



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DEGRADABILIDADE E DIGESTIBILIDADE DE DIFERENTES
DIETAS PARA CORDEIROS CONFINADOS UTILIZANDO
NÍVEIS CRESCENTES DE ÓLEO DE COPAÍBA (*COPAIFERA SP.*)**

FELIPE DE SOUZA SANTOS ABREU

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção animal

Dourados
Mato Grosso do Sul – Brasil
Junho – 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**DEGRADABILIDADE E DIGESTIBILIDADE DE
DIFERENTES DIETAS PARA CORDEIROS CONFINADOS
UTILIZANDO NÍVEIS CRESCENTES DE ÓLEO DE COPAÍBA
(*COPAIFERA SP.*)**

FELIPE DE SOUZA SANTOS ABREU

Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira

Dissertação apresentada à
Faculdade de Ciências Agrárias
da Universidade Federal da
Grande Dourados, como
requisito a obtenção do título de
Mestre em Zootecnia.
Área de Concentração:
Produção animal

Dourados
Mato Grosso do Sul – Brasil
Junho – 2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A162d	<p>Abreu, Felipe de Souza Santos. Degradabilidade e digestibilidade de diferentes dietas para cordeiros confinados utilizando níveis crescentes de óleo de copaíba (<i>copaifera</i> sp.)/ Felipe de Souza Santos Abreu. – Dourados, MS : UFGD, 2014. 49f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Euclides Reter de Oliveira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Animais. 2. Bioproduto. 3. Líquido Ruminal. 4. Matéria Seca 5. Ovinos. I. Título.</p> <p>CDD –636.31</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**DEGRADABILIDADE E DIGESTIBILIDADE DE DIFERENTES DIETAS PARA
CORDEIROS CONFINADOS UTILIZANDO NÍVEIS CRESCENTES DE ÓLEO DE
COPAÍBA (COPAIFERA SP.)**

POR

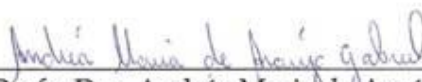
FELIPE DE SOUZA SANTOS ABREU

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

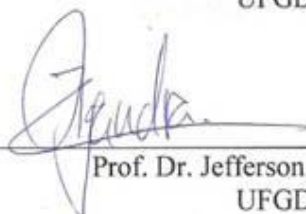
Aprovada em: 27/06/2014



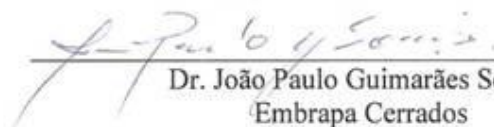
Prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira
Orientador –UFGD/FCA



Profa. Dra. Andréa Maria de Araújo Gabriel
UFGD/FCA



Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra
UFGD/FCA



Dr. João Paulo Guimarães Soares
Embrapa Cerrados

BIOGRAFIA DO AUTOR

Felipe de Souza Santos Abreu, filho de Odirlei Ribeiro de Abreu e Telma de Souza Santos Abreu, nasceu em Dourados-MS, em 24 de março de 1987.

Em fevereiro de 2006 ingressou na Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – Faculdade Anhanguera de Dourados (UNIDERP/FAD), no curso de Medicina Veterinária, colando grau em setembro de 2010.

Em março de 2012, iniciou no mestrado na área de Produção Animal, do programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados – UGFD, Dourados, MS.

“O êxito na vida não se mede pelo que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho.”

(Abrahan Lincoln)

À Deus, pelo sustento durante toda essa caminhada;

Aos meus pais Odirlei Ribeiro de Abreu e Telma de Souza Santos Abreu, pelos

conselhos, orientações e apoio incondicional;

Aos meus irmãos Saulo de Souza Santos Abreu e Thalita de Souza Santos Abreu, pela

força e incentivo nesse momento;

À todos os meus familiares, pela motivação e confiança;

À minha namorada Lais Fernanda Alves dos Santos, pelo carinho e compreensão,

nessa etapa da minha vida;

À todos os meus amigos...

Dedico...

AGRADECIMENTOS

À Deus por sempre ser meu guia, renovar as minhas forças a cada dia e me dar sabedoria para que eu pudesse conquistar mais essa vitória na minha vida.

À meu pai e minha mãe, pelo amor e dedicação e por sempre acreditar em mim;

Aos meus irmãos, pela motivação e apoio em todos os momentos.

À todos os meus familiares, pela confiança em mim.

Ao meu orientador prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira pela atenção e paciência, e por confiar em mim.

Ao prof. Jefferson Rodrigues Gandra, a prof.^a Andréa Maria de Araújo Gabriel e ao prof. Dr. Rafael Henrique Tonissi e Buschinelli de Goes e a todos os professores que fizeram parte dessa caminhada, pelo ensino e auxílio sempre que foi preciso.

Ao prof. Dr. Nelson Luís de Campos Domingues e sua orientada Lígia Boarin Alcalde, pelo auxílio no desenvolvimento do projeto.

À todos os meus colegas de turma, pelo companheirismo e por me ajudar a manter o foco.

Aos colegas Flávio Pinto Monção e Laís Valenzuela Moura pela amizade e apoio durante essa etapa.

Aos graduandos Ana Lúcia Carneiro da Silva, Camila Ferreira de Souza, Carolina Queiroz Carollo, Euclides Amâncio dos Santos Júnior, Felipe de Almeida do Nascimento, Géssica Cristina Garcia Rodrigues, Karine Isabela Tenório, Leandro do Valle Mendes da Silva, Letiane Salinas Gimenes, Loan

Henrique Pereira da Silva, Luiz Henrique Marran de Souza, Marcell Fernandes Pereira, Mariana Viegas dos Santos, Mayara Rodrigues Amaro, Milene Aguirre Aranda, Rayanne de Souza, Saulo Romeiro Zocca e Thaís Lemos Pereira e a todos que colaboraram, pelo empenho, dedicação, responsabilidade e compromisso durante a execução do experimento.

À técnica da UFGD (Universidade Federal da Grande Dourados), Maria Gizelma de Menezes Gressler, na execução da pesquisa.

Aos funcionários, Clodoaldo dos Santos Neves, Jesus Felizardo de Souza, Valdemar de Oliveira Souza, Valmir Rosa de Siqueira, pelos serviços prestados durante o período do experimento.

À empresa Suplementar Nutrição Animal Ltda., pela doação da monensina sódica utilizada nesse estudo.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão da bolsa de estudos para execução do projeto.

Ao PPGZ/UFGD (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados) pela realização do curso de mestrado.

À todos que participaram direta ou indiretamente dessa conquista,

Agradeço!!!

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I.....	3
1. Introdução.....	4
2. OBJETIVO GERAL	6
2.1. Objetivos específicos	6
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
3.1. Ovinocultura de corte	7
3.2. Óleo de copaíba (<i>Copaifera</i> sp.).....	8
3.3. Utilização de monensina sódica na alimentação de ruminantes.....	10
3.4. Degradabilidade ruminal.....	12
3.5. Digestibilidade dos nutrientes na dieta de animais ruminantes.....	13
4. Literatura Citada.....	15
CAPÍTULO II	20
DEGRADAÇÃO RUMINAL E DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA DE DIETAS PARA CORDEIROS CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE ÓLEO DE COPAÍBA.....	21
Resumo.....	21
Abstract	22
INTRODUÇÃO	23
MATERIAIS E MÉTODOS	24
RESULTADOS.....	30
DISCUSSÃO	38
CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química (Sesquiterpenos, diterpenos e ácidos graxos) do óleo de copaíba utilizado no experimento 1 e 2.....	25
Tabela 2 - Composição centesimal do concentrado e das dietas expressos na matéria seca (%MS).	25
Tabela 3 - Composição química-bromatológica dos ingredientes do concentrado e do feno das dietas experimentais (Experimento 1 e 2).	26
Tabela 4 - Valores em percentagem da fração prontamente solúvel “fração a”, fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, (%/h-1) da taxa de degradação da fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE 5%/h ⁻¹) da matéria seca de dietas contendo monensina e níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1.	31
Tabela 5 - Valores em percentagem da fração prontamente solúvel “fração a”, fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, (%/h-1) da taxa de degradação da fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE 5%/h ⁻¹) da matéria seca de dietas contendo monensina e níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 2.	34
Tabela 6 - Valores médios de consumo de matéria seca/animal/dia (CMS/kg/dia), produção fecal de matéria seca (PFMS/kg/dia), coeficiente de digestibilidade total da matéria seca (DTMS) (%) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) (%) de dietas contendo monensina e níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1..	35
Tabela 7 - Valores médios de consumo de matéria seca/animal/dia (CMS/kg/dia), produção fecal de matéria seca (PFMS/kg/dia), coeficiente de digestibilidade total da matéria seca (DTMS) (%) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) (%) de dietas contendo monensina e níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 2..	37

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Desdobramento da fração prontamente solúvel (a) da matéria seca (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1. 31
- Figura 2 - Desdobramento da fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, da matéria seca (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1. 32
- Figura 3 - Desdobramento da degradabilidade potencial (DP) da matéria seca (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1. 33
- Figura 4 - Desdobramento da degradabilidade efetiva (DE 5%/h-1) da matéria seca (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1. 33
- Figura 5 - Desdobramento da fração prontamente solúvel (a) da matéria seca (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 2. 35
- Figura 6 - Desdobramento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1. 36
- Figura 7 - Desdobramento da digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN) (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1. 37

RESUMO

ABREU, Felipe de Souza Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Fevereiro de 2014. Degradabilidade e digestibilidade de diferentes dietas para cordeiros confinados utilizando níveis crescentes de óleo de copaíba (*copaifera* sp.). Orientador: Prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira.

Objetivou-se avaliar a degradabilidade *in situ* da matéria seca e estimar a digestibilidade total e *in vitro* da matéria seca e a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro de dietas contendo monensina sódica e óleo de copaíba sob duas formas de processamento (farelada e peletizada), em dietas para cordeiros em confinamento. Para a degradabilidade e digestibilidade *in vivo*, foram utilizados 10 ovinos, e para a digestibilidade *in vitro*, foram utilizados o líquido ruminal de 3 ovinos da raça Santa Inês, machos castrados, canulados no rúmen, com idade média de 8 meses e peso médio inicial de 30 kg. A relação volumoso:concentrado utilizada foi de 53:47. Os tratamentos distribuíram-se da seguinte forma: Controle; 25 mg/kgMS⁻¹ de inclusão de monensina; 0,5g/kgMS⁻¹, 1,0g/kgMS⁻¹ e 1,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba. Os delineamentos experimentais utilizados foram dois quadrados latinos, 5x5 e inteiramente ao acaso. O óleo de copaíba pode ser utilizado até a inclusão de 1,5g na dieta, não alterando o processo de degradação pela microbiota ruminal. Pode-se utilizar o óleo de copaíba para a digestibilidade total da matéria seca e para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da fibra em detergente neutro até a inclusão de 1,5g na dieta, sob as duas formas de processamento da ração (farelada e peletizada), não causando mudanças no crescimento e ação bacteriana da flora ruminal.

Palavras-chave: animais, degradabilidade *in situ*, digestibilidade, matéria seca, ovinos.

ABSTRACT

ABREU, Felipe de Souza Santos, Federal University of Grand Dourados, Dourados-MS, February of 2014. Degradability and digestibility of different diets for feedlot lambs using increasing levels of copaiba oil (*copaifera* sp.). Advisor: Prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira.

This study aimed to evaluate the *in situ* degradability of dry matter and estimate the total digestibility and *in vitro* dry matter digestibility and *in vitro* neutral detergent fiber diets containing monensin and copaiba oil in two forms processing (mash and pellet) in diets for feedlot lambs. For degradability and *in vivo* digestibility, were used 10 sheep, and *in vitro* digestibility, ruminal fluid of 3 sheep, Santa Inês, barrows, cannulated in the rumen, with an average age of 8 months and average weight were used 30 kg. The forage: concentrate ratio of 53:47 was used. The treatments were distributed as follows: Control; 25 mg/kgDM⁻¹ of monensin; 0.5g/kgDM⁻¹, 1.0g/kgDM⁻¹ and 1.5g/kgDM⁻¹ inclusion of copaiba. The experimental designs used were two Latin squares, 5x5 and completely randomized. Copaiba oil can be used up to the addition of 1.5 g in the diet, not changing the process of degradation by ruminal microbiota. Copaiba oil for total dry matter digestibility and *in vitro* digestibility of dry matter and neutral detergent fiber to the inclusion in the diet of 1.5 g under the two forms of processing of feed (mash and pelleted), causing no change in the growth and action of rumen bacterial flora.

Keywords: animal, *in situ* degradability, digestibility, dry matter, sheep.

CAPÍTULO I

1. Introdução

A necessidade da melhoria da produção animal exigida cada vez mais pelo mercado consumidor impulsiona os produtores à busca de novos aditivos alternativos que possam promover um desempenho adequado com qualidade de carne, sem que haja prejuízos à sanidade animal.

A busca por aditivos na nutrição de ruminantes que aceleram ou melhoram a eficiência de utilização dos nutrientes da dieta, tem sido intensificada. Entretanto, para evitar os riscos para o meio ambiente e também para os consumidores de carne, vários dos aditivos promotores de crescimento utilizados estão sendo monitorados em outros países (Gattass et al., 2008).

A monensina sódica, antibiótico ionóforo, têm sido utilizado com o objetivo de melhorar o desenvolvimento animal e a eficiência energética. Porém, a União Européia a partir do ano de 2006 proibiu o uso desse antibiótico, como promotor de crescimento e aditivo na alimentação dos animais (Fereli et al., 2010). Razão esta, devido às características de intoxicação, mesmo ingerido em pequenas quantidades, o que em vários casos levou o animal ao óbito, acrescido do fato de ser detectado resíduo na carcaça o que pode interferir na qualidade de vida das pessoas. Assim, novos aditivos naturais, com potencial de efeitos similares, são necessários para que a atividade mantenha seu desenvolvimento e continue atendendo as demandas do setor.

