

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETA ALTO GRÃO PARA
OVINOS E EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO, A
DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E
CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA

Autora: Bruna Nunes Marsiglio
Orientador: Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco

MARINGÁ
Estado do Paraná
Setembro – 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETA ALTO GRÃO PARA
OVINOS E EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO, A
DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E
CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA

Autora: Bruna Nunes Marsiglio
Orientador: Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Setembro – 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

M372o Marsiglio, Bruna Nunes
Óleos funcionais em dieta alto grão para ovinos e efeito sobre o desempenho, a digestibilidade dos nutrientes e características da carcaça / Bruna Nunes Marsiglio. -- Maringá, 2012.
70 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2012.

1. Cordeiro - Desempenho e característica de carcaça. 2. Cordeiro - Digestibilidade dos nutrientes. 2. Cordeiro - Utilização de aditivos - Ácidos graxos. 2. Cordeiro - Utilização de aditivos - Caju. 3. LCC técnico. 4. Cordeiro - Utilização de aditivos - Monensina sódica. 5. Ovino - Utilização de aditivos - Óleo de rícino. 6. Ovino - Utilização de aditivos - Salinomomicina. I. Branco, Antonio Ferriani, orient. II. Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 636.3

masa-001666



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**ÓLEOS FUNCIONAIS EM DIETA ALTO GRÃO PARA
OVINOS E EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO, A
DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E
CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA**

Autora: Bruna Nunes Marsiglio
Orientadora: Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 26 de outubro de 2012.

Prof. Dr. Francisco de Assis
Fonseca de Macedo

Prof. Dr. Cesar Henrique
Espirito Candal Poli

Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco
(Orientador)

*“Maria, Maria
É um dom, uma certa magia
Uma força que nos alerta
Uma mulher que merece
Viver e amar
Como outra qualquer
Do planeta*

*Maria, Maria
É o som, é a cor, é o suor
É a dose mais forte e lenta
De uma gente que ri
Quando deve chorar
E não vive, apenas aguenta*

*Mas é preciso ter força
É preciso ter raça
É preciso ter gana sempre
Quem traz no corpo a marca
Maria, Maria
Mistura a dor e a alegria*

*Mas é preciso ter manha
É preciso ter graça
É preciso ter sonho sempre
Quem traz na pele essa marca
Possui a estranha mania
De ter fé na vida....”*

(Milton Nascimento e Fernando Brant)

A Deus,

Que sempre iluminou meu caminho e dia após dia me cercou com sua fidelidade.
Mostrou que tudo que tenho tudo que sou e o que vier a ser vêm dele, porque minha
vida está sempre em suas mãos.

À minha mãe,

Christina Bertacco Nunes

Minha inspiração, meu exemplo de força, caráter e bondade incondicional, que ensinou
meus valores e o amor e respeito a Deus acima de todas as coisas. Seus ensinamentos e
amor me guiaram e deram força para me tornar a pessoa que sou.

Aos meus avôs,

Renato Machado Nunes e Haydeé Bertacco Nunes

Pelo amor, carinho e incentivo. Por proporcionarem momentos de alegria e dar forças
nos momentos difíceis.

À minha irmã,

Gabriela Nunes Marsiglio

Pelo amor, carinho e colaborar em meu estudo, que mesmo não sendo da área, sempre
deu um jeitinho de me ajudar com dicas e instruções gerais muito relevantes.

Ao meu noivo,

Munir Sarout

Por ser meu companheiro, pelo carinho e amor. Por sua compreensão, paciência e apoio
durante meu mestrado e em todos os momentos de nossas vidas.

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

A meus pais, Joaquim Fernando Almeida Prado Marsiglio e Christina Bertacco Nunes, pelo apoio e por toda ajuda financeira que proporcionaram para que eu concluísse meus estudos.

Ao Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco pelos ensinamentos, conselhos, por sua amizade e oportunidades que me proporcionou ao longo dos sete anos de orientação.

À Universidade Estadual de Maringá, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e a Fazenda Experimental de Iguatemi que possibilitaram o desenvolvimento deste experimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelos ensinamentos e equipamentos cedidos. Em especial ao Prof. Dr. Francisco de Assis Fonseca de Macedo, Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos e Prof^a Dr^a Claudete Regina Alcalde pelas orientações e ensinamentos durante a condução deste experimento.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Rose Mary Pepinelli e Denilson dos Santos Vicentin por todo auxílio e amizade.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, Carlos José da Silva (Huck), Nelson Palmeira e Antonio Donizete de Moraes, por auxiliarem na execução do experimento e pela amizade. Em especial ao Wilson Tonhato Marssola pela ajuda diária que foi fundamental na realização deste experimento, pelos conselhos e, principalmente, pela amizade.

Aos funcionários do LANA (Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal – UEM), Cleuza Volpato, Creuza Azevedo, Hermogenes Augusto C. Neto e Roberto Carlos D'Avila, pelo auxílio nas análises laboratoriais e pela amizade. A pós-doutoranda Dr^a Paula Adriana Grande pelo auxílio nas análises de perfil de ácidos graxos.

A todos os colegas do grupo de pesquisa, Milene Puntel Osmari, Itala Valéria Chaves de Garcia, Roman David Castañeda Serrano, Diogo Antignani Coutinho, Rosielen Patussi, Julio Cesar Barreto, Altair Diego Sofiati, Thiago Lira, Eloisa Fiaschi, Marilize Bittencourt, Amanda Pesqueira, Camila Lupo, Laiz Fiorilli de Matos, Tatiana García Díaz e Ana Lúcia Teodoro pela ajuda e dedicação na realização do experimento.

Aos meus queridos amigos Milene Puntel Osmari, Itala Valéria Chaves de Garcia, Rosielen Patussi, Ana Paula Possamai, Olga Teresa Barreto, Adriana Gomez Gallego, Thaís Algayer Calixto, Creuza Azevedo, Lina Maria Peñuela Sierra, Wilson Tonhato Marssola, Roman David Castañeda Serrano e Tiago Pasqueti que de alguma forma ajudaram na realização do experimento dedicando seu tempo, por me ensinarem muito do que aprendi neste trabalho, pelos conselhos que foram muito bem aplicados, por compartilharem momentos de estudos, por proporcionarem momentos de alegria e descontração, pela amizade, em fim, por toda a ajuda intelectual e emocional por vocês proporcionada.

A minha amiga de infância e irmã Lilian Leskevicius Palone que me apresentou o curso de Graduação em Zootecnia, quando meu estudo na área da Produção Animal se iniciou.

A todas as pessoas que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

OBRIGADA!

BIOGRAFIA

BRUNA NUNES MARSIGLIO, filha de Joaquim Fernando Almeida Prado Marsiglio e Christina Bertacco Nunes, nasceu em Rancharia, São Paulo, no dia 23 de novembro de 1983.

Em dezembro de 2008, concluiu o curso de Zootecnia pela universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2010, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Nutrição de Ruminantes.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1. Fermentação ruminal e a utilização de ionóforos.....	1
1.2. Potencial dos produtos naturais para modulação da fermentação ruminal ..	4
1.3. Ionóforos e óleos funcionais - desempenho e características quantitativas e qualitativas da carcaça	10
II. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
III. OBJETIVOS GERAIS.....	15
IV. Utilização de óleos funcionais e ionóforos em dietas alto grão para ovinos e efeitos sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal	16
Resumo.....	16
Abstract	17
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão	23

Conclusões.....	30
Referências Bibliográficas	30
V. Utilização de óleos funcionais e ionóforos em dietas alto grão para ovinos e efeitos sobre as características das carcaças	35
Resumo	35
Abstract	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão	42
Conclusões.....	49
Referências Bibliográficas	49
VI. Utilização de óleos funcionais e ionóforos em dietas alto grão para ovinos e efeitos sobre o músculo <i>Longissimus dorsi</i>	53
Resumo	53
Abstract	54
Introdução.....	55
Material e Métodos.....	56
Resultados e Discussão	59
Conclusões.....	66
Referências Bibliográficas	66

LISTA DE TABELAS

	Página
I. INTRODUÇÃO GERAL	
TABELA 1. Composição química do LCC natural e LCC técnico.....	7
IV. UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS FUNCIONAIS E IONÓFOROS EM DIETAS ALTO GRÃO PARA OVINOS E EFEITOS SOBRE A DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES E DESEMPENHO ANIMAL	
TABELA 1. Composição das dietas experimentais com base na matéria seca.....	20
TABELA 2. Ingestão, excreção fecal e digestibilidade aparente total (DIG) da matéria seca e matéria orgânica com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados.....	23
TABELA 3. Ingestão, excreção fecal e digestibilidade aparente total (DIG) da proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutra corrigida para cinzas e proteína, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados.....	26
TABELA 4. Ingestão de matéria seca e proteína bruta, peso vivo (PV) inicial e final, ganho de peso médio diário (GPD), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EFAL) com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados.....	28

V. UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS FUNCIONAIS E IONÓFOROS EM DIETAS ALTO GRÃO PARA OVINOS E EFEITOS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DAS CARÇAÇAS

TABELA 1. Composição das dietas experimentais com base na matéria seca.....39

TABELA 2. Peso vivo ao abate (PVA), peso corporal vazio (PCVz), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF), perda por resfriamento (PPR), rendimento verdadeiro da carcaça (RVC), rendimento da carcaça quente (RCQ) e rendimento comercial da carcaça (RCC) com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados.....42

TABELA 3. Pesos e rendimentos dos cortes com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados.....44

TABELA 4. Percentual de músculo, gordura e osso, proporção músculo:osso, índice de compacidade da carcaça (ICC) e índice de compacidade da perna (ICP) com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados.....46

TABELA 5. Medidas do músculo *Longissimus dorsi*: largura máxima, profundidade, espessura de gordura subcutânea (EGS), espessura de gordura subcutânea máxima (EGSM) e área de olho de lombo (AOL) com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados.....47

VI. UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS FUNCIONAIS E IONÓFOROS EM DIETAS ALTO GRÃO PARA OVINOS E EFEITOS SOBRE O MÚSCULO *Longissimus dorsi*

TABELA 1. Composição das dietas experimentais com base na matéria seca.....57

TABELA 2. Composição química do músculo *Longissimus dorsi*: umidade, proteína bruta, matéria mineral e lipídios com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados.....59

TABELA 3. pH após o abate (pH 0), pH após 45 min. do abate (pH 45), pH 24 horas após o abate (pH 24), temperatura após o abate (Temp. 0), temperatura após 45 min. do abate (Temp. 45), temperatura após 24 horas do abate

(Temp. 24), luminosidade (L), tendência para o vermelho (a) e tendência para o amarelo (b) com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados.....60

TABELA 4. Composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados.....64

LISTA DE FIGURAS

	Página
I. INTRODUÇÃO GERAL	
FIGURA 1. Caju, castanha de caju e LCC.....	6
FIGURA 2. Processo de descarboxilação do ácido anacárdico.....	7
FIGURA 3. Fenol.....	8
FIGURA 4. Principais constituintes do LCC.....	8
V. UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS FUNCIONAIS E IONÓFOROS EM DIETAS ALTO GRÃO PARA OVINOS E EFEITOS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DAS CARÇAÇAS	
FIGURA 1. Cortes efetuados na meia carcaça esquerda, sendo 1 – paleta; 2 – perna; 3 – lombo; 4 – costelas falsas; 5 – costelas verdadeiras; 6 – baixo; 7 – pescoço.....	37

RESUMO

Objetivou-se avaliar a utilização de óleos funcionais (OF) e ionóforos em dieta alto grão para cordeiros e seus efeitos sobre o coeficiente de digestibilidade aparente total dos nutrientes, o consumo, o desempenho animal, as características da carcaça e características quantitativas e qualitativas do músculo *Longissimus dorsi*. Foram utilizados 24 cordeiros mestiços (Dorper x Santa Inês) pesando em média 18 kg, um delineamento inteiramente ao acaso e os animais foram distribuídos em quatro tratamentos: 1) Controle, sem adição de ionóforos ou OF; 2) 1g de OF de rícino e caju (LCC técnico)/kg de MS da ração total; 3) 60 mg de monensina/kg de MS da ração total e; 4) 60 mg de salinomicina/kg de MS da ração total. A razão entre volumoso e concentrado na dieta foi de 20 para 80%. O dióxido de titânio foi utilizado como indicador e foram feitas coletas de fezes distribuídas em três horários por dia durante cinco dias. Os animais foram pesados a cada quatorze dias e os abates ocorreram à medida que os cordeiros atingiram em média 35 kg de peso vivo. A inclusão de monensina sódica reduziu a ingestão de matéria seca e proteína bruta em relação ao peso vivo e ao peso metabólico ($P \leq 0,05$). A digestibilidade aparente total da MS, MO, PB, EE, FDNcp e CNF não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos tratamentos. Não houve efeito dos aditivos sobre o ganho de peso médio diário, conversão alimentar, peso vivo ao abate, peso corporal vazio, peso da carcaça quente e peso da carcaça fria. Os rendimentos da carcaça quente, comercial e verdadeiro não foram influenciados pelos tratamentos, sendo os valores médios de, respectivamente, 49,3%, 48,4% e 55,2%. Os pesos e rendimentos dos cortes não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$). Não foi observado efeito dos aditivos sobre o percentual de músculo, gordura e osso, sobre a proporção músculo:osso e os índices de compacidade

da carcaça e da perna. A inclusão dos aditivos não apresentaram efeitos ($P>0,05$) sobre a largura máxima, profundidade, espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura subcutânea máxima do músculo *Longissimus dorsi* e área de olho de lombo. A queda de pH não foi influenciada pela adição dos óleos funcionais e da monensina, mas os animais que receberam salinomicina apresentaram maior acidificação da carne às 24 horas após o abate ($P\leq 0,05$). Não houve influência ($P>0,05$) dos tratamentos sobre a queda da temperatura, os parâmetros de cor (L,a,b) e composição química do *Longissimus dorsi*. O teor do ácido graxo heptadecenóico (C17:1) foi maior ($P\leq 0,05$) para o tratamento com monensina quando comparado ao tratamento com adição dos óleos funcionais, mas não diferiu do tratamento controle. Os teores totais de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados e poli-insaturados (AGPI), a relação AGPI/AGS, a relação (C18:0+C18:1):(C16:0) e os níveis de $\omega 3$ e $\omega 6$ não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos. Conclui-se que a inclusão de monensina sódica reduz a ingestão de matéria seca e proteína bruta em relação ao peso vivo e ao peso metabólico. A adição de salinomicina resulta em maior acidificação da carne às 24 horas após o abate.

Palavras-chave: ácidos graxos, caju, LCC técnico, monensina sódica, óleo de rícino, salinomicina

ABSTRACT

This work was carried out to evaluate the effects of the use of functional oils (FO) and ionophores in high grain diets for lambs, on the total apparent digestibility coefficient of nutrients, intake, animal performance, carcass characteristics, quantitative and qualitative characteristics of the muscle *Longissimus dorsi*. There were used 24 crossbred lambs (Dorper x Santa Inês) weighing an average of 18kg. The experiment was set up in a completely randomized design, and the animals were distributed in four treatments: 1) Control, without addition of FO or ionophores; 2) 1g of a specific blend of functional oils, castor oil and cashew nut shell liquid (Technical CNSL)/ kg of the total ration dry matter; 3) 60 mg of sodium monensin/ kg of the total ration dry matter and; 4) 60 mg of salinomycin/ kg of the total ration dry matter. The roughage and concentrate ratio was 20 for 80%. The titanium dioxide was used as marker and fecal samples were collected three times a day for five days. The animals were weighed every fourteen days and slaughtered when reached final average weight of 35 kg. The inclusion of monensin reduced dry matter and crude protein intake in relation to body weight and metabolic weight ($P \leq 0.05$). The total apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, neutral detergent fiber corrected to ash and protein, non-fiber carbohydrates were not affected ($P > 0.05$) by treatments. There was no effect of additives on the average daily weight gain, feed conversion, live weight at slaughter, empty body weight, hot carcass weight and cold carcass weight. Hot carcass yield, commercial carcass yield and real carcass yield were not affected by treatments, being the average values, respectively, 49.3%, 48.4% and 55.2%. The weights and cuts yields have no significant differences between treatments ($P > 0.05$). There was no effect of additives on the percentage of muscle, fat and bone, muscle:bone ratio, carcass

compactness index and leg compactness index. The inclusion of additives showed no effects ($P>0.05$) on the maximum width of loin, loin depth, subcutaneous fat thickness, maximum fat thickness and ribeye area. The pH drop was not influenced by the addition of functional oils and monensin, but the animals fed salinomycin showed greater acidification of meat at 24 hours after slaughter ($P\leq 0.05$). There was no effect ($P>0.05$) of treatment on the temperature drop, color parameters (L, a, b) and chemical composition of *Longissimus dorsi*. The content of fatty acid heptadecenoic (C17:1) was higher ($P\leq 0.05$) for treatment with monensin when compared to treatment with the addition of functional oils, but it did not differ from the control treatment. The total of saturated fat acids (SFA), monounsaturated fat acids and polyunsaturated fat acids (PUFA), the ratio of PUFA/SFA, the ratio of (C18:0+C18:1):(C16:0) and the levels of $\omega 3$ and $\omega 6$ did not differ ($P>0.05$) among treatments. It is concluded that the inclusion of monensin reduce the dry matter and crude protein intake in relation to body weight and metabolic weight. The addition of salinomycin results in a greater acidification of meat at 24 hours after slaughter.

Key words: cashew, castor oil, CNSL technical, fatty acids, salinomycin, sodium monensin

I. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Fermentação ruminal e a utilização de ionóforos

Os ruminantes diferem dos monogástricos por terem a capacidade de utilizar os carboidratos estruturais como fonte de energia e compostos nitrogenados não proteicos como fonte de proteína. Isto se deve ao processo de fermentação ruminal realizado por microrganismos e a atividade física do rúmen. O processo de fermentação ruminal pode ser modificado, a fim de melhorar a utilização dos nutrientes da dieta, diminuindo as perdas energéticas e a degradação da proteína, e evitar distúrbios no rúmen.

Na nutrição de ruminantes os ionóforos são amplamente utilizados como aditivos para alteração da microbiota ruminal. Os ionóforos são antibióticos e sua ação consiste em bloquear o transporte de prótons (H^+) tornando mais difícil a reciclagem de co-fatores enzimáticos pela célula. As bactérias Gram-positivas não apresentam membrana externa com porinas (canais de proteína) e, por isso, são mais sensíveis aos ionóforos. As bactérias Gram-negativas apresentam membrana externa com porinas, o que dificulta a dissolução dos ionóforos na membrana plasmática, além disso, essas bactérias realizam fosforilação oxidativa produzindo mais ATP (Russell & Strobel, 1989). Portanto, os ionóforos selecionam as bactérias Gram-negativas produtoras de ácido succínico ou que fermentam ácido láctico e inibem as Gram-positivas produtoras de ácido acético, butírico, láctico e H_2 .

A seleção das bactérias que atuam no rúmen resulta em: 1) aumento da produção de propionato e diminuição da produção de acetato e butirato (Russell, 1998), melhorando a eficiência do metabolismo energético, devido à diminuição da formação de metano que ocorre em consequência da menor produção de H_2 :

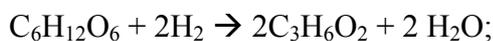
Ácido acético:



Ácido butírico:



Ácido propiônico:



2) Redução da degradação da proteína proveniente da dieta (Nagaraja et al., 1997; Russell e Wallace, 1997) e, conseqüentemente, redução da produção de amônia ruminal, já que reduz a população das bactérias proteolíticas; 3) redução das desordens metabólicas causadas por fermentações indesejáveis no rúmen, como: acidose, em razão da inibição de bactérias produtoras de ácido láctico (Russell e Strobel, 1989; Nagaraja et al., 1997) e timpanismo.

A monensina sódica é um antibiótico produzido pelo *Streptomyces cinnamonensis* e é um dos ionóforos mais pesquisados e utilizados na nutrição de ruminantes. O uso da monensina foi aprovado nos EUA em 1976 para gado de corte em confinamento e em 1978 para animais em pastejo. Outros ionóforos como lasalocida, salinomicina e laidomicina propionato também são utilizados em dietas de ruminantes e são produzidos, respectivamente, por *Streptomyces lasaliensis*, *Streptomyces albus* e *Streptoverticillum eurocidicum* (Valadares-Filho et al., 2006).

