UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

ADIBE LUIZ ABDALLA FILHO

Produção de gases, síntese microbiana pelo radiofósforo e digestibilidade do babaçu e mofumbo em dietas de ovinos

Piracicaba

2015

ADIBE LUIZ ABDALLA FILHO

Produção de gases, síntese microbiana pelo radiofósforo e digestibilidade do babaçu e mofumbo em dietas de ovinos

Dissertação apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Biologia na Agricultura e no Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Helder Louvandini

Piracicaba

2015

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Abdalla Filho, Adibe Luiz

Produção de gases, síntese microbiana pelo radiofósforo e digestibilidade do babaçu e mofumbo em dietas de ovinos / Adibe Luiz Abdalla Filho; orientador Helder Louvandini. - - Piracicaba, 2015.

81 p. : il.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Biologia na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Ácidos graxos 2. Alimentos volumosos 3. Carcaça 4. Metano 5. Plantas tropicais 6. Produção animal 7. Radioisótopos I. Título

CDU (633.87 + 636.084) : 636.3

Dedico este trabalho aos meus pais, Adibe e Cláudia, por me proporcionarem educação e formação ética dos princípios e valores, por me apoiarem e incentivarem em todas as escolhas, decisões e, principalmente, por todo o amor!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, saúde e oportunidades que tem me proporcionado.

Agradeço a meus pais, Adibe e Cláudia, aos meus irmãos Kalil e Samir, por todo o apoio e suporte para a realização deste trabalho, pelas conversas, risadas, desabafos e incentivos. Sei que sempre estarão ao meu lado para o que for preciso. Sempre estarei com vocês também! Amo vocês!

Agradeço a Thais por ser minha companheira, parceira, psicóloga e namorada. Você vem sendo muito importante durante todos esses anos. Te amo muito!

Agradeço a toda minha família, avó, tios, primos e amigos que sempre estão torcendo por mim! Muito Obrigado!

In memorian, agradeço aos meus tão especiais avós Serra, Cida e Nêgo. Sei que estão sempre olhando por mim, me iluminando e protegendo! "Viver nos corações que deixamos para trás é não morrer!" – Thomas Campbell.

Agradeço a Lana, Sofia e Marla, pela amizade sincera e por nossas constantes conversas. "Todo o conhecimento, a totalidade de todas as perguntas e de todas as respostas, está contida no cão" – Franz Kafka.

Agradeço ao Prof. Helder Louvandini pela oportunidade, paciência, confiança, conversas, conselhos e ensinamentos. Tenho enorme admiração e respeito por seu trabalho. Mais que professor e orientador, te considero um verdadeiro amigo! Obrigado por tudo!

Agradeço novamente ao meu pai, desta vez no papel de Prof. Adibe Luiz Abdalla, por toda a paciência, apoio e ensinamentos. Obrigado por ter me mostrado o "mundo da pesquisa". Te admiro demais!

Agradeço aos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal (LANA), Maria Regina S. R. Peçanha, Lécio Aparecido Castilho e Joaquim Everaldo M. Santos, assim como a secretária Carla Guimarães Adeodato e toda a equipe de alunos pós-graduandos Aline Maria Schumann, Ana Claudia Koki Sampaio Issakowicz, Andressa Santanna Natel, Carina Nazato, Érika Breda Canova, Paulo de Mello Tavares Lima, Samy Emanuelle, Tairon Pannunzio Dias e Silva, Dineshkumar Dhanasekaran, pós-doutorandos Alessandra de Cássia Romero, Bernardo Berenchtein, Patrícia Pimentel dos Santos Righetto, Ronaldo Carlos Lucas, Letícia

de Abreu Faria, Idania Scull Rodriguez e Carolina Rodriguez Jimenez, além de todos os estagiários do LANA, pela constante ajuda, atenção, ensinamentos e, principalmente, pelo companheirismo. Vocês foram e são essenciais na minha formação!

Agradeço a Comissão de Pós-Graduação pela oportunidade e a toda equipe da Secretaria de Pós-Graduação, Neuda, Fábio, Daiane e Sônia, pelo apoio, dedicação, auxílio e atenção dispensada, sempre me atendendo prontamente. Muito obrigado!

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) pelo suporte financeiro e bolsa de estudo, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

Agradeço ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) e a Universidade de São Paulo (USP) pela oportunidade de participar do programa de pós-graduação.

Muito obrigado!