O óleo de copaíba é um bioproduto do cerrado, o qual tem sido estudado, como manipulador ruminal. Esse é um produto natural retirado da Copaíba (*Copaifera* sp.), uma árvore que está distribuída amplamente na região amazônica e centro-oeste do Brasil (Biavatti et al., 2006). Dessa forma, constitui-se o sustento para a população nativa, por ser um dos produtos, comercialmente, mais importantes da região. Conforme, Veiga Junior & Pinto (2002), atualmente, é exportado para vários países como: Estados Unidos, França, Alemanha e Inglaterra.

As propriedades farmacológicas e não farmacológicas do óleo de copaíba são conhecidas desde os primeiros anos de descobrimento do Brasil (Veiga Junior & Pinto, 2002). Entretanto seu comportamento sobre o metabolismo animal, principalmente a nível ruminal, assim como o custo/benefício ainda não são bem estabelecidos.

Na dieta de ovinos, é extremamente limitado o conhecimento quanto aos efeitos e quantidade aceitável da inclusão do óleo de copaíba. A importância da obtenção de

informações sobre o comportamento deste bioproduto no organismo animal é uma nova alternativa para que oleaginosas possam ser possivelmente incluídas como aditivos, acarretando benefícios à produção animal.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos metabólicos de níveis crescentes de inclusão de óleo de copaíba (*copaifera* sp.) sobre a degradabilidade e digestibilidade, na dieta de cordeiros em confinamento.

2.1. Objetivos específicos

- Avaliar a degradabilidade *in situ* da matéria seca de dietas para cordeiros em confinamento, suplementados com monensina sódica e níveis crescentes de óleo de copaíba;
- Estimar a digestibilidade total e *in vitro* da matéria seca e digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro, de dietas para cordeiros confinados, contendo monensina sódica e níveis crescentes de óleo de copaíba;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Ovinocultura de corte

O rebanho de ovinos no Brasil é constituído de aproximadamente de 16.789.492 milhões de cabeças. Destaca-se a região Centro – Oeste, sendo a 3ª no ranking de regiões brasileiras na produção ovina no Brasil, entre as regiões: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro – Oeste, tendo o Mato Grosso do Sul produção de 498.064 cabeças, sendo 3 estados, Mato Grosso, Mato Grosso do sul e Goiás, respectivamente, tendo o apoio de associações e órgão do governo, responsáveis pelo crescimento da produção (IBGE, 2012).

Atualmente a ovinocultura é responsável por grande parte da produção animal, desempenhando um papel produtivo nas mais diferentes regiões do Brasil, dentro da produção pecuária, além de existir um mercado para o consumo da carne ovina com grande potencial (Geron et al., 2012a).

Entretanto, problemas de abastecimento em relação à quantidade e qualidade do produto ofertado são observados (Geron et al., 2012b). Ainda por esses mesmos autores existe uma diferença entre a produção e a procura da carne de ovinos no mercado brasileiro, infelizmente, aliado ao afirmado por Viana et al. (2013), que a organização do setor é limitada por alguns fatores principais como: a sazonalidade de produção, menor uniformidade de carcaças, abate clandestino e informal e ausência de programas para informar sobre a qualidade da carne ovina.

O processo produtivo em suas diferentes fases tem como um dos obstáculos para o desenvolvimento da produção ovina no Brasil, a deficiência nutricional (Yamamoto et al., 2007). Dessa forma, conforme esses autores, todos os esforços de pesquisas na área de alimentação animal para elevação dos índices de produção e produtividade dos rebanhos, são válidos.

Para a viabilidade econômica o conhecimento do sistema de produção na transformação dos nutrientes da dieta em tecidos corporais pelo consumo diário de matéria seca e a eficiência dos animais é fundamental (Cabral et al., 2008).

Muitos criadores têm tido interesse no confinamento de ovinos, visando melhorar o sistema de produção, para reduzir as perdas de animais jovens por deficiências de nutrientes e infecções por parasitas e conseguir um retorno financeiro

mais rápido, através da redução da idade ao abate, da pressão pelo pastejo e da produção de carcaças com qualidade superior à de carcaças provenientes do sistema extensivo e para atender assim, o mercado interno, através da regularidade na oferta de carne e peles durante todo o ano (Medeiros et al., 2009).

As verminoses é o principal problema para o desenvolvimento da ovinocultura, afetando os animais em qualquer idade e sexo. Afirmado por esses autores, essas parasitoses, prejudicando o desempenho, causam perda de peso, diminuição da fertilidade e pode levar os animais ao óbito (Vieira et al., 2008).

3.2. Óleo de copaíba (*Copaifera* sp.)

A origem do nome pode ser devido ao tupim “cupa-yba” que significa árvore que tem uma bolsa, se referindo ao óleo que existe em seu interior (Veiga Junior & Pinto, 2002). O nome correto para o óleo da copaíba é o de óleo-resina, por ser um exsudato composto por ácidos resinosos e substâncias voláteis. Assim, esse óleo é muito usado popularmente devido suas propriedades medicinais, química e farmacêutica (Bruneton, 1987; Sampaio, 2000).

O óleo pode ser coletado de forma sustentável (Biavatti et al., 2006), uma vez que realiza-se a perfuração no tronco com um trado de 2 metros de diâmetro aproximadamente, fazendo-se dois furos. O primeiro deve ser realizado 1 metro acima do tronco e o segundo, acima do primeiro, em torno de 1 a 1,5 metros (Alencar, 1982; Veiga Junior & Pinto, 2002; Oliveira et al., 2006; Ramos, 2006; Rigamonte-Azevedo et al., 2006). Coloca-se um cano de PVC de $\frac{3}{4}$ de polegada aonde foi perfurado, por onde o óleo escorre, e se reserva o óleo. Depois do término da extração, o orifício é tampado para proteção contra fungos e cupins (Oliveira et al., 2006; Ramos, 2006; Rigamonte-Azevedo et al., 2006) utilizando-se argila (Ramos, 2006) ou tampa de plástico que possa vedar (Oliveira et al., 2006) sendo as duas formas de retirada facilitada para as próximas colheitas de óleo com maior facilidade de manipulação (Oliveira et al., 2006; Ramos, 2006).

Quando se faz a primeira extração, a quantidade de óleo-resina coletado é muito variável (Veiga Junior & Pinto, 2002; Rigamonte-Azevedo et al., 2004). A média de extração do óleo, por vez, de cada árvore, varia em torno de 0,3 a 3 litros, conforme a espécie e as condições em que está submetida, e algumas copaibeiras podem chegar a

fornecer até 30 litros em uma única retirada. Não existem, entretanto, estudos definitivos sobre o período de tempo que é necessário para que uma árvore de copaíba possa recompor o óleo extraído. Não se retira óleo de todas as árvores, porém, não existem trabalhos precisos da média de árvores que realmente produzem o óleo, o que pode mudar segundo as características do solo, clima, espécie da *Copaifera* e época seca ou chuvosa (Rigamonte-Azevedo et al., 2004).

É um líquido transparente de variada viscosidade com coloração variando, do amarelo ao marrom, caracteriza o óleo de copaíba (Biavatti et al., 2006), formam-se bolsas em todas as espécies, onde os canais que secretam o óleo estão localizados na região cortical dos caules, mas organizados de forma que se prolonguem até o lenho, onde existem em grande abundância (Corrêa, 1984), sendo usado na indústria em vernizes e lacas, na restauração de pinturas antigas e como fixador de odor em perfumes (Rose et al., 1961; Opdyke, 1973; Opdyke, 1976) e em alimentos, utilizado como aromatizante (Food Chemicals Codex, 1996).

Existem diversas indicações terapêuticas para o uso do óleo de copaíba, sendo elas: Para as vias urinárias: antiblenorrágico, antiinflamatório, antigonorréico, antiséptico, estimulante e no tratamento de cistite, incontinência urinaria e sífilis; Para as vias respiratórias: antiasmático, expectorante, bronquite, inflamação da garganta, hemoptise, pneumonia e sinusite; Para as infecções da derme e mucosa: dermatites, eczemas, psoríases e ferimentos; Para úlceras e feridas do útero e também como: afrodisíaco, antitetânico, antireumático, anti-herpético, anticancerígeno, antitumoral, leishmaniose, leucorréia, paralisia, dores de cabeça e picadas de cobra (Rigamonte-Azevedo et al. 2004; Agra et al. 2007; Agra et al., 2008).

Pode-se determinar que o potencial do óleo resina da copaíba demonstra uma ação antimicrobiana significativa para vários microrganismos patógenos ao ser humano (Packer & Luz, 2007; Vasconcelos et al., 2008).

Segundo Souza (2013), dentre as ações do óleo de copaíba, a atividade antimicrobiana é a mais pesquisada. Assim, Mendonça e Onofre (2009), avaliando a atividade antimicrobiana do óleo-resina produzido pela copaíba, sendo do tipo *Copaifera multijuga* Hayne (Leguminosae) de acordo com os resultados observados, constataram que esse óleo demonstrou um potencial de inibição do crescimento sobre as três bactérias patogênicas estudadas (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*,

Pseudomonas aeruginosa), sendo duas delas gram-negativas e uma gram-positiva. Essa atividade antimicrobiana variou conforme a diluição do óleo, sendo que nas concentrações de 100% a partir de 1,56% de concentração inibitória mínima (CIM) ocorreu inibição do crescimento dos patógenos estudados.

Os aditivos fitogênicos podem agir seletivamente sobre populações de microorganismos, mudando a produção e as proporções dos produtos provenientes da fermentação dos nutrientes da dieta (Lemos, 2013).

As propriedades antimicrobianas demonstram que o óleo de copaíba pode ser utilizado em várias áreas, permitindo o seu uso como aditivo em dietas para ruminantes (Souza, 2013).

3.3. Utilização de monensina sódica na alimentação de ruminantes

Os compostos produzidos por bactérias, pertencente ao grupo *Streptomyces cinnamomensis* são os ionóforos, como a monensina sódica, sendo definidos como antibióticos, são altamente lipofílicos e tóxicos a vários microorganismos (Haney Junior & Hoehn, 1967). Esses a partir da década de 1970 começaram a ser incluídos na dieta de ruminantes, inicialmente eram usados como coccidiostáticos para aves (Nicodemo, 2002).

A população de microorganismos ruminais, precisa ser mudada, para que aconteça a manipulação dos produtos finais da fermentação ruminal, alterando a concentração disponível dos ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato) (Morais et al., 2006). Nesse aspecto, os ionóforos são utilizados para selecionar as bactérias produtoras de propionato (gram-negativas), em detrimento das produtoras de acetato, butirato, lactato, formato e hidrogênio (gram-positivas), favorecendo a partir dieta, o padrão fermentativo e a produção de energia (Rangel et al., 2008). Esses antibióticos são moléculas com baixo peso molecular podendo interagir estequiometricamente com íons metálicos, atuando como transportadores, onde estes íons tem a possibilidade de serem levados por meio de uma membrana lipídica biomolecular (Ovchinnikov, 1979).

As bactérias gram-positivas, por ação dos antibióticos ionóforos são principalmente inibidas por estes, devido não possuir a membrana externa, de natureza

lipopolissacarídica, existente em bactérias gram-negativas, que está relacionada à resistência aos ionóforos (Russell & Strobel, 1988).

Russell & Strobel (1989), desenvolveram um modelo para explicar os efeitos, sobre o crescimento do *Streptococcus bovis*, uma bactéria ruminal gram-positiva, com a utilização da monensina sódica. Quando esta se liga à membrana celular, a primeira reação que acontece é a saída rápida de K^+ e uma entrada de H^+ na célula, ocasionada pela alteração do gradiente iônico externo. O H^+ acumulado no meio intracelular provoca redução do pH. A célula responde para esta diminuição no pH exportando H^+ para o meio extracelular e permitindo a entrada de Na^+ para o meio intracelular. A segunda reação caracteriza-se pelo transporte de Na^+ para o interior e de H^+ para o exterior da célula, entretanto esta reação possui menos eficiência que a primeira. Portanto, a bomba de Na^+/K^+ , utiliza grande parte da energia produzida pela célula, para tentar manter o pH e o balanço iônico celular. Ao passar do tempo, a célula torna-se incapaz para que a metabolização da glicose seja continuada, reduzindo a capacidade de crescimento e reprodução bacteriana, que acabam morrendo ou apresentam uma microbiota ruminal sem expressão.

A monensina acarreta a diminuição do consumo de alimento não afetando negativamente o desempenho dos animais, promove a alteração da relação acetato: propionato e ocasiona o aumento da eficiência ruminal, provocado pela diminuição da produção de ácido láctico em condições que podem levar à acidose, bem como o fluido ruminal tem redução da sua viscosidade em animais com timpanismo e devido à estabilização do ambiente ruminal, melhora o desempenho e o trato gastrointestinal é protegido dos agentes patogênicos (Araújo et al., 2006).

Os protozoários também são sensíveis à monensina, entretanto seu efeito é passageiro, os ciliados voltam ao seu crescimento em 3-4 semanas (Guan et al., 2006).

Spears (1990), afirma que em rações ricas em concentrados ou ricas em volumosos, têm aumentado a digestibilidade da fibra, com a utilização de monensina e a lasalocida, diferentemente do que foi constatado por McCann et al. (1990), onde a capacidade de aumentar a digestibilidade da fibra e da proteína, pela monensina, foi conforme a redução da proporção de volumoso.

Devido o risco de intoxicação e a possível resistência bacteriana, para o uso de ionóforos, como a monensina, os mercados consumidores demonstram que não estão

mais tolerantes aos produtos provenientes de animais alimentados com esse tipo de aditivo, por ser considerado um crescente fator de risco para a saúde humana (Morais et al., 2006).