Os carboidratos são convertidos em piruvato, através de diferentes mecanismos, e a partir do piruvato, a proporção de ácidos graxos voláteis produzidos oscila, principalmente, em função das espécies de bactérias presentes no rúmen, que oscilam em função do ambiente ruminal durante a fermentação, dependendo, principalmente, do tipo de dieta fornecida ao animal (Nussio et al., 2006). Dietas ricas em grãos resultam em maior produção do ácido propiônico e menor produção de ácido acético em razão da inibição do crescimento de microorganismos celulolíticos e de protozoários produtores de acetato (Antunes et al., 2006). Dietas ricas em volumosos resultam em maior produção do ácido acético e menor produção de ácido propiônico, devendo contribuir para maior perda de energia por metano, porque na formação do acetato, ocorre maior produção de hidrogênio, fornecendo substrato para as bactérias metanogênicas. Assim, dietas ricas em grãos são mais eficientes em relação ao metabolismo energético. Porém, dietas com alto nível de concentrado, como a do presente estudo, que apresenta relação volumoso e concentrado de 20 e 80%, apresentam riscos para saúde ruminal dos animais.

A ingestão de dietas ricas em grãos, ricas em carboidratos de alta fermentabilidade, pode levar a ocorrência de distúrbios no rúmen, favorecendo a rápida queda do pH ruminal, em razão das altas taxas de digestão e produção de ácidos graxos voláteis. Nessas condições as bactérias amilolíticas pertencentes ao gênero *Prevotella* podem ser substituídas por bactérias Gram-positivas como *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus* sp, produtoras de lactato. As bactérias que utilizam o lactato, como a *Veillonella* e *Selenomonas*, são sensíveis a ambiente com pH baixo e a redução dessas bactérias tem como consequência o acúmulo de ácido lático no rúmen, resultando em acidose láctica (Owens & Goetsch, 1993). O uso de ionóforos é uma alternativa para o controle da acidose.

Pesquisas mostram que a inclusão de monensina sódica em dietas com alto teor de concentrado geralmente apresentam efeito negativo sobre a ingestão de matéria seca (Vargas et al., 2001). Segundo Nagaraja et al. (1997) e Van Amburgh (1997) a monensina reduz, respectivamente, em 4% e 5,6% o consumo de matéria seca. Provavelmente a redução do consumo, de animais recebendo dietas com alto teor de concentrado e monensina, ocorre em razão do aumento da eficiência energética, favorecendo a redução do consumo de alimentos para satisfazer as necessidades nutricionais, já que o nível de energia (efeito fisiológico) regula o consumo (Vargas et al., 2001).

Os ionóforos parecem apresentar pouco ou nenhum efeito sobre a digestibilidade dos nutrientes. Meyer et al. (2009) não encontraram diferenças significativas no consumo e digestibilidade aparente total da matéria seca e matéria orgânica em relação ao tratamento controle quando testaram a inclusão de monensina sódica (300mg/animal/dia), uma mistura de óleos essenciais contendo timo, eugenol, vanilina, guaiacol e limoneno (1g/animal/dia) e uma mistura de óleos essenciais contendo guaiacol, linalol e α -pineno (1g/animal/dia).

A segurança de aditivos, como a monensina e a salinomicina, é constantemente questionada, havendo atualmente uma tendência ao uso de substâncias naturais. A proibição da utilização de antibióticos na nutrição animal pela União Europeia a partir de 2006 (Regulamentação 1831/2003/EC) intensificou a procura por substâncias naturais capazes de modular a fermentação ruminal.

1.2. Potencial dos produtos naturais para modulação da fermentação ruminal

O início do século XXI está sendo marcado pela busca do desenvolvimento sustentável, e junto, há uma tendência de obtenção de alimentos mais seguros, ou seja, alimentos que não apresentem resíduos prejudiciais à saúde humana. A segurança de antibióticos, como os ionóforos, é constantemente questionada pela possível relação destes com a resistência de bactérias, além da possibilidade de deposição de resíduos na carne ou no leite. Esses fatores levaram a proibições ou restrições ao uso desses aditivos na alimentação animal em alguns países.

Atualmente os produtos naturais pesquisados como moduladores da fermentação ruminal são os óleos funcionais (óleos essenciais e outros óleos) e a própolis. Óleos funcionais são todos os óleos que, além de suas propriedades energéticas, apresentam outra função, podendo ser anti-inflamatório, antioxidante, antimicrobiano e/ou outras funções.

Os óleos essenciais possuem composição complexa podendo conter mais de 400 componentes, são compostos aromáticos voláteis, metabólitos secundários responsáveis pelo odor e coloração das plantas e especiarias. Estão presentes, principalmente, em pequenas bolsas (glândulas secretoras) existentes na superfície de folhas, flores ou no interior de talos, cascas e raízes. Alguns óleos essenciais já possuem funcionalidade conhecida, como o da canela (*Cinnamomum zeylanicum*), tomilho (*Thymus vulgaris*), orégano (*Origanum sativum*), entre outros. Devido a sua complexidade química os óleos essenciais possuem grande amplitude de ação antibacteriana e antioxidante; são muito utilizados na indústria farmacêutica para síntese de compostos aromáticos e remédios; utilizados também como flavorizantes de alimentos, condimentos e chás. Há pesquisas sobre a utilização dos óleos essenciais na nutrição de ruminantes, mas a grande utilização dos óleos essenciais na indústria humana encarece estes produtos para sua utilização na nutrição animal.

Existem outros tipos de óleos que são funcionais, mas não são óleos essenciais, como por exemplo, alguns tipos de óleo vegetal, como o óleo de rícino ou óleo de mamona (*Ricinus communis*). O óleo de rícino, internacionalmente conhecido como *castor oil*, é extraído das sementes de *Ricinus communis* (mamona), pertencente à família de plantas Euphorbiaceae e sua semente contém de 45 a 55% de óleo. O óleo de

ricino é uma mistura de triglicerídeos que contém, predominantemente, o ácido ricinoleico (85 a 95%) que é um ácido graxo de 18 carbonos com uma dupla ligação na posição C(9) e um grupo hidroxilo na posição C(12) (cis-12-hidroxi-9-octadecenoico), os outros ácidos graxos representam em torno de 10 a 15% dos triglicerídeos no óleo de ricino e são geralmente ácido oleico (18:1 (9)), ácido linoleico (18:2 (9,12)), o ácido linolênico (18:3 (9,12,15)), ácido palmítico (16:0), ácido esteárico (18:0), ácido eicosanoico (20:00) e ácido dihidroxiesteárico (Vaisman et al., 2008). O óleo de ricino é um dos poucos glicerídeos comercialmente disponíveis que contém um hidroxilo funcional e uma porcentagem tão alta de um único ácido graxo.

Derivados do ácido ricinoleico e oleico foram estudados a fim de verificar a existência de atividade antimicrobiana contra várias espécies de bactérias e leveduras, sob ótimas condições para crescimento, e exibiram considerável atividade antimicrobiana. A atividade antimicrobiana, dos derivados de ácido ricinoleico e iso-oleico, contra alguns microrganismos, foi comparada a do ácido sórbico um ácido graxo insaturado com atividade antimicrobiana contra um largo espectro de leveduras, fungos e bactérias; e a do ácido 10-undecenoico, outro conhecido agente antimicrobiano (Novak et al., 1961). Estudos mostram a existência de atividade antimicrobiana de vários ácidos graxos e derivados de ácidos graxos.

A quantidade total de ácidos graxos insaturados, entre eles, o ácido ricinoleico, corresponde a 97% em massa do óleo de ricino e a concentração de ácidos graxos saturados é de somente 2,3-3,6%. Pesquisas mostram que os ácidos graxos insaturados possuem maior atividade antimicrobiana que os ácidos graxos saturados. Contudo, a atividade antimicrobiana dos ácidos graxos saturados aumenta conforme aumenta o número de átomos de carbono na cadeia, isso ocorre entre ácidos graxos com o mesmo peso molecular, além disso, os ácidos graxos de cadeia linear possuem maior atividade antimicrobiana que os de cadeia ramificada (Novak et al., 1961).

Os métodos utilizados para a extração dos óleos vegetais, como o de ricino são: 1) extração feita por meio de prensas hidráulicas (pressão descontínua), e o óleo obtido é de primeira qualidade e pouco corado; 2) por meio do uso de solventes orgânicos, com altas temperaturas e pressão, obtendo óleos mais escuros, porém com maior rendimento; 3) Por prensa tipo “Expeller” (pressão contínua) que faz a remoção parcial do óleo que deve ser completada por remoção com solventes, sendo um processo misto. Os solventes mais utilizados na extração de óleos vegetais são frações leves de petróleo, como o hexano e o pentano.

Outro óleo com propriedades funcionais é o óleo da casca da castanha do caju, chamado de líquido da casca da castanha do caju (LCC), internacionalmente conhecido como *cashew nut shell liquid* (CNSL). O LCC é uma das fontes mais ricas de lipídeos fenólicos não-isoprenoides de origem natural e representa aproximadamente 25% do peso da castanha (Mazzetto et al., 2009).

O caju não é o fruto do cajueiro (*Anacardium occidentale*), pertencente a família Anacardiaceae, é um pedúnculo superdesenvolvido, ou seja, um pseudofruto, cientificamente denominado pedúnculo floral. A castanha de caju é o fruto do cajueiro que é composto por uma casaca coriácea lisa, mesocarpo alveolado repleto de um líquido viscoso e escuro (LCC) e na parte mais interna a amêndoa, constituída de dois cotilédones carnosos e oleosos, que compõem a parte comestível do fruto (Figura 1). O LCC pode ser obtido por extração a frio, através de prensas; extração com uso de solventes; extração supercrítica com CO₂, com 100% de rendimento; ou através do processo térmico-mecânico, em que o LCC quente é usado para aquecer a castanha a aproximadamente 190°C e nesta temperatura a casaca externa se rompe liberando os alquilfenóis presente no mesocarpo, seguindo da remoção da casaca interna e recuperação das amêndoas. No Brasil utiliza-se o método térmico-mecânico para obtenção das amêndoas que são destinadas ao consumo humano, como castanha de caju. Neste processo é gerada grande quantidade de LCC que é considerado subproduto do agronegócio do caju e, por isso, possui baixo valor agregado.

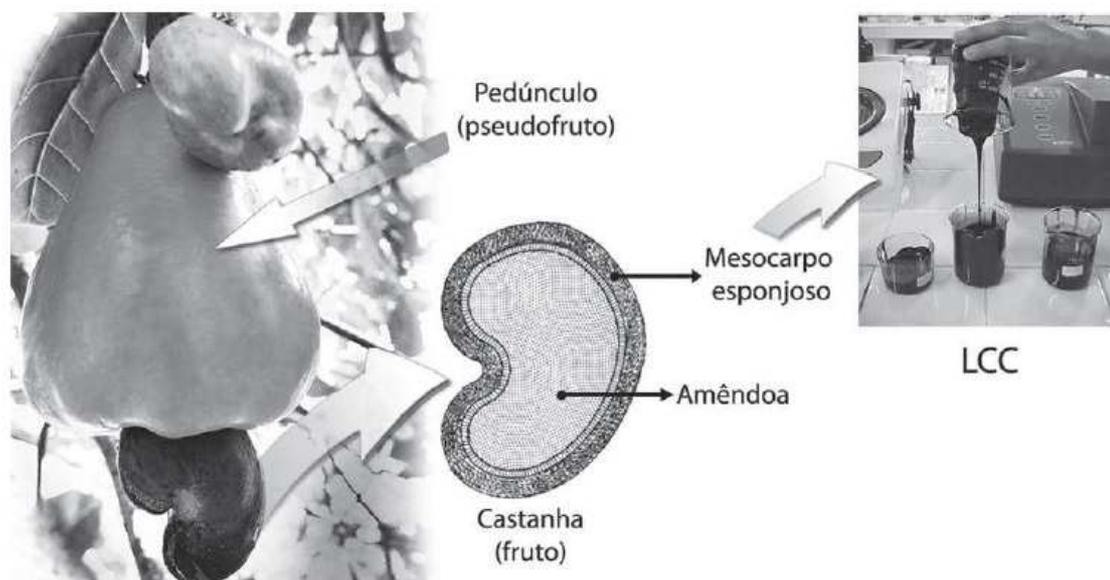


Figura 1. Caju, castanha de caju e LCC
Fonte: Mazzetto et al. (2009)

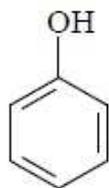
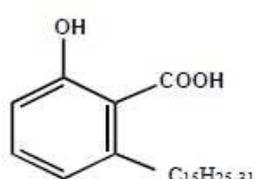
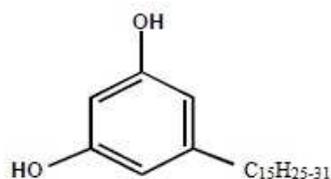


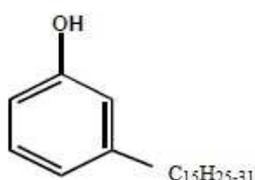
Figura 3. Fenol



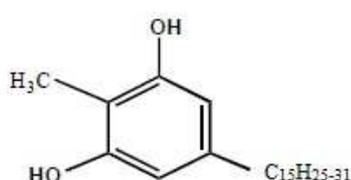
Ácido anacárdico



Cardol



Cardanol



2-Metil cardol

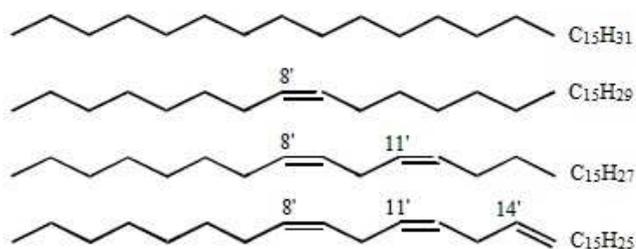


Figura 4. Principais constituintes do LCC

O ácido anacárdico possui propriedade antibiótica, apresentando alta atividade inibitória contra bactérias Gram-positivas. Lima et al. (2000) constataram a atividade antimicrobiana do ácido anacárdico do LCC sobre as bactérias Gram-positivas *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus* e, observaram também fraca atividade inibitória sobre leveduras como a *Candida albicans* e *Candida utilis*. Pesquisas têm demonstrado que, além da atividade dos grupos alquila, o grupo hidroxila (OH-) é muito reativo e forma pontes de hidrogênio com o sítio ativo das enzimas, inibindo as atividades metabólicas dos microrganismos (Lima et al., 2000). Segundo Santos et al. (2008), o LCC puro obtido sob alta temperatura (LCC técnico) apresenta potencial

atividade antimicrobiana sobre o *Staphylococcus* sp (Gram-positiva), demonstrando o potencial antimicrobiano dos outros componentes do LCC, visto que o LCC técnico apresenta maior teor de cardanol (Tabela 1).

Toyomizu et al. (2003) observaram que a suplementação com ácido anacárdico e com LCC natural resultou em redução nas lesões de ceco em frangos durante uma infecção experimental de coccidiose, sugerindo que o ácido anacárdico e o LCC podem atuar como um agente anti-inflamatório, mas não como coccidiostático, por não inibir a produção de oocistos. Segundo Gonzaga (2008) o ácido anacárdico e o cardanol acetilados exibiram caráter antioxidante próximo ao do BHT; e o ácido anacárdico saturado e o cardanol saturado exibiram potencial antitumoral.

Vieira et al. (2003) observaram efeito inseticida do óleo de castanha de caju que provocou mortalidade das lagartas do algodoeiro *Alabama argillacea* quando expostas a diversas concentrações do óleo, demonstrando grande potencial inseticida de contato. Oliveira et al. (2011) concluíram que os constituintes do LCC: 1) podem funcionar como antioxidantes, sendo que a maior atividade antioxidante foi apresentada pelo cardanol, seguida pelo cardol e em último o ácido anacárdico; 2) podem atuar também como inibidores da enzima acetilcolinesterase e; 3) como larvicida contra o *Aedes aegypti*, sendo que o mecanismo de ação de muitos inseticidas é a inibição da enzima acetilcolinesterase.

Apesar de encontrar na literatura estudos sobre o potencial antimicrobiano do ácido anacárdico e do LCC natural, pouco se sabe sobre o LCC técnico que é produzido em grande quantidade no Brasil, sendo necessários mais estudos sobre os outros componentes do LCC, como o cardol e principalmente sobre o cardanol, principal constituinte do LCC técnico. Sendo assim, novos estudos poderão esclarecer e padronizar a atividade antimicrobiana do LCC técnico.

As características encontradas nos óleos funcionais, como o óleo de rícino e o LCC, podem tornar possível sua utilização para manipular a fermentação ruminal através da modulação seletiva das espécies microbianas no rúmen, sendo uma alternativa para substituição dos ionóforos. Alguns pesquisadores acreditam que devem ser administradas combinações de óleos funcionais de diferentes plantas, pelos diferentes princípios ativos e para obtenção de melhores resultados essas misturas devem ser reforçadas pelos princípios ativos mais relevantes.

Coneglian (2009) testou a inclusão de 0,2g/dia de monensina sódica e 1g, 2g, 4g e 8g/dia de uma mistura de óleos funcionais (OF) de rícino e LCC técnico em dieta de

alto grão para bovino e observaram que os níveis de 2 e 4g OF/dia apresentou resultados semelhantes à monensina quanto ao consumo voluntário e digestibilidade aparente total dos nutrientes; a eficiência de síntese de proteína microbiana e a cinética ruminal foi semelhante para todos os níveis testados. O tratamento com 1g OF/dia apresentou maior produção de ácido acético em relação aos outros tratamentos, sugerindo que doses acima de 2g OF/dia foram suficientes para inibir bactérias produtoras de ácido acético. A proporção acetato:propionato:butirato para o nível de 1g OF/dia foi de 57:27:16, enquanto a proporção média para os outros níveis de OF e a monensina foi de 51:33:16. As concentrações de nitrogênio amoniacal e os níveis de nitrogênio ureico plasmático (NUP) foram semelhantes para todos os tratamentos.

1.3. Ionóforos e óleos funcionais - desempenho e características quantitativas e qualitativas da carcaça

O manejo nutricional pode alterar a qualidade da carne, em virtude das alterações na sua composição química e perfil de ácidos graxos. Apesar da influência da utilização de óleos funcionais sobre os aspectos qualitativos e quantitativos dos produtos de origem animal ainda não terem sido suficientemente estudados, a atividade antioxidante de alguns desses óleos podem resultar em melhora nos aspectos qualitativos da carne. Simitzis et al. (2008) apesar de não observar diferenças significativas no peso final e no rendimento de carcaça de ovinos suplementados com óleo essencial de orégano, observaram resultados positivos nas características qualitativas da carne, as quais foram atribuídas, principalmente, ao retardo da oxidação lipídica promovida pela adição do óleo essencial. Isto demonstra que o poder antioxidante de alguns extratos naturais pode refletir na qualidade da carne, principalmente, após períodos de estocagem.

Segundo Zawadzki et al. (2010a) a inclusão dos óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) na dieta de bovinos em confinamento influenciou a conformação e o peso da carcaça quente, apresentando valores superiores para os animais que receberam a dieta com os óleos funcionais. Porém, a inclusão dos óleos de rícino e caju (LCC técnico) não influenciou o ganho médio diário, o consumo de matéria seca e a conversão alimentar (Zawadzki et al., 2010b).

Mano et al. (2009) não encontraram diferenças significativas para o ganho médio diário de novilhas sob pastagem de *Cynodon ssp*, com suplementação proteica e

energética recebendo tratamentos com 0,2g/dia de monensina sódica e 1g, 2g, 4g/dia de uma mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico). Apesar do ganho médio diário não diferir em relação à suplementação com monensina sódica e os níveis de óleos funcionais a inclusão de 4 g/animal/dia de OF produziu o resultado de ganho médio diário mais próximo a monensina. Jedlicka et al. (2009) testaram os efeitos do uso de monensina e dos óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) sobre a composição da carcaça de novilhas em crescimento alimentadas com dieta alto grão, os tratamentos estudados foram 223 mg de monensina/animal/dia, dois níveis de óleos funcionais 250 mg/kg MSI e 500 mg/kg MSI, a combinação monensina com óleos funcionais e o controle. O ganho médio diário foi maior e a conversão alimentar foi melhor para o tratamento com monensina quando comparado com o tratamento com 500 mg OF/kg MSI, mas não diferiu dos outros tratamentos e nenhum tratamento diferiu significativamente do tratamento controle.

Encontra-se na literatura poucos estudos sobre a influência dos óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) sobre o desempenho e as características das carcaças de bovinos, porém, até o presente momento nenhum trabalho avaliou a influência desses óleos funcionais sobre o desempenho e os aspectos quantitativos e qualitativos das carcaças de ovinos, sendo necessários mais estudos para avaliar seus possíveis efeitos nos animais da espécie ovina.

II. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R.C.; RODRIGUES, N.M. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p.237-244.
- CONEGLIAN, S.M. **Uso de óleos essenciais de mamona e caju em dietas de bovinos**. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- GEDAM, P.H.; SAMPATHKUMARAN, P.S. Cashew nut shell liquid: extraction, chemistry and applications. **Progress in Organic Coatings**, v.14, p.115-157, 1986.
- GONZAGA, W.A. **Preparação e avaliação farmacológica de derivados dos lipídios fenólicos do líquido da casca da castanha de caju**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília, Brasília.
- JEDLICKA, M.E.; PUREVJAV, T.; CONOVER, A.J. et al. [2009]. Effects of Functional Oils and Monensin Alone or in Combination on Feedlot Cattle Growth and Carcass Composition. **Iowa State University Animal Industry Report**, A.S. Leaflet R2423, 2009. Disponível em: <<http://www.ans.iastate.edu/report/air/2009pdf/R2423.pdf>> Acessado em: 20/03/2012
- LIMA, C.A.A.; PASTORE, G.M.; LIMA, E.D.P.A. Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdicos do óleo da casca da castanha de caju (CNSL) dos clones de cajueiro-anão-precoce CCP-76 e CCP-09 em cinco estágios de maturação sobre microrganismos da cavidade bucal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.3, p.358-362, 2000.
- MANO, D.S.; BRANCO, A.F.; CONEGLIAN, S.M. et al. Adição de Óleos Essenciais em suplementos para Novilhas em Pastagem de *Cynodon ssp.* no Verão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2009] (CD-ROM).

- MAZZETTO, S.E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v.32, n.3, p.732-741, 2009.
- MEYER, N.F.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J. et al. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.87, p.2346-2354, 2009.
- NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.) **The Rumen Microbial Ecosystem**. 2.ed. London: Blackie Academic and professional, 1997. p.523-632.
- NOVAK, A.F.; CLARK, G.C.; DUPUY, H.P. Antimicrobial activity of some ricinoleic acid oleic acid derivatives. **Journal of the American oil Chemists' Society**, v.38, n.6, p.321-324, 1961.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p.188-191.
- OLIVEIRA, M.S.C.; MORAIS, S.M.; MAGALHÃES, D.V. et al. Antioxidant, larvicidal and antiacetylcholinesterase activities of cashew nut shell liquid constituents. **Acta Tropica**, v.117, n.3, p.165-170, 2011.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Fermentación ruminal. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El ruminante, fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.159-190.
- RUSSELL, J.B. The importance of pH in the regulation of ruminal acetate to propionate ratio and methane production *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p.3222-3230, 1998.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Mini-review: The effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, 55:1, 1989.
- RUSSELL, J.B., WALLACE, R.J. Energy-yielding and energy-consuming reactions. In: HOBSON, P.N. (Ed.) **The ruminal microbial ecosystem**. 2.ed. Essex, England: Elsevier Science, 1997. p.267-268.
- SANTOS, S.C.C.; SILVA, A.C.; LIMA, G.T. et al. Estudo da eficácia da ação bactericida do líquido da castanha do caju (*Anacardium occidentale*) - LCC adicionado a sabões sobre *Staphylococcus sp.* In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS - CEULP/ULBRA, 8., 2008, Palmas. **Anais...** Palmas: CEULP/ULBRA, 2008. p.201-203.
- SIMITZIS, P.E.; DELIGEORGIS, S.G.; BIZELIS, J.A. et al. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. **Meat Science**, v. 79, p. 217-223, 2008.

- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Regulation (EC) n° 1831/2003. **Official Journal of the European Union**, 2003. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:EN:PDF>> Acesso em: 25/10/2011.
- TOYOMIZU, M.; NAKAI, Y.; NAKATSU, T. et al. Inhibitory effect of dietary anacardic acid supplementation on cecal lesion formation following chicken coccidial infection. **Animal Science Journal**, v.74, p.105–109, 2003.
- VAISMAN, B.; SHIKANOV, A.; DOMB, A.J. The Isolation of Ricinoleic Acid from Castor Oil by Salt-solubility-based Fractionation for the Biopharmaceutical Applications. **Journal of the American oil Chemists' Society**, 2008. doi: 10.1007/s11746-007-1172-z (in print).
- VALADARES-FILHO, S.C.V.; PINA, D.S. Fermentação Ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.) *Nutrição de Ruminantes*. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p.151-157.
- VAN AMBURGH, M.E. Effect of ionophores on growth and lactation in cattle. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 59th 1997. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1997. P.93-103.
- VARGAS, L.H.; LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B. et al. Influência de Rumensin®, Óleo de Soja e Níveis de Concentrado sobre o Consumo e os Parâmetros Fermentativos Ruminais em Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1650-1658, 2001.
- VIEIRA, L.; OLIVEIRA, J.E.M.; VACARIL, A.M. et al. Efeito do óleo de castanha de caju na mortalidade do Curuquerê-do-Algodoeiro, *Alabama argillacea* HÜEBNER, 1818 (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa, 2003. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/065.pdf> Acessado em: 10/03/2012.
- ZAWADZKI, F.; VALERO, M.V.; STRACK, M.G. et al. Glicerol e óleos essenciais na dieta de bovinos precoces da raça Purunã terminados em confinamento sobre as características da carcaça In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010a] (CD-ROM).
- ZAWADZKI, F.; SILVA, L.G.; STRACK, M.G. et al. Glicerol e óleos essenciais na dieta de bovinos não castrados precoces Purunã terminados em confinamento sobre o desempenho e ingestão de alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010b] (CD-ROM).

III. OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se avaliar os óleos funcionais de rícino e da casca da castanha de caju (LCC técnico), a monensina sódica e a salinomicina sódica em dietas de alto grão para cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre o coeficiente de digestibilidade aparente total dos nutrientes, consumo, desempenho animal, características da carcaça e do músculo *Longissimus dorsi*.

Utilização de óleos funcionais e ionóforos em dietas alto grão para ovinos e efeitos sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal

Resumo: Objetivou-se avaliar a utilização de óleos funcionais (OF) e ionóforos em dieta alto grão para cordeiros e seus efeitos sobre a ingestão de nutrientes, o coeficiente de digestibilidade aparente total dos nutrientes e desempenho animal. Foram utilizados 24 cordeiros mestiços (Dorper x Santa Inês), pesando em média 18 kg, distribuídos em quatro tratamentos: 1) Controle, sem adição de ionóforos ou OF; 2) 1g da mistura de OF de rícino e caju (LCC técnico)/kg de MS da ração total; 3) 60 mg de monensina sódica/kg de MS da ração total e; 4) 60 mg de salinomicina/kg de MS da ração total. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso. A proporção de volumoso e concentrado da ração foi de 20 e 80%, sendo a silagem de milho como volumoso e milho grão, farelo de soja, farelo de trigo, ureia como concentrado, mais a inclusão de sal mineral e calcário. O dióxido de titânio foi utilizado como indicador externo para determinação do fluxo fecal. Foram feitas coletas de fezes distribuídas em três horários por dia durante cinco dias. Os animais foram pesados a cada quatorze dias. A inclusão de monensina sódica reduziu a ingestão de matéria seca e proteína bruta em relação ao peso vivo e ao peso metabólico ($P \leq 0,05$). A inclusão de óleos funcionais e salinomicina não apresentaram efeitos sobre a ingestão de matéria seca e dos nutrientes ($P > 0,05$). A digestibilidade aparente total da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutra corrigida para cinzas e proteína e carboidratos não fibrosos não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos tratamentos. Não houve efeito dos aditivos sobre o ganho de peso médio diário e a conversão alimentar. Conclui-se que a inclusão de monensina sódica reduz a ingestão de matéria seca e proteína bruta em relação ao peso vivo e ao peso metabólico. Os outros parâmetros testados não foram influenciados pelos aditivos.

Palavras-chave: caju, LCC técnico, monensina sódica, óleo de rícino, salinomicina

Use of functional oils and ionophores in high grain diets for sheep and effects on nutrients digestibility and animal performance

Abstract: This work was carried out to evaluate the use of functional oils (FO) and ionophores in high grain diets for lambs and the effects on nutrients intake, total apparent digestibility coefficient of nutrients and animal performance. There were used 24 crossbred lambs (Dorper x Santa Inês) weighing an average of 18 kg, distributed in four treatments: 1) Control, without addition of FO or ionophores; 2) 1g of a specific blend of FO, castor oil and cashew nut shell liquid (Technical CNSL)/ kg of the total ration dry matter; 3) 60 mg of sodium monensin/ kg of the total ration dry matter and; 4) 60 mg of salinomycin/ kg of the total ration dry matter. The experimental design was completely randomized. The roughage and concentrate ratio was 20 and 80%, the corn silage was the roughage and corn grain, soybean meal, wheat meal, urea, mineral salt and limestone compound the concentrate. The titanium dioxide was used as external indicator to determine the fecal stream. Fecal samples were collected three times a day for five days. The animals were weighed every fourteen days. The inclusion of monensin reduced dry matter and crude protein intake in relation to body weight and metabolic weight ($P \leq 0.05$). The inclusion of functional oils and salinomycin had no effect on dry matter intake and nutrients intake ($P > 0.05$). The total apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, neutral detergent fiber corrected for ash and protein and non-fiber carbohydrates were not affected ($P > 0.05$) by treatments. There was no effect of additives on the average daily weight gain and feed conversion. It is concluded that the inclusion of monensin reduces the dry matter and crude protein intake in relation to body weight and metabolic weight. The others parameters tested were not affected by additives.

Key Words: cashew, castor oil, salinomycin, sodium monensin, technical CNSL

Introdução

Na nutrição de ruminantes os ionóforos são amplamente utilizados como ferramenta de manipulação da microbiota ruminal, a fim de melhorar a eficiência do metabolismo energético e proteico, e diminuir a incidência de distúrbios digestivos, aumentando a produtividade animal. No entanto, a segurança dos ionóforos é constantemente questionada e a Regulamentação 1831/2003/EC proibiu sua utilização na alimentação animal em países da União Europeia.

Os óleos funcionais têm sido uma alternativa de produto natural com características que demonstram potencial para serem estudados como moduladores da fermentação ruminal. O óleo de rícino é um óleo vegetal que apresenta propriedades funcionais e seu principal princípio ativo é o ácido ricinoleico. Derivados de ácido ricinoleico e oleico apresentaram atividade antimicrobiana contra várias espécies de bactérias e leveduras (Novak et al., 1961). Outro óleo com propriedades funcionais é o líquido da casca da castanha do caju (LCC) que é uma das fontes mais ricas de lipídeos fenólicos não-isoprenoides de origem natural (Mazzetto et al., 2009). Os principais constituintes do LCC são o ácido anacárdico, cardanol, cardol e 2-metilcardol. O LCC natural e o LCC técnico (obtido sob alta temperatura) possuem propriedade antibiótica, apresentando atividade inibitória contra bactérias Gram-positivas (Lima et al., 2000; Santos et al., 2008).

Dietas com alto nível de concentrado, como a do presente estudo, que apresentam relação volumoso e concentrado de 20 e 80%, apresentam riscos para saúde ruminal dos animais. A ingestão de dietas ricas em carboidratos de alta fermentabilidade, pode levar a ocorrência de distúrbios no rúmen, por favorecer a rápida queda do pH ruminal, por causa das altas taxas de digestão e produção de ácidos graxos voláteis. Nessas condições as bactérias amilolíticas podem ser substituídas por bactérias Gram-positivas produtoras de lactato e as bactérias que utilizam o lactato são sensíveis a ambiente com pH baixo, resultando em acúmulo de ácido lático no rúmen, acidose láctica (Owens & Goetsch, 1993).

Coneglian (2009) ao avaliar a digestibilidade aparente total dos nutrientes, a eficiência de síntese de proteína microbiana e a cinética ruminal observou resultados semelhantes para a monensina e a mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico). Doses de 2g destes óleos funcionais/animal/dia foram suficientes para inibir bactérias produtoras de ácido acético e aumentar a produção de propionato.

Segundo Mano et al. (2009) o ganho de peso diário de novilhas sob pastagem não diferiu em relação à suplementação com monensina sódica e com diferentes níveis de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico). Zawadzki et al. (2010) observaram que a inclusão de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) não influenciou o ganho de peso diário, o consumo de matéria seca e a conversão alimentar. Pouco se sabe sobre a influência dos óleos funcionais de rícino e caju sobre a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho animal.

Desta forma, no presente trabalho objetivou-se avaliar os óleos funcionais de rícino e da casca da castanha de caju (LCC técnico), a monensina sódica e a salinomicina sódica em dietas alto grão para cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre a ingestão de nutrientes, o coeficiente de digestibilidade aparente total dos nutrientes e desempenho animal.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), localizada no distrito de Iguatemi, e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizados 24 cordeiros mestiços (Dorper x Santa Inês), machos, não castrados, com peso vivo médio de 27 kg para o experimento de digestibilidade e com peso vivo médio de 18 kg para o experimento de desempenho. Os animais receberam a mesma dieta basal e foram distribuídos em quatro tratamentos: 1) Controle (CON), sem adição de ionóforos ou OF; 2) Óleos funcionais (OF), uma mistura de óleo de rícino e líquido da casca da castanha de caju (LCC técnico), contendo 11% de cardol, 20% de cardanol e 9% de ácido ricinoleico, foi fornecido 1g da mistura de OF de rícino e caju (LCC técnico)/kg de MS da ração total; 3) Monensina sódica (MO), foi fornecido 60 mg de monensina/kg de MS da ração total e; 4) Salinomicina sódica (SA), foi fornecido 60 mg de salinomicina/kg de MS da ração total. Os ionóforos e os óleos funcionais foram adicionados ao premix de cada tratamento. A proporção de volumoso e concentrado da ração foi de 20 e 80% e a dieta fornecida está descrita na Tabela 1.

Os animais foram mantidos em baias individuais suspensas de 0,60 × 0,90 m, com piso ripado, dispostas em galpão de alvenaria e providas de comedouros e bebedouros individuais. Após a chegada dos animais foi feito o exame de OPG (contagem de ovos

por grama de fezes) e os que apresentaram OPG maior de 500 foram vermifugados. Para verificar a eficiência do medicamento foi feito um novo exame de OPG 10 dias após a vermifugação. Todos os animais foram vacinados contra clostridioses. Os cordeiros foram submetidos a um período de adaptação de 14 dias. A alimentação foi fornecida *ad libitum*, na forma de mistura completa, assegurando sobras de 10% do trato total diário. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, pela manhã (08h30min) e à tarde (16h30min), receberam água à vontade. Os bebedouros foram lavados diariamente, assegurando o fornecimento de água de boa qualidade.

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais com base na matéria seca

Ingredientes (%)	
Silagem de milho	20,0
Óleos funcionais	*
Monensina Sódica	**
Salinomicina	***
Milho	43,6
Farelo de soja	7,0
Farelo de trigo	25,0
Sal comum	0,4
Ureia	0,7
Carbonato de cálcio	2,2
Cloreto de amônio	0,8
Premix ¹	0,3
Composição	
PB (%)	14,45
NDT (%)	74,97
Cálcio (%)	0,93
Fósforo (%)	0,49
Sódio (%)	0,18
FDNcp(%)	20,08

* 1g da mistura de óleos funcionais/kg de matéria seca da ração total

** 60 mg de monensina sódica/kg de matéria seca da ração total

*** 60 mg de salinomicina/kg de matéria seca da ração total

¹Com a inclusão do premix a ração total fornecerá a seguinte concentração de microelementos por kg de matéria seca: 0,36 ppm de Co; 6,4 ppm de Cu; 0,84 ppm de I; 82,75 ppm de Mn; 0,24 ppm de Se e 82 ppm de Zn.

Para determinação do fluxo fecal foi utilizado o dióxido de titânio como indicador externo. Foi fornecido 4g de dióxido de titânio/dia, sendo 2g no trato da manhã e 2g no

trato da tarde. O Titânio foi misturado, uniformemente, ao concentrado e posteriormente o concentrado foi misturado, uniformemente, à silagem de milho, sendo utilizada uma luva cirúrgica para não haver aderência do dióxido de titânio na mão. A mistura foi efetuada no momento da alimentação. O titânio foi fornecido durante sete dias antes de iniciarem as coletas. Os cordeiros já estavam adaptados à dieta e ao ambiente desde a desmama.

Para determinação da digestibilidade aparente total dos nutrientes foram feitas coletas de fezes durante cinco dias, distribuídas em três horários por dia, sendo no primeiro dia às 6, 11 e 16h, no segundo dia às 7, 12 e 17h, no terceiro dia às 8, 13 e 18h, no quarto dia às 9, 14 e 19h e no quinto dia às 10, 15 e 20h. As fezes foram coletadas diretamente da ampola retal. A ingestão média diária de matéria seca e dos nutrientes, no período de digestibilidade, foram determinadas com a informação do peso do trato total fornecido e das sobras que foram pesadas e coletadas diariamente durante os cinco dias de amostragem. As amostras dos alimentos foram coletadas no momento da preparação do concentrado. As amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -10°C. Posteriormente, as amostras de sobras, alimento e fezes foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C durante 72h e moídas em moinho com peneira de crivos de 1mm. Foram feitas amostras compostas por animal, para análises.

O fluxo fecal foi calculado com base no fornecido diário de dióxido de titânio menos sua concentração nas sobras, e nos resultados das análises de concentração de dióxido de titânio nas fezes, de acordo com a metodologia proposta por Myers et al. (2004).

Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), estrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) foram determinados de acordo com a metodologia proposta por Silva & Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada segundo o método de Van Soest et al. (1991), sendo utilizada na análise a enzima α -amilase Termamil 120 L e o tratamento com ureia sugerido por Souza et al. (1999). Foram quantificados os teores de PB e cinzas da FDN, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002), e subtraídos da FDN para determinação da FDN corrigida (FDN_{cp}). Os carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992):

$$\%CHO_T = 100 - (\% PB + \% EE + \% Cinzas)$$

Para a determinação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi utilizada a equação descrita por Hall et al. (1999):

$\%CNF = 100 - (PB\% + FDNcp\% + EE\% + Cinzas\%)$, em que:

FDNcp é a FDN corrigida para cinzas e proteína bruta insolúvel em detergente neutro.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo a equação proposta por Weiss (1999):

$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFD + (2,25 EED)$, em que:

PBD: proteína bruta digestível; FDNcpD: fibra em detergente neutro digestível com correção para cinzas e proteína; CNFD: carboidratos não fibrosos digestíveis; EED: extrato etéreo digestível.

Para determinar o desempenho, os animais foram pesados no início do experimento e novas pesagens foram realizadas a cada 14 dias. As pesagens foram realizadas no período da manhã antes do primeiro trato. O ganho de peso médio diário (GPD) foi determinado pela diferença entre o peso vivo inicial (PVI) e o peso vivo final (PVF) dividido pelo período experimental que foi de 56 dias. Foi calculada a conversão alimentar considerando a ingestão média diária de matéria seca (IDMS) e o ganho de peso médio diário dos animais (GPD), conforme as equações $CA=(IDMS/GPD)$.

A ingestão média diária de matéria seca e da proteína bruta foram determinadas com a informação do peso do trato total fornecido e das sobras que foram pesadas diariamente durante todo período de desempenho. No período do desempenho, as sobras foram amostradas a cada sete dias e os alimentos foram amostrados no momento das preparações de cada partida dos concentrados. As amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos e congeladas a $-10^{\circ}C$. Posteriormente as amostras de sobras e alimento foram secas em estufa de ventilação forçada a $55^{\circ}C$ durante 72 horas e moídas em moinho com peneira de crivos de 1mm. Foram feitas amostras compostas por animal, para análises. Os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) foram determinados de acordo com a metodologia descritas em Silva & Queiroz (2002).

O experimento foi executado utilizando o delineamento inteiramente ao acaso (DIC). As variáveis foram analisadas de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$, em que:

Y_{ij} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j, recebendo o tratamento i;

μ = constante geral;

T_i = efeito do tratamento i, com i variando de 1 a 4;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Foi utilizado o programa estatístico SAS (2004) para a análise dos dados e o nível de 5% de probabilidade para o teste de Tukey.

Resultados e Discussão

A inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica não apresentaram efeitos significativos sobre a ingestão em g/dia de matéria seca e matéria orgânica, porém a ingestão de matéria seca em relação ao peso vivo foi significativamente ($P \leq 0,05$) menor para o tratamento com inclusão de monensina quando comparado ao tratamento controle (Tabela 2). Pesquisas mostram que a inclusão de monensina sódica em dietas com alto teor de concentrado geralmente apresentam efeito negativo sobre a ingestão de matéria seca (Vargas et al., 2001). Segundo Nagaraja et al. (1997) e Van Amburgh (1997) a monensina reduz, respectivamente, em 4% e 5,6% o consumo de matéria seca.

