Fortaleza-CE ABEPRO, 2006.
- MARSIGLIO, B. N. **Óleos funcionais em dieta de alto grão para ovinos e efeitos sobre a digestibilidade dos nutrientes, características da carcaça e do músculo Longissimus dorsi**.

2012. 90 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.
- MARTINS, M. F.; SARAN NETTO, A.; LEME, P. R.; PINHEIRO, M. G.; TORRENT, J.; WELTER, K. C.; ARRUDA, I. Effects of functional oils and monensin supplementation on ruminal fermentation and milk production and composition in Holstein cows under heat stress. **Journal of Animal Science**, v. 98, Suppl.2, (Abstr.), 2015.
- MAZZETTO, S. E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v. 32, p. 732-741, 2009.
- MCINTOSH, F. M.; WILLIAMS, P.; LOSA, R.; WALLACE, R. J.; BEEVER, D. A.; NEWBOLD, C. J. Effects of Essential Oils on Ruminal Microorganisms and Their Protein Metabolism. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, p. 5011-5014, 2003.
- MOURÃO, R. C.; PANCOTI, C.G.; FERREIRA, A. L.; VIVENZA, P. A. D.; VALENTINI, P. V.; BORGES, A. L. C. C.; SILVA, R. R.; Aditivos alimentares para vacas leiteiras. **Revista Eletrônica Nutritime**. Art. 179; Vol. 9; N. 5; p. 2011- 2040, 2012.
- MUROI, H.; NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K.; KUBO, I. Synergistic effects of anacardic acids and methicillin against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. **Biorganic and Medical Chemistry**, v. 12, p. 583-587, 2004
- NAGABHUSHSA, K. S.; ASH, V.N.; OBHA; RAVINDRANATH, V. Selective ionophoric properties of anacardic acid. **Journal of Natural Products**, Washington, v. 58, n. 5, p. 807-810, 1995
- NEWBOLD, C. J.; MCINTOSH, F. M.; WILLIAMS, P.; LOSA, R.; WALLACE, R. J. Effects of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 114, p. 105-112, 2004.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Seventh Revised Edition. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- PATRA, A. K.; SAXENA, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in ruminants. **Phytochemistry**, London, v. 71, p. 1198-1222, 2010.
- PUREVJAV, T. **Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs**. 106p. Dissertação em Fisiologia - Iowa State University, Ames, Iowa, 2011
- PUREVJAV, T.; HOFFMAN, M. P.; PAS, A. I.; CONOVER, A. J.; JEDLICKA, M. E.; PRUSA, K.; TORRENT, J.; PUSILLO, G. M. Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs. **The Professional Animal Scientist**, v. 29, p. 426-434, 2013.

- RALPHS, M.H.; GARDNER, D.R.; PFISTER, J.A. Toxophenology and grazing risk models of tall larkspur. **In Poisonous Plants and Related Toxins**, Wallingford, Oxon.: CAB International, pp. 575–581, 2004.
- RASOOLI, I.; ABYANEH, M. R. Inhibitory effects of thyme oils on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*. **Food Control**, n. 15, p. 479-483, 2004.
- RUSSELL, J. B. A proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. **J. Anim. Sci.** v.64, p.1519-1525. 1987.
- SAITO, M.L.; SCRAMIN, S. Plantas aromáticas e seu uso na agricultura. **Embrapa meio ambiente**. Documentos, Jaguariúna: Embrapa. 48 p, 2000.
- SEVERINO, L. S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N. E. M. **Mamona: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006.
- SHINKAI, T.; ENISHI, O.; MITSUMORI, M.; HIGUCHI, K.; KOBAYASHI, Y.; TAKENAKA, A.; NAGASHIMA, K.; MOCHIZUKI, M.; KOBAYASHI, Y. Mitigation of methane production from cattle by feeding cashew nut shell liquid. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 5308-5316, 2012.
- SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC. Cap.18 , 2000.
- SMITH-PALMER, A. J.; STEWART, J.; FYFE, L. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. **Letters of Applied Microbiology**, v. 26, p. 118-122, 1998.
- TAGER, L. R.; KRAUSE, K. M. Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 5, p. 2455-2464, 2011.
- TASSOUL, M. D.; SHAVER, R. D. Effect of a mixture of supplemental dietary plant essential oils on performance of periparturient and early lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 4, p. 1734-1740, 2009.
- TEDESCHI, L. O.; CALLAWAY, T. R.; MUIR, J. P.; ANDERSON, R. C. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 291-309, 2011.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBERREINER, J.; CANELLA, C. F. C. Intoxicação experimental em bovinos pelas folhas de *Ricinus communis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 10, p. 1-7, 1975.

- TREVISAN, M.T.S.; PFUNDSTEIN, B.; HAUBNER, R.; WÜRTELE, G.; SPIEGELHALDER, B.; BARTSCH, H.; OWEN, R.W. Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 44, n. 2, p. 188-197, 2006.
- VALERO, M. V.; PRADO, R. M. do; ZAWADZKI, F.; EIRAS, C. E.; MADRONA, G. S.; PRADO, I. M. do. Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 36, p. 419-426, 2014.
- VALINOTE, C. A.; **Monensina e levedura em dietas com óleos fornecidas a touros nelores em terminação**, 2007. Dissertação (doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP, Pirassununga, 2007.
- VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I.; HENDERICKX, H. K. Effect of fatty acid derivatives on rumen methane and propionate in vitro. **Applied Microbiology**, v. 21, p. 365–366, 1971.
- VANDEHAAR, M. J.; ST-PIERRE, N. Major Advances in Nutrition: Relevance to the Sustainability of the Dairy Industry. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1280–129, 2006.
- VIEIRA, C.; et al. Pro- and anti-inflammatory actions of ricinoleic acid: similarities and differences with capsaicin. **Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology**, v. 364, p.87–95, 2001.
- WATANABE, Y.; SUZUKI, R.; KOIKE, S.; NAGASHIMA, K.; MOCHIZUKI, M.; FORESTER, R. J.; KOBAYASHI, Y. In vitro evaluation of cashew nut shell liquid as a methaneenhancing agent for ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 5258-5267, 2010.
- WILLIAMS, L.R.; STOCKLEY, W. Essential oils with high antimicrobial activity for therapeutic use. **The International Journal of Aromatherapy**, Amsterdam, v. 8, n. 4, Oct. /Dec. 1998.
- ZAWADZKI, F. **Glicerina, antioxidantes e carotenóides sobre a qualidade e traçabilidade da carne de bovinos e ovinos**. Tese. 202 f. (Doutor em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.