3.4. Degradabilidade ruminal

O maior entendimento do balanço energético-protéico das dietas pelos nutricionistas, podendo descrever melhor o valor nutritivo dos alimentos, é proporcionado pelo conhecimento da cinética de degradabilidade ruminal da variabilidade de alimentos utilizados na alimentação animal, produzindo informações importantes sobre o processo de digestão (Jobim et al., 2011).

AFRC (1995), considera como um método padrão, a técnica de degradação *in situ*. Por isso, Huntington & Givens (1995), citaram que para a obtenção de informações quantitativas da taxa e extensão da degradação ruminal de nutrientes utilizadas no estabelecimento de modelos para prever o consumo e a fermentação ruminal têm sido usadas técnicas de determinação da degradabilidade *in situ* dos alimentos, concordando com Van Soest (1994), em que todos os eventos digestivos, mesmo que o alimento não esteja submetido, como mastigação, ruminação e passagem, não existe melhor maneira de simular o ambiente ruminal para uma determinada forma de alimentação, do que a técnica *in situ*, pelo contato do alimento teste com esse ambiente.

Para determinação das taxas de degradação da matéria seca e das frações diferentes que compõem os carboidratos e as proteínas, é preciso que haja a adequação entre a degradação ruminal de carboidratos e proteínas (Balsalobre et al., 2003).

A degradação da proteína acontecendo mais rapidamente em relação à energia, existe uma dissipação do processo de fermentação, elevando assim, a concentração de amônia no rúmen, sendo esta absorvida pela parede ruminal e transformada em ureia no fígado. Essa ureia pode ser reciclada pela saliva ou parede ruminal, entretanto, a maior parte é excretada via urina. Assim, a degradação da energia acontecendo mais rapidamente em relação à proteína, causa a diminuição do crescimento microbiano e da eficiência da digestão. Isto caracteriza-se pelo processo incompleto de fermentação aonde os microrganismos, deficientes em N, desviam ATP para acumular carboidrato e não para a síntese protéica microbiana (Norlan, 1975; Nocek & Russel, 1988).

A temperatura, pH, pressão osmótica, produtos da fermentação e baixa concentração de oxigênio são condições do ambiente ruminal que promove uma variação no crescimento da população microbiana (Teixeira, 1992).

Um período de latência (L), ou *lag time*, em que não se observa degradação do substrato, é encontrado em determinadas frações de alguns alimentos (Savian et al., 2009). Pode ocorrer, segundo esses autores, nas partículas do alimento uma hidratação, remoção de compostos inibidores, acontecimentos ligados à adesão e efetiva colonização pelos microrganismos ruminais, das partículas do alimento, nesse período.

A taxa de passagem (k) e a taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c), são duas forças que competem agindo simultaneamente em condições normais, resultando assim na digestão. A degradabilidade efetiva (DE) é originada da inclusão da taxa de passagem no cálculo da degradação (Orskov, 1982).

O modelo exponencial de Orskov & McDonald (1979) revisado por McDonald (1981), determina que as estimativas dos parâmetros são usadas para calcular as degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE), sendo, respectivamente, por: $DP = a+b$ e $DE = a + bc/c + k$, em que: K é a taxa de passagem. Se o tempo não for um fator limitante, a DP será expressa pela quantidade de alimento que pode se solubilizar ou ser degradada no interior do rúmen (Savian et al., 2009).

3.5. Digestibilidade dos nutrientes na dieta de animais ruminantes

Animais confinados têm custo de produção considerado alto (Lage et al., 2010). Dessa maneira, existe uma crescente procura por alimentos, para que haja composição das rações formuladas para as várias categorias animais da ovinocultura, não acarretando prejuízos para o consumo e o desempenho animal, e que possam promover uma economia nos sistemas intensivos de produção (Cunha et al., 2008).

De acordo com Mertens (1993), considerando-se os tempos de retenção nos processos de digestão, as primeiras avaliações eram qualitativas e na interpretação visual das curvas de digestão que elas se baseavam, pois comportamentos não lineares eram demonstrados por essas curvas, tornando assim difícil a descrição.

Os principais fatores na determinação da qualidade do alimento são o consumo e a digestibilidade (Borges et al., 2013). Estes mesmos autores observaram que conhecer

as proporções de nutrientes absorvíveis da dieta, os quais são disponíveis à absorção é possibilitado pelas avaliações de digestibilidade.

O conhecimento do valor nutritivo dos alimentos, assim como da utilização dos nutrientes, tem a sua importância reconhecida quando o objetivo é alcançar o potencial máximo produtivo e reprodutivo dos animais (Yamamoto et al., 2005). Segundo esses autores, a partir dos nutrientes absorvidos provém a capacidade do animal em manter suas funções vitais, necessidades energéticas e formação de produtos, dessa maneira, a digestibilidade deve ser considerada.

O resultado de várias transformações, mecânicas e químicas que os alimentos sofrem durante sua permanência no trato gastrointestinal, define o valor nutritivo dos alimentos (Azevêdo et al., 2011).

O nível de ingestão dos alimentos e, conseqüentemente, a taxa de passagem influencia com predominância na digestibilidade. Estes dependem da espécie e idade do animal, da temperatura ambiente e da disponibilidade de água, do processamento e da composição química dos alimentos e da inclusão de aditivos na ração (Silva & Leão, 1979).

Entre o consumo de matéria seca e a concentração energética da dieta, existe alta correlação, verificado que, dietas com baixa digestibilidade e menos energia são limitantes do consumo por enchimento do rúmen e diminuição da taxa de passagem, enquanto que por atendimento das exigências energéticas do animal e por fatores metabólicos o consumo de dietas ricas em energia e de alta digestibilidade é que regulam a ingestão (NRC, 1996).

O desempenho animal tem relação direta com o consumo de matéria seca digestível, de forma que 60 a 90% de sua variação são devidas as mudanças no consumo e 10 a 40%, de alterações na digestibilidade (Mertens, 1994).

4. Literatura Citada

- AGRA, M.F.; FREITAS, P.F.; BARBOSA-FILHO, J.M. Synopsis of the plants known as medicinal and poisonous in Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.1, p.114-140, 2007.
- AGRA, M.F.; SILVA K.N.; BASÍLIO I.J.L.D.; FREITAS, P.F.; BARBOSA-FILHO J.M. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.3, p.472-508, 2008.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Technical committee on responses to nutrients: energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Cab International, 1995. 159p.
- ALENCAR, J. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne - Leguminosae, na Amazônia central. 2 - produção de óleo resina. **Acta Amazônica**, v.12, n.1, p.79-82, 1982.
- ARAÚJO, J.S.; PEREZ, J.R.O.; PAIVA, P.C.A.; PEIXOTO, E.C.T.M.; BRAGA, G.C.; OLIVEIRA, V.; VALLE, L.C.D. Efeito da monensina sódica no consumo de alimentos e pH ruminal em ovinos. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.1, p.39-43, 2006.
- AZEVÊDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; PINA, D.S.; PEREIRA, L.G.R.; OLIVEIRA, K.A.M.; FERNANDES, H.J.; SOUZA, N.K.P. Predição de frações digestíveis e valor energético de subprodutos agrícolas e agroindustriais para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.391-402, 2011.
- BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M.; PENATI, M.A.; DEMETRIO, C.G.B. Cinética da degradação ruminal do capim Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1747-1762, 2003.
- BIAVATTI, M.W.; DOSSIN, D.; DESCHAMPS, F.C.; LIMA, M.P. Análise de óleos-resinas de copaíba: contribuição para o seu controle de qualidade. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.16, n.2, p.230-235, 2006.
- BORGES, G.D.S; MACEDO, V.P.; MAEDA, E.M., SILVEIRA, A.L.F.; CASTRO, J.M. Digestibilidade de dietas contendo níveis de glicerina bruta em substituição ao milho fornecidas a caprinos de corte. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v.8, n.2, 2013.
- BRUNETON, J. **Eléments de Phytochimie et de Pharmacognosie**. Lavoisier: Paris, 1987. p.585.
- CABRAL, L.S.; SANTOS, J.W.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; SOUZA, A.L.; RODRIGUES, R.C. Consumo e eficiência alimentar em cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p.703-714, 2008.
- CORRÊA, P.M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, v.6, p.612-615, 1984.
- CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M.F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1112-1120, 2008.

FERELI, F.; BRANCO, A.F.; JOBIM, C.C.; CONEGLIAN, S.M.; GRANZOTTO, F.; BARRETO, J.C. Monensina sódica e *Saccharomyces cerevisiae* em dietas para bovinos: fermentação ruminal, digestibilidade dos nutrientes e eficiência de síntese microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.183-190, 2010.

FOOD CHEMICALS CODEX, 3ª ed., National Academy Press: Washington, DC, 1996.

GATTASS, C.B.A.; MORAIS, M.G.; ABREU, U.G.P.; LEMPP, B.; STEIN, J.; ALBERTINI, T.Z.; FRANCO, G.L. Consumo, digestibilidade aparente e ganho de peso em bovinos de corte confinados e suplementados com cultura de levedura (*Saccharomyces cerevisiae* cepa 1026). **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.3, p.535-542, 2008.

GERON, L.J.V.; MEXIA, A.A.; GARCIA, J.; SILVA, M.M.; ZEOULA, L.M. Suplementação concentrada para cordeiros terminados a pasto sobre custo de produção no período da seca. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.2, p.797-808, 2012a.

GERON, L.J.V.; MEXIA, A.A.; GARCIA, J.; ZEOULA, L.M.; GARCIA, R.R.F.; MOURA, D.C. Desempenho de cordeiros em terminação suplementados com caroço de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) E grão de milho moído (*Zea mays* L.). **Archives of Veterinary Science**, v.17, n.4, p.34-42, 2012b.

GUAN, H.; WITTENBERG, K.M.; OMINSKI, K.H.; Krause, D.O. Efficacy of ionophores in cattle diets for mitigation of enteric methane. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1896-1906, 2006.

HANEY JUNIOR, M.E.; HOEHN, M.M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and isolation. **Antimicrobial Agents Chemother**, v.7, p.349-352, 1967.

HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutritional Abstracts and Reviews (Series B)**, v.65, n.2, p.63-93, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE - **Produção da pecuária municipal**. Brasil. v.40, p.1-71, 2012.

JOBIM, C.C.; FERREIRA, G.A.; BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; CALIXTO JUNIOR M.; SANTOS, G.T. Cinética de degradação ruminal dos fenos de alfafa e Tifton-85 e da silagem de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.2, p.747-758, 2011.

LAGE J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA A.S.; DETMANN, E.; SOUZA, N.K.P.; LIMA, J.C.M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.9, p.1012-1020, 2010.

LEMOS, B.J.M. **Fermentação Ruminal In Vitro com Adição de Extratos de Plantas do Cerrado**. Goiânia, GO, 2013. 47f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás.

McCANN, M.A.; CRADDOCH, B.F.; PRESTON, R.L.; RAMSEY, C.B. Digestibility of cotton plant by-product diets for sheep at two levels of intake. **Journal of Animal Science**, v.68, n.2, p.285-295, 1990.

- MEDEIROS, G.R.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V.; DUTRA JÚNIOR, W.M.; SANTOS, G.R.A.; ANDRADE, D.K.B. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.718-727, 2009.
- MENDONÇA D.E.; ONOFRE S.B. Atividade antimicrobiana do óleo-resina produzido pela copaíba – *Copaifera multijuga* Hayne (leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19, n.2B, p.577-581, 2009.
- MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. **Qualitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford, UK: Cambridge University, 1993. Cap.2, p.13-51.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage quality, evaluation and utilization**. FAHEY JR. (Ed.). Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- NICODEMO, M.L.F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002. 54p. (CNPGC. Documentos, 106).
- NOCEK, J.E.; RUSSEL, J.B. Protein and energy as an integrated system: Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p. 2070-2082, 1988.
- NORLAN, J.V. Quantitative models of nitrogen metabolism in sheep. In: MCDONALD, I.W.; WARNER, A.C.I. (Ed.). **Digestion and metabolism in the ruminant**. Armidale: University New England, 1975. p.398-416.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academy, 1996. 242p
- OLIVEIRA, E.C.P.; LAMEIRA, O.A.; ZOGHBI, M.G.B. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp.) no município de Moju, PA. **Revista Brasileira de Plantas medicinais**, v.8, n.3, p.14-23, 2006.
- OPDYKE, D.L.J. Monographs on fragrance raw materials: Copaiba oil. **Food and Cosmetics Toxicology**. v.11, n.6, p.1075, 1973.
- OPDYKE, D.L.J. Balsam copaiba. **Food and Cosmetics Toxicology**. v.14, supplement, p.687, 1976.
- ORSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. London: Academic, 1982. 160p.
- ORSKOV, E.R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v.92, n.2, p.499-503, 1979.
- OVCHINNIKOV, J.A. Physic chemical basic of ion transport through biological membranes: Ionophores and ion channels. **European Journal of Biochemistry**, v.94, n.2, p.321-336, 1979.