Tabela 2 – Ingestão, excreção fecal e digestibilidade aparente total (DIG) da matéria seca e matéria orgânica com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados

	Tratamentos ¹				P<	EP
	CON	OF	MO	SA		
Matéria Seca						
Ingerido (g/dia)	1310,30	1172,80	963,8	1138,80	0,22	112,30
Ingerido (% PV)	4,82 a	4,11 ab	3,62 b	4,20 ab	0,04	0,27
Ingerido (g/kg PV ^{0,75})	109,98	94,47	82,16	95,72	0,06	6,59
Excreção fecal (g/dia)	381,40	331,44	290,69	351,08	0,26	31,53
DIG (%)	70,79	70,81	69,57	69,18	0,86	1,69
Matéria Orgânica						
Ingerido (g/dia)	1212,80	1085,90	892,60	1054,50	0,22	104,36
Excreção fecal (g/dia)	334,35	290,21	256,67	312,19	0,27	28,09
DIG (%)	72,33	72,31	71,03	70,4	0,80	1,68

¹CON = Controle, sem aditivos; OF = Óleos Funcionais de rícino e caju; MO = Monensina sódica; SA = Salinomicina sódica.

Diferem significativamente pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) as médias seguidas por letras diferentes na mesma linha.

Ao contrário dos resultados obtidos no presente trabalho, Rodrigues et al. (2001) não detectaram efeitos da monensina sobre o consumo de matéria seca em ovinos recebendo dieta com alto teor de concentrado, independente da maneira como os dados foram expressos. O nível de inclusão testado por Rodrigues et al. (2001) foi de 40mg de

monensina/animal/dia, teor relativamente mais baixo que o testado pelo presente trabalho, que foi de 60 mg de monensina sódica/kg de matéria seca da ração total. A monensina sódica pode diminuir o consumo de matéria seca, sendo que provavelmente a redução no consumo esteja diretamente relacionada com o nível de inclusão, ou seja, quanto maior o nível de inclusão de monensina menor o consumo de matéria seca (Huston et al., 1990). Provavelmente a redução do consumo, de animais recebendo dietas com alto teor de concentrado e monensina, ocorre pelo aumento da eficiência energética causado pela diminuição das perdas por metano, favorecendo a redução do consumo de alimentos para satisfazer as necessidades nutricionais, porque o nível de energia (efeito fisiológico) regula o consumo (Vargas et al., 2001).

A ingestão de matéria seca em relação ao peso vivo e ao peso metabólico para o tratamento com inclusão de salinomicina sódica não diferiu significativamente ($P>0,05$) dos demais tratamentos. A salinomicina geralmente não afeta o consumo de alimento (Morais et al., 2006). A adição de óleos funcionais também não apresentou efeito ($P>0,05$) sobre a ingestão de matéria seca em relação ao peso vivo e ao peso metabólico, quando comparado ao tratamento controle. Zawadzki et al. (2010) avaliaram os efeitos do uso de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) (3g/dia/animal) associado ou não ao glicerol em bovinos terminados em confinamento e não observaram diferenças significativas na ingestão de matéria seca.

Outros autores obtiveram resultados semelhantes ao presente trabalho, Coneglian (2009) não observou diferenças significativas sobre a ingestão de matéria seca com a inclusão de 1, 2, 4 e 8g/dia da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) em dieta de alto grão para bovino. Pouco se sabe sobre a influência dos óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) sobre o consumo dos ruminantes, mas os trabalhos realizados até o momento demonstram que estes óleos funcionais apresentam pouca ou nenhuma influência sobre o consumo de matéria seca.

A excreção fecal de matéria seca e matéria orgânica não diferiu significativamente ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 2). A inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica não apresentaram efeitos significativos sobre a digestibilidade aparente total da matéria seca e da matéria orgânica ($P>0,05$). Rodrigues et al. (2001) também não observaram efeito da monensina sobre a digestibilidade da matéria seca quando testaram as proporções volumoso e concentrado de 75:25, 50:50 e 25:75.

Os valores encontrados neste trabalho são semelhantes aos achados por Coneglian (2009) que observou valor médio de 69,4% para digestibilidade da matéria seca nos tratamentos com monensina e óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) fornecidos nos níveis 2 e 4 g/animal/dia, porém a digestibilidade da matéria seca foi significativamente menor para os níveis de 1 e 8 g/animal/dia de óleos funcionais. Meyer et al. (2009) não encontraram diferenças significativas no consumo e digestibilidade aparente total da matéria seca e matéria orgânica em relação ao tratamento controle quando testaram a inclusão de monensina sódica (300mg/animal/dia), uma mistura de óleos essenciais contendo timo, eugenol, vanilina, guaiacol e limoneno (1g/animal/dia) e uma mistura de óleos essenciais contendo guaiacol, linalol e α -pineno (1g/animal/dia). Os ionóforos, monensina e salinomicina e os óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) parecem ter pouca ou nenhuma influência sobre a digestibilidade aparente total da matéria seca.

A inclusão dos óleos funcionais, monensina ou salinomicina não apresentaram efeitos significativos ($P>0,05$) sobre a ingestão e a digestibilidade aparente total da proteína bruta (Tabela 3), sendo de 67,8% a média da digestibilidade aparente total da proteína. Coneglian (2009) observou que a ingestão de proteína bruta não foi afetada pelos tratamentos e a média da digestibilidade da proteína para os tratamentos com monensina e óleos funcionais de rícino e caju fornecidos nos níveis 2 e 4 g/animal/dia foi de 67,4%, semelhante ao encontrado neste trabalho.

Martinez et al. (2006) testaram a inclusão *in vitro* de monensina, óleo essencial de tomilho de inverno (*Thymus hyemalis*), rico em carvacrol e óleo essencial de tomilho salsero (*Thymus zygis*), rico em timol e observaram que os tratamentos com os óleos essenciais diminuíram significativamente a digestibilidade da proteína quando comparado com o tratamento controle e monensina. Evans & Martin (2000) relataram que a administração de doses elevadas de óleo essencial na dieta de ruminantes reduziu a digestão dos nutrientes e produção total dos ácidos graxos de cadeia curta, uma clara indicação que o metabolismo microbiano foi inibido.

Não houve efeito ($P>0,05$) da inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica sobre a ingestão e a digestibilidade aparente total do extrato etéreo (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Coneglian (2009), que não encontrou diferenças significativas para ingestão e a digestibilidade aparente total do extrato etéreo quando feita a adição de monensina e óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) fornecidos nos níveis 1, 2 e

4 g/animal/dia. Porém, quando foi fornecido o nível 8g/animal/dia dos óleos funcionais foi observada uma queda significativa na digestibilidade aparente total do extrato etéreo.

Tabela 3 – Ingestão, excreção fecal e digestibilidade aparente total (DIG) da proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutra corrigida para cinzas e proteína, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados

	Tratamentos ¹				P<	EP
	CON	OF	MO	SA		
Proteína Bruta						
Ingerido (g/dia)	191,04	169,96	138,49	165,07	0,2009	16,61
Excreção fecal (g/dia)	62,56	55,14	43,01	51,83	0,0963	5,21
DIG (%)	67,11	66,73	68,60	68,61	0,8273	1,81
Extrato Etéreo						
Ingerido (g/dia)	39,14	35,09	28,74	34,23	0,2409	3,47
Excreção fecal (g/dia)	5,47	5,76	4,68	4,91	0,6360	0,65
DIG (%)	85,95	83,77	85,74	85,76	0,4365	1,05
Fibra em Detergente Neutro cp						
Ingerido (g/dia)	260,42	237,10	210,17	238,61	0,4677	21,93
Excreção fecal (g/dia)	174,88	139,18	134,18	157,45	0,2119	14,49
DIG (%)	33,24	39,60	35,42	34,57	0,6271	3,57
Carboidratos Não Fibrosos						
Ingerido (g/dia)	789,54	706,48	566,52	677,01	0,1725	67,96
Excreção fecal (g/dia)	91,45	74,03	74,80	97,99	0,1045	7,67
DIG (%)	88,24	86,89	86,93	85,35	0,4435	1,23
Nutrientes Digestíveis Totais						
NDT (%)	74,77	75,04	74,38	73,51	0,8866	1,44

¹CON = Controle, sem aditivos; OF = Óleos Funcionais de rícino e caju; MO = Monensina sódica; SA = Salinomicina sódica.

Diferem significativamente pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) as médias seguidas por letras diferentes na mesma linha.

A ingestão e digestibilidade aparente total da fibra detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) não apresentaram efeitos significativos ($P>0,05$) quanto a inclusão de óleos funcionais, monensina sódica ou salinomicina sódica (Tabela 3). Estes dados corroboram com os encontrados por Castillejos et al. (2005) que não observaram efeitos da adição de uma mistura de óleos essenciais contendo timol, limoneno e guaiacol sobre a digestibilidade verdadeira da FDN. Coneglian (2009) também não observou diferenças significativas para a ingestão de FDN em todos os

tratamentos e para a digestibilidade aparente total nos tratamentos com monensina e óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) fornecidos nos níveis 2 e 4 g/animal/dia.

A inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica não apresentaram efeitos significativos ($P>0,05$) sobre a ingestão e a digestibilidade aparente total dos carboidratos não fibrosos (CNF) (Tabela 3). Os dados do presente trabalho substanciam os achados por Coneglian (2009) que não observou diferenças para a ingestão de CNF em todos os tratamentos e para a digestibilidade aparente total nos tratamentos com monensina e óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) fornecidos nos níveis 2 e 4 g/animal/dia.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) médio foi de 74,4% e não apresentou diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos (tabela 3). Os mesmos óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) foram testados por Coneglian (2009) que também não encontrou efeito destes óleos sobre o NDT, quando fornecidos nos níveis de 2 e 4 g/animal/dia. No mesmo estudo a monensina sódica também não exerceu influência sobre o NDT. Tager & krause (2011) observaram que a inclusão da mistura de óleos essenciais (cinamaldeído e eugenol) e do óleo essencial de *capsicum* não apresentou efeitos na digestibilidade total dos nutrientes em vacas holandesas em lactação consumindo dieta com alto teor de concentrado.

Resultados semelhantes foram obtidos por Borges et al. (2008) que ao avaliar a administração de monensina observaram que a mesma não alterou o NDT ao estudar bovinos alimentados com dieta contendo alto teor de concentrado. Oliveira et al. (2007) relataram que o fornecimento de monensina para ovinos castrados promoveu a diminuição do consumo de nutrientes (MS, PB, EE, CT, FDN e NDT), mas não alterou a digestibilidade. Os óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), a monensina e a salinomicina parecem não apresentar efeito sobre a digestibilidade dos nutrientes em dietas predominantemente concentradas.

Com relação à ingestão de matéria seca, observada no período de desempenho, a inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica não apresentaram efeitos significativos sobre a ingestão em g/dia de matéria seca, porém a ingestão de matéria seca em relação ao peso vivo ($P\leq 0,01$) e ao peso metabólico ($P\leq 0,05$) foi significativamente menor para o tratamento com inclusão de monensina quando comparado ao tratamento controle e ao tratamento com óleos funcionais (Tabela 4).

Tabela 4 – Ingestão de matéria seca e proteína bruta, peso vivo (PV) inicial e final, ganho de peso médio diário (GPD), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EFAL) com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados

	Tratamentos ¹				P<	EP
	CON	OF	MO	SA		
Matéria Seca						
Ingerido (g/dia)	1185,84	1268,26	1031,09	1158,46	0,14	68,58
Ingerido (%PV)	4,93 a	5,03 a	4,18 b	4,72 ab	0,01	0,17
Ingerido (g/kg PV ^{0,75})	109,10 a	112,47 a	93,03 b	104,9 ab	0,02	4,05
Proteína Bruta						
Ingerido (g/dia)	170,68	182,56	147,30	167,05	0,13	10,14
Ingerido (g/kg PV ^{0,75})	15,70 a	16,18 a	13,29 b	15,12 ab	0,01	0,59
Desempenho						
PV Inicial (kg)	17,923	18,123	18,540	18,473	0,95	0,84
PV Final (kg)	30,902	31,588	30,352	31,418	0,91	1,35
GPD (kg/dia)	0,232	0,240	0,211	0,231	0,75	0,02
CA	5,21	5,33	4,98	5,27	0,92	0,39
EFAL	0,20	0,19	0,20	0,20	0,91	0,02

¹CON = Controle, sem aditivos; OF = Óleos Funcionais de rícino e caju; MO = Monensina sódica; SA = Salinomicina sódica.

Diferem significativamente pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) as médias seguidas por letras diferentes na mesma linha.

Pesquisas mostram que a inclusão de monensina sódica em dietas com alto teor de concentrado geralmente apresentam efeito negativo sobre a ingestão de matéria seca e melhoria ou não no ganho de peso e na conversão alimentar. (Huston et al., 1990; Vargas et al., 2001). Soares et al. (2012) também observaram que cordeiros em confinamento recebendo dieta com adição de monensina (78 mg/kg) apresentaram menor ingestão de matéria seca e proteína bruta em relação ao peso vivo e ao peso metabólico quando comparado ao tratamento controle. Provavelmente a redução do consumo, de animais recebendo dietas com alto teor de concentrado e monensina, ocorre em razão do aumento da eficiência energética causado pela diminuição das perdas por metano, favorecendo a redução do consumo de alimentos para satisfazer as necessidades nutricionais, nesses casos o nível de energia (efeito fisiológico) regula o consumo (Vargas et al., 2001).

A ingestão de matéria seca em relação ao peso vivo e ao peso metabólico para o tratamento com inclusão de salinomicina não diferiu significativamente ($P>0,05$) dos

demais tratamentos. A salinomicina geralmente não afeta o consumo de alimento (Morais et al., 2006). A adição de óleos funcionais também não apresentou efeito ($P>0,05$) sobre a ingestão matéria seca em relação ao peso vivo e ao peso metabólico, quando comparado ao tratamento controle. A ausência de efeitos dos óleos funcionais sobre a ingestão de matéria seca também foi observada por outros autores (Coneglian, 2009; Zawadzki et al., 2010).

A ingestão de proteína bruta em g/dia não diferiu entre os tratamentos, porém a ingestão de proteína bruta em relação ao peso vivo e ao peso metabólico foi significativamente ($P\leq 0,01$) menor para o tratamento com inclusão de monensina quando comparado ao tratamento controle e ao tratamento com óleos funcionais (Tabela 4). Coneglian (2009) testou a inclusão de monensina sódica (0,2g/dia) e vários níveis de óleos funcionais (1, 2, 4 e 8g/dia) em dieta alto concentrado para bovinos e observou que a ingestão de proteína bruta em g/dia não foi afetada pelos tratamentos. Pouco se sabe sobre a influência dos óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) sobre o consumo dos ruminantes, mas os trabalhos realizados até o momento demonstram que estes óleos funcionais apresentam pouca ou nenhuma influência sobre o consumo de matéria seca.

A inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica não apresentaram efeitos significativos sobre o peso vivo final, o ganho de peso médio diário, a conversão alimentar e a eficiência alimentar ($P>0,05$) (Tabela 4). Os resultados desta pesquisa concordam com Salinas-Chavira et al. (2010) que também não observaram efeito da adição de monensina (25 mg/kg) e salinomicina (28 mg/kg) sobre o ganho de peso médio diário e sobre a conversão alimentar de cordeiros confinados. Gastaldello Jr. et al. (2010) testaram a inclusão de monensina (30mg/kg da MS) para cordeiros recebendo dietas com alto teor de concentrado e observaram que o ganho de peso médio diário não foi afetado, contudo a conversão alimentar foi melhor para o tratamento com adição de monensina.

Huston et al. (1990) sugerem que a adição de monensina sódica possa interferir no ganho de peso de ovinos, visto que encontraram maior ganho de peso para caprinos e ovinos suplementados com monensina e observaram maior ganho para animais suplementados com o maior nível de monensina (66 mg/kg do suplemento) em relação aos outros tratamentos. Provavelmente o efeito da monensina no desempenho animal dependa do seu nível de inclusão na dieta (Tedeschi et al., 2003), da condição corporal do animal (Cartaxo et al., 2008) e da composição da dieta (Araújo-Filho et al., 2010).

Estes fatores estabelecem diferentes parâmetros experimentais e podem refletir nos resultados, explicando as divergências encontradas na literatura.

Há poucos trabalhos que trazem estudos sobre a influência dos óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) sobre o desempenho animal. Mano et al. (2009) não observaram efeitos sobre o ganho de peso médio diário ao testar o uso de monensina sódica (0,2 g/animal/dia) e diferentes níveis (1, 2 e 4g/dia/animal) de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) para novilhas em pastagem de Tifton 85 (*Cynodon ssp*) suplementadas (0,3% do PV) com 23% de proteína bruta e 70% de nutrientes digestíveis totais. Zawadzki et al. (2010) também não observaram efeitos sobre o peso vivo final, o ganho de peso médio diário e a conversão alimentar ao avaliar o uso de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) (3g/animal/dia) na dieta de bovinos em confinamento.

Jedlicka et al. (2009) testaram os efeitos do uso de monensina (223 mg/hd/dia) e óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) (250 mg/kg MSI e 500 mg/kg MSI) em novilhos confinados e observaram que o ganho médio diário foi maior e a conversão alimentar foi melhor para o tratamento com monensina quando comparado com o tratamento com 500 mg OF/kg MSI, mas não diferiu do tratamento controle e do nível de 250 mg OF/kg MSI. Pouco se sabe sobre a influência dos óleos funcionais de rícino e caju sobre o desempenho animal, mas mediante os resultados deste trabalho e os dados encontrados na literatura até o presente momento parecem exercer pouca ou nenhuma influência no peso vivo final, no ganho de peso diário e na conversão alimentar.

Conclusões

A inclusão de monensina sódica em dietas contendo alto teor de concentrado para cordeiros reduz a ingestão de matéria seca em relação ao peso vivo e ao peso metabólico. A digestibilidade aparente total dos nutrientes e o desempenho dos animais são iguais para todos os aditivos testados, sendo que nenhum apresenta melhora em relação ao tratamento controle.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO-FILHO, J.T.; COSTA, R.G.; FRAGA, A.B. et al. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.363-371, 2010.

- BORGES, L.F.O.; PASSINI, R.; MEYER, P.M. et al. Efeitos da enramicina e monensina sódica sobre a digestão de nutrientes em bovinos alimentados com dietas contendo alto nível de concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.674-680, 2008.
- CARTAXO, F.Q.; SOUSA, W.H.; CEZAR, M.F. et al. Efeitos do genótipo e da condição corporal sobre o desempenho de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1483-1489, 2008.
- CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. et al. Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, v.119, p.29-41, 2005.
- CONEGLIAN, S.M. **Uso de óleos essenciais de mamona e caju em dietas de bovinos**. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- GASTALDELLO Jr., A.L.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo alta proporção de concentrado adicionadas de agentes tamponantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.556-562, 2010.
- EVANS, J.D.; MARTIN, S.A. Effects of thymol on ruminal microorganisms. **Current Microbiology**, v.41, p.336–340, 2000.
- HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P. et al. A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.79, p.2079-2086, 1999.
- HUSTON, J.E.; ENGDahl, B.S.; CALHOUN, M.C. Effects of supplemental feed with or without ionophores on lambs and Angora kid goats on rangeland. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3980-3986, 1990.
- JEDLICKA, M.E.; PUREVJAV, T.; CONOVER, A.J. et al. [2009]. Effects of Functional Oils and Monensin Alone or in Combination on Feedlot Cattle Growth and Carcass Composition. **Iowa State University Animal Industry Report**, A.S. Leaflet R2423, 2009. Disponível em: <<http://www.ans.iastate.edu/report/air/2009pdf/R2423.pdf>> Acessado em: 20/03/2012
- LIMA, C.A.A.; PASTORE, G.M.; LIMA, E.D.P.A. Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdicos do óleo da casca da castanha de caju (CNSL) dos clones de cajueiro-anão-precoce CCP-76 e CCP-09 em cinco estágios de maturação sobre microrganismos da cavidade bucal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.3, p.358-362, 2000.
- MANO, D.S.; BRANCO, A.F.; CONEGLIAN, S.M. et al. Adição de Óleos Essenciais em suplementos para Novilhas em Pastagem de *Cynodon* ssp. no Verão. In:

- REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2009] (CD-ROM).
- MARTINEZ, S.; MADRID, J.; HERNANDEZ, F. et al. Effect of Thyme Essential Oils (*Thymus hyemalis* and *Thymus zygis*) and Monensin on in Vitro Ruminal Degradation and Volatile Fatty Acid Production. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.6598-6602, 2006.
- MAZZETTO, S.E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v.32, n.3, p.732-741, 2009.
- MEYER, N.F.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J. et al. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.87, p.2346-2354, 2009.
- MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p.539-570.
- MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. et al. Technical Note: A procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v.82, p.179-183, 2004.
- NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.) **The Rumen Microbial Ecosystem**. 2.ed. London: Blackie Academic and professional, 1997. p.523-632.
- NOVAK, A.F.; CLARK, G.C.; DUPUY, H.P. Antimicrobial activity of some ricinoleic acid oleic acid derivatives. **Journal of the American oil Chemists' Society**, v.38, n.6, p.321-324, 1961.
- OLIVEIRA, M.V.M.; LANA, R.P.; EIFERT, E.C. et al. Influência da monensina sódica no consumo e na digestibilidade de dietas com diferentes teores de proteína para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.643-651, 2007.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Fermentación ruminal. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El ruminante, fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.159-190.
- RODRIGUES, P.H.M.; MATTOS, W.R.S.; MELOTTI, L. et al. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/concentrado. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.449-455, 2001.
- SALINAS-CHAVIARA, J.; LARA-JUAREZ, A.; GIL-GONZÁLEZ, A. et al. Effect of breed type and ionophore supplementation on growth and carcass characteristic in feedlot hair lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.633-637, 2010.