RESUMO

ABDALLA FILHO, A. L. **Produção de gases, síntese microbiana pelo radiofósforo e digestibilidade do babaçu e mofumbo em dietas de ovinos**. 2015. 81 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

Quando a escassez de alimentos em pastagens naturais compromete a alimentação animal, os pequenos ruminantes podem incorporar em suas dietas as folhas de outras plantas, como árvores e arbustos, muitas delas ricas em metabólitos secundários como taninos e que ainda carecem de estudos acerca de seus efeitos na produtividade animal. Com o objetivo de verificar a possibilidade de utilização das folhas de *Orbignya phalerata* (Babaçu) e *Combretum leprosum* (Mofumbo) na alimentação e avaliar o efeito da inclusão na produção de ovinos, dois estudos foram conduzidos no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba (LANA/CENA-USP). Um primeiro estudo avaliou as variáveis de desempenho, parâmetros bioquímicos e hematológicos, estimativas de síntese de proteína microbiana, digestibilidade aparente dos nutrientes e produção entérica de metano (CH_4) dos animais. O segundo estudo avaliou as características de carcaça, coloração e perfil de ácidos graxos da carne dos ovinos machos utilizados no primeiro estudo. Os tratamentos experimentais testados foram dietas, com relação concentrado:volumoso de 50:50, elaboradas com base na utilização das folhas das plantas como substituição de 30 % do feno de *Cynodon dactylon* (Tifton-85), resultando em três tratamentos: Controle (sem substituição do feno), Babaçu e Mofumbo. No primeiro estudo, foram utilizados 24 ovinos Santa Inês, em um delineamento experimental casualizado com oito repetições para cada tratamento e 48 dias de período experimental avaliando o desempenho dos ovinos. Também nesse período, um ensaio *in vitro* de síntese de proteína microbiana foi realizado utilizando o radiofósforo em cinco inóculos de cada tratamento. Após o experimento de desempenho, durante nove dias, seis animais de cada tratamento foram alocados em gaiolas metabólicas para a determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes, a síntese de proteína microbiana e o balanço de nitrogênio. Simultaneamente foi quantificada a produção de CH_4 entérico *in vivo*. Os ovinos do tratamento Controle apresentaram maior ($P < 0,05$) digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido. A produção entérica de CH_4 dos ovinos do tratamento Mofumbo não diferiu do tratamento Controle e foi menor ($P < 0,05$) que a dos ovinos do tratamento Babaçu. No segundo estudo, os cinco animais machos de cada tratamento foram encaminhados para abate e procedeu-se a avaliação da carcaça, dos componentes não carcaça e a coloração e perfil de ácidos graxos na carne. Não foram observadas diferenças ($P > 0,10$) nos resultados da avaliação da carcaça, dos componentes não carcaça, coloração e total de ácidos graxos. O tratamento Mofumbo apresentou maiores ($P < 0,10$) valores da estimativa de atividade da enzima Δ^9-dessaturase C16. Efeito linear significativo ($P = 0,01$) foi observado quando se analisou a estimativa de atividade da enzima Δ^9-dessaturase C18 e os teores de TC nas dietas. A inclusão das folhas do Babaçu e Mofumbo não apresentou efeitos deletérios à saúde dos animais, não comprometeu o desempenho, potencial de produção e qualidade da carne dos ovinos, tendo o Mofumbo inclusive apresentado potencial mitigador de CH_4, indicando que podem ser utilizadas como ingredientes na composição de dietas para ovinos.

Palavras-chave: Santa Inês. Taninos. Desempenho. Produção de CH_4. Carcaça. Perfil de ácidos graxos.

ABSTRACT

ABDALLA FILHO, A. L. **Gas production, microbial synthesis by radio phosphorus and digestibility of Babassu and Mofumbo in sheep diets**. 2015. 81 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