- PACKER, J.F.; LUZ, M.M.S. Método para avaliação e pesquisa da atividade antimicrobiana de produtos de origem natural. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.17, n.1, p.102-107, 2007.
- RAMOS, M.F.S. **Desenvolvimento de microcápsulas contendo a fração volátil de copaíba por spray-drying: estudo de estabilidade e avaliação farmacológica**. Ribeirão Preto, SP, 2006. 132f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas), Universidade de São Paulo.
- RANGEL, A.H.N.; LEONEL, F.P.; SIMPLÍCIO, A.A.; MENDONÇA JÚNIOR, A.F. Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.2, p.173-182, 2008.
- RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C.; WADT P.G.S.; WADT L.H.O. **Copaíba: ecologia e produção de óleo-resina**. EMBRAPA, MAPA, Rio Branco, AC, 2004. 28p.
- RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C.; WADT P.G.S.; WADT L.H.O. Potencial de produção de óleo-resina de copaíba (*Copaifera sp.*) de populações naturais do sudoeste da Amazônia. **Revista Árvore**, v.30, n.4, p.583-591, 2006.
- ROSE, A.; ROSE, E.; TURNER, F.M. The Condensed Chemical Dictionary. 6th ed., **Reinhold Publishing**: New York, 1961.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effects of additives on *in vitro* ruminal fermentation: a comparison of monensin and bacitracin, another gram-positive antibiotic. **Journal of Animal Science**, v.66, n.6, p.552-558, 1988.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Minireview. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, n.1, p.1-6, 1989.
- SAMPAIO, P.T.B. Copaíba. In: CLAY, W.; SAMPAIO, P.T.; CLEMENT, C.R. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**, por Manaus : [INPA], 2000. p.207-215.
- SAVIAN, T.V.; MUNIZ, J.A.; SÁFADI, T.; SILVA, F.F. Análise bayesiana para modelos de degradabilidade ruminal. **Ciência Rural**, v.39, n.7, p.2169-2177, 2009.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- SOUZA, F.M. **Extratos de Plantas do Cerrado na Fermentação Ruminal In Vitro com Dietas de Alta Inclusão de Concentrado**. Goiânia, GO, 2013. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás.
- SPEARS, J.W. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. **Journal of Nutrition**, v.120, n.6, p.632-638, 1990.
- TEIXEIRA, J.C. **Nutrição de ruminantes**. Lavras: Edições FAEPE, 1992. 239p.
- VAN SOEST, J.P. **Nutritional ecology of ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VASCONCELOS, K.R.F.; VEIGA JUNIOR, V.F.; ROCHA, W.C.; BANDEIRA, M.F.C.L. Avaliação *in vitro* da atividade antibacteriana de um cimento odontológico à base de óleo-resina de *Copaifera multijuga* Hayne. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.(Supl.), p.733-738, 2008.

VEIGA JUNIOR V.F.; PINTO A.C. O gênero *Copaifera* L. **Química Nova**, v.25, n.2, p.273-286, 2002.

VIANA, J.G.A; REVILLION, J.P.P.; SILVEIRA, V.C.P. Alternativa de estruturação da cadeia de valor da ovinocultura no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 9, n.1, p. 187-210, 2013.

VIEIRA L.S. Métodos alternativos de controle de nematóides gastrintestinais em caprinos e ovinos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.2, n.2, p.49-56, 2008.

YAMAMOTO, S.M.; MACEDO, F.A.F.; ZUNDT, M.; MEXIA, A.A.; SAKAGUTI, E.S.; ROCHA, G.B.L.; REGAÇONI, K.C.T.; MACEDO, R.M.G. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.703-710, 2005.

YAMAMOTO, S.M.; SOBRINHO, A.G.S.; VIDOTTI, R.M.; HOMEM JUNIOR, A.C.; PINHEIRO, R.S.B.; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1131-1139, 2007.

CAPÍTULO II

DEGRADAÇÃO RUMINAL E DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA DE DIETAS PARA CORDEIROS CONTENDO NÍVEIS CRESCENTES DE ÓLEO DE COPAÍBA

Resumo

Objetivou-se avaliar a degradabilidade *in situ* da matéria seca e estimar a digestibilidade total e *in vitro* da matéria seca e a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro de dietas contendo monensina sódica e óleo de copaíba sob duas formas de processamento (farelada e peletizada), em dietas para cordeiros em confinamento. Para a degradabilidade e digestibilidade *in vivo*, foram utilizados 10 ovinos, e para a digestibilidade *in vitro*, foram utilizados o líquido ruminal de 3 ovinos da raça Santa Inês, machos castrados, canulados no rúmen, com idade média de 8 meses e peso médio inicial de 30 kg. Os tratamentos distribuíram-se da seguinte forma: Controle; 25 mg/kgMS⁻¹ de inclusão de monensina; 0,5g/kgMS⁻¹, 1,0g/kgMS⁻¹ e 1,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba. Os delineamentos experimentais utilizados foram dois quadrados latinos, 5x5 e inteiramente ao acaso. Para a fração (a) e (b) houve diferença significativa (P<0,05) e para a degradabilidade potencial da matéria seca diferiu (P<0,05) no experimento 1. Já a fração (c) e degradabilidade efetiva (5%/h) não apresentaram diferença (P>0,05). O consumo e a produção fecal não diferiram (P>0,05) e a digestibilidade *in vivo* diferiu no experimento 2. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca e fibra em detergente neutro foi maior em 1,0g/kgMS⁻¹ no experimento 1. O óleo de copaíba pode ser utilizado até a inclusão de 1,5g/kgMS⁻¹ na dieta não alterando o processo de degradação e melhora a digestibilidade *in vivo* da matéria seca e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e fibra em detergente neutro.

Palavras-chave: bioproduto, confinamento, ionóforos, líquido ruminal, ovinos.

DEGRADATION RUMINAL AND DIGESTIBILITY OF DRY MATTER OF DIETS FOR LAMBS CONTAINING INCREASING LEVELS OF OIL OF COPAIBA

Abstract

This study aimed to evaluate the *in situ* degradability of dry matter and estimate the total digestibility and *in vitro* dry matter digestibility and *in vitro* neutral detergent fiber diets containing monensin and copaiba oil in two forms processing (mash and pellet) in diets for feedlot lambs. For degradability and *in vivo* digestibility, were used 10 sheep, and *in vitro* digestibility, ruminal fluid of 3 sheep, Santa Inês, barrows, cannulated in the rumen, with an average age of 8 months and average weight were used 30 kg. The treatments were distributed as follows: Control; 25 mg/kgDM⁻¹ of monensin; 0.5g/kgDM⁻¹, 1.0g/kgDM⁻¹ and 1.5g/kgDM⁻¹ inclusion of copaiba. The experimental designs used were two Latin squares, 5x5 and completely randomized. For the fraction (a) and (b) there was a significant difference (P<0.05) and the degradability potential of dry matter differed (P<0.05) in experiment 1. Already fraction (c) and effective degradability (5% / h) did not differ (P>0.05). The consumption and faecal production did not differ (P>0.05) and *in vivo* digestibility differed in experiment 2. *In vitro* digestibility of dry matter and neutral detergent fiber was higher at 1.0g/kg DM⁻¹ in experiment 1. Copaiba oil can be used up to the addition of 1.5g/kgDM⁻¹ in the diet did not alter the degradation process and improves the *in vivo* digestibility of dry matter and digestibility *in vitro* dry matter and neutral detergent fiber.

Keywords: bioproduct, confinement, ionophores, rumen fluid, sheep.

INTRODUÇÃO

A melhora na eficiência da fermentação ruminal de dietas para ruminantes, por meio do aumento da produção de ácido propiônico, da redução da metanogênese ou da diminuição da proteólise e deaminação de proteínas no rúmen ainda constitui-se uma busca dos nutricionistas de ruminantes (Bergen & Bates, 1984). Procurou-se sempre atingir esses objetivos por meio da manipulação da dieta, mas, nas últimas décadas um grande número de compostos químicos tem sido avaliado para os mesmos fins. Dentre eles, a larga utilização de ionóforos como a monensina sódica em animais desde a década de 70, com o objetivo de elevar a eficiência de utilização de alimentos (Russell & Strobel, 1989).

A maior parte dos substratos energéticos na dieta dos ruminantes constitui-se de carboidratos fermentados pelos microrganismos ruminais, produzindo ácidos graxos voláteis (AGV), metano e dióxido de carbono. Esses AGV são absorvidos e servem como a maior fonte energética para os ruminantes (Spears, 1990).

Van Der Merwe et al. (2001), citaram o uso de antibióticos, porém não-ionóforos, como a avoparcina, flavomicina, tilosina, bacitracina e virginamicina, que promovem o crescimento do animal e alteram as características fermentativas do rúmen.

Com os recentes acidentes ocorridos no Brasil envolvendo os ionóforos e resultando na morte de animais aliado as alterações das normativas do Ministério da Agricultura tem-se observado a busca por produtos mais seguros e eficientes como os óleos essenciais. Dentre esses, o óleo de copaíba (*Copaifera* sp.), conforme Pieri et al. (2011), pode ser uma alternativa com potencial manipulador da fermentação ruminal, uma vez que, este possui propriedades antibióticas e por ter demonstrado, como aditivo alimentar natural para ruminantes, resultados positivos. Desta forma, a avaliação do valor nutricional de dietas contendo óleo de copaíba é essencial para introdução deste composto na ração de ruminantes.

Existe a hipótese de que os óleos essenciais podem modificar a dinâmica de degradação de proteínas no rúmen, diminuindo a atividade microbiana, principalmente, de bactérias que produzem muita amônia e fungos anaeróbios e também reduzindo a metanogênese. Outro fator a ser considerado, seria o modo de ação devido à colonização de bactérias nos substratos, particularmente aqueles ricos em amido (Mcintosh et al., 2003; Calsamiglia et al., 2007; Hart et al., 2008).

A técnica *in situ* tem sido muito difundida, principalmente pela sua simplicidade e economicidade, além do que, resultados obtidos em condições tropicais fornecem dados que contribuem para a confecção de uma tabela nacional de composição de alimentos (Marcondes et al., 2010).

Definido por Schneider & Flatt (1975), a digestibilidade de um alimento é determinada por uma medida quantitativa dos nutrientes consumidos e das quantidades excretadas nas fezes, sendo, então, definida como a parte do nutriente ingerido que não é recuperada nas fezes.

Objetivou-se avaliar a degradabilidade *in situ* da matéria seca e estimar a digestibilidade total e *in vitro* da matéria seca e a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro de dietas para cordeiros confinados, contendo monensina sódica e óleo de copaíba sob duas formas de processamento (farelada e peletizada).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências do setor de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - FCA/UFGD, localizada no município de Dourados – MS no período de maio a setembro de 2013, com latitude de 22^o14'S, longitude de 54^o49'W e altitude de 450 m.

Para a avaliação da degradabilidade ruminal, foram utilizados 10 ovinos, da raça Santa Inês, machos, castrados, canulados no rúmen, com idade média de 8 meses e peso corporal médio de 30 kg.

Para a estimação da digestibilidade total da matéria seca (DTMS), pela coleta de fezes, foram utilizados 10 ovinos da raça Santa Inês, machos, castrados, canulados no rúmen, com idade média de 8 meses e peso corporal médio de 30 kg.

Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram utilizados 3 ovinos da raça Santa Inês, machos, castrados, canulados no rúmen, com idade média de 8 meses e peso corporal médio de 30 kg. Os animais foram confinados, em gaiolas metabólicas individuais (1,5m² de diâmetro), numeradas. Utilizou-se dois delineamentos em quadrado latino 5x5 (cinco animais, cinco tratamentos e cinco períodos), envolvendo o experimento 1 - Ração Farelada e 2 - Ração Peletizada, onde se avaliou a resposta das dietas.

Os tratamentos consistiram da seguinte forma: grupo controle; 25 mg/kgMS⁻¹ de inclusão de monensina; 0,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba; 1,0g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba e 1,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba.

O óleo de copaíba foi avaliado pelo Laboratório de Análise Instrumental - Centro de Pesquisa em Biodiversidade – UEMS (Universidade Estadual do Mato Grosso do sul) por cromatografia gasosa seguido de espectrofotometria de massa, conforme metodologia de Adams (2001).

Tabela 1 - Caracterização química (Sesquiterpenos, diterpenos e ácidos graxos) do óleo de copaíba utilizado no experimento 1 e 2.

Sesquiterpenos	%
β-cariophileno	9,78
β-bisaboleno	8,15
α-humuleno	8,08
β-selineno	7,76
α-bisabolol	7,14
β-elemeno	6,19
γ-cadineno	5,98
α-cadinol	5,67
Diterpenos	%
Ácido hardwíckico	5,78
Colavenol	3,03
Ácido copaiférico	2,99
Ácido copaiferólico	2,65
Ácido calavênico	2,34
Ácido patagônico	2,22
Ácido copálico	2,03
Ácidos Graxos	%
14:0	1,67
16:0	3,67
18:0	2,98

A composição centesimal dos ingredientes pode ser observada abaixo (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição centesimal do concentrado e das dietas expressos na matéria seca (%MS).

Ingredientes	Concentrado	Dietas¹
Farelo de Soja	22,00	10,34
Farelo de Trigo	21,00	9,87

Milho Grão Moído	53,00	24,91
Feno	-	53,00
Mineral ²	2,00	0,94
Sal Comum	2,00	0,94

¹Controle; Monensina sódica - 25 mg/kgMS⁻¹; 0,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC); 1,0g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC); 1,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC).

²Cálcio (mín.) - 111,00 g/kg; Cobalto - 50,00 mg/kg; Enxofre - 11,99 g/kg; Ferro - 4,42 mg/kg; Fósforo (mín.) - 72,00 g/kg; Iodo - 75,00 mg/kg; Magnésio - 9,00 g/kg; Manganês - 1.550,00 mg/kg; Selênio - 13,50 mg/kg; Sódio - 174,00 g/kg; Zinco - 7.200,00 mg/kg; Flúor (máx.) - 720,00 mg/kg.

O volumoso utilizado foi o feno de gramíneas do gênero *Cynodon* spp., (Jiggs, Tifton 68 e Tifton 85). Estes foram triturados e misturados na mesma proporção, para composição da dieta animal. A relação volumoso:concentrado (V:C) utilizada foi de 53:47, com base na matéria seca (MS) (Tabelas 3).

Seguindo as equações propostas por Cappelle et al. (2001), o teor de NDT foi estimado para a dieta total utilizando-se a equação $NDT = 91,0246 - 0,571588 * FDN$. As dietas foram formuladas conforme recomendação do NRC (2007).

Tabela 3 - Composição química-bromatológica dos ingredientes do concentrado e do feno das dietas experimentais (Experimento 1 e 2).