- SANTOS, S.C.C.; SILVA, A.C.; LIMA, G.T. et al. Estudo da eficácia da ação bactericida do líquido da castanha do caju (*Anacardium occidentale*) - LCC adicionado a sabões sobre *Staphylococcus sp.* In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS - CEULP/ULBRA, 8., 2008, Palmas. **Anais...** Palmas: CEULP/ULBRA, 2008. p.201-203.
- SAS – SAS/STAT. **Statistical Analysis System**. User's guide, version 9.0 (Compact Disc). Cary, 2004.
- SILVA,D.J.; QUEIROZ,A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.7, p.3562-3577, 1992.
- SOARES, S.B.; FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREIRA, I.G. et al. Performance, carcass characteristics and non-carcass components of Texel × Santa Inês lambs fed fat sources and monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.421-431, 2012.
- SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; SUMI, L.M. et al. **Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1999. 21p. (Embrapa Pecuária Sudeste, Boletim de Pesquisa, 4).
- TAGER, L.R.; KRAUSE, K.M. Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.5, p.2455-2464, 2011.
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P. Potential Environmental Benefits of Ionophores in Ruminant Diets. **Journal Environment Quarterly**, v.32, p.1591-1602, 2003.
- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Regulation (EC) n° 1831/2003. **Official Journal of the European Union**, 2003. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:EN:PDF>> Acesso em: 25/10/2011.
- VAN AMBURGH, M.E. Effect of ionophores on growth and lactation in cattle. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 59th 1997. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1997. P.93-103.
- 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 of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

- VARGAS, L.H.; LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B. et al. Influência de Rumensin[®], Óleo de Soja e Níveis de Concentrado sobre o Consumo e os Parâmetros Fermentativos Ruminais em Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1650-1658, 2001.
- ZAWADZKI, F.; SILVA, L.G.; STRACK, M.G. et al. Glicerol e óleos essenciais na dieta de bovinos não castrados precoces Purunã terminados em confinamento sobre o desempenho e ingestão de alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010] (CD-ROM).
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings**. Ithaca: Cornell University Press, 1999. p.176-184.

Utilização de óleos funcionais e ionóforos em dietas alto grão para ovinos e efeitos sobre as características das carcaças

Resumo: Objetivou-se avaliar a utilização de óleos funcionais (OF) e ionóforos em dieta alto grão para cordeiros e seus efeitos sobre as características da carcaça. Foram utilizados 24 cordeiros mestiços (Dorper x Santa Inês) pesando em média 18kg, distribuídos em quatro tratamentos: 1) Controle, sem adição de ionóforos ou OF; 2) 1g da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico)/kg de matéria seca da ração total; 3) 60 mg de monensina sódica/kg de matéria seca da ração total e; 4) 60 mg de salinomicina/kg de matéria seca da ração total. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso. A proporção de volumoso e concentrado da ração foi de 20 e 80%, sendo a silagem de milho como volumoso e milho grão, farelo de soja, farelo de trigo, ureia como concentrado, mais a inclusão de sal mineral e calcário. Os abates ocorreram à medida que os cordeiros atingiram em média 35 kg de peso vivo. Não houve efeito dos aditivos sobre o peso vivo ao abate, o peso corporal vazio, o peso da carcaça quente e fria ($P>0,05$). Os rendimentos da carcaça quente, comercial e verdadeiro não foram influenciados pelos tratamentos ($P>0,05$), sendo os valores médios de, respectivamente, 49,3%, 48,4% e 55,2%. Os pesos e rendimentos dos cortes não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P>0,05$). Não foi observado efeito dos aditivos sobre o percentual de músculo, gordura e osso, sobre a proporção músculo:osso e sobre os índices de compacidade da carcaça e da perna ($P>0,05$). A inclusão dos aditivos não apresentaram efeitos ($P>0,05$) sobre a largura máxima, profundidade, espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura subcutânea máxima do músculo *Longissimus dorsi* e área de olho de lombo. Conclui-se que os aditivos não exercem influência sobre os parâmetros testados.

Palavras-chave: aditivos, caju, LCC técnico, monensina sódica, óleo de rícino, salinomicina

Use of functional oils and ionophores in high grain diets for sheep and effects on carcass characteristics

Abstract: This work was carried out to evaluate the use of functional oils (FO) and ionophores in high grain diets for lambs and the effects on the carcass characteristics. There were used 24 crossbred lambs (Dorper x Santa Inês) weighing an average of 18kg, distributed in four treatments: 1) Control, without addition of FO or ionophores; 2) 1g of a specific blend of functional oils, castor oil and cashew nut shell liquid (Technical CNSL)/ kg of the total ration dry matter; 3) 60 mg of sodium monensin/ kg of the total ration dry matter and; 4) 60 mg of salinomycin/ kg of the total ration dry matter. The experimental design was completely randomized. The roughage and concentrate ratio was 20 and 80%, the corn silage was the roughage and corn grain, soybean meal, wheat meal, urea, mineral salt and limestone compound the concentrate. The animals were slaughtered when reached final average weight of 35 kg. There was no effect of additives on the live weight at slaughter, empty body weight, hot carcass weight and cold carcass weight ($P>0.05$). Hot carcass yield, commercial carcass yield and real carcass yield were not affected by treatments ($P>0.05$), being the average values, respectively, 49,3%, 48,4% e 55,2%. The weights and cuts yields have no significant differences between treatments ($P>0.05$). There was no effect of additives on the percentage of muscle, fat and bone, muscle: bone ratio, carcass compactness index and leg compactness index ($P>0.05$). The inclusion of additives showed not affects ($P>0.05$) on maximum width, depth, fat thickness, fat thickness maximum of muscle *Longissimus dorsi* and ribeye area. Concludes that the additives not influence the parameters tested.

Key Words: additives, cashew, castor oil, salinomycin, sodium monensin, technical CNSL

Introdução

Os óleos funcionais são alternativas de produto natural com características que demonstram potencial de modulação da fermentação ruminal, podendo promover melhor desempenho animal. Óleos funcionais como o óleo de rícino e o líquido da casca da castanha do caju (LCC) podem atuar selecionando espécies microbianas no rúmen, sendo uma alternativa para substituição dos ionóforos, que tiveram sua utilização proibida em alguns países (Regulamentação 1831/2003/EC).

O principal princípio ativo do óleo de rícino é o ácido ricinoleico que compõe 85 a 95% do óleo de rícino (Vaisman et al., 2008). Derivados de ácido ricinoleico e oleico apresentaram atividade antimicrobiana contra várias espécies de bactérias e leveduras (Novak et al., 1961). O LCC é uma das fontes mais ricas em lipídeos fenólicos não-isoprenoides de origem natural, que possui propriedade antibiótica contra bactérias Gram-positivas e seus principais constituintes são o ácido anacárdico, cardanol, cardol e 2-metilcardol (Lima et al., 2000; Santos et al., 2008; Mazzetto et al., 2009). O LCC obtido sob alta temperatura é chamado LCC técnico e apresenta como principal constituinte o cardanol (Gedam e Sampathkumaran, 1986).

Através da seleção das bactérias que atuam no rúmen é possível melhorar a eficiência do metabolismo energético, aumentando a produção de propionato e diminuindo a produção de acetato e butirato, e conseqüentemente diminuindo perdas energéticas que ocorrem pela menor produção de H₂. Além disso, a seleção de bactérias no rúmen pode promover a redução da degradação da proteína proveniente da dieta e evitar distúrbios metabólicos que podem ocorrer em dietas com alto nível de concentrado. Assim, a seleção de bactérias no rúmen pode refletir positivamente na produtividade animal.

Zawadzki et al. (2010) observaram que a inclusão de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) levou a valores superiores do peso da carcaça quente e da conformação de bovinos em confinamento. No entanto, Jedlicka et al. (2009) testaram os efeitos do uso de monensina e óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) sobre a composição da carcaça de novilhas em crescimento alimentadas com dieta alto grão e nenhum tratamento diferiu significativamente do tratamento controle.

Encontra-se na literatura poucos estudos sobre a influência dos óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) sobre as características das carcaças de bovinos, porém, até o presente momento nenhum trabalho avaliou a influência desses óleos funcionais

sobre os aspectos quantitativos e qualitativos das carcaças de ovinos, sendo necessários mais estudos para avaliar seus possíveis efeitos nos animais da espécie ovina.

Desta forma, no presente trabalho objetivou-se avaliar os óleos funcionais de rícino e da casca da castanha de caju (LCC técnico), a monensina sódica e a salinomicina em dietas de alto grão para cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre as características das carcaças.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), localizada no distrito de Iguatemi, e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizados 24 cordeiros mestiços (Dorper x Santa Inês), machos, não castrados, com peso vivo médio de 18 kg. Os animais receberam a mesma dieta basal e foram distribuídos em quatro tratamentos: 1) Controle (CON), sem adição de ionóforos ou OF; 2) Óleos funcionais (OF), uma mistura de óleo de rícino e líquido da casca da castanha de caju (LCC técnico), contendo 11% de cardol, 20% de cardanol e 9% de ácido ricinoleico, foi fornecido 1g da mistura de OF de rícino e caju (LCC técnico)/kg de MS da ração total; 3) Monensina sódica (MO), foi fornecido 60 mg de monensina/kg de MS da ração total e; 4) Salinomicina sódica (SA), foi fornecido 60 mg de salinomicina/kg de MS da ração total. Os ionóforos e os óleos funcionais foram adicionados ao premix de cada tratamento. A proporção de volumoso e concentrado da ração foi de 20 e 80% e a dieta fornecida está descrita na Tabela 1.

Os animais foram mantidos em baias individuais suspensas de 0,60 × 0,90 m, com piso ripado, dispostas em galpão de alvenaria e providas de comedouros e bebedouros individuais. Após a chegada dos animais foi feito o exame de OPG (contagem de ovos por grama de fezes) e os que apresentaram OPG maior de 500 foram vermifugados. Para verificar a eficiência do medicamento foi feito um novo exame de OPG 10 dias após a vermifugação. Todos os animais foram vacinados contra clostridioses. Os cordeiros foram submetidos a um período de adaptação de 14 dias. A alimentação foi fornecida *ad libitum*, na forma de mistura completa, assegurando sobras de 10% do trato total diário. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, pela manhã (08h30min) e

à tarde (16h30min), receberam água à vontade. Os bebedouros foram lavados diariamente, assegurando o fornecimento de água de boa qualidade.

Tabela 1 - Composição percentual e química das dietas experimentais com base na matéria seca

Ingrediente (%)	
Silagem de milho	20,0
Óleos funcionais	*
Monensina Sódica	**
Salinomicina	***
Milho	43,6
Farelo de soja	7,0
Farelo de trigo	25,0
Sal comum	0,4
Ureia	0,7
Carbonato de cálcio	2,2
Cloreto de amônio	0,8
Premix ¹	0,3
Composição	
PB (%)	14,45
NDT (%)	74,97
Cálcio (%)	0,93
Fósforo (%)	0,49
Sódio (%)	0,18
FDN _{cp} (%)	20,08

* 1g da mistura de óleos funcionais/kg de matéria seca da ração total

** 60 mg de monensina sódica/kg de matéria seca da ração total

*** 60 mg de Salinomicina/kg de matéria seca da ração total

¹Com a inclusão do premix a ração total fornecerá a seguinte concentração de microelementos por kg de matéria seca: 0,36 ppm de Co; 6,4 ppm de Cu; 0,84 ppm de I; 82,75 ppm de Mn; 0,24 ppm de Se e 82 ppm de Zn.

Para determinar as características da carcaça os animais foram abatidos à medida que atingiam peso médio de 35 kg, como sugerido por Santos et al. (2001). Os animais foram submetidos a um jejum de sólidos de 14 horas para serem abatidos e foram pesados em jejum antes do abate para a obtenção do peso corporal ao abate. No abate os animais foram suspensos pelas patas traseiras, foi feita a insensibilização por eletronarcose e posteriormente a sangria através de um corte na veia jugular e na artéria carótida, e o sangue foi recolhido em baldes previamente pesados. Após a sangria e a retirada da pele foi feita uma abertura ao longo de toda extensão da linha mediana

ventral do abdome para proceder a evisceração. A cabeça e pernas foram separadas da carcaça.

A carcaça e os componentes que não fazem parte da carcaça foram pesados. A partir dessas informações foi determinado o peso corporal vazio (PCVz), sendo $PCVz = (\text{sangue} + \text{pele} + \text{cabeça} + \text{pés} + \text{rins} + \text{gordura perirenal} + \text{fígado} + \text{vesícula} + \text{coração} + \text{baço} + \text{aparelho reprodutor} + \text{bexiga vazia} + \text{aparelho respiratório} + \text{trato gastro intestinal vazio} + \text{peso da carcaça quente})$, o rendimento de carcaça quente (RCQ), sendo $RCQ = ((\text{peso da carcaça quente} / \text{peso vivo ao abate}) \times 100)$ e o rendimento biológico ou verdadeiro da carcaça (RVC), sendo $RVC = ((\text{peso da carcaça quente} / \text{peso corporal vazio}) \times 100)$. Posteriormente as carcaças foram acondicionadas em sacos plásticos e penduradas, pela articulação tarso metatarsiana, numa câmara fria 4°C por 24hs.

Após 24 horas na câmara fria as carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça fria e rendimento da carcaça fria ou rendimento comercial da carcaça (RCC), sendo $RCC = ((\text{peso da carcaça fria} / \text{peso vivo ao abate}) \times 100)$. Em seguida, foram registradas as medidas objetivas das carcaças: o comprimento interno da carcaça (distância máxima entre o bordo anterior da sínfese ísquio-pubiana e o bordo anterior da primeira costela, em seu ponto médio), o comprimento da perna (distância entre o períneo e o bordo anterior da superfície tarso metatarsiana) e a largura da garupa (largura máxima entre os trocânteres dos fêmures). A partir destes dados foram calculados o índice de compacidade da carcaça (ICC), sendo $ICC = (\text{peso da carcaça fria} / \text{comprimento interno da carcaça})$, e o índice de compacidade da perna (ICP), sendo $ICP = (\text{largura de garupa} / \text{comprimento da perna})$.

As carcaças foram divididas longitudinalmente ao meio com uma serra elétrica, dando origem a duas meias-carcaças que foram pesadas. A meia carcaça esquerda foi seccionada em 8 cortes: pescoço, paleta, costela falsa, costela verdadeira, peito, lombo com vazio, perna e cauda conforme Garcia et al. (2003) (Figura 1). Os cortes foram pesados separadamente para calcular sua proporção em relação ao peso da meia-carcaça fria, conforme sugestão de Silva Sobrinho & Silva (2000). A paleta foi dissecada para determinação da relação músculo:osso, segundo Osório & Osório (2005).

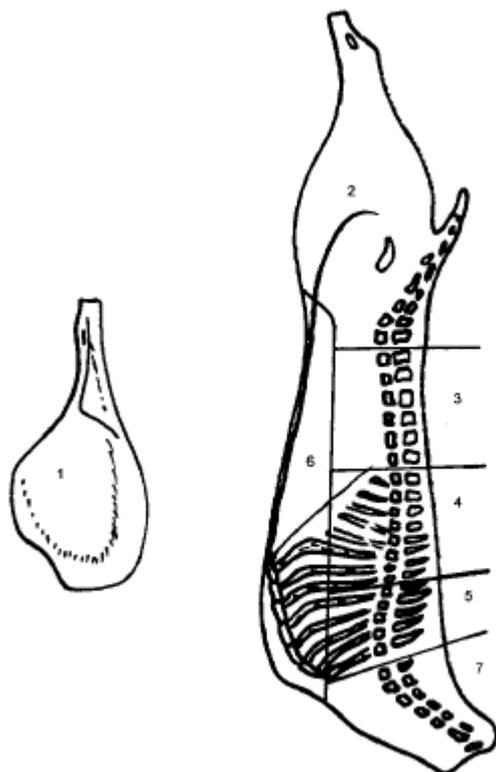


Figura 1. Cortes efetuados na meia carcaça esquerda, sendo 1 – paleta; 2 – perna; 3 – lombo; 4 – costelas falsas; 5 – costelas verdadeiras; 6 – baixo; 7 – pescoço.

Na meia carcaça esquerda foi feito um corte transversal entre a 12^a e 13^a costela e desenhou-se o olho de lombo em transparência para posterior determinação da área de olho de lombo, através do software AUTOCAD[®]. Na mesma secção, sob o músculo *Longissimus dorsi*, utilizando um paquímetro digital, foram feitas quatro medidas: A - largura máxima do músculo *Longissimus dorsi*; B - profundidade do músculo *Longissimus dorsi*; C - espessura de gordura subcutânea sobre o músculo; J - espessura de gordura subcutânea máxima no perfil do lombo.

O experimento foi executado utilizando o delineamento inteiramente ao acaso (DIC). As variáveis foram analisadas de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j , recebendo o tratamento i ;

μ = constante geral;

T_i = efeito do tratamento i , com i variando de 1 a 4;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Foi utilizado o programa estatístico SAS (2004) para a análise dos dados e o nível de 5% de probabilidade para o teste de Tukey.

Resultados e Discussão

A inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica não produziu efeitos ($P>0,05$) sobre o peso vivo ao abate, o peso corporal vazio, o peso da carcaça quente e o peso da carcaça fria (Tabela 2). Segundo Silva Sobrinho (2001) os valores mínimos para caracterização de carcaças de boa qualidade são de 14,3 kg para o peso de carcaça quente e de 13,8 kg para o peso de carcaça fria. A média obtida para o peso de carcaça quente foi de 16,75kg e a média do peso de carcaça fria foi de 16,42kg, assim, as médias encontradas atendem os valores mínimos sugeridos. Cartaxo et al. (2011) ao abater cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês com peso vivo médio de 35,5kg, obtiveram média de 16,5kg para o peso da carcaça quente e 16,0kg para o peso para a carcaça fria, valores semelhantes ao obtidos no presente trabalho.

Tabela 2 – Peso vivo ao abate (PVA), peso corporal vazio (PCVz), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF), perda por resfriamento (PPR), rendimento verdadeiro da carcaça (RVC), rendimento da carcaça quente (RCQ) e rendimento comercial da carcaça (RCC) com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados

	Tratamentos ¹				P<	EP
	CON	OF	MO	SA		
PVA (kg)	34,56	34,99	34,14	35,24	0,45	0,53
PCVz (kg)	30,56	30,78	29,94	30,07	0,87	0,82
PCQ (kg)	16,61	16,94	16,58	16,85	0,94	0,47
PCF (kg)	16,28	16,60	16,29	16,51	0,95	0,47
PPR (%)	2,00	1,62	1,72	2,01	0,70	0,28
RVC (%)	54,42	55,05	55,39	55,96	0,58	0,79
RCQ (%)	49,54	49,63	48,56	49,53	0,67	0,69
RCC (%)	48,54	48,64	47,73	48,54	0,73	0,64

¹CON = Controle, sem aditivos; OF = Óleos Funcionais de rícino e caju; MO = Monensina sódica; SA = Salinomicina sódica.

Diferem significativamente pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) as médias seguidas por letras diferentes na mesma linha.

Ítavo et al. (2009) não observaram influência da adição de monensina sódica (30 mg/kg/animal) sobre o peso corporal vazio e o peso da carcaça quente e fria de

cordeiros terminados em confinamento. Gastaldello Jr. et al. (2010) trabalharam com cordeiros confinados, recebendo dietas com proporção volumoso e concentrado de 10:90, concluíram que a utilização de monensina (30 mg/kg de MS) não influenciou o peso vivo ao abate e as características da carcaças, como peso da carcaça quente e fria.

Este é o primeiro trabalho que avaliou a influência da mistura dos óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) sobre as características da carcaça de cordeiros. Contudo, encontra-se na literatura estudos sobre a influência desses óleos funcionais sobre as características das carcaças de bovinos. Ao avaliar novilhos alimentados com dietas contendo alto nível de concentrado com e sem adição de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) e monensina, Jedlicka et al. (2009) não observaram efeitos da adição dos aditivos sobre o peso da carcaça quente. Já, Zawadzki et al. (2010) observaram que a adição de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) aumentou o peso da carcaça quente ($P \leq 0,06$), da carcaça fria ($P \leq 0,08$) e os rendimentos das carcaças de novilhos precoces Purunã.