When food shortages in natural pastures is committed to animal nutrition, small ruminants can incorporate into their diets the leaves of other plants, such as trees and shrubs, many of them rich in secondary metabolites such as tannins and which still lack of studies about its effect on animal productivity. In order to verify the possibility of using leaves of *Orbignya phalerata* (Babassu) and *Combretum leprosum* (Mofumbo) in feed and to evaluate the effect of their inclusion in the sheep production system, two studies were conducted at the Animal Nutrition Laboratory of Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba (LANA/CENA-USP). The first study evaluated the performance variables, biochemical and hematological parameters and also determined the microbial protein synthesis, nutrient apparent digestibility and enteric production of methane (CH4). The second study assessed the carcass characteristics, fatty acid profile and meat color of male sheep used in the first study. The experimental treatments were diets with forages to concentrate rate of 50:50, drawn up on the basis of using the leaves of the experimental plants replacing 30% of the *Cynodon dactylon* (Tifton-85) hay, resulting in three treatments: Control (no hay replacement), Babassu and Mofumbo. In the first study, there were used 24 Santa Inês sheep, in a randomized experimental design with eight repetitions for each treatment and 48 days of trial period. Also during this period, an *in vitro* microbial protein synthesis was performed using the radio phosphorus using five different inocula of each studied treatment. After this period, for nine days, six animals from each treatment were allocated in metabolic cages for determining the nutrient apparent digestibility, microbial protein synthesis and nitrogen balance. Simultaneously it was quantified the enteric CH4 production *in vivo*. The Control group showed greater ($P < 0.05$) apparent digestibility of acid detergent fiber. Enteric CH4 production of sheep fed with Mofumbo leaves did not differ from the Control group but was lower ($P < 0.05$) than the sheep fed Babassu leaves. In the second study, the five male animals of each treatment were sent to slaughter and to precede the assessment of carcass, not carcass components and color and fatty acid profile in the meat. The results of the assessment of carcass, not carcass components, color and overall fatty acids showed no differences between the treatments. Mofumbo treated sheep showed greater ($P < 0.10$) values of the Δ9-desaturase C16 enzyme activity. Significant linear effect ($P = 0.01$) was observed when it analyzed the enzyme activity estimation Δ9-desaturase C18 and TC levels in the diets. The inclusion of Babassu and Mofumbo leaves shown no negative effects on animal health, did not compromise the performance, production potencial or meat quality of the animals, having Mofumbo also presented CH4 mitigating potencial, indicating that those plants can be used as ingredients in the composition of sheep diets.

Keywords: Santa Inês. Tannins. Performance. CH_4 production. Carcass. Fatty acid profile.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Evolução do peso dos ovinos nos diferentes tratamentos (Controle, Babaçu e Mofumbo)..... 45

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Proporção dos ingredientes utilizados na dieta experimental de cada tratamento (%)..... 36

Tabela 3.2 – Análises químicas (g/kg MS) e teores de fenóis totais (FT), taninos totais (TT) e taninos condensados (TC) das plantas utilizadas..... 37

Tabela 3.3 – Análises químicas (g/kg MS) e teores de fenóis totais (FT), taninos totais (TT) e taninos condensados (TC) das dietas experimentais utilizadas 38

Tabela 3.4 – Médias das variáveis consumo diário de matéria seca (CDMS), CDMS em porcentagem de peso vivo, consumo total da dieta (CT), ganho médio diário em peso (GMD), ganho total em peso (GTP), e conversão alimentar (CA) apresentadas pelos ovinos de cada tratamento ao longo do período de desempenho..... 46

Tabela 3.5 – Médias dos parâmetros hematológicos hematócrito e hemoglobina dos ovinos de cada tratamento..... 46

Tabela 3.6 – Médias dos parâmetros bioquímicos proteínas totais, albumina, glicose ureia, transaminase glutâmico-oxalacético e creatinina dos ovinos de cada tratamento..... 47

Tabela 3.7 – Médias da síntese de nitrogênio microbiano (mg/g MS) estimada pela incorporação *in vitro* de radiofósforo nos substratos Tifton-85, Babaçu e Mofumbo..... 47

Tabela 3.8 – Médias do consumo (g/d) e digestibilidade aparente (%) dos nutrientes da dieta apresentados pelos animais de cada tratamento 48

Tabela 3.9 - Médias da concentração de derivados de purinas excretados na urina (DP) e estimativa de absorção de nitrogênio microbiano (NM) pelos ovinos de cada tratamento..... 49

Tabela 3.10 – Médias do balanço de nitrogênio (N) e contribuição do NM (%) dos ovinos de cada tratamento..... 49

Tabela 3.11 – Médias da produção entérica de CH_4 dos ovinos de cada tratamento..... 50

Tabela 4.1 – Perfil de ácidos graxos (g/100 g do total de ácidos graxos) das três dietas experimentais 68

Tabela 4.2 – Médias dos parâmetros característicos da carcaça e componentes não carcaça dos ovinos machos de cada tratamento.....69

Tabela 4.3 – Médias dos valores colorimétricos obtidos na carne dos cinco ovinos machos de cada tratamento.....70