² Nutrientes (%)	Farelo de Soja	Farelo de Trigo	Milho	Concentrado	Feno	Dietas ¹
MS	86,84	85,89	86,93	87,09	89,08	88,14
PB	48,40	18,29	6,92	18,16	5,90	11,66
FDN	14,62	39,71	13,98	18,96	76,46	49,44
FDA	11,17	13,66	4,47	7,70	37,58	23,54
Lig.	2,77	5,76	1,34	3,16	9,32	6,42
EE	0,86	2,54	3,00	2,31	0,72	1,47
MM	7,79	5,31	1,71	7,62	6,56	7,06
NDT	82,67	68,37	83,03	80,19	47,42	62,82

¹Controle; Monensina sódica - 25 mg/kgMS⁻¹; 0,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC); 1,0g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC); 1,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC).

²MS: Matéria Seca; PB: Proteína Bruta; FDN: Fibra em Detergente Neutro; FDA: Fibra em Detergente Ácido; Lig: Lignina; E.E.: Extrato Etéreo; MM: Matéria Mineral.

Os animais foram vermifugados utilizando-se (Ripercol[®]L – Solução oral) no início do experimento e durante o período experimental, quando fosse necessário, mediante o resultado do exame de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) (Gordon & Whitlock, 1939). Estes permaneceram em regime de confinamento de 20 dias por período, para a avaliação da degradabilidade ruminal e 17 dias por período,

para a avaliação da DTMS, sendo 14 dias de adaptação, recebendo a dieta com os tratamentos à qual foram submetidos.

A oferta de alimento foi realizada às 07:00 e 13:00h. A água foi disponibilizada diariamente à vontade. Foram oferecidas 60% da dieta no período da manhã e 40% no período da tarde.

O controle do consumo da dieta foi realizado diariamente subtraindo-se a quantidade de alimento ofertado pela sobra no cocho que foi dentro da margem percentual de 15 a 20.

Foram coletadas amostras das dietas e dos nutrientes (dieta farelada, dieta peletizada e feno) e armazenadas em sacos plásticos e encaminhadas ao laboratório de nutrição animal para posterior análise da composição bromatológica.

As dietas foram pesadas diariamente, e anotadas, para cada período de oferta do alimento e distribuída para os animais. Após pesada a quantidade de ração para o consumo animal, a mesma foi colocada em uma bacia para se obter a homogeneidade de volumoso e concentrado, fazendo-se a mistura destes e adicionando os aditivos: a monensina foi adicionada, na forma de pequenos grânulos, conforme a quantidade de MS ingerida pelo animal. O óleo de copaíba foi adicionado por meio de *spray* na dieta.

Para melhor utilização do óleo de copaíba, devido a sua alta densidade por sua própria composição, foi necessária uma diluição com álcool isopropílico, onde foi estabelecida a quantidade de álcool de acordo com a concentração de cada nível, sem alteração das características físico-químicas do óleo de copaíba. A relação encontrada para a quantidade de álcool dentro dos níveis de inclusão foi: 0,5g de óleo de copaíba para 7 mL de álcool. Dessa forma, a diluição foi feita após o arrazoamento nos períodos diários, sendo feita a pulverização na dieta total, no momento da mistura na bacia, sendo 60% pulverizado no período da manhã e 40% à tarde, procedendo-se da mesma maneira para a utilização da monensina.

As amostras das sobras e dos fornecidos foram coletadas diariamente e armazenadas em sacos plásticos identificados, após a pesagem e semanalmente feito um *pool* das amostras de todos os dias coletados da semana, para análise.

O teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) segundo o AOAC (1995) e a Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) conforme metodologia de Van Soest et al. (1991). O *pool*,

posteriormente foi moído em moinho de faca com peneira de crivo de 1 mm de diâmetro e acondicionado novamente em sacos plásticos previamente identificados.

Para o estudo da degradabilidade ruminal foi utilizada como material do saquinho (5,0 x 5,0 cm) o tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) (Casali et al., 2008) de 50 micras de diâmetro, seguindo as recomendações propostas por Nocek (1988), (20 mg de MS/cm²).

Os saquinhos foram colocados em uma sacola de filó de 12,00 x 15,00 cm, na porção ventral do rúmen. Essas sacolas foram amarradas com um fio de náilon, com um comprimento médio de 15 cm, juntamente com 100g de peso de chumbo, tendo um pedaço de mangueira de 5 cm em média na ponta, mantendo essas sacolas com as amostras presas, entre a tampa e a cânula ruminal.

Os tempos de incubação foram 96, 48, 24, 12, 6, 3 e 0 hora. No tempo zero, os saquinhos foram incubados e retirados logo em seguida para determinar a fração prontamente solúvel.

Depois do período de incubação, as sacolas de filó foram retiradas do rúmen, abertas, e os saquinhos de TNT, foram colocados em uma bacia com água gelada e gelo, para interromper o processo fermentativo. Posteriormente, foi utilizada água corrente para lavá-los até a água ficar límpida, sendo colocados em estufa a 55°C durante 72 horas, resfriados em dessecador e pesados, para obtenção do peso final.

Para avaliação da degradabilidade ruminal da MS foi utilizada a equação proposta por Orskov & McDonald (1979):

$$DP = a + b(1 - e)^{-ct}$$

Onde:

DP (%) = Degradabilidade potencial;

a = Fração solúvel;

b = Fração insolúvel potencialmente degradável;

c = taxa de degradação da fração potencialmente degradável;

e = logarítmo neperiano;

t = Tempo de fermentação.

Em que:

$$DE = a + [(b \times c) / (c + k)]$$

DE = Degradabilidade efetiva;

k = Taxa de passagem ruminal dos alimentos. Utilizou-se à taxa de passagem de 5% hora⁻¹, sugerida para nível médio de consumo.

Para avaliação da digestibilidade total da matéria seca (DTMS), pela coleta de fezes, a cada 14 dias de período experimental, foi realizada a coleta total de fezes durante 3 dias consecutivos. Utilizou-se gaiolas metabólicas individuais (1,5m² de diâmetro), com uma cuba coletora, durante 24 horas. As fezes foram pesadas, homogeneizadas e coletadas aproximadamente 10% do excretado e acondicionadas em sacos plásticos, para posterior análise em laboratório.

Para a DIVMS, o líquido ruminal foi coletado através da fístula ruminal e colocado em uma garrafa térmica e adicionado CO₂, para posterior realização da análise.

De acordo com a metodologia descrita por Tilley & Terry (1963) modificada utilizando incubadora *in vitro*, da Tecnal® (TE-150), seguindo as recomendações propostas por Nocek (1988), (20 mg de MS/cm²) com alteração do material do saquinho (5,0 x 5,0 cm), utilizando-se tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) (Casali et al., 2008).

Na incubadora artificial, em cada Daysi, foram colocados os saquinhos contendo 500 mg de amostra com as diferentes dietas experimentais, 1200 mL de solução tampão de McDougall (g/L – 9,8 de NaHCO₃; 7 de Na₂HPO₄ x 7H₂O; 0,57 de KCl; 0,47 de NaCl; 0,12 de MgSO₄ x 7H₂O e 0,04 de CaCl₂) e 300 mL de líquido ruminal. Antes da incubação, foi adicionado 20 mL de solução de ureia (5,5g de ureia/100 mL H₂O destilada) e 20 mL da solução de glicose (5,5g de glicose/100 mL H₂O destilada). Posteriormente foi infundido CO₂ para retirar o oxigênio retido na Daysi e logo após, foi realizada a incubação das amostras por 48 horas. Após esse período, foi colocado 52 mL de ácido clorídrico (1:1) e 130 mL de solução de pepsina 5% (50g de pepsina/500 mL de H₂O destilada) para simular a digestão ácido no abomaso, por mais 24 horas.

Logo após o período de incubação, as amostras foram lavadas em água corrente, até esta ficar límpida, sendo colocados em estufa a 55°C durante 72 horas, resfriados em dessecador e pesados, para obtenção do peso final.

O coeficiente de digestibilidade da MS foi determinado pela metodologia de Silva & Leão (1979). Onde:

$$\text{Digestibilidade (\%)} = \frac{\text{Ingestão do nutriente (g)} - \text{Excreção fecal}}{\text{Ingestão do nutriente (g)}} \times 100$$

Para cálculo da digestibilidade *in vitro* (DIVMS), utilizou-se a seguinte equação:

$$\text{DIVMS (\%)} = \frac{\text{Amostra incubada (g/MS)} - \text{Resíduo (g/MS)}}{\text{Amostra incubada (g/MS)}} \times 100$$

Os dados foram analisados pelo programa SAS (versão 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC 2004), e para a verificação da normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias foi usado PROC UNIVARIATE.

As médias foram submetidas à análise de variância e de regressão polinomial pelo PROC MIXED do SAS comando, versão 9.0 (SAS, 2004), adotando-se um nível de significância de 5%. Os meios foram ajustados pelos LSMEANS e analisados pelo teste DUNNETT ajustado de PROC MIXED.

RESULTADOS

No experimento 1, não houve diferença ($P > 0,05$) da inclusão de monensina em relação aos tratamentos controle, 0,5, 1,0g/kgMS⁻¹. Porém, foi observado diferença ($P < 0,05$) entre a monensina e a inclusão de 1,5g/kgMS⁻¹ de óleo de copaíba, sobre a fração prontamente solúvel (a) da matéria seca (MS). Apresentando-se o valor 16% maior para a monensina, para a inclusão de 1,5g/kgMS⁻¹ de óleo de copaíba. Para a fração insolúvel, mas potencialmente degradável (b), quando comparados a monensina, foi obtido diferença ($P < 0,05$) entre as inclusões de 0,5, 1,0 e 1,5g/kgMS⁻¹ de óleo de copaíba, sendo superiores em 19,74; 22,09 e 15,66%, respectivamente. Diferiu-se ($P < 0,05$) a monensina e os tratamentos de 0,5, 1,0g/kgMS⁻¹ de óleo de copaíba, para a degradabilidade potencial (DP) da MS e, apresentando-se estes maiores, respectivamente em 9,08 e 11,58%, pela utilização de gramíneas de alta qualidade e balanceamento nutricional dos concentrados entre todos os tratamentos. Considerando a taxa de passagem de 5 %/h⁻¹, não ocorreu diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos para a degradabilidade efetiva (DE) da MS (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores em percentagem da fração prontamente solúvel “fração a”, fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, (%/h-1) da taxa de degradação da fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE 5%/h⁻¹) da matéria seca de dietas contendo monensina e níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1.

Item (%)	Monensina	¹ Óleo de Copaíba				C.V. (%)	² Valor de P	
		0	0,5	1,0	1,5		L	Q
a	27,76 ^a	26,52 ^a	25,10 ^a	25,72 ^a	23,32 ^b	16,98	0,022	0,510
b	37,17 ^a	42,25 ^a	46,31 ^b	47,71 ^b	44,07 ^b	13,74	0,249	0,014
c	0,05 ^a	0,06 ^a	0,06 ^a	0,05 ^a	0,05 ^a	36,74	0,455	1,000
DP	64,93 ^a	68,77 ^a	71,41 ^b	73,43 ^b	67,38 ^a	7,94	0,771	0,027
DE	46,63 ^a	48,30 ^a	50,07 ^a	48,53 ^a	44,63 ^a	9,99	0,039	0,038

Médias seguidas de letras diferentes nos níveis crescentes de óleo de copaíba são comparadas com a inclusão de monensina, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$). Monensina sódica - 25 mg/kgMS⁻¹; ¹Controle; 0,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC); 1,0g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC); 1,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC). ²L - Linear; Q - Quadrática.

Verificou-se no experimento 1, efeito linear decrescente entre os níveis de inclusão de óleo de copaíba sobre a fração prontamente solúvel (a), com diminuição, para cada 1,0g/kgMS⁻¹, de 0,9% para cada unidade (Figura 1).

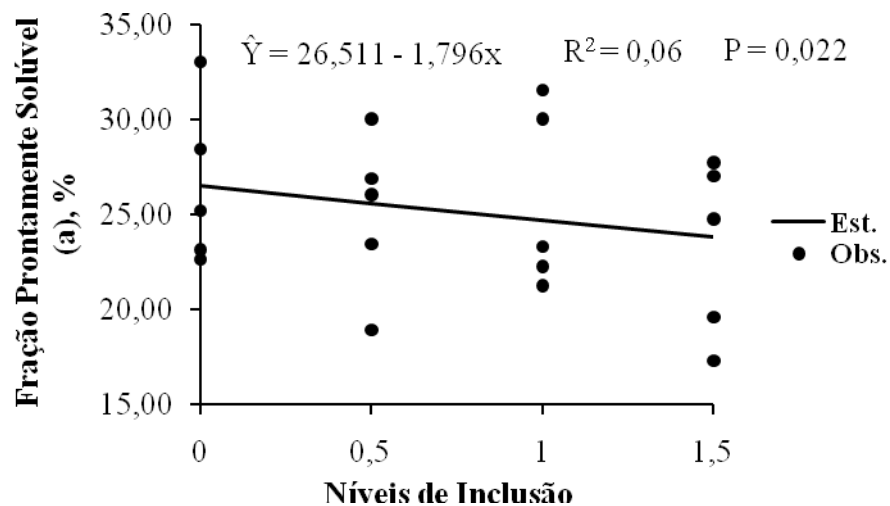


Figura 1 - Desdobramento da fração prontamente solúvel (a) da matéria seca (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1.

Observou-se para a fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, da MS, no experimento 1, efeito quadrático e o nível de óleo de copaíba que maximizou o teor de fração insolúvel, para cada 1,0g/kgMS⁻¹, foi de 0,84g/kgMS⁻¹ (Figura 2).