A perda de peso por resfriamento não foi influenciada pelos tratamentos ($P > 0,05$), ocorrendo uma perda média de 1,84%, valor inferior aos 4% preconizados por Silva Sobrinho (2001). Apesar de não significativo estatisticamente, os valores de perda por resfriamento foram 19% e 14% menor para os tratamentos com óleos funcionais e monensina, respectivamente, quando comparados ao tratamento controle ($P > 0,05$).

Não houve efeito ($P > 0,05$) da inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica sobre os rendimentos das carcaças (Tabela 2). Os valores médios obtidos para o rendimento da carcaça quente, o rendimento comercial da carcaça e o rendimento verdadeiro (biológico) da carcaça foram, respectivamente, 49,3%, 48,4% e 55,2%. Os valores obtidos para o rendimento verdadeiro da carcaça estão de acordo com os verificados por Ítavo et al. (2009) que obtiveram média de 54,7% e também não observaram influência da adição de monensina sobre os rendimentos das carcaças de cordeiros confinados.

As médias obtidas para rendimento de carcaça quente, rendimento comercial e rendimento verdadeiro da carcaça são semelhantes às encontradas por Furusho-Garcia et al. (2010) que obtiveram valores de 48%, 46,5 e 54,2%, respectivamente, para cordeiros alimentados com dietas contendo 70% de concentrado. Gastaldello Jr. et al. (2010) também não observaram diferenças entre os tratamentos, quando avaliaram cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo alto nível de concentrado suplementados ou não com monensina.

Simitzis et al. (2008) testaram a utilização de óleo essencial de orégano e não observaram diferença para o peso da carcaça quente e para os rendimentos das carcaças de cordeiros. Apesar de apresentar princípio ativo diferente, os resultados mostram que alguns extratos naturais de plantas parecem não exercer influência sobre essas características quantitativas das carcaças de ovinos, porém, ainda não se pode afirmar com precisão, sendo necessárias novas pesquisas utilizando o mesmo princípio ativo para que possam ser feitos estudos comparativos.

Os pesos dos cortes perna, lombo, paleta, costela verdadeira, costela falsa, baixo e pescoço não foram influenciados ($P>0,05$) pela adição da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica (Tabela 3). Os valores médios dos cortes estão de acordo com os encontrados por Cartaxo et al. (2011) para cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês.

Tabela 3 – Pesos e rendimentos dos cortes com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados

	Tratamentos ¹				P<	EP
	CON	OF	MO	SA		
Perna (kg)	2,48	2,59	2,63	2,56	0,70	0,09
Perna (%)	29,30	30,74	31,89	30,47	0,06	0,60
Lombo (kg)	1,05	1,10	1,03	1,08	0,91	0,07
Lombo (%)	12,42	13,04	12,47	12,70	0,94	0,79
Paleta (kg)	1,61	1,63	1,55	1,62	0,78	0,06
Paleta (%)	19,04	19,45	18,89	19,13	0,79	0,40
Costela Verdadeira (kg)	0,75	0,76	0,80	0,79	0,89	0,05
Costela Verdadeira (%)	8,86	9,10	9,71	9,46	0,76	0,61
Costela Falsa (kg)	0,96	1,06	0,89	0,96	0,57	0,08
Costela Falsa (%)	11,35	12,61	10,83	11,29	0,57	0,92
Baixo (kg)	1,09	0,95	0,92	0,85	0,10	0,06
Baixo (%)	12,83	11,25	11,14	11,34	0,12	0,73
Pescoço (kg)	0,53	0,51	0,45	0,49	0,49	0,04
Pescoço (%)	6,18	6,04	5,47	5,91	0,62	0,39

¹CON = Controle, sem aditivos; OF = Óleos Funcionais de rícino e caju; MO = Monensina sódica; SA = Salinomicina sódica.
Diferem significativamente pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) as médias seguidas por letras diferentes na mesma linha.

A inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica não apresentaram efeitos significativos ($P>0,05$) sobre os rendimentos da perna, do lombo, da paleta, da costela verdadeira, da costela falsa, do baixo e do pescoço (Tabela 3). Os dados dos rendimentos dos cortes,

obtidos a partir do peso dos mesmos em relação à meia carcaça, apresentaram valores similares aos observados por Cartaxo et al. (2009) e por Araújo-Filho et al. (2010) para cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês.

Com relação ao uso de monensina, os resultados do presente trabalho confirmam aqueles obtidos por outros autores. Gilka et al. (1989) não observaram influência da adição de monensina sobre os pesos dos cortes de cordeiros Ille de France x Merino. Ítavo et al. (2009) encontraram rendimentos dos cortes semelhantes aos obtidos neste trabalho e também não verificaram influência da adição de monensina sobre os rendimentos dos cortes de cordeiros terminados em confinamento. Já, Soares et al. (2012) ao avaliarem a adição de monensina na dieta de cordeiros Texel x Santa Inês observaram que a monensina reduziu os pesos dos cortes quando comparado ao tratamento controle, em consequência da redução do peso vivo ao abate causado pelo aditivo. O mesmo autor não observou diferença nos rendimentos dos cortes.

A mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica não apresentaram efeitos ($P>0,05$) sobre o percentual de músculo, gordura e osso, e sobre a proporção músculo:osso (Tabela 4). Da mesma forma, Gilka et al. (1989) ao testar o uso de monensina para cordeiros Ille de France x Merino, não observaram diferenças na composição tecidual da paleta e da perna. As médias obtidas neste trabalho para o percentual de músculo, gordura e osso foram, respectivamente, 63,89%, 17,48% e 18,64%, valores semelhantes aos encontrados por Silva et al. (2000) para cordeiros abatidos com média de 32,57kg de peso vivo e por Piola Jr. et al. (2009). Valores semelhantes para porcentagem de gordura e de osso também foram encontrados por Abdullaha et al. (2010) ao avaliarem cinco genótipos de cordeiros, e por Preziuso et al. (1999) para a dieta de maior nível energético estudada pelo autor.

Cartaxo et al. (2011) também obtiveram valores semelhantes para a porcentagem de músculo e de osso que foram, respectivamente, 65,8% e 19,3% para cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês. Porém, a porcentagem de gordura foi 9,75%, menor que a obtida no presente trabalho. O percentual de gordura varia de acordo com a dieta, ou seja, dietas com maior nível de energia propiciam o maior acúmulo de gordura, em consequência da maior produção de ácidos graxos voláteis, principalmente, propionato (Silva Sobrinho et al., 2002; Cartaxo et al., 2011). Segundo Clementino et al. (2007) maiores níveis de concentrado proporcionaram aumento dos constituintes teciduais, especialmente de músculos e gordura em ovinos mestiços Dorper x Santa Inês.

Tabela 4 – Percentual de músculo, gordura e osso, proporção músculo:osso, índice de compacidade da carcaça (ICC) e índice de compacidade da perna (ICP) com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados

	Tratamentos ¹				P<	EP
	CON	OF	MO	SA		
Músculo (%)	64,06	65,76	62,68	63,04	0,30	1,20
Gordura (%)	17,43	15,24	18,64	18,62	0,33	1,45
Osso (%)	18,52	19,01	18,69	18,35	0,95	0,81
Músculo:Osso	3,47	3,48	3,40	3,48	0,98	0,16
ICC (kg/cm)	0,27	0,29	0,29	0,28	0,37	0,01
ICP	0,49	0,44	0,46	0,49	0,43	0,03

¹CON = Controle, sem aditivos; OF = Óleos Funcionais de rícino e caju; MO=Monensina sódica; SA = Salinomicina sódica.

Diferem significativamente pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) as médias seguidas por letras diferentes na mesma linha.

A média para a proporção músculo:osso foi de 3,46, semelhante ao valor encontrado por Hopkins et al. (1996), que foi de 3,6, e por Cartaxo et al. (2011), que foi de 3,43, para cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês. Os percentuais de músculo, osso e gordura e a proporção músculo:osso são influenciados, principalmente, pelo efeito do genótipo e nível de energia na dieta (Gutiérrez et al., 2005). Além disso, uma variável possivelmente proveniente do genótipo, que pode influenciar a proporção músculo:osso é o diâmetro dos ossos dos cordeiros, pois cordeiros com ossos que apresentem maior diâmetro, conseqüentemente, maior peso apresentam menor proporção músculo:osso (Purchas et al., 1991). Já a adição de aditivos, como a monensina sódica, salinomicina sódica e os óleos funcionais, parecem não apresentar efeitos sobre o percentual de músculo, gordura e osso, e sobre a proporção músculo:osso.

Os índices de compacidade da carcaça e da perna não foram influenciados pelos tratamentos ($P>0,05$), portanto, a capacidade de armazenamento de tecidos na carcaça e na perna não foi influenciada pela inclusão dos aditivos (Tabela 4). O índice de compacidade da carcaça médio foi de 0,28kg/cm, semelhante à média encontrada por Costa et al. (2010) que foi de 0,26 kg/cm, para cordeiros recebendo dieta com alto nível de concentrado. Segundo Cartaxo et al. (2009) altos índices de compacidade da carcaça podem ser explicados pelos altos pesos obtidos nas carcaças frias, visto que o comprimento interno da carcaça é semelhante nas condições corporais intermediária e gorda. Os dados obtidos concordam com Ítavo et al. (2009) que não encontraram

diferenças significativas para o índice de compacidade da carcaça e da perna em relação a suplementação com monensina, a média encontrada por esses autores para o índice de compacidade da perna foi de 0,44, semelhante à encontrada no presente trabalho, que foi de 0,47.

A inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica não apresentaram efeitos ($P>0,05$) sobre as medidas do músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 5). As médias da largura máxima, profundidade, espessura de gordura subcutânea, espessura de gordura subcutânea máxima e área de olho de lombo foram, respectivamente, 54,8mm, 28,72mm, 2,46mm, 3,3mm e 14,38cm².

Tabela 5 – Medidas do músculo *Longissimus dorsi*: largura máxima, profundidade, espessura de gordura subcutânea (EGS), espessura de gordura subcutânea máxima (EGSM) e área de olho de lombo (AOL) com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados

	Tratamentos ¹				P<	EP
	CON	OF	MO	SA		
Largura máxima (mm)	56,42	53,18	55,39	54,24	0,65	1,80
Profundidade (mm)	28,91	28,29	28,36	29,33	0,97	1,66
EGS (mm)	2,65	2,45	1,94	2,80	0,67	0,48
EGSM (mm)	3,26	3,27	2,22	4,45	0,13	0,56
AOL (cm ²)	14,00	14,50	14,33	14,67	0,98	1,16

¹CON = Controle, sem aditivos; OF = Óleos Funcionais de rícino e caju; MO=Monensina sódica; SA = Salinomicina sódica.

Diferem significativamente pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) as médias seguidas por letras diferentes na mesma linha.

O valor obtido para espessura de gordura subcutânea máxima foi semelhante ao valor obtido por Cartaxo et al. (2011), de 3,37mm para cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês. Com relação à área de olho de lombo Cartaxo et al. (2011) observaram a média de 12,42cm² para cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês, medida um pouco menor que o encontrado neste trabalho, porém, a área de olho de lombo possui efeito linear crescente em função do aumento de energia na dieta (Clementino et al., 2007).

As médias encontradas para espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo concordam com as médias obtidas por Pinheiro et al. (2007) que observaram os valores médios de 2,5mm e 13,49cm², respectivamente, para cordeiros recebendo dieta com alta proporção de concentrado. Valores semelhantes também foram encontrados por Pereira et al. (2010) que verificaram valor de 14,49 cm² para a área de olho de

lombo de cordeiros Santa Inês recebendo dieta com 2,28Mcal/kgMS e Bonagurio-Gallo et al. (2009) que encontraram valor de 14,99cm² para a área de olho de lombo de cordeiros terminados em confinamento.

Com relação à ausência de efeitos dos ionóforos sobre as medidas do músculo *Longissimus dorsi*, outros autores obtiveram os mesmos resultados encontrados no presente trabalho. Gilka et al. (1989) não observaram influência da monensina sódica (31mg/kgMS) sobre a área de olho de lombo de cordeiros em confinamento. Da mesma forma, Ítavo et al. (2009) e Gastaldello Jr et al. (2010) testaram a inclusão de monensina sódica, 30 ppm/animal/dia e 30mg/kgMS, respectivamente, para cordeiros recebendo dietas com alto teor de concentrado e observaram que a área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea não foram influenciados pelo tratamento. Salinas-Chavira et al. (2010) também não observaram efeito da adição de monensina (25 µg/g de monensina) e salinomicina (28 µg/g de salinomicina) sobre a área de olho de lombo e sobre a espessura de gordura subcutânea de cordeiros confinados.

Os ionóforos, como a monensina sódica e a salinomicina sódica podem melhorar a eficiência do metabolismo energético através da seleção das bactérias que atuam no rúmen, aumentando a produção de propionato e diminuindo a produção de acetato e butirato, e conseqüentemente diminuindo perdas energéticas que ocorrem pela menor produção de H₂ (Russell, 1998). Além de promover a redução da degradação da proteína proveniente da dieta (Russell & Wallace, 1997; Nagaraja et al., 1997). Porém, estes benefícios não são refletidos nas medidas do músculo *Longísimos dorsi*.

Este é o primeiro trabalho que avaliou a influência dos óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) sobre as características quantitativas e qualitativas da carcaça de cordeiros. Contudo, são encontrados na literatura alguns estudos sobre a influência desses óleos funcionais sobre as características das carcaças de bovinos. A ausência de efeito da inclusão dos óleos funcionais está de acordo com o reportado por Jedlicka et al. (2009) que não observaram diferenças significativas na área de olho de lombo de novilhos em confinamento ao testar a inclusão de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico). Assim como, Zawadzki et al. (2010) não observaram efeitos sobre a área de olho de lombo e espessura da gordura subcutânea ao avaliar o uso de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico) na dieta de novilhos em confinamento.

Conclusões

Os óleos funcionais de rícino e da casca da castanha de caju (LCC técnico), a monensina sódica e a salinomicina sódica não apresentam efeitos sobre as características das carcaças de cordeiros recebendo dietas com alto teor de concentrado.

Referências Bibliográficas

- ABDULLAHA, A.Y.; KRIDLI, R.T.; SHAKERB, M.M. et al. Investigation of growth and carcass characteristics of pure and crossbred Awassi lambs. **Small Ruminant Research**, v.94, p.167–175, 2010.
- ARAÚJO-FILHO, J.T.; COSTA, R.G.; FRAGA, A.B. et al. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.363-371, 2010.
- BONAGURIO GALLO, S.; SIQUEIRA, E.R.; DELGADO, E.F. et al. Influence of feeding regime and finishing system on lamb muscle fiber and meat quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2204-2210, 2009.
- CARTAXO, F.Q.; CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. et al. Características quantitativas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento e abatidos em diferentes condições corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.697-704, 2009.
- CARTAXO, F.Q.; SOUSA, W.H.; COSTA, R.G. et al. Características quantitativas da carcaça de cordeiros de diferentes genótipos submetidos a duas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2220-2227, 2011.
- CLEMENTINO, R.H.; SOUSA, W.H.; MEDEIROS, A.N. et al. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.681-688, 2007.
- COSTA, R.G.; ARAÚJO-FILHO, J.T.; SOUSA, W.H. et al. Effect of diet and genotype on carcass characteristics of feedlot hair sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2763-2768, 2010.
- FURUSHO-GARCIA, I.F.; ALMEIDA, A.K.; COSTA, T.I.R. et al. Carcass characteristics and cuts of Santa Inês lambs fed different roughage proportions and fat source. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1322-1327, 2010.
- GARCIA, C.A.; MONTEIRO, A.L.G.; COSTA, C. et al. Medidas objetivas e composição tecidual da carcaça de cordeiros alimentados com diferentes níveis de energia em creep feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1380-1390, 2003.

- GASTALDELLO Jr., A.L.; PIRES, A.V.; SUSIN, I. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo alta proporção de concentrado adicionadas de agentes tamponantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.556-562, 2010.
- GEDAM, P.H.; SAMPATHKUMARAN, P.S. Cashew nut shell liquid: extraction, chemistry and applications. **Progress in Organic Coatings**, v.14, p.115-157, 1986.
- GILKA, J.; JELINEK, P.; JANKOVÁ, B. et al. Carcass Traits and Meat Quality of Male Lambs Fed Monensin or Lasalocid. **Meat Science**, v.25, p.265-272, 1989.
- GUTIÉRREZ, J.; RUBIO, M.S.; MÉNDEZ, R.D. Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. **Meat Science**, v.70, p.1-5, 2005.
- HOPKINS, D.L. The Relationship between Muscularity, Muscle:Bone Ratio and Cut Dimensions in Male and Female Lamb Carcasses and the Measurement of Muscularity using Image Analysis. **Meat Science**, v.44, n.4, p.307-317, 1996.
- ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAIS, M.G.; COSTA, C. et al. Características de carcaça, componentes corporais e rendimento de cortes de cordeiros confinados recebendo dieta com própolis ou monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.898-905, 2009.
- JEDLICKA, M.E.; PUREVJAV, T.; CONOVER, A.J. et al. [2009]. Effects of Functional Oils and Monensin Alone or in Combination on Feedlot Cattle Growth and Carcass Composition. **Iowa State University Animal Industry Report**, A.S. Leaflet R2423, 2009. Disponível em: <<http://www.ans.iastate.edu/report/air/2009pdf/R2423.pdf>> Acessado em: 20/03/2012
- LIMA, C.A.A.; PASTORE, G.M.; LIMA, E.D.P.A. Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdicos do óleo da casca da castanha de caju (CNSL) dos clones de cajueiro-anão-precoce CCP-76 e CCP-09 em cinco estágios de maturação sobre microrganismos da cavidade bucal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.3, p.358-362, 2000.
- MAZZETTO, S.E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v.32, n.3, p.732-741, 2009.
- NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; VAN NEVEL, C.J. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.) **The Rumen Microbial Ecosystem**. 2.ed. London: Blackie Academic and professional, 1997. p.523-632.
- NOVAK, A.F.; CLARK, G.C.; DUPUY, H.P. Antimicrobial activity of some ricinoleic acid oleic acid derivatives. **Journal of the American oil Chemists' Society**, v.38, n.6, p.321-324, 1961.

- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina: técnicas de avaliação *in vivo* e na carcaça**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005. 82p.
- PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; FONTENELE, R.M. et al. Características e rendimentos de carcaça e de cortes em ovinos Santa Inês, alimentados com diferentes concentrações de energia metabolizável. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.32, n.4, p.431-437, 2010.
- PINHEIRO, R.S.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; MARQUES, C.A.T. et al. Biometria *in vivo* e da carcaça de cordeiros confinados. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.216, p.955-958, 2007.
- PIOLA Jr., W.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Níveis de energia na alimentação de cordeiros em confinamento e composição regional e tecidual das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1797-1802, 2009.
- PREZIUSO, G.; RUSSO, C.; CASAROSA, L. et al. Effect of diet energy source on weight gain and carcass characteristics of lambs. **Small Ruminant Research**, v.33, p.9-15, 1999.
- PURCHAS, R.W.; DAVIES, A.S.; ABDULLAH, A.Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of Southdown sheep. **Meat Science**, v.30, p.81-94, 1991.
- RUSSELL, J.B. The importance of pH in the regulation of ruminal acetate to propionate ratio and methane production *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3222-3230, 1998.
- RUSSELL, J.B., WALLACE, R.J. Energy-yielding and energy-consuming reactions. In: HOBSON, P.N. (Ed). **The ruminal microbial ecosystem**. 2.ed. Essex, England: Elsevier Science, 1997. p.267-268.
- SALINAS-CHAVIARA, J.; LARA-JUAREZ, A.; GIL-GONZÁLEZ, A. et al. Effect of breed type and ionophore supplementation on growth and carcass characteristic in feedlot hair lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.633-637, 2010.
- SANTOS, C.L.; PÉREZ, J.R.O.; SIQUEIRA, E.R. et al. Crescimento alométrico dos tecidos ósseo, muscular e adiposo na carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.493-498, 2001.
- SANTOS, S.C.C.; SILVA, A.C.; LIMA, G.T. et al. Estudo da eficácia da ação bactericida do líquido da castanha do caju (*Anacardium occidentale*) - LCC adicionado a sabões sobre *Staphylococcus sp.* In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS - CEULP/ULBRA, 8., 2008, Palmas. **Anais...** Palmas: CEULP/ULBRA, 2008. p.201-203.
- SAS – SAS/STAT. **Statistical Analysis System**. User's guide, version 9.0 (Compact Disc). Cary, 2004.

