Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Degradabilidade e digestibilidade de dietas para cordeiros confinados suplementados com níveis crescentes de óleo de copaíba (*Copaifera* sp.)

Degradability and digestibility of diets for feedlot lambs supplemented with increasing levels of Copaiba oil (*Copaifera sp*.)

DOI: 10.34188/bjaerv3n3-126

Recebimento dos originais: 20/05/2020
Aceitação para publicação: 20/06/2020

Euclides Reuter de Oliveira
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras
Instituição: Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Grande Dourados
Endereço: Rod. Dourados Itahum km 12 Cidade Universitária, Unidade II
E-mail: euclidesoliveira@ufgd.edu.br

Felipe de Souza Santos Abreu
Mestre em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados
Instituição: Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Grande Dourados
Endereço: Rod. Dourados Itahum km 12 Cidade Universitária, Unidade II
E-mail: felipessabreu@yahoo.com.br

Orlando Filipe Costa Marques
Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual de Minas Gerais
Instituição: Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Grande Dourados
Endereço: Rod. Dourados Itahum km 12 Cidade Universitária, Unidade II
E-mail: orlandozootec@gmail.com

Janaina Tayna Silva
Graduada em Zootecnia pela Universidade Estadual de Minas Gerais
Instituição: Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Grande Dourados
Endereço: Rod. Dourados Itahum km 12 Cidade Universitária, Unidade II
E-mail: janaina_tayna@hotmail.com

Hellén Felicidade Durães
Graduada em Zootecnia pela Universidade Estadual de Minas Gerais
Instituição: Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Grande Dourados
Endereço: Rod. Dourados Itahum km 12 Cidade Universitária, Unidade II
E-mail: hellen.felycidade13@gmail.com

Náthalie Ferreira Neves
Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Pampa
Instituição: Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Grande Dourados
Endereço: Rod. Dourados Itahum km 12 Cidade Universitária, Unidade II
E-mail: nathalie.fn@hotmail.com

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Erika Rosendo de Sena Gandra
Doutora em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista, UNESP- Botucatu
Instituição: Instituto de Estudos do Trópico Úmido, UNIFESSPA
Endereço: R. Maranhão, s/n - Centro, Xinguara - PA, 68555-016
E-mail: erikagandra@unifesspa.edu.br

Jefferson Rodrigues Gandra
Doutor em Ciências pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo
Instituição: Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário e Regional, UNIFESSPA
Endereço: Folha 31, Quadra 07, Lote Especial, s/n.º - Nova Marabá, Marabá - PA, 68507-590
E-mail: jeffersongandra@unifesspa.edu.br

RESUMO
O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de níveis crescente de OC em dietas de ovinos confinados sobre parâmetros de degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vitro*. Foram utilizados dez cordeiros castrados, canulados no rúmen (28,7 ± 3,66 kg de peso corporal e 6,4 ± 0,3 meses) foram distribuídos em 2 quadrados latino 5 × 5. As dietas experimentais utilizadas foram: MON (suplementação de 25 mg/kg MS de monensina sódica); inclusão de níveis crescentes de OC (0; 0,5; 1,0 e 1,5 g/kg MS de óleo de copaíba). As médias foram submetidas à análise de variância e de regressão polinomial pelo PROC MIXED do SAS comando, versão 9.0 (SAS, 2004). Foi observado diferenças 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). Foi observado efeito quadrático para a fração insolúvel, mas potencialmente degradável "fração b", degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva. Não foi observado diferenças, entre as dietas experimentais, para o consumo de matéria seca (CMS), produção fecal de matéria seca (PFMS) e digestibilidade total da matéria seca (DTMS).Foi observado efeito quadrático para a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN).A inclusão de óleo de copaíba em diets de cordeiros confinados influenciou positivamente a degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vitro*, dessa forma recomenda-se o uso de 1,0 g/kg MS

Palavras-chave: antibióticos free, bioproduto, digestão, metabolismo

ABSTRACT
The aim of this trial was to evaluate the inclusion of increasing levels of copaiba oil (CO) in diets of feedlot lambs on parameters of *in situ* degradability and *in vitro* digestibility. Ten castrated lambs cannulated in the rumen (28.7 ± 3.66 kg of body weight and 6.4 ± 0.3 months) were used in two 5 × 5 Latin squares. The experimental diets used were: MON (supplementation 25 mg / kg MS monensin sodium); inclusion of increasing levels of CO (0; 0.5; 1.0 and 1.5 g / kg DM of copaiba oil). The averages were submitted to analysis of variance and polynomial regression by PROC MIXED of SAS command, version 9.0 (SAS, 2004). A difference was observed between monensin and the inclusion of 1.5g / kgMS-1 of copaiba oil, on the readily soluble fraction (a) of dry matter (DM). A quadratic effect was observed for the insoluble, but potentially degradable "fraction b", potential degradability (PD) and effective degradability. There were no differences, between the experimental diets, for dry matter intake (DMI), fecal production of dry matter (FPDM) and total digestibility of dry matter (TDDM). A quadratic effect was observed for the in vitro digestibility of dry matter (IVDDM) and neutral detergent fiber (IVDNDF). The inclusion of copaiba oil in confined lambs diets positively influenced in situ degradability and in vitro digestibility, therefore, the use of 1.0 g / kg DM is recommended.