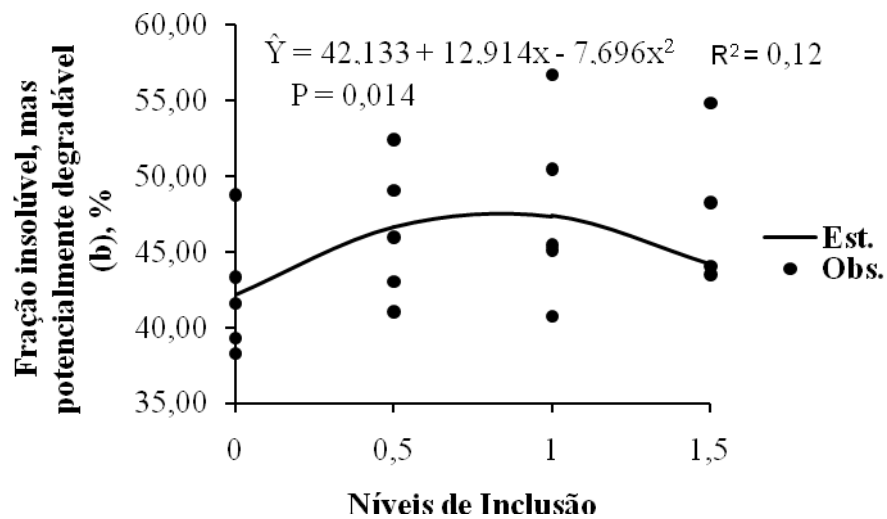


Figura 2 - Desdobramento da fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, da matéria seca (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1.

Para a degradabilidade potencial (DP) da MS, no experimento 1, foi obtido efeito quadrático e o nível ótimo de óleo de copaíba, para cada 1,0g/kgMS⁻¹, foi de 0,73g/kgMS⁻¹ (Figura 3).

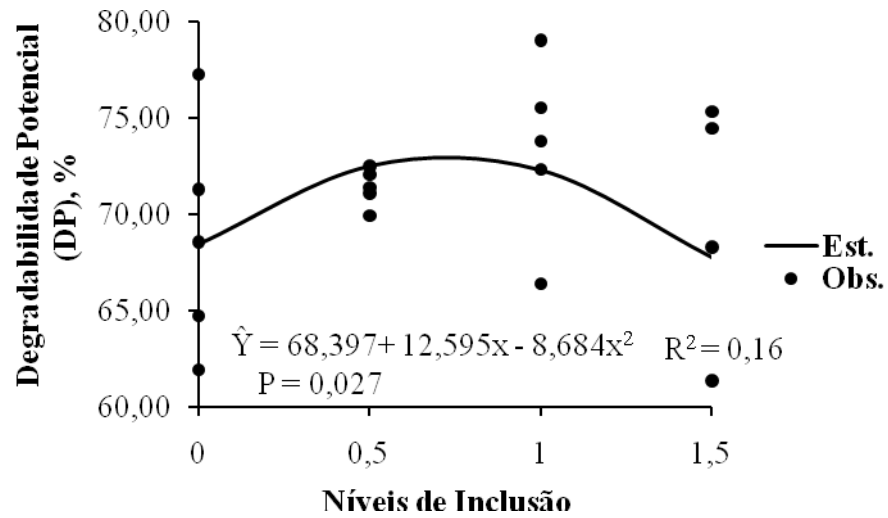


Figura 3 - Desdobramento da degradabilidade potencial (DP) da matéria seca (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1.

Entre os níveis de inclusão de óleo de copaíba, no experimento 1, sobre degradabilidade efetiva ($DE\ 5\%/h^{-1}$) da MS, foi verificado efeito quadrático e o nível máximo de óleo de copaíba, para cada $1,0g/kgMS^{-1}$, foi de $0,53g/kgMS^{-1}$ (Figura 4).

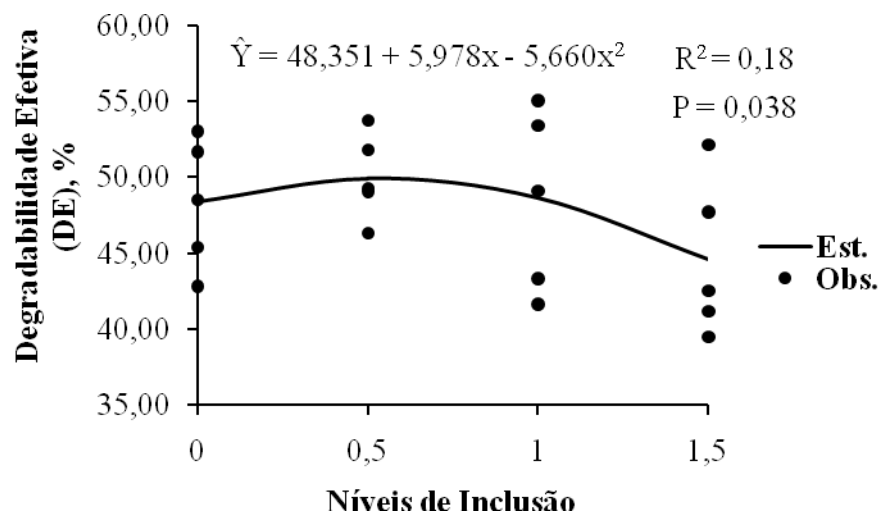


Figura 4 - Desdobramento da degradabilidade efetiva ($DE\ 5\%/h^{-1}$) da matéria seca (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1.

No experimento 2, em relação à inclusão de monesina, não houve diferença ($P>0,05$) dos tratamentos controle, 0,5, 1,5g/kgMS⁻¹. Entretanto, em relação a monensina, observou-se diferença ($P<0,05$) para 1,0g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba, sobre a fração prontamente solúvel (a) da matéria seca (MS). A monensina demonstrou um valor 9,52% superior que a inclusão de óleo de copaíba de 1,0g/kgMS⁻¹. Foi observado para a fração insolúvel, mas potencialmente degradável (b), degradabilidade potencial (DP) da MS e degradabilidade efetiva (DE) da MS, considerando a taxa de passagem de 5 %/h⁻¹, que não diferiu-se ($P<0,05$) a monensina e as inclusões de óleo de copaíba (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores em percentagem da fração prontamente solúvel “fração a”, fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, (%/h-1) da taxa de degradação da fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b”, degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE 5%/h⁻¹) da matéria seca de dietas contendo monensina e níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 2.

Item (%)	Monensina	¹ Óleo de Copaíba				C.V. (%)	² Valor de P	
		0	0,5	1,0	1,5		L	Q
a	28,43 ^a	27,12 ^a	29,80 ^a	31,42 ^b	27,98 ^a	15,67	0,143	0,001
b	37,38 ^a	42,41 ^a	38,72 ^a	38,86 ^a	41,68 ^a	13,61	0,830	0,152
c	0,05 ^a	0,05 ^a	0,05 ^a	0,05 ^a	0,06 ^a	29,08	0,159	0,120
DP	65,81 ^a	69,53 ^a	68,53 ^a	70,28 ^a	69,66 ^a	7,28	0,772	0,907
DE	46,03 ^a	48,33 ^a	48,22 ^a	50,27 ^a	50,64 ^a	8,86	0,188	0,867

Médias seguidas de letras diferentes nos níveis crescentes de óleo de copaíba são comparadas com a inclusão de monensina, pelo teste de Dunnett ($P<0,05$). Monensina sódica - 25 mg/kgMS⁻¹; ¹Controle; 0,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC); 1,0g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC); 1,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC). ²L - Linear; Q - Quadrática.

Para a fração prontamente solúvel (a) da MS, no experimento 2, observou-se efeito quadrático e o nível de óleo de copaíba que maximizou o teor de fração solúvel, para cada 1,0g/kgMS⁻¹, foi de 0,82g/kgMS⁻¹ (Figura 5).

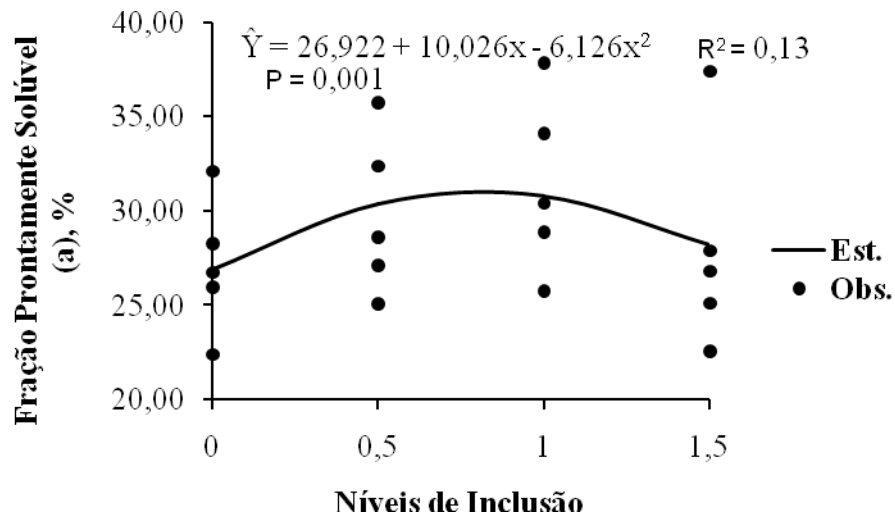


Figura 5 - Desdobramento da fração prontamente solúvel (a) da matéria seca (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 2.

Não foi verificada significância ($P > 0,05$), no experimento 1, entre os tratamentos, para o consumo de matéria seca (CMS), produção fecal de matéria seca (PFMS) e digestibilidade total da matéria seca (DTMS). Obteve-se diferença ($P < 0,05$) na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), quando comparados a monensina, da dieta controle, 0,5, 1,0g/kgMS⁻¹ de óleo de copaíba, sendo menor em 4,18; maior em 2,51 e 6,26%, respectivamente. Para a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN), diferiu-se ($P < 0,05$), em relação à monensina, as inclusões de 0,5, 1,0g/kgMS⁻¹ de óleo de copaíba, sendo superior, respectivamente em 6,0 e 10,45% (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios de consumo de matéria seca/animal/dia (CMS/kg/dia), produção fecal de matéria seca (PFMS/kg/dia), coeficiente de digestibilidade total da matéria seca (DTMS) (%) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) (%) de dietas contendo monensina e níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1.

Item	Monensina	¹ Óleo de Copaíba				C.V. (%)	² Valor de P	
		0	0,5	1,0	1,5		L	Q
CMS (kg/d)	1,295 ^a	1,348 ^a	1,261 ^a	1,197 ^a	1,204 ^a	42,19	0,562	0,806
PFMS (Kg/d)	0,334 ^a	0,331 ^a	0,322 ^a	0,299 ^a	0,299 ^a	41,84	0,553	0,919
DTMS (%)	74,17 ^a	74,54 ^a	74,34 ^a	74,97 ^a	75,62 ^a	3,03	0,325	0,621

DIVMS (%)	72,96 ^a	69,91 ^b	74,84 ^b	77,83 ^b	73,29 ^a	3,70	0,039	0,016
DIVFDN (%)	59,70 ^a	59,10 ^a	63,50 ^b	66,67 ^b	61,72 ^a	4,77	0,564	0,001

Médias seguidas de letras diferentes nos níveis crescentes de óleo de copaíba são comparadas com a inclusão de monensina, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$). Monensina sódica - 25 mg/kgMS^{-1} ; ¹Controle; $0,5 \text{g/kgMS}^{-1}$ de inclusão de óleo de copaíba (OC); $1,0 \text{g/kgMS}^{-1}$ de inclusão de óleo de copaíba (OC); $1,5 \text{g/kgMS}^{-1}$ de inclusão de óleo de copaíba (OC). ²L - Linear; Q - Quadrática.

Observou-se entre os níveis de inclusão de óleo de copaíba, para a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), no experimento 1, efeito quadrático e o nível ótimo de óleo de copaíba, para cada $1,0 \text{g/kgMS}^{-1}$, foi de $0,90 \text{g/kgMS}^{-1}$ (Figura 6).

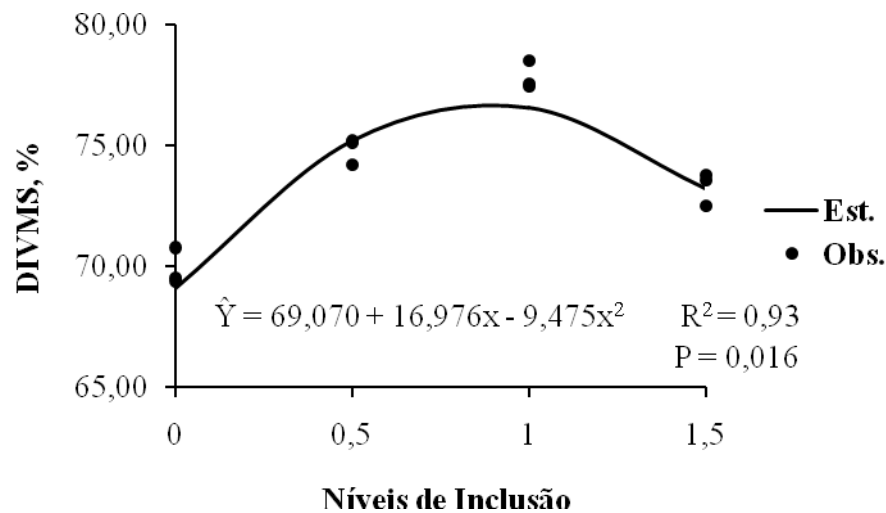


Figura 6 - Desdobramento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1.

Para a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN) na forma farelada, foi verificado efeito quadrático e o nível de óleo de copaíba que maximizou o teor de DIVFDN, para cada $1,0 \text{g/kgMS}^{-1}$, foi de $0,87 \text{g/kgMS}^{-1}$ (Figura 7).