- SILVA, L.F.; PIRES, C.C.; SILVA, J.H.S. et al. Crescimento de cordeiros abatidos com diferentes pesos 1.Osso, músculo e gordura da carcaça e de seus cortes. **Ciência Rural**, v. 30, n.4, p.671-675. 2000.
- SILVA SOBRINHO, A.G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: MATTOS, W.R.S.; FARIA, V.P.; SILVA, S.C. et al. (Eds.) **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários, 2001. p.425-460.
- SILVA SOBRINHO, A.G.; MACHADO, M.R.F.; GASTALDI, K.A. et al. Efeitos da Relação Volumoso:Concentrado e do Peso ao Abate sobre os Componentes da Perna de Cordeiros Ile de France x Ideal Confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1017-1023, 2002.
- SILVA SOBRINHO, A.G.; SILVA, A.M.A. Produção de carne ovina - Parte II. **Revista Nacional da carne**, v.24. n.286, p.30-36, 2000.
- SIMITZIS, P.E.; DELIGEORGIS, S.G.; BIZELIS, J.A. et al. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. **Meat Science**, v. 79, p. 217-223, 2008.
- SOARES, S.B.; FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREIRA, I.G. et al. Performance, carcass characteristics and non-carcass components of Texel × Santa Inês lambs fed fat sources and monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.421-431, 2012.
- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Regulation (EC) n° 1831/2003. **Official Journal of the European Union**, 2003. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:EN:PDF>> Acesso em: 25/10/2011.
- VAISMAN, B.; SHIKANOV, A.; DOMB, A.J. The Isolation of Ricinoleic Acid from Castor Oil by Salt-solubility-based Fractionation for the Biopharmaceutical Applications. **Journal of the American oil Chemists' Society**, 2008. doi: 10.1007/s11746-007-1172-z (in print).
- ZAWADZKI, F.; VALERO, M.V.; STRACK, M.G. et al. Glicerol e óleos essenciais na dieta de bovinos precoces da raça Purunã terminados em confinamento sobre as características da carcaça In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010] (CD-ROM).

Utilização de óleos funcionais e ionóforos em dietas alto grão para ovinos e efeitos sobre o músculo *Longissimus dorsi*

Resumo: Objetivou-se avaliar a utilização de óleos funcionais (OF) e ionóforos em dieta alto grão para cordeiros e seus efeitos sobre as características qualitativas do músculo *Longissimus dorsi*. Foram utilizados 24 cordeiros mestiços (Dorper x Santa Inês) pesando em média 18kg, distribuídos em quatro tratamentos: 1) Controle, sem adição de ionóforos ou OF; 2) 1g da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico)/kg de matéria seca da ração total; 3) 60 mg de monensina sódica/kg de matéria seca da ração total e; 4) 60 mg de salinomicina/kg de matéria seca da ração total. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso. A proporção de volumoso e concentrado da ração foi de 20 e 80%, sendo a silagem de milho como volumoso e milho grão, farelo de soja, farelo de trigo, ureia como concentrado, mais a inclusão de sal mineral e calcário. Os animais foram abatidos à medida que atingiram em média 35 kg de peso vivo. Os aditivos não alteraram a composição química (umidade, proteína bruta, matéria mineral e lipídios) do músculo *Longissimus dorsi* ($P>0,05$). A queda de pH não foi influenciada pela adição dos óleos funcionais e da monensina, mas os animais que receberam salinomicina apresentaram maior acidificação da carne às 24 horas após o abate ($P\leq 0,05$). Não houve influência ($P>0,05$) dos tratamentos sobre a queda da temperatura e os parâmetros de cor (L, a, b) do músculo *Longissimus dorsi*. O teor do ácido graxo heptadecenoico (C17:1) foi maior ($P\leq 0,05$) para o tratamento com monensina quando comparado ao tratamento com adição dos óleos funcionais, mas não diferiu do tratamento controle. Os teores totais de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados e poli-insaturados (AGPI), a relação AGPI/AGS, a relação (C18:0+C18:1):(C16:0) e os níveis de $\omega 3$ e $\omega 6$ não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos. Conclui-se que a inclusão de salinomicina resulta em maior acidificação da carne às 24 horas após o abate. Os outros parâmetros testados não foram influenciados pelos aditivos.

Palavras-chave: ácidos graxos, caju, LCC técnico, monensina sódica, óleo de rícino, salinomicina

Use of functional oils and ionophores in high grain diets for sheep and effects on the muscle *Longissimus dorsi*

Abstract: This work was carried out to evaluate the use of functional oils (FO) and ionophores in high grain diets for lambs and the effects on the quality characteristics of the muscle *Longissimus dorsi*. There were used 24 crossbred lambs (Dorper x Santa Inês) weighing an average of 18kg, distributed in four treatments: 1) Control, without addition of FO or ionophores; 2) 1g of a specific blend of functional oils, castor oil and cashew nut shell liquid (Technical CNSL)/ kg of the total ration dry matter; 3) 60 mg of sodium monensin/ kg of the total ration dry matter and; 4) 60 mg of salinomycin/ kg of the total ration dry matter. The experimental design was completely randomized. The roughage and concentrate ratio was 20 and 80%, the corn silage was the roughage and corn grain, soybean meal, wheat meal, urea, mineral salt and limestone compound the concentrate. The animals were slaughtered when reached final average weight of 35 kg. The additives did not affect the chemical composition (moisture, crud protein, ash and lipids) of the muscle *Longissimus dorsi* ($P>0.05$). The pH drop was not influenced by the addition of functional oils and monensin, but the animals fed with salinomycin showed greater acidification of meat at 24 hours after slaughter ($P\leq 0.05$). There was no effect ($P>0.05$) of treatment on the temperature drop, color parameters (L , a , b) and chemical composition of *Longissimus dorsi*. The content of fatty acid heptadecenoic (C17:1) was higher ($P\leq 0.05$) for treatment with monensin when compared to treatment with the addition of functional oils, but it did not differ from control treatment. The total of saturated fat acids (SFA), monounsaturated fat acids and polyunsaturated fat acids (PUFA), the ratio of PUFA/SFA, the ratio of (C18:0+C18:1):(C16:0) and the levels of $\omega 3$ and $\omega 6$ did not differ ($P>0.05$) among treatments. It was concluded that the inclusion of salinomycin results in a greater acidification of meat at 24 hours after slaughter. The others parameters tested were not affected by additives.

Key Words: cashew, castor oil, fatty acids, salinomycin, sodium monensin, technical CNSL

Introdução

A necessidade de busca por substâncias naturais para substituição dos ionóforos tem aumentado e os óleos funcionais podem ser uma alternativa. Óleos funcionais como o óleo de rícino e o líquido da casca da castanha do caju (LCC) podem atuar selecionando espécies microbianas no rúmen (Novak et al., 1961).

O manejo nutricional pode alterar a qualidade da carne, em razão das alterações na sua composição química e perfil de ácidos graxos. O óleo de rícino é composto por 85 a 95% de ácido ricinoleico e 10 a 15% de outros ácidos graxos que geralmente são ácido oleico, ácido linoleico, o ácido linolênico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido eicosanoico e ácido dihidroxiesteárico (Vaisman et al., 2008), sendo que os ácidos graxos insaturados corresponde a 97% em massa do óleo de rícino e os ácidos graxos saturados somente 2,3-3,6%.

Apesar da influência da utilização de óleos funcionais sobre os aspectos qualitativos e quantitativos dos produtos de origem animal ainda não são suficientemente estudados, a atividade antioxidante de alguns desses óleos podem resultar em melhora nos aspectos qualitativos da carne. Os constituintes do LCC apresentam propriedades antioxidantes, sendo que o cardanol apresenta maior atividade antioxidante, seguido pelo cardol e em último o ácido anacárdico (Oliveira et al., 2011). O LCC obtido sob alta temperatura (LCC técnico) apresenta em sua composição maior teor de cardanol, porque o ácido anacárdico sofre reação de descarboxilação e é convertido a cardanol (Gedam e Sampathkumaran, 1986).

Simitzis et al. (2008) ao avaliarem ovinos suplementados com óleo essencial de orégano, observaram resultados positivos nas características qualitativas da carne, as quais foram atribuídas, principalmente, ao retardo da oxidação lipídica promovida pela adição do óleo essencial. Da mesma forma, Nieto et al. (2010) observaram que a adição de tomilho (*Thymus zygis* ssp. *gracilis*) influenciou os parâmetros de coloração da carne de cordeiros após períodos de estocagem. Apesar de não serem os mesmos princípios ativos, os resultados apresentados por estes autores demonstram que o poder antioxidante de alguns extratos naturais pode refletir na qualidade da carne, principalmente, após períodos de estocagem. Até o presente momento nenhum trabalho avaliou a influência dos óleos funcionais de rícino e da casca da castanha de caju (LCC técnico) sobre os aspectos qualitativos da carne de ovinos.

Desta forma, no presente trabalho objetivou-se avaliar os óleos funcionais de rícino e da casca da castanha de caju (LCC técnico), a monensina sódica e a salinomicina em dietas de alto grão para cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre as características qualitativas do músculo *Longissimus dorsi*.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), localizada no distrito de Iguatemi, e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizados 24 cordeiros mestiços (Dorper x Santa Inês), machos, não castrados, com peso vivo médio de 18 kg. Os animais receberam a mesma dieta basal e foram distribuídos em quatro tratamentos: 1) Controle (CON), sem adição de ionóforos ou OF; 2) Óleos funcionais (OF), uma mistura de óleo de rícino e líquido da casca da castanha de caju (LCC técnico), contendo 11% de cardol, 20% de cardanol e 9% de ácido ricinoleico, foi fornecido 1g da mistura de OF de rícino e caju (LCC técnico)/kg de MS da ração total; 3) Monensina sódica (MO), foi fornecido 60 mg de monensina/kg de MS da ração total e; 4) Salinomicina sódica (SA), foi fornecido 60 mg de salinomicina/kg de MS da ração total. Os ionóforos e os óleos funcionais foram adicionados ao premix de cada tratamento. A proporção de volumoso e concentrado da ração foi de 20 e 80% e a dieta fornecida está descrita na Tabela 1.

Os animais foram mantidos em baias individuais suspensas de 0,60 × 0,90 m, com piso ripado, dispostas em galpão de alvenaria e providas de comedouros e bebedouros individuais. Após a chegada dos animais foi feito o exame de OPG (contagem de ovos por grama de fezes) e os animais que apresentaram OPG maior de 500 foram vermifugados. Para verificar a eficiência do medicamento foi feito um novo exame de OPG 10 dias após a vermifugação. Todos os animais foram vacinados contra clostridioses. Os cordeiros foram submetidos a um período de adaptação de 14 dias. A alimentação foi fornecida *ad libitum*, na forma de mistura completa, assegurando sobras de 10% do trato total diário. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, pela manhã (08h30min) e à tarde (16h30min), receberam água à vontade e foi mantido um manejo higiênico/sanitário rigoroso das instalações. Os bebedouros foram lavados diariamente, assegurando o fornecimento de água de boa qualidade.

Tabela 1 - Composição percentual e química das dietas experimentais com base na matéria seca

Ingrediente (%)	
Silagem de milho	20,0
Óleos funcionais	*
Monensina Sódica	**
Salinomicina	***
Milho	43,6
Farelo de soja	7,0
Farelo de trigo	25,0
Sal comum	0,4
Ureia	0,7
Carbonato de cálcio	2,2
Cloreto de amônio	0,8
Premix ¹	0,3
Composição (%)	
PB	14,45
NDT	74,97
Cálcio	0,93
Fósforo	0,49
Sódio	0,18
FDN _{cp}	20,08

* 1g da mistura de óleos funcionais/kg de matéria seca da ração total

** 60 mg de monensina sódica/kg de matéria seca da ração total

*** 60 mg de Salinomicina/kg de matéria seca da ração total

¹Com a inclusão do premix a ração total fornecerá a seguinte concentração de microelementos por kg de matéria seca: 0,36 ppm de Co; 6,4 ppm de Cu; 0,84 ppm de I; 82,75 ppm de Mn; 0,24 ppm de Se e 82 ppm de Zn.

Os animais foram abatidos à medida que atingiam peso médio de 35 kg, como sugerido por Santos et al. (2001). Os animais foram submetidos a um jejum de sólidos de 14 horas para serem abatidos. No abate os animais foram suspensos pelas patas traseiras, foi feita a insensibilização por eletronarcole e posteriormente a sangria através de um corte na veia jugular e na artéria carótida. Após a sangria e a retirada da pele foi feita uma abertura ao longo de toda extensão da linha mediana ventral do abdome para proceder a evisceração. A cabeça e pernas foram separadas da carcaça. As carcaças foram acondicionadas em sacos plásticos e penduradas, pela articulação tarso metatarsiana, numa câmara fria 4°C por 24hs.

Após 24 horas na câmara fria as carcaças foram divididas longitudinalmente ao meio com uma serra elétrica, dando origem a duas meias-carcaças. Na meia carcaça esquerda foi feito um corte transversal entre a 12^a e 13^a costela. Na mesma secção, sob o músculo *Longissimus dorsi*, utilizando-se um Colorímetro, foi feita a leitura da cor,

obtendo os valores de L , a e b . O *Longissimus dorsi* foi coletado, embalado em papel alumínio e a vácuo, e congelado para posteriores análises químicas.

Foram feitas medições do pH e temperatura da carne logo após o abate (0 hora), 45 minutos após abate e 24 horas após abate, a fim de obter a curva de queda do pH e da temperatura. As leituras foram realizadas com um pHmetro específico para carne, no músculo *Longissimus dorsi*. Para leitura do pH o músculo foi seccionado com a ponta de um bisturi e o eletrodo foi introduzido de forma perpendicular a uma profundidade de aproximadamente 4 cm, evitando contato da sonda com a gordura ou tecido conjuntivo.

Para a análise química da carne as amostras foram descongeladas a 4°C durante 24 horas e foi utilizada uma porção do músculo *Longissimus dorsi* moído sem gordura subcutânea. As porcentagens de umidade, cinzas e proteína bruta foram determinadas segundo a metodologia da AOAC (1980). A extração e determinação dos lipídios totais na carne foram feitas segundo a metodologia de Bligh & Dyer (1959) com a mistura de clorofórmio e metanol. A gordura extraída foi armazenada em *ependorfs* e congelada a - 10°C para posterior leitura do perfil de ácidos graxos.

Para transesterificação dos triacilgliceróis, foi utilizado o método 5509 da ISO (1978), em solução de n-heptano e KOH/metanol. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa (Cromatógrafo Trace GC Ultra, Thermo Scientific, EUA) auto-amostrador, equipado com detector de ionização de chama a 240°C e coluna capilar de sílica fundida (100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,20 μm , Restek 2560). O fluxo de gases foi de 1,5 mL/min de H₂ (gás de arraste), 30 mL/min para N₂ (gás auxiliar) e 35 e 350 mL/min, respectivamente, para o H₂ e ar sintético (gases para chama). A temperatura inicial da coluna foi estabelecida em 165°C, mantida por 8 minutos, elevada até 185°C a uma taxa de 4,0°C/min, mantida por 4 minutos, chegando a 220°C de temperatura final, sendo elevada a uma taxa de 5°C/min e mantida por 17 minutos. A quantificação dos ácidos graxos da amostra foi efetuada por comparação com o tempo de retenção de ésteres metílicos de ácidos graxos de amostras padrões (Sigma Aldrich).

O experimento foi executado utilizando o delineamento inteiramente ao acaso (DIC). As variáveis foram analisadas de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} = valor observado das variáveis estudadas, relativo a cada indivíduo j ,
recebendo o tratamento i ;

μ = constante geral;

T_i = efeito do tratamento i , com i variando de 1 a 4;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Foi utilizado o programa estatístico SAS (2004) para a análise dos dados e o nível de 5% de probabilidade para o teste de Tukey.

Resultados e Discussão

A composição do músculo *Longissimus dorsi* não foi alterada ($P>0,05$) pela adição da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica (Tabela 2). As médias encontradas para composição foram 75,84% de umidade, 20,78% de proteína bruta, 1,11% de matéria mineral e 2,45% de lipídios. As médias obtidas são semelhantes às observadas por Madruga et al. (2006) para cordeiros machos inteiros mestiços Dorper x Santa Inês que foram de 76,03% de umidade, 20,50% de proteína bruta, 1,14% de matéria mineral e 2,00% de lipídios. Os teores de umidade e proteína bruta variam de acordo com o genótipo e a composição da dieta (Costa et al., 2009; Batista et al., 2010); o aumento do peso ao abate tende a aumentar o teor de lipídios e reduzir a umidade da carne (Perez et al., 1997; Prado et al., 2000).

Tabela 2 – Composição química do músculo *Longissimus dorsi*: umidade, proteína bruta, matéria mineral e lipídios com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados

	Tratamentos ¹				P<	EP
	CON	OF	MO	SA		
Umidade (%)	75,68	76,06	75,75	75,85	0,89	0,36
Proteína Bruta (%)	21,02	20,73	20,56	20,82	0,79	0,32
Matéria Mineral (%)	1,11	1,12	1,08	1,12	0,73	0,03
Lipídios (%)	2,19	2,27	2,77	2,55	0,61	0,34

¹CON = Controle, sem aditivos; OF = Óleos Funcionais de rícino e caju; MO = Monensina sódica; SA = Salinomicina sódica.

Diferem significativamente pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) as médias seguidas por letras diferentes na mesma linha.

Os resultados concordam com Gilka et al. (1989) que também não observaram efeito da adição de monensina (31mg/kgMS) sobre a composição do músculo do *Longissimus dorsi* de cordeiros confinados e encontraram médias semelhantes ao

presente trabalho. Os aditivos testados não exerceram influência na composição química do músculo *Longissimus dorsi*.

O pH obtido após o abate (pH0) e o pH obtido após 45 minutos do abate (pH45) não foram influenciados ($P>0,05$) pela adição da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica, apresentando valores médios de 6,61 e 6,21, respectivamente (Tabela 3). O valor médio obtido para o pH45 é semelhante a média encontrada por Teixeira et al. (2005), de 6,23, para o pH medido 1 hora após abate de cordeiros com diferentes pesos. O pH obtido 24 horas após o abate (pH24) foi significativamente ($P\leq 0,05$) menor para o tratamento com adição de salinomicina sódica quando comparado ao tratamento controle, mas não diferiu dos outros tratamentos. Portanto, os óleos funcionais e a monensina não influenciaram a queda do pH e os animais que receberam salinomicina apresentaram maior acidificação da carne às 24 horas após o abate.

Tabela 3 – pH após o abate (pH 0), pH após 45 min. do abate (pH 45), pH 24 horas após o abate (pH 24), temperatura após o abate (Temp. 0), temperatura após 45 min. do abate (Temp. 45), temperatura após 24 horas do abate (Temp. 24), luminosidade (*L*), tendência para o vermelho (*a*) e tendência para o amarelo (*b*) com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados

	Tratamentos ¹				<i>P</i> <	EP
	CON	OF	MO	SA		
<i>pH Longissimus dorsi</i>						
pH 0	6,61	6,44	6,74	6,63	0,41	0,11
pH 45	6,31	6,15	6,23	6,15	0,60	0,10
pH 24	5,78 a	5,68 ab	5,59 ab	5,48 B	0,05	0,07
<i>Temperatura Longissimus dorsi</i>						
Temp. 0 (°C)	35,50	35,93	36,82	36,28	0,75	0,87
Temp. 45 (°C)	29,97	31,90	30,58	31,27	0,41	0,76
Temp. 24 (°C)	7,48	9,25	9,73	8,54	0,62	1,26
<i>Colorimetria Longissimus dorsi</i>						
<i>L</i>	36,24	35,78	36,48	37,26	0,92	1,48
<i>A</i>	16,00	16,74	17,99	17,69	0,44	0,94
<i>B</i>	6,84	6,56	6,57	6,69	0,99	0,70

¹CON = Controle, sem aditivos; OF = Óleos Funcionais de rícino e caju; MO = Monensina sódica; SA = Salinomicina sódica.

Diferem significativamente pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) as médias seguidas por letras diferentes na mesma linha.

Segundo Immonen et al. (2000) bifes com maior quantidade de glicogênio residual apresentaram valores de pH final menor, já que a queda de pH é resultado da utilização das reservas de glicogênio via glicólise, que tem como produto final o ácido láctico. Essas informações sugerem que os animais que receberam salinomicina apresentaram reserva de glicogênio muscular mais elevada que os outros tratamentos. Cordeiros que sofrem estresse antes do abate apresentam menor reserva de glicogênio muscular e valores de pH final acima de 5,8 (Devine et al., 1993). Os valores encontrados para o pH final são inferiores a 5,8 mostrando que os animais não sofreram estresse antes do abate. Os resultados concordam com Gilka et al. (1989) que também não observaram efeito da adição de monensina (31mg/kgMS) sobre o pH do músculo do *Longissimus dorsi* na carcaça quente de cordeiros confinados.

Não houve influência ($P>0,05$) da adição da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica sobre a queda da temperatura (Tabela 3). Os valores médios encontrados para as temperaturas nos tempos 0 hora, 45 minutos e 24 horas após o abate foram, respectivamente, 36,1°C, 30,9°C e 8,8°C. Valores semelhantes foram obtidos por Bonagurio-Gallo et al. (2009) que observaram média de 36°C para temperatura após o abate e média de 7°C para 24 horas após abate.