Keywords: antibiotics free, bioproduct, digestion, metabolism

1 INTRODUÇÃO

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).

Ionóforos e similares, têm sido utilizados 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), devido à preocupação de resistência bacteriana em seres humanos pelo 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 (OC) 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). 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). 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).

Em observação a potencialidade farmacocinética do OC, nós hipotetizamos que sua inclusão em níveis crescentes em dietas de ovinos confinados tenha ação positiva na degradabilidade *in situ* e digestibilidade e digestibilidade *in vitro*. O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de níveis crescente de OC em dietas de ovinos confinados sobre parâmetros de degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vitro*.

2 MATERIAL E METODOS

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 2018, aprovado pelo CEUA da UFGD (034/2016).

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Animais, dietas e instalações

Dez cordeiros castrados, canulados no rúmen (28,7 ± 3,66 kg de peso corporal e 6,4 ± 0,3 meses) foram distribuídos em 2 quadrados latino 5 × 5, composto por períodos de 19 dias, com os últimos 5 dias para coleta de dados e amostragem. A dieta foi formulada com ganho médio diário de 200 g, utilizando o Small Ruminants Nutritional System (SRNS) (Tabela 1). Cordeiros dentro de cada quadrado foram distribuídos aleatoriamente de acordo com as seguintes dietas experimentais: **MON** (suplementação de 25 mg/kg MS de monensina sódica); inclusão de níveis crescentes de **OC** (0; 0,5; 1,0 e 1,5 g/kg MS de óleo de copaíba) (Tabela 2).

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas e alimentados duas vezes ao dia, entre as 07:00 e as 13:00 h. 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)

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), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e lignina conforme metodologia de Van Soest et al. (1991). O NDT foi calculado de acordo com o NRC, (2001).

Tabela 1 - Composição centesimal do concentrado e das dietas expressos na matéria seca (%MS).

Ingredientes	Concentrado	Dieta[1]
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
Composição química (%MS)		
Matéria seca	87,09	88,14
Proteína bruta	18,16	11,66
Fibra em detergente neutro	18,96	49,44
Fibra em detergente ácida	7,70	23,54
Lignina	3,16	6,42
Extrato etéreo	2,31	1,47
Matéria mineral	7,62	7,06
Nutrientes digestíveis totais	80,19	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).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.

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Digestibilidade da matéria seca

Diariamente foram feitas pesagens da quantidade de alimentos, concentrado e das sobras de cada tratamento com a finalidade de estimativa do consumo. Para a avaliação do consumo, as sobras da dieta foram pesadas diariamente sendo ajustado o fornecimento para um consumo ad libitum com sobras calculadas em 10 a 15%.

Para estimativa da digestibilidade aparente total da matéria seca e dos nutrientes, amostras de fezes foram coletadas no 15º e 16º dia de cada período experimental. As amostras obtidas foram homogeneizadas para compor uma amostra composta de cada animal em cada período. As amostras de fezes coletadas foram pré-secas em estufa com ventilação forçada (60°C/72 horas) e processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade 1 mm.

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

Tabela 2 - Caracterização química (Sesquiterpenos, diterpenos e ácidos graxos) do óleo de copaíba.

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

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Degradabilidade in situ e digestibilidade in vitro

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/m^{-2}) (Casali et al., 2008) de 50 micras de diâmetro, seguindo as recomendações propostas por Nocek (1988), (20 mg de MS/cm^{-2}).

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 horas. 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 55ºC 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 a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), o líquido ruminal foi coletado através da fístula ruminal e colocado em uma garrafa térmica e adicionado CO_2, 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/cm^{-2}) com alteração do material do saquinho (5,0 x 5,0 cm), utilizando-se tecido não-tecido (TNT - 100 g/m^{-2}) (Casali et al., 2008).

Análises Estatísticas

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.

3 RESULTADOS

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}deóleo de copaíba (Tabela 1).

Tabela 3 - 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

Item	MON	Níveis de óleo de copaíba (g/kg MS)[1]				EPM	Valor de P	
		0	0,5	1,0	1,5		Linear	Quad
a	27,76^{a}	26,52^{a}	25,10^{a}	25,72^{a}	23,32^{b}	1.025	0,022	0,510
b	37,17^{a}	42,25^{a}	46,31^{b}	47,71^{b}	44,07^{b}	0.547	0,249	0,014
c	0,05^{a}	0,06^{a}	0,06^{a}	0,05^{a}	0,05^{a}	0.001	0,455	1,000
DP	64,93^{a}	68,77^{a}	71,41^{b}	73,43^{b}	67,38^{a}	1.247	0,771	0,027
DE	46,63^{a}	48,30^{a}	50,07^{a}	48,53^{a}	44,63^{a}	0.845	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}; [1]Controle; 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).[2]L - Linear; Q - Quadrática.