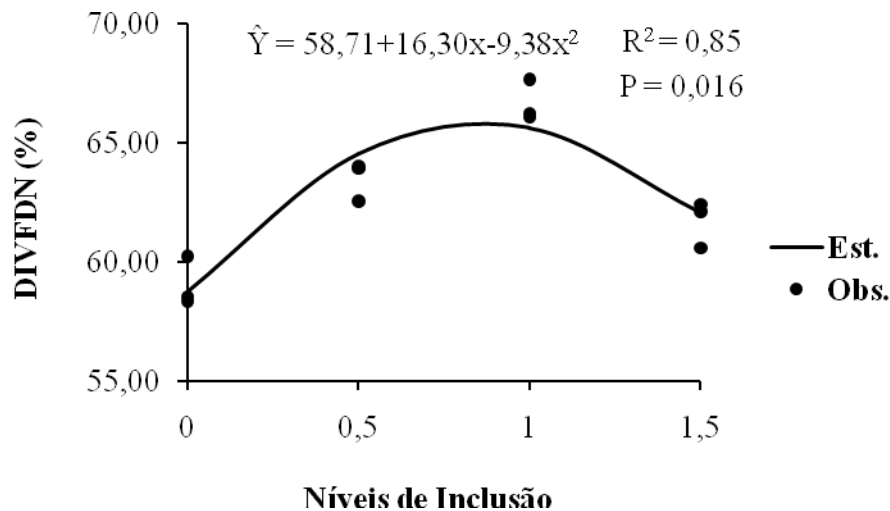


Figura 7 - Desdobramento da digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN) (%) de dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 1.

Não foi obtido diferença ($P > 0,05$), no experimento 2, entre os tratamentos para o consumo de matéria seca (CMS) e produção fecal de matéria seca (PFMS). Para a digestibilidade total da matéria seca (DTMS), foi observado diferença ($P < 0,05$) em relação à monensina, na inclusão de $1,5 \text{ g/kgMS}^{-1}$ de óleo de copaíba, superior à 3,74%. Na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), diferem ($P < 0,05$) da monensina, as inclusões de 1,0 e $1,5 \text{ g/kgMS}^{-1}$ de óleo de copaíba, em 5,72 e 4,28%, respectivamente. Para a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN), não verificou-se diferença ($P > 0,05$) (tabela 7).

Tabela 7 - Valores médios de consumo de matéria seca/animal/dia (CMS/kg/dia), produção fecal de matéria seca (PFMS/kg/dia), coeficiente de digestibilidade total da matéria seca (DTMS) (%) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) (%) de dietas contendo monensina e níveis crescentes de óleo de copaíba, no experimento 2.

Item	Monensina	¹ Óleo de Copaíba				C.V. (%)	² Valor de P	
		0	0,5	1,0	1,5		L	Q
CMS (Kg/d)	0,993 ^a	1,236 ^a	1,066 ^a	1,276 ^a	1,129 ^a	37,44	0,910	0,957
PFMS (Kg/d)	0,274 ^a	0,333 ^a	0,278 ^a	0,327 ^a	0,284 ^a	37,77	0,702	0,919
DTMS	72,16 ^a	73,42 ^a	73,53 ^a	74,36 ^a	74,96 ^b	3,64	0,075	0,691

(%)								
DIVMS	73,08 ^a	72,07 ^a	72,19 ^a	77,51 ^b	76,35 ^b	3,64	0,077	0,500
(%)								
DIVFDN	59,75 ^a	60,90 ^a	58,21 ^a	68,24 ^a	66,70 ^a	6,98	0,067	0,839
(%)								

Médias seguidas de letras diferentes nos níveis crescentes de óleo de copaíba são comparadas com a inclusão de monensina, pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$). Monensina sódica - 25 mg/kgMS⁻¹; ¹Controle; 0,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC); 1,0g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC); 1,5g/kgMS⁻¹ de inclusão de óleo de copaíba (OC). ²L - Linear; Q - Quadrática.

DISCUSSÃO

A redução na solubilidade da fração “a” pode ser devido à influência da utilização de óleo de copaíba no crescimento das bactérias responsáveis pela degradação concordando com o dito por Yamaguchi & Garcia (2012), em estudo de revisão, onde ressaltaram as propriedades do óleo de copaíba com maior destaque para ação antimicrobiana e bactericida.

Mudanças na taxa de crescimento microbiano, quando se trata de fluxo contínuo no rúmen, promove alterações na proporção das populações bacterianas, resultando em modificações no processo de fermentação ruminal. A atividade antimicrobiana geralmente é maior nos hidrocarbonetos cíclicos oxigenados, e principalmente na estrutura fenólica, tais como timol e carvacrol, onde o grupo hidroxí e o movimento de elétrons permitem através de pontes de hidrogênio como principal sítio ativo, a interação com água, produzindo atividades antimicrobianas (Davidson & Naidu, 2000).

Hart et al. (2008), afirmam que têm sido sugerido que os principais efeitos dos óleos essenciais no rúmen são devido a diminuição da degradação de proteínas e de amido e uma inibição da degradação ácida de amido, devido à ação seletiva de determinados microrganismos ruminais, especificamente algumas bactérias.

A ação terapêutica antiinflamatória, devido a componentes sesquiterpênicos, como β -bisaboleno e β -cariofileno e hidrocarbonetos, ação cicatrizante, potencial antisséptico, antibacteriano, germicida, expectorante, diurético e analgésico já foram confirmadas (Pieri et al., 2009). Atividades tais como vasorrelaxante, citotóxica e embriotóxica também são propriedades do óleo afirmadas pelos mesmos autores.

Para Orskov (1986), uma das formas de mensurar a qualidade das dietas fornecidas aos ruminantes consiste na quantificação da extensão da degradação potencial o que determina a quantidade de material indegradável, o qual ocupa espaço

no rúmen. Neste estudo, devido à proporção de concentrado nas dietas (47% da MS total), esperava-se que houvesse maior extensão da degradação potencial da MS de dietas contendo monensina em relação aos demais tratamentos, devido à seletividade da microbiota ruminal causada por esta substância. Assim como nesta pesquisa, Valinote et al. (2006) e Prado et al. (2010), trabalharam com monensina em dietas para ruminantes e não observaram melhoria na degradabilidade ruminal.

Nesse estudo, possivelmente, a degradabilidade efetiva (DE) da MS não diferiu, pela utilização de gramíneas do gênero *Cynodon* spp., sendo estas de alta qualidade e por haver um balanceamento nutricional dos concentrados entre todos os tratamentos e também pela quantidade de óleo de copaíba incluso nas dietas alterou a população microbiana, principalmente das bactérias gram-positivas, principais responsáveis pela degradação da fibra (Valinote et al., 2006). Liu et al. (2011), avaliaram dietas para cordeiros contendo óleo de coco (25 g/kg de concentrado e 25g de óleo de coco e/ou 30g de tanino de castanha) observaram reduções em bactérias metanogênicas (gram-positivas) e do gênero *Fibrobacter* com a adição de óleo de coco e nenhuma alteração da DE da MS. Desta forma, justifica a baixa ação do tratamento contendo monensina nesta pesquisa frente à dieta controle.

A fração insolúvel está relacionada com os componentes da parede celular quantificada pela FDN, pela qualidade da fibra oferecida, proveniente do gênero *Cynodon* spp., sendo este de excelente qualidade, possibilitou respostas semelhantes para todos os tratamentos (tabela 2) e a adição de óleo, nos maiores níveis, possivelmente não prejudicou a atividade microbiana. Desta forma, a extensão da degradação da parte fibrosa da matéria seca pode ser reduzida conforme a quantidade de óleo utilizada.

Entre os óleos essenciais o metabólico volátil β -cariofileno é o mais comum e abundante, tendo relação com o aroma e possuindo várias atividades biológicas, sendo elas: anti-edêmica, anti-inflamatória, antialérgica, anestésica local, anticarcinogênica, bactericida e insetífuga (Zheng et al., 1992; Chinou et al., 1996; Ghelardini et al., 2001; Veiga Junior & Pinto, 2002; Fernandes et al., 2007; Passos et al., 2007). Demonstrando-se, que mesmo possuindo como principal função a sua atividade antimicrobiana, neste estudo a quantidade de β -cariofileno observada, não foi suficiente para diminuir a ação

dos microrganismos, como normalmente ocorre com a utilização de óleos essenciais na dieta animal.

Um outro fator importante é a qualidade do volumoso utilizado nesta pesquisa que apresentou 76,46% de FDN (Tabela 7). Entretanto, a degradação ruminal da fração fibrosa de gramíneas do gênero *Cynodon* é elevada em plantas jovens, devido o arranjo estrutural dos componentes da parede celular que favorece a ação microbiana (Oliveira et al., 2014).

A proporção acetato:propionato aumentou utilizando-se timol em dietas com relação 60:40 de feno de alfafa:concentrado (Castillejos et al., 2006). Avaliando-se a cultura contínua, baixas doses de óleo de cravo da Índia (2,2 mg/L) resultou em reduzida concentração molar de acetato e de ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada, e aumentada proporção molar de propionato (Busquet et al., 2006).

Os resultados observados neste estudo permitem inferir que, em comparação com a monensina, a suplementação com óleo de copaíba possibilitou maior atividade dos microrganismos, mesmo apresentando propriedades antibacterianas, como os ionóforos e outros óleos essenciais, que normalmente reduz a ação de determinadas cepas bacterianas no rúmen. No entanto, devido ao grande número de diferentes grupos de compostos químicos presentes no óleo de copaíba (Araújo et al., 2010), como as substâncias encontradas nesse trabalho, (Sesquiterpenos: β -cariophileno (9,78%), β -bisaboleno (8,15%), α -humuleno (8,08%), β -selineno (7,76%), α -bisabolol (7,14%), β elemeno (6,19%), γ -cadineno (5,98%), α -cadinol (5,67%); (Diterpenos: ácido hardwíckico (5,78%), colavenol (3,03%), ácido copaiférico (2,99%), ácido copaiferólico (2,65%), ácido calavênico (2,34%), ácido patagônico (2,22%), ácido copálico (2,03%) e Ácidos graxos: C14 (1,67%), C16 (3,67%), C18 (2,98%), a atividade antibacteriana ou a favor das bactérias pode não ser facilmente atribuídas a um mecanismo específico, corroborando com Langenheim & Wang (1990), afirmando que as variações na composição sesquiterpênica dos óleos, são muito grandes, sendo estas descritas durante o processo de maturação, acontecendo sazonalmente entre espécies, numa mesma espécie e em uma árvore.

McIntosh et al. (2003), estudando vacas leiteiras suplementadas, testaram a atividade proteolítica, peptidólítica e a deaminase do fluído ruminal de durante quatro

semanas com 1g/dia da mistura de óleos essenciais e não encontraram efeitos na atividade proteolítica ou peptidolítica, porém a produção de amônia reduziu.

De acordo com López et al. (2007) e Dozier (2001), o aumento da digestibilidade dos nutrientes da ração é proporcionado pelo processo de peletização, por causa da ação mecânica existente devido a temperatura empregada para confeccionar o pelete e esses processos térmicos, facilitam a digestão protéica posteriormente, por promover mudanças das estruturas terciárias naturais das proteínas.

Os efeitos de óleos essenciais na ingestão da MS não são bem estabelecidos. Não foi observado no trabalho de Benchaar et al. (2006; 2007), alterações no CMS, produção de leite, e dos componentes do leite quando vacas leiteiras foram alimentadas com 750 mg ou 2g com a mistura diária de componentes de óleos essenciais. Assim como Yang et al. (2006), observaram que a adição de alho (*Allium sativa*, 5g/dia) para dietas de vacas leiteiras não teve efeito sobre o CMS, produção de leite ou a composição do leite. Gabbi et al. (2009), utilizando-se novilhas leiteiras, também não obtiveram diferenças no consumo de matéria seca (CMS) de dietas com óleos essenciais em comparação a dieta controle. Já, Alçiçek et al. (2004), relatam que a adição de óleos essenciais maximiza a ingestão da dieta pelos animais concordando com Chaves et al. (2008), que ao testarem os efeitos do óleo essencial de pimenta (*Capsicum annum*) também constataram um aumento na ingestão de água e de MS.

Possivelmente, os componentes químicos do óleo de copaíba, especificadamente o β -cariofileno, agiram nesta pesquisa, isoladamente ou associados sobre os componentes da parede e conteúdo celular dos vegetais favorecendo a maior ação microbiana. Esse processo parece ser inibido no experimento 1, a partir de níveis acima de $0,5\text{g/kgMS}^{-1}$, provavelmente, devido a ausência de algum nutriente. Enquanto no experimento 2, a resposta não foi influenciada pela utilização de óleo de copaíba nesta pesquisa. A literatura ainda é muita escassa quando se trata de uso de óleo de copaíba em dietas para ruminantes.

Pode-se inferir neste trabalho, que a forma de administração e a quantidade oferecida do óleo de copaíba e da monensina não promoveu interferência, CMS e nutrientes. Possivelmente, os teores de NDT e a FDN das dietas (Tabela 8) não foram fatores limitantes como fonte de energia para a microbiota ruminal agir sobre a degradação da fibra, reduzindo o efeito de enchimento do rúmen. Conforme Kozloski

(2009), o fornecimento de dietas contendo alto teor de ácidos graxos insaturados pode afetar negativamente a degradação da fibra por dois fatores: intoxicação das bactérias e menor aderência da microbiota com as partículas da fibra.

Cardozo et al. (2006), reportaram que a associação de cinamaldeído (180 mg/d) com eugenol (90 mg/d) diminuiu em gado de corte, a ingestão total de MS e a ingestão de água. Foi também observada em gado de leite suplementado com altas doses de cinamaldeído (500 mg/d), a redução na ingestão da MS (Busquet et al., 2006) e isso pode estar relacionado a problemas de palatabilidade, assim o produto deve se apresentar encapsulado para suprir este problema.