A inclusão da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica não apresentaram efeitos ($P>0,05$) sobre os parâmetros de cor: luminosidade (L), tendência para o vermelho (a) e tendência para o amarelo (b) do músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 3). A luminosidade média encontrada foi de 36,44. Para a luminosidade do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros são encontradas variações de 18,13 a 48,15, sendo que quanto maior o valor da luminosidade mais clara é a carne (Sañudo et al. 1996; Johnson et al., 2005; Costa et al., 2009; Muela et al., 2010). Segundo Perez et al. (1997) e Prado et al. (2000) as variações na luminosidade ocorrem em razão da variação de porcentagem de água no tecido muscular, quanto maior a umidade maior a luminosidade, assim, animais mais jovens que apresentam maior porcentagem de água possuem carne mais clara.

Khliji et al. (2010) estudaram os parâmetros de cor e a aceitabilidade dos consumidores e observaram que o músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros com luminosidade de 34 a 44 apresentaram boa aceitabilidade por parte dos consumidores. Portanto, pode-se afirmar que os animais de todos os tratamentos apresentaram boa luminosidade, e que nenhum dos aditivos exerceu influência neste parâmetro de cor.

A média da tendência para o vermelho verificada no presente trabalho foi de 17,11. São encontradas variações de 7,53 a 18,01 para a tendência para o vermelho do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros (Souza et al. 2004; Silva Sobrinho et al. 2005; Pinheiro et al., 2009). Segundo Prado et al. (2000), as variações na tendência para o vermelho ocorrem em razão da concentração de pigmentos hêmicos que aumentam a medida que aumenta o peso ao abate. Khliji et al. (2010) observaram que a tendência para o vermelho na faixa 9,5 a 14,4 apresentaram boa aceitabilidade por parte dos consumidores. Os animais de todos os tratamentos apresentaram ótima tendência para o vermelho e nenhum dos aditivos exerceu influência neste parâmetro de cor.

Com relação ao parâmetro *b*, tendência para o amarelo, a média obtida foi de 6,67, sendo que para este parâmetro são encontradas variações de 2,33 a 22,94 (Bonagurio et al., 2003; Costa et al., 2009; Costa et al., 2011). Segundo Sañudo et al. (1997), as variações na tendência para o amarelo ocorrem em razão da presença de betacaroteno na gordura. Os resultados concordam com Gilka et al. (1989) que também não observaram efeito da adição de monensina (31mg/kgMS) sobre a coloração do músculo do *Longissimus dorsi* de cordeiros confinados.

O LCC técnico utilizado na mistura de óleos funcionais é rico em cardanol e também apresenta em sua composição o ácido anacárdico e o cardol. Oliveira et al. (2011) concluíram que os constituintes do LCC podem funcionar como antioxidantes, sendo que a maior atividade antioxidante foi apresentada pelo cardanol, seguida pelo cardol e em último o ácido anacárdico. Gonzaga (2008) observou que o ácido anacárdico e o cardanol acetilados exibiram caráter antioxidante próximo ao do BHT. Mediante esta funcionalidade do LCC técnico era esperado alterações na coloração da carne dos animais que receberam este tratamento. Possivelmente a ausência de influência dos óleos funcionais se deva ao tempo de 24 horas na câmara fria que pode ter sido insuficiente para que ocorresse oxidação capaz de influenciar a cor. Assim, mais estudos são necessários para verificar a coloração da carne após crescentes tempos de armazenamento, a fim de verificar se a carne dos animais que receberam este óleo funcional será capaz de apresentar menor oxidação.

Simitzis et al. (2008), ao avaliarem ovinos suplementados com óleo essencial de orégano, observaram resultados positivos nas características qualitativas da carne, nos parâmetros de coloração, as quais foram atribuídas, principalmente, ao retardo da oxidação lipídica promovido pela adição do óleo essencial. Da mesma forma, Nieto et al. (2010) observaram que a adição de tomilho (*Thymus zygis* ssp. *gracilis*) influenciou

os parâmetros de coloração da carne de cordeiros após períodos de estocagem. Apesar de não serem os mesmos princípios ativos, os resultados apresentados por estes autores demonstram que o poder antioxidante de alguns extratos naturais pode refletir na qualidade da carne após períodos de estocagem.

Sobre o perfil de ácidos graxos, o teor do ácido graxo heptadecenóico (C17:1) foi maior ($P \leq 0,05$) para o tratamento com monensina sódica quando comparado ao tratamento com adição da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), porém nenhum dos tratamentos diferiu do tratamento controle (Tabela 4). Os teores dos ácidos graxos C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C11:0, C13:0, C20:0, C22:0, C23:0, C24:0, C15:1, C18:1n9t11, C22:1n9, C24:1, C20:2, C20:3n6, C20:3n3, C20:4n6, C22:2, C20:5n3 e C22:6n3 foram encontrados em valores considerados muito baixos, por isso, foram somados e descritos como “outros” na Tabela 5. As concentrações dos ácidos graxos, com exceção do ácido graxo heptadecenoico (C17:1), não diferiram ($P > 0,05$) com relação à adição da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica (Tabela 4).

Os ácidos graxos encontrados em maior concentração foram o oleico com média de 33,32%, o palmítico com média de 21,11%, o esteárico com média de 18,63% e o linoleico com média de 6,51%, que somados representaram 79,57% dos ácidos graxos. As altas concentrações desses ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros também foram encontradas por Rodrigues et al. (2010) e Costa et al. (2009). Dentre os ácidos graxos encontrados em maior quantidade, o oleico é um ácido graxo monoinsaturado desejável por diminuir o nível de colesterol LDL sanguíneo, atuando na proteção contra doenças coronarianas (Wood et al., 2003). O palmítico aumenta o colesterol sanguíneo, porém é citado como o ácido graxo saturado de menor efeito hipercolesterolêmico (Fernandes et al., 2010). O esteárico apesar de ser um ácido graxo saturado não apresenta esta propriedade, assim, por não apresentar influência sobre o nível de colesterol sanguíneo se classifica como neutro, além disso, este ácido graxo é precursor do ácido oleico (Martin et al., 2006; Novello et al., 2008). O linoleico é um ácido graxo essencial, ou seja, não é sintetizado pelo homem e deve ser ingerido na dieta, sendo assim seu alto nível é desejável (Martin et al., 2006).

Tabela 4 – Composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* com e sem a adição de ionóforos ou óleos funcionais para cordeiros confinados

	Tratamentos ¹				P<	EP
	CON	OF	MO	SA		
Ácidos graxos (g/100g de ácidos graxos totais)						
C12:0 (láurico)	0,04	0,04	0,06	0,03	0,47	0,01
C14:0 (mirístico)	2,06	2,23	1,96	2,11	0,16	0,08
C15:0 (pentadecanoico)	0,49	0,52	0,30	0,35	0,32	0,09
C16:0 (palmítico)	22,19	22,23	20,95	19,06	0,13	1,03
C17:0 (haptadecanoico)	1,55	1,56	1,71	1,20	0,37	0,20
C18:0 (esteárico)	18,63	19,18	18,02	18,68	0,57	0,57
C14:1 (miristoleico)	0,19	0,19	0,20	0,14	0,59	0,03
C16:1 (palmitoleico)	2,60	2,60	2,70	2,19	0,28	0,19
C17:1 (heptadecenoico)	0,89 ab	0,59 b	1,73 a	1,26 ab	0,05	0,28
C18:1n9c (oleico)	33,55	35,36	31,36	33,02	0,19	1,25
C20:1 (eicosenoico)	0,05	0,07	0,05	0,04	0,46	0,01
C18:2c9T11 (CLA)	0,69	0,70	1,10	0,79	0,58	0,24
C18:2n6c (linoleico)	6,27	6,07	6,61	7,10	0,72	0,68
C18:3n6 (γ-linolênico)	0,03	0,08	0,09	0,06	0,35	0,02
C18:3n3 (α-linolênico)	0,02	0,03	0,02	0,02	0,62	0,00
Outros	0,36	0,29	0,27	0,31	0,65	0,05
Concentração Total (g/100g de ácidos graxos totais)						
AGS	45,09	45,98	43,11	41,38	0,14	1,42
AGMI	37,41	38,97	36,15	36,81	0,34	1,10
AGPI	7,12	7,11	7,98	8,09	0,67	0,73
AGPI/AGS	0,14	0,16	0,19	0,20	0,11	0,02
(C18:0+C18:1):C16:0	2,40	2,46	3,38	2,76	0,11	0,11
Ômega 3 (n3)	0,10	0,09	0,11	0,13	0,69	0,02
Ômega 6 (n6)	6,30	6,22	6,70	7,17	0,75	0,69
Ômega 9 (n9)	34,24	36,07	32,47	33,81	0,21	1,15

¹CON = Controle, sem aditivos; OF = Óleos Funcionais de rícino e caju; MO = Monensina sódica; SA = Salinomycin sódica.

AGS = ácidos graxos saturados; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poli-insaturados.

Diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) as médias seguidas por letras diferentes na mesma linha.

Os teores médios totais de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados foram, respectivamente, 43,9%, 37,3% e 7,6% e não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 4). Os resultados corroboram os obtidos por Leão et al. (2011) que também observaram maior quantidade para os ácidos graxos saturados, seguido por ácidos graxos monoinsaturados e menores quantidades de ácidos graxos poli-insaturados no músculo *longissimus lumborum* de

cordeiros terminados em confinamento. Apesar da carne de cordeiro apresentar alto teor de ácidos graxos saturados, os quais tendem a elevar o nível de colesterol sanguíneo, também apresenta alto nível de ácidos graxos insaturados que são considerados hipocolesterolêmicos, por diminuírem o nível de colesterol sanguíneo.

A relação AGPI/AGS não foi alterada ($P>0,05$) pela adição da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica (Tabela 4), sendo obtida uma média de 0,17, valor igual ao achado por Leão et al. (2011) para a relação AGPI/AGS de cordeiros terminados em confinamento. Segundo Wood et al. (2003) o Ministério da Saúde do Reino Unido recomenda que a relação AGPI/AGS do perfil lipídico de um alimento deve se situar acima de 0,4, a fim de evitar doenças associadas ao consumo de gorduras saturadas, porém, na carne dos ruminantes, essa relação é verificada em valores próximos de 0,1.

Não houve efeito significativo da adição da mistura de óleos funcionais de rícino e caju (LCC técnico), monensina sódica ou salinomicina sódica sobre a relação (C18:0+C18:1):(C16:0) (Tabela 4). Madruga et al. (2005) e outros autores afirmam que a relação (C18:0+C18:1):(C16:0) descreve os possíveis efeitos benéficos dos ácidos graxos encontrados nas carnes vermelhas, que é conveniente, já que o ácido esteárico (C18:0), o ácido oleico (C18:1) e o palmítico (C16:0) são encontrados em grande quantidade na carne de ovinos e os dois primeiros são ácidos graxos bons para saúde humana, como já foi descrito acima. A média desta relação ficou em 2,75, média considerada boa e foi semelhante a encontrada por Madruga et al. (2005).

Gilka et al. (1989) testaram os efeitos da inclusão de monensina sódica, na dieta de cordeiros, sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *longíssimos dorsi* e observaram que quando comparado ao tratamento controle a monensina aumentou o teor do ácido graxo heptadecanóico (C17:0) e diminuiu o teor do ácido graxo araquidônico. Porém, a adição de monensina não influenciou a quantidade total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, semelhante ao encontrado no presente trabalho.

Em contrapartida, Song et al. (2010) ao testar a inclusão de monensina sódica (30 mg/kg) associada ou não ao bicarbonato de sódio na dieta de novilhos suplementados com óleo de soja observaram que o tratamento com adição somente de monensina aumentou significativamente o teor do ácido graxo linoleico (C18:2) do músculo *longíssimos dorsi* quando comparado ao tratamento controle, aumentando também a quantidade total dos ácidos graxos poli-insaturados, melhorando a qualidade da carne

dos novilhos. Os mesmos autores também não encontraram efeitos da monensina sobre a quantidade total de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, bem como nos teores dos outros ácidos graxos.

Os dados encontrados na literatura sobre os efeitos da monensina sódica no perfil de ácidos graxos são variados. O perfil de ácidos graxos é geralmente influenciado pela dieta, sendo que o tipo de volumoso exerce maior influência (Rodrigues et al., 2010; Macedo et al., 2008); pelo sistema de terminação (Bonagurio-Gallo et al., 2007); pelo genótipo e também pode ser influenciado pelo sexo (Madruga et al. 2006; Díaz et al., 2003).

Foi observado baixo teor de ômega 3, com média de 0,11%, alto teor de ômega 6, com média de 6,60% e alto teor de ômega 9, com média de 34,15%, sendo que os tratamentos não alteraram ($P>0,05$) seus níveis (Tabela 4). Segundo a revisão feita por Ribeiro et al. (2011) dietas à base de concentrado sem suplementação com óleos tendem a apresentar maiores concentrações de ômega 6 e dietas à base de volumoso apresentam maiores concentrações de ômega 3 intramuscular.

Conclusões

Os óleos funcionais de rícino e da casca da castanha de caju (LCC técnico), a monensina sódica e a salinomicina sódica apresentam resultados semelhantes sobre as características qualitativas do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros recebendo dietas com alto teor de concentrado. A salinomicina provoca maior acidificação da carne às 24 horas após o abate. São necessários mais estudos para verificar a qualidade da carne após crescentes tempos de armazenamento, a fim de verificar se a carne dos animais que recebem os óleos funcionais será capaz de apresentar menor oxidação.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 13.ed. Washington: AOAC Internacional, 1980, 1015p.
- BATISTA, A.S.M.; COSTA, R.G.; GARRUTI, D.S. et al. Effect of energy concentration in the diets on sensorial and chemical parameters of Morada Nova, Santa Inez and Santa Inez × Dorper lamb meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.2017-2023, 2010.

- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.
- BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; FURUSHO-GARCIA, I.F. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003.
- BONAGURIO GALLO, S.; SIQUEIRA, E.R.; DELGADO, E.F. et al. Influence of feeding regime and finishing system on lamb muscle fiber and meat quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2204-2210, 2009.
- BONAGURIO GALLO, S.; SIQUEIRA, E.R.; ROSA, G.T. Efeito da nutrição da ovelha e do cordeiro sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Triceps brachii* de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2069-2073, 2007.
- COSTA, R.G.; BATISTA, A.S.M.; AZEVEDO, P.S. et al. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.532-538, 2009.
- COSTA, R.G.; BATISTA, A.S.M.; MADRUGAC, M.S. et al. Physical and chemical characterization of lamb meat from different genotypes submitted to diet with different fiber contents. **Small Ruminant Research**, v.81, p.29-34, 2009.
- COSTA, R.G.; SANTOS, N.M.; SOUSA, W.H. et al. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1781-1787, 2011.
- DEVINE, C.E.; GRAAFHUIS, A.E.; MUIR, P.D. et al. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. **Meat Science**, v.35, p.63-77, 1993.
- DÍAZ, M.T.; VALESCO, S.; PÉREZ, C. et al. Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights. **Meat Science**, v.65, p.1085-1093, 2003.
- FERNANDES, M.A.M.; MONTEIRO, A.L.G.; POLI, C.H.E.C. et al. Composição tecidual da carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados a pasto ou em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1600-1609, 2010.
- GEDAM, P.H.; SAMPATHKUMARAN, P.S. Cashew nut shell liquid: extraction, chemistry and applications. **Progress in Organic Coatings**, v.14, p.115-157, 1986.
- GILKA, J.; JELINEK, P.; JANKOVÁ, B. et al. Carcass traits and meat quality of male lambs fed monensin or lasalocid. **Meat Science**, v.25, p.265-272, 1989.
- GILKA, J.; JELINEK, P.; JANKOVÁ, B. et al. Amino acid composition of meat, fatty acid composition of fat and content of some chemical elements in the tissues of male lambs fed monensin or lasalocida. **Meat Science**, v.25, p.273-280, 1989.

- GONZAGA, W.A. **Preparação e avaliação farmacológica de derivados dos lipídios fenólicos do líquido da casca da castanha de caju**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília, Brasília.
- IMMONEN, K.; RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. **Meat Science**, v.55, n.1, p.33-38, 2000.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 5509: Animal and vegetable fats and oils – preparation of methyl esters of fatty acids**. Genev: ISO, 1978.
- JOHNSON, P.L.; PURCHAS, R.W.; McEWAN, J.C. et al. Carcass composition and meat quality differences between pasture-reared ewe and ram lambs. **Meat Science**, v.71, p.383–391, 2005.
- KHLIJI, S.; VAN DE VEN, R.; LAMB, T.A. et al. Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. **Meat Science**, v.85, p.224–229, 2010.
- LEÃO, A.G.; SILVA SOBRINHO, A.G.; MORENO, G.M.B. et al. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1072-1079, 2011.
- MACEDO, V.P.; GARCIA, C.A.; SILVEIRA, A.C. et al. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1860-1868, 2008.
- MADRUGA, M.S.; ARAÚJO, W.O.; SOUSA, W.H. et al. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1838-1844, 2006.
- MADRUGA, M.S.; SOUSA, W.H.; ROSALES, M.D. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.309-315, 2005.
- MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R. et al. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.19, n.6, p.761-770, 2006.
- MUELA, E.; SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M. et al. Effects of cooling temperature and hot carcass weight on the quality of lamb. **Meat Science**, v.84, p.101–107, 2010.
- NIETO, G.; DÍAZ, P.; BAÑÓN, S. et al. Effect on lamb meat quality of including thyme (*Thymus zygis* ssp. *gracilis*) leaves in ewes' diet. **Meat Science**, v.85, p.82-88, 2010.

- NOVAK, A.F.; CLARK, G.C.; DUPUY, H.P. Antimicrobial activity of some ricinoleic acid oleic acid derivatives. **Journal of the American oil Chemists' Society**, v.38, n.6, p.321-324, 1961.
- NOVELLO, D.; FRANCESCHINI, P.; QUINTILIANO, D.A. A importância dos ácidos graxos ω -3 e ω -6 para a prevenção de doenças e na saúde humana. **Revista Salus**, v.2, n.1, p.77-87, 2008. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/salus/article/view/694/825>> Acesso em: 08/08/2012.
- OLIVEIRA, M.S.C.; MORAIS, S.M.; MAGALHÃES, D.V. et al. Antioxidant, larvicidal and antiacetylcholinesterase activities of cashew nut shell liquid constituents. **Acta Tropica**, v.117, n.3, p.165–170, 2011.
- PEREZ, J.R.O.; BONAGURIO, S.; BRESSAN, M.C. et al. Efeitos de dejetos de suínos na qualidade de carne de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.1, p.391, 1997.
- PINHEIRO, R.S.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; SOUZA, H.B.A. et al. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.
- PRADO, O.V. **Qualidade de carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos em diferentes pesos**. 2000. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras.
- RIBEIRO, C.V.D.M.; OLIVEIRA, D.E.; JUCHEM, S.O. et al Fatty acid profile of meat and milk from small ruminants: a review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.121-137, 2011.
- RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Perfil de ácidos graxos e composição química do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1346-1352, 2010.
- SANTOS, C.L.; PÉREZ, J.R.O.; SIQUEIRA, E.R. et al. Crescimento alométrico dos tecidos ósseo, muscular e adiposo na carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.493-498, 2001.
- SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M.; SIERRA, I. et al. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, v.46, n.4, p.357-365, 1997.
- SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, M.P.; MARIA, G. et al. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. **Meat Science**, v.42, n.2, p.195-202, 1996.
- SAS – SAS/STAT. **Statistical Analysis System**. User's guide, version 9.0 (Compact Disc). Cary, 2004.

- SILVA SOBRINHO, A.G.; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T. et al. Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.
- SIMITZIS, P.E.; DELIGEORGIS, S.G.; BIZELIS, J.A. et al. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. **Meat Science**, v. 79, p. 217-223, 2008.
- SONG, M.K.; JIN, G.L.; JI, B.J. et al. Conjugated linoleic acids content in *M. longissimus dorsi* of Hanwoo steers fed a concentrate supplemented with soybean oil, sodium bicarbonate-based monensin, fish oil. **Meat Science**, v.85, p.210–214, 2010.
- SOUZA, X.R.; BRESSAN, M.C.; PERÉZ, J.R.O. et al. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.24, n.4, p.543-549, 2004.
- TEIXEIRA, A.; BATISTA, S.; DELFA, R. et al. Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. **Meat Science**, v.71, p.530–536, 2005.
- VAISMAN, B.; SHIKANOV, A.; DOMB, A.J. The isolation of ricinoleic acid from castor oil by salt-solubility-based fractionation for the biopharmaceutical applications. **Journal of the American oil Chemists' Society**, 2008. doi: 10.1007/s11746-007-1172-z (in print).
- WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21–32, 2003.