Tabela 4.4 – Médias do perfil de ácidos graxos (g/100 g do total de ácidos graxos) do músculo *Longissimus dorsi* dos ovinos de cada tratamento.....71

Tabela 4.5 – Médias do total de ácidos graxos saturados (SFA), insaturados (UFA), desejáveis (DFA), monossaturados (MUFA), poli-insaturados (PUFA), ácidos graxos com insaturação n-6 e n-3, relações n-6:n-3, UFA:SFA e PUFA:SFA, da atividade das enzimas elongase e Δ^9-desaturase (C16 e C18), e o índice de aterogenecidade (ATHERO) dos músculos *Longissimus dorsi* dos ovinos de cada tratamento.....72

LISTA DE ABREVIAÇÕES

AE_e	Atividade específica do ^{32}P extracelular
ATHERO	Índice de Aterogenecidade
CA	Conversão Alimentar
CDMS	Consumo diário de matéria seca
CEL	Celulose
CENA	Centro de Energia Nuclear na Agricultura
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CH_4	Metano
CLA	Ácido Linoleico Conjugado
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT	Consumo Total
DFA	Ácidos Graxos Desejáveis
DP	Derivados de Purinas
dpm_e	Contagem da porção extracelular
dpm_i	Contagem do material precipitado
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético
EE	Extrato Etéreo
ESALQ	Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
GMD	Ganho Médio Diário em Peso
GTP	Ganho Total em Peso
HEMI	Hemicelulose
HPLC	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
LIG	Lignina
MO	Matéria Orgânica

MS	Matéria Seca
MUFA	Ácidos Graxos Monoinsaturados
n-3	Ácidos Graxos Poli-insaturados com dupla ligação no terceiro átomo de carbono a contar da extremidade metila
n-6	Ácidos Graxos Poli-insaturados com dupla ligação no sexto átomo de carbono a contar da extremidade metila
N_i	Nitrogênio incorporado na massa microbiana
NM	Nitrogênio Microbiano
$N\text{-}NH_3$	Nitrogênio Amoniacal
PB	Proteína Bruta
PCF	Peso de Carcaça Fria
PCQ	Peso de Carcaça Quente
P_e	Quantidade de P extracelular
P_i	Quantidade de ^{32}P incorporado à massa microbiana
PUFA	Ácidos Graxos Poli-insaturados
PV	Peso Vivo
PVJ	Peso Vivo em Jejum
RCF	Rendimento de Carcaça Fria
RCQ	Rendimento de Carcaça Quente
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
SFA	Ácidos Graxos Saturados
TC	Taninos Condensados
TGO	Transaminase Glutâmico-Oxalacético
TH	Taninos Hidrolisáveis
TT	Taninos Totais
UFA	Ácidos Graxos Insaturados
UFPI	Universidade Federal do Piauí
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 19

1.1 Objetivos 20

2 REVISÃO DA LITERATURA 21

2.1 Produção de Alimentos e Ovinocultura 21

2.2 Taninos na Alimentação de Ruminantes 23

2.3 Babaçu 25

2.4 Mofumbo 26

REFERÊNCIAS 28

3 Desempenho, parâmetros bioquímicos e hematológicos, estimativas de síntese de proteína microbiana, digestibilidade aparente dos nutrientes e produção de metano entérico de ovinos alimentados com babaçu e mofumbo 34

3.1 Introdução 35

3.2 Material e Métodos 36

3.2.1 Local 36

3.2.2 Tratamentos experimentais 36

3.2.3 Avaliação de desempenho 38

3.2.4 Parâmetros bioquímicos e hematológicos 39

3.2.5 Síntese de proteína microbiana *in vitro* utilizando o radiofósforo (^{32}P) 39

3.2.6 Avaliação da digestibilidade aparente dos nutrientes 41

3.2.7 Estimativa da síntese de proteína microbiana por derivados de purina 42

3.2.8 Balanço de nitrogênio 43

3.2.9 Produção de metano entérico 44

3.2.10 Análise Estatística 45

3.3 Resultados 45

3.4 Discussão 50

3.5 Conclusão 56

Referências 56

4 Características de carcaça, componentes não carcaça, coloração e perfil de ácidos graxos da carne de ovinos alimentados com dietas contendo babaçu e mofumbo 63

4.1 Introdução 64

4.2 Material e Métodos 65

4.2.1 Locais e Tratamentos 65

4.2.2 Carcacterísticas de carcaça, componentes não carcaça e coloração da carne 65

4.2.3 Perfis de Ácidos Graxos das dietas e do músculo *Longissimus dorsi* dos ovinos de cada tratamento 66

4.2.4 Análise Estatística 68

4.3 Resultados 69

4.4 Discussão 72

4.5 Conclusão 76

Referências 76

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 81

1 INTRODUÇÃO

A produção animal representa importante papel no fornecimento global de alimentos e, além disto, apresenta relevância nos atuais sistemas nos sistemas de agropecuária sustentável, sendo capaz de transformar recursos vegetais de baixa qualidade em alimentos de alta qualidade proteica e energética como carne, leite e ovos.

A criação de ovinos é uma atividade que vem ganhando importância no Brasil, com um rebanho efetivo de aproximadamente 17 milhões de cabeças, maior parte concentrada nos estados do Nordeste e Sul, e com as regiões Sudeste e Centro-Oeste se destacando pelo crescimento desta prática.

A grande maioria destes sistemas de criação se baseiam na utilização da forragem produzida em pastagens como fonte de alimento para os animais. Entretanto, devido às características climáticas do país, estes animais sofrem estresse nutricional temporário, quando a quantidade e qualidade da pastagem é afetada.

Muitas vezes então os ovinos incorporam em suas dietas folhas de outras plantas, como árvores e arbustos. Neste cenário, o uso da vegetação e recursos locais fornece alternativa importante para a alimentação dos animais, contribuindo para a sustentabilidade e a viabilidade econômica da atividade. O Brasil possuí em sua flora uma grande variedade de espécies cujas folhas são utilizadas na alimentação de ovinos, entre as quais pode-se citar o Babaçu (*Orbignya phalerata*) e o Mofumbo (*Combretum leprosum*), plantas que apresentam taninos em suas composições e ainda carecem de estudos acerca de seus efeitos na produção animal.

Os taninos são metabólitos secundários produzidos pelas plantas em seu metabolismo intermediário e que, quando fornecidos em concentrações elevadas na dieta podem afetar negativamente o consumo e o processo produtivo dos animais. Entretanto, quando em concentrações mais baixas podem, por exemplo, controlar parasitos intestinais, apresentar potencial mitigador da emissão de metano entérico, além de diminuir a degradação de proteína no rúmen com consequente aumento no fluxo e na absorção de proteína no intestino. Além disto, os taninos também podem afetar a qualidade da carne em vários aspectos, entre eles os relacionados à coloração e composição de ácidos graxos, o que tem despertado interesse devido às suas implicações para a saúde humana.

1.1 Objetivos

Este trabalho foi realizado com o objetivo de verificar a possibilidade de utilização das folhas do Babaçu e Mofumbo como ingrediente na alimentação de ovinos, através da análise de seus efeitos sobre as variáveis de:

- Desempenho
- Parâmetros bioquímicos e hematológicos
- Estimativa da síntese de proteína microbiana *in vitro* pela incorporação do radiofósforo
- Digestibilidade aparente dos nutrientes
- Produção de metano (CH_4) entérico
- Características de carcaça
- Componentes não carcaça
- Coloração e perfil de ácidos graxos na carne

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Produção de Alimentos e Ovinocultura

Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2012), o setor agrícola tem o desafio de aumentar a produção de alimentos em mais de 60 % até o ano 2050 para alimentar a população mundial. Mesmo sendo capaz de suprir esta demanda, atenção deve ser dadas aos potenciais impactos ambientais dos métodos de produção (NUNES et al., 2014).

A produção animal desempenha importante papel no fornecimento global de alimentos, onde 15 % da energia total e 25 % da proteína dietética derivam de seus produtos, contribuindo para a sobrevivência e segurança alimentar de aproximadamente 1 bilhão de pessoas. Além disto, nos sistemas de agropecuária sustentável, sua relevância permanece atual, sendo capaz de transformar recursos vegetais de baixa qualidade em alimentos de alta qualidade proteica e energética como carne, leite e ovos (FAO, 2009).

No Brasil, os investimentos públicos e privados em pesquisa e inovação nas indústrias de avicultura, suinocultura e bovinocultura são consideravelmente maiores do que na ovinocultura, o que, a longo prazo poderá afetar negativamente o crescimento de mercado e produção. Neste cenário, a maneira de garantir uma boa participação da carne ovina no mercado mundial de carnes será através do aumento eficiente de sua produção, aliado a diferenciação e agregação de valor ao produto, atendendo as exigências dos consumidores (MONTOSSI et al., 2013).

Para um grande segmento de consumidores, além de fatores como o frescor e sabor da carne, há uma crescente preocupação sobre a sustentabilidade de sua produção, o bem-estar animal e seus potenciais danos ao meio ambiente e à saúde humana (FONT I FURNOLS et al., 2006; 2009; GARNIER; KLONT; PLATOW, 2003; GRUNERT et al., 2006; SAUNDERS; GUENTHER; DRIVER, 2010; TILMAN et al., 2002; TROY; KERRY, 2010).

Os sistemas de produção de ovinos variam consideravelmente em todo o mundo e refletem as condições locais, determinando, entre outras coisas, o modo de gestão da propriedade, a raça a ser utilizada, o grau de intensificação a ser empregado e as práticas de manejo alimentar dos animais (MONTOSSI et al., 2013), podendo influenciar no impacto ambiental (BARTL et al., 2011), especialmente nas exigências de recursos naturais para a produção de carne (ELFERINK; NONHEBEL, 2007; GALKA et al., 2004).

Como grande exportador de alimentos, o Brasil apresenta preocupação com as questões ambientais e de seguridade alimentar associadas à produção agrícola e a indústria de processamento de seus produtos (RUVIARO et al., 2012). A atividade pecuária já é consolidada no Brasil e isto se deve ao potencial do mercado, em que a demanda excede a oferta, bem como ao histórico agrícola do país e políticas governamentais, além do ambiente apropriado para produção de pequenos ruminantes em diversas regiões do país (GUIMARÃES FILHO et al., 2004).

A criação de bovinos representa a maior parte da produção de ruminantes no Brasil (87 %; FAO, 2012). No entanto a criação de ovinos também é uma atividade de grande importância no país, com um rebanho efetivo de aproximadamente 17 milhões de cabeças (IBGE, 2012). A maior parte da criação no país se concentra nos estados do Nordeste (55 %) e Sul (30 %), e as regiões Sudeste e Centro-Oeste vêm se destacando pelo crescimento da atividade (VIANA et al., 2008).

O investimento relativamente pequeno necessário e o gradual crescimento no tamanho dos rebanhos fazem com que a produção de ovinos seja uma boa opção para os agricultores (NUNES et al., 2014), além de ser de grande interesse para o país, uma vez que as produções atuais de carne ovina vêm se mostrando insuficiente para suprir a demanda do mercado inteiro, abrindo espaço para importações, principalmente do Uruguai.

Inicialmente a criação de ovinos no Brasil era voltada para atender o mercado de produção de lã, entretanto, a crise mundial no mercado trouxe aos produtores a necessidade de criar animais com dupla aptidão, voltados também para a produção de carne como forma de minimizar os prejuízos da atividade (NOCCHI, 2001; MARTINS et al., 2006). A não recuperação do mercado têxtil fez com que a criação ovina voltada à produção de lã fosse gradualmente substituída pela produção voltada à carne e então raças deslanadas, como a Santa Inês, passaram a ganhar importância.

A sustentabilidade da ovinocultura brasileira deve atentar, entre outras questões, para a utilização mais eficiente dos recursos ambientais disponíveis (NUNES et al., 2014). Por conta das características climáticas e das oscilações nas precipitações pluviométricas no país, constantemente a quantidade e qualidade da pastagem é afetada, fazendo com que os animais sofram estresse nutricional temporário (NARDONE; ZERVAS; RONCHI, 2004; SEVI et al., 2009).

O cultivo de gramíneas exóticas (*Cynodon* ssp.) para a formação de pastagem geralmente é mais complicado e requer uma maior demanda de água quando comparado as forragens nativas do país (FERNANDES JUNIOR et al., 2013). Neste cenário, o uso da vegetação e recursos locais fornece alternativa importante para a alimentação dos animais, contribuindo para a sustentabilidade e a viabilidade econômica da atividade.

A alimentação animal é um dos fatores mais importantes para atividade e ambos, consumidores e produtores, a consideram como o principal aspecto relacionado à qualidade da carne de ovino (SEPÚLVEDA; MAZA; PARDOS, 2011). O que aumenta ainda mais a importância da utilização dos recursos vegetais locais é a preferência de grande parte dos consumidores por carne que seja proveniente de sistema de alimentação baseado em pastagens e forragens, ao invés daqueles baseados em cereais (FONT I FURNOLS et