Em um experimento em prévios estudos foram utilizados bovinos de corte canulados, sendo disponibilizado cinamaldeído e eugenol encapsulado para evitar efeitos na ingestão da matéria seca, e 3 tempos de doses fornecidas (600 mg/d de cinamaldeído e 300 mg/d de eugenol), assim é provável que os efeitos limitados de cinamaldeído e eugenol na fermentação microbiana ruminal tenha sido relacionados à relativa baixa dose utilizada (Cardozo et al., 2006). Ainda por esses autores, a ingestão da MS não foi afetada, sugerindo que o encapsulamento foi útil na prevenção de problemas de palatabilidade encontrados em pesquisas anteriores.

Em relação ao consumo e digestibilidade, Silva (2013), trabalhou com as dietas: Controle; Glicerina e Glicerina + óleos funcionais (caju e mamona), obtendo-se para o consumo de MS um valor superior de 4,20% com a inclusão de glicerina + óleos funcionais em relação ao tratamento controle 63,20% de digestibilidade aparente total da MS, com a utilização de óleos essenciais associados à glicerina. Nos tratamentos incluso óleo de copaíba, neste estudo, foram encontrados para o consumo de MS um valor de 9,42% inferior à dieta controle e 74,98% de DTMS (experimento 1) e para o consumo de MS e DTMS (experimento 2) valor de 6,39% inferior à dieta controle e 74,28%, respectivamente, demonstrando-se assim, menores valores com a adição de óleo de copaíba na dieta de ruminantes, provavelmente por haver alteração no crescimento e ação de bactérias que fazem a digestão do substrato.

Considerando os tratamentos analisados, esperava-se maior DTMS com a adição de 25 mg de monesina e níveis de óleo de copaíba. A monensina sódica é uma substância produzida principalmente por cepas de *Streptomyces cinnamomensis* (Haney & Hoehn, 1967), que agem de forma análoga aos antibióticos, graças à sua capacidade

inibidora sobre bactérias gram-positivas (Teather & Forster, 1998), favorecendo aumento na digestibilidade da matéria seca (Wedegaertner & Johnson, 1983) e maior aporte metabólico ruminal da dieta para os microrganismos que degradam os carboidratos não fibrosos, celulose e hemicelulose (Russell & Stroble, 1989).

Cox et al. (2001), relatam que similar à monensina, a maior parte dos compostos de óleos essenciais é lipofílica e não pode entrar pela membrana de bactérias gram-negativas. Entretanto, não é totalmente impermeável a substâncias hidrofóbicas, a membrana externa de bactérias gram-negativas, e moléculas de baixo peso molecular podem interagir com água, passar pela parede celular por difusão através da camada de lipossacarídeos, e ter interação com a bicamada lipídica das células (Griffin et al., 1999).

Beauchemin et al. (1994) e Pereira et al. (2009), relataram que quando há os processos mastigatórios e de ruminação, estes podem explicar resultados não significativos para a digestibilidade, por causar quebra nas barreiras estruturais do alimento resistente à digestão, permitindo de forma semelhante o acesso bacteriano ao substrato e, desse modo, proporcionando maior área de superfície de contato, adesão e formação de biofilme.

Mano (2008), em seu estudo utilizou 60 novilhas mestiças (Nelore x Red Angus) que ficaram em quatro piquetes de Tifton 85 (*Cynodon ssp.*), sendo distribuídos em quatro tratamentos: (1) 1g de Essential/animal/dia; (2) 2g de Essential/animal/dia; (3) 4g de Essential/animal/dia; (4) 0,2g de monensina sódica/animal/dia, encontrou 42,7% de DIVMS, diferentemente do valor observado neste trabalho, sendo 75,32% (experimento 1) e 75,35% (experimento 2) com a inclusão de níveis crescentes de óleo de copaíba, com uma dieta constituída de 53% de feno do gênero *Cynodon spp.* (jiggs, tifton, 68 e tifton 85) valor superior de DIVMS, que pode ser explicado pela atração de bactérias responsáveis pelo processo de digestão causada pela adição de óleo essencial na dieta, em baixos níveis.

Para a DIVFDN provavelmente, a distribuição de nutrientes nas dietas, pode ter favorecido a semelhança de quantidade energética para a microbiota ruminal degradar a fibra. A ação do óleo de copaíba em dietas para ruminantes, nas condições desta pesquisa, promoveu resultados diferentes sobre a degradação da fração fibrosa que normalmente reduz quando adiciona óleo vegetal. A quantidade da inclusão de óleo de

copaíba, utilizado nesse experimento, pode ter alterado o crescimento da população microbiana, principalmente das bactérias responsáveis, pela degradação.

CONCLUSÕES

O óleo de copaíba é um alimento com potencial para utilização em dietas para cordeiros confinados.

Recomenda-se a utilização de até $1,5\text{g/kgMS}^{-1}$ de óleo de copaíba na dieta para cordeiros tanto na forma farelada quanto peletizada, sem causar prejuízos ao processo de degradação pela microbiota ruminal.

A inclusão de até $1,5\text{g/kgMS}^{-1}$ de óleo de copaíba na dieta para cordeiros melhora a digestibilidade *in vivo* da matéria seca e a digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro, não afetando o consumo e a digestão dos nutrientes. Entretanto, mais pesquisas são necessárias com esse bioproduto com ênfase para a nutrição de ruminantes.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, R.P. Identification of essential oil components by Gas Chromatography/ Mass Spectroscopy. **Allured Publishing Corporation**, Carol Stream, IL , 2001.
- ALÇIÇEK, A.; BOZKURT, M.; ÇABUK, M. The effects of a mixture of herbal essential oil, an organic acid or a probiotic on broiler performance. **South African Journal of Animal Science**, v.34, n.4, p.217-222, 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL - AOAC**. Official Methods of Analysis. 16 ed. Arlington, 1995. v.2, 474p.
- BEAUCHEMIN, K.A.; McALLISTER, T.A.; DONG, Y.; FARR B.I, CHENG K.J. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, n.1, p.236-246, 1994.
- 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, n.11, 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, n.2, p.886-897, 2007.
- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1465-1483, 1984.
- BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.2, p.761-771, 2006.
- CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited Review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.6, p.2580-2595, 2007.
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. Effect of essential oils active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in vitro systems. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.7, p.2649-2658, 2006.
- CARDOZO, P.W.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. Effects of alfalfa extract, anise, capsicum and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v.84, n.10, p.2801-2808, 2006.

- CHAVES A.V.; STANFORD K.; GIBSON L.L.; MCALLISTER T.A.; BENCHAAAR C. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.145, n.1-4, p.396-408. 2008.
- CHINO, I.B.; ROUSSIS, V.; PERDETZOGLOU, D.; LOUKIS, A. Chemical and biological studies on two *Helichrysum* species of Greek origin. **Planta medica**, v.62, n.4, p.377-379, 1996.
- COX, S.D.; MANN, C.M.; MARKAM, J.L. Interaction between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. **Journal of Applied Microbiology**, v.91, n.3, p.492-497, 2001.
- DAVIDSON, P.M.; NAIDU, A.S. Phyto-phenols. in: **Natural Food Antimicrobial Systems**. A. S. Naidu, ed. CRC Press, Boca Raton, FL, 2000. p.265-293.
- DOZIER, W.A. Pellet de calidad para obtener carne de ave más econômica. In: DOZIER, W. A. **Alimentos balanceados para animales**. Zaragoza: Editorial Acribia, 2001. p.16-19.
- FERNANDES, E.S.; PASSOS, G.F.; MEDEIROS, R.; DA CUNHA, F.M.; FERREIRA, J.; CAMPOS, M.M.; PIANOWSKI, L.F.; CALIXTO, J.B. Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (-)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea*. **European journal of pharmacology**, v.569, n.3, p.228-236, 2007.
- GABBI, A.M.; MORAES, R.S.; SKONIESKI, F.R.; VIÉGAS, J. Desempenho produtivo e comportamento de novilhas submetidas a dietas com aditivo fitogênico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.949-962, 2009.
- GHELARDINI, C.; GALEOTTI, N.; DI CESARE MANNELLI, L.; MAZZANTI, G.; BARTOLINI, A. Local anaesthetic activity of β -caryophyllene. **II FÁRMACO**, v.56, n.5-7, p.387-389, 2001.
- GORDON, H.M.C.L.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council for Scientific Industrial Research**, v.12, n.1, p.103-112, 1939.
- 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. *FlavourFragr. J.* 14:322-332, 1999.
- HANEY JR., M.E.; HOEHN, M.M. Monensin, a new biologically active compound. I. Discovery and isolation. **Antimicrobial Agents Chemother**, v.7, p.349-352, 1967.
- HART, K.J.; YÁÑEZ-RUIZ, D.R.; DUVAL, S.M.; MCEWAN, N.R.; NEWBOLD, C.J. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v.147, n.1-3, p.8-35, 2008.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2 ed. Santa Maria: UFSM. 2009. 214p.
- LANGENHEIM, J.H.; WANG, J.; Younaah Zhiwu Yanjiu. 1990, v.12, p.85.

LIU, H.; VADDELLA, V.; ZHOU, D. Effects of chestnut tannins and coconut oil on growth performance, methane emission, ruminal fermentation, and microbial populations in sheep. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.12, p.6069-6077, 2011.

LÓPEZ, C.A.A.; BAIÃO, N.C.; LARA, L.J.C.; RODRIGUEZ, N.M.; CANÇADO, S.V. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

MANO, D.S. **Desempenho produtivo e econômico da adição de óleos essenciais na suplementação de novilhas em pastagem de *Cynodon ssp.*** Maringá, PR, 2008. 73f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.

MARCONDES, M.I.; GIONBELLI, M.P.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, M.F. Exigências nutricionais de proteína para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. (Eds.) **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados: BR-corte**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2010. 193p.

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, n.8, p.5011-5014, 2003.

NOCEK, J.E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**. v.71, n.8, p.2051-2059, 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. Washington: National Academy Press, 2007. 408p.

OLIVEIRA, E.R.; MONÇÃO, F.P.; GABRIEL, A.M.A.; GÓES, R.H.T.B.; LEMPP, B.; MOURA, L.V. Ruminal degradability of neutral detergent fiber of *Cynodon spp.* grasses at four regrowth ages. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 2, p. 201-208, 2014.

ORSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1624-1633, 1986.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, P. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.2, p.499-503, 1979.

PASSOS, G.F.; FERNANDES, E.S.; DA CUNHA, F.M.; FERREIRA, J.; PIANOWSKI, L.F.; CAMPOS, M.M.; CALIXTO, J.B. Anti-inflammatory and anti-allergic properties of the essential oil and active compounds from *Cordia verbenácea*. **Journal of ethnopharmacology**, v.110, n.2, p.323-333, 2007.

PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; VILLARROEL, A.B.S.; PIMENTEL, P.G. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 com diversos tamanhos de partícula. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.190-195, 2009.

- PIERI, F.A.; MUSSI, M.C.; MOREIRA, M.A.S. Óleo de copaíba (*Copaifera sp.*): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.11, n.4, p.465-472, 2009.
- PIERI, F.A.; SOUZA, C.F.; COSTA, J.C.M.; BARRERO, M.A.O.; ESPESCHIT, I.F.; SILVA, V.O.; MOREIRA, M.A.S. Inhibition of *Escherichia coli* from mastitic milk by copaiba oil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n.1, p. 1929-1934, 2011.
- PRADO, O.P.P.; ZEOULA, L.M. MOURA, L.P.P.; FRANCO, S.L.; PRADO, I.N.; GOMES, H.C.C. Digestibilidade e parâmetros ruminiais de dietas a base de forragem com a adição de própolis e monensina sódica para bovinos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 39, n. 6, p.1336-1345, 2010.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Minireview. the effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, n.1, p.1-6, 1989.
- SAS INSTITUTE Inc. **SAS® 9.1.3 ETL Studio: User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2004.
- SCHNEIDER, B.H.; FLATT, W.P. **The evaluation of feeds through digestibility experiments**. Athens: The University of Georgia Press, 1975. 423p.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Livroceres, Piracicaba, Brasil. 1979. 380 p.
- SILVA, L.G. **Glicerina e óleos funcionais em dietas de bovinos em confinamento sobre o desempenho e comportamento animal**. Maringá, PR, 2013. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá.
- SPEARS, J.W. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. **Journal of Nutrition**, v.120, n.6., p.632-638, 1990.
- TEATHER, R.M.; FORSTER, R.J. Manipulating the rumen microflora with bacteriocins to improve ruminant production. **Canadian Journal of Animal Science**, v.78, n.1, p.57-69, 1998.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v. 18, p. 104-111, 1963.
- VALINOTE, A.C.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LEME, P.R.; SILVA, S.L.; CUNHA, J.A. Fontes de lipídio e monensina sódica na fermentação, cinética e degradabilidade ruminal de bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.117-124, 2006.
- VAN DER MERWE, B.J.; DRUGMORE, T.J.; WALSH, K.P. The effect of monensin on milk production, milk urea e body score condition of grazing dairy cows. **South African Journal of Animal Science**, v.31, n.1, p.49-55, 2001.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VEIGA JUNIOR V.F.; PINTO A.C. O gênero *Copaifera* L. **Química Nova**, v.25, n.2, p.273-286, 2002.

WEDEGAERTNER, T.C.; JOHNSON, D.E. Monensin effects on digestibility, methanogenesis and heat increment of a cracked corn-silage diet fed to steers. **Journal of Animal Science**, v.57, p.168-177, 1983.

YAMAGUCHI, M.H.; GARCIA, R.F. Óleo de copaíba e suas propriedades medicinais: revisão bibliográfica. **Revista Saúde e Pesquisa**, v.5, n.1, p.137-146, 2012.

YANG, W.Z.; CHAVES, A.V.; He, M.L.; BENCHAAAR, C.; MCALLISTER, T.A. Effect of monensin and essential oil on feed intake, milk yield and composition of lactating dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.86, p.598, 2006.

ZHENG, G.Q.; KENNEY, P.M.; LAM, L.K. Sesquiterpenes from clove (*Eugenia caryophyllata*) as potential anticarcinogenic agents. **Journal of natural products**, v.55, n.7, p.999-1003, 1992.