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 monensinae 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

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

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.

Foi observado efeito linear decrescente (Y=26,511- 1,796X; r^2= 0.24) 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. Foi observado efeito quadrático para a fração insolúvel, mas potencialmente degradável "fração b" (Y=42,113+12,914X – 7,696X^2; r^2 = 0,15) e degradabilidade potencial (DP) (Y = 68,397 +12,595X – 8,684X^2; r^2 = 0.15) e degradabilidade efetiva (DE 5%/h^{-1}) (Y =48,351 + 5,978X – 5,661X^2; r^2= 0,24) onde o ponto ótimo de inclusão de copaiba para a "fração b", foi de 0,84g/kgMS^{-1}, para DP de 0,75g/kgMS^{-1} e DE (5%h^{-1}) de 0,55g/kgMS^{-1}.

Tabela 4 - 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

Item	MON	Níveis de óleo de copaíba (g/kg MS)[1]				EPM	Valor de P	
		0	0,5	1,0	1,5		Linear	Quad
CMS (kg/dia)	1,295[a]	1,348[a]	1,261[a]	1,197[a]	1,204[a]	0,021	0,562	0,806
PFMS (kg/dia)	0,334[a]	0,331[a]	0,322[a]	0,299[a]	0,299[a]	0,021	0,553	0,919
DTMS (%)	74,17[a]	74,54[a]	74,34[a]	74,97[a]	75,62[a]	0.002	0,325	0,621
DIVMS (%)	72,96[a]	69,91[b]	74,84[b]	77,83[b]	73,29[a]	1,032	0,039	0,016
DIVFDN (%)	59,70[a]	59,10[a]	63,50[b]	66,67[b]	61,72[a]	0,987	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}; [1]Controle; 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). [2]L - Linear; Q - Quadrática.

Não foi observado diferenças (P>0,05), entre as dietas experimentais, para o consumo de matéria seca (CMS), produção fecal de matéria seca (PFMS) e digestibilidade total da matéria seca (DTMS). Foi observado 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%

Foi observado efeito quadrático para a digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) (Y=69,092+16,976X-9,475X^2;r^2=0.16) e da fibra detergente neutro (DIVFDN) (Y= 58,714+16,324X-9,381X^2; r^2 = 0.16), onde o ponto ótimo de inclusão de copaíba para a DIVMS, foi de 0,90g/kgMS^{-1}, para DIVFDN de 0,87g/kg MS^{-1}.

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

4 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 e 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 hidroxi 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 sugeridos 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.

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.

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), a atividade antibacteriana ou a favor das bactérias pode não ser facilmente atribuídas a um mecanismo específico.

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 0,5g/kgMS^{-1}, provavelmente, devido à 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/dia) com eugenol (90 mg/dia) 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/dia), 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/dia de cinamaldeído e 300 mg/dia de eugenol), assim é provável que os efeitos limitados de cinamaldeído e eugenol na fermentação microbiana ruminal tenha sido relacionado à relativa baixa dose utilizada (Cardozo et al., 2006).

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, 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.

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).

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

5 CONCLUSÃO

A inclusão de óleo de copaíba em diets de cordeiros confinados influenciou positivamente a degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vitro*, dessa forma recomenda-se o uso de 1,0 g/kg MS.

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL - **AOAC**. Official Methods of Analysis. 16 ed. Arlington, 1995. v.2, 474p.

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**, 16,.230-235, 2006.

BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**,89, 761-771, 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**, 84,2801-2808, 2006.

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**, 37,335-342, 2008.

COX, S.D.; MANN, C.M.; MARKAM, J.L. Interaction between components of the essential oil of Melaleuca alternifolia. **Journal of Applied Microbiology**, 91,492-497, 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.

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**, 9,535-542, 2008.

GRIFFIN, S.G.; WYLLIE, S.G.; MARKHAM, J.L.; LEACH, D. N. The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. **Flavour Fragr**. **J**. 14, 322-332, 1999.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2 ed. Santa Maria: UFSM. 2009. 214p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy catlle**. 7.ed. Washington: National Academy, 2001. 242p

NOCEK, J.E. In situ and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**,1, 2051-2059, 1988.

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**,.92, 499-503, 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**, 17,102-107, 2007.

PIERI, F.A.; MUSSI, M.C.; MOREIRA, M.A.S. Óleo de copaiba (*Copaifera sp*.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, 11, 465-472, 2009.

PRADO, O.P.P.; ZEOULA, L.M. MOURA, L.P.P.; FRANCO, S.L.; PRADO, I.N.; GOMES, H.C.C. Digestibilidade e parâmetros ruminais de dietas a base de forragem com a adição de própolis e monensina sódica para bovinos. **Revista Brasileira Zootecnia**, 39, 1336-1345, 2010.

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**, 18,104-111, 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**, 41, 117-124, 2006.

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**, 18,733-738, 2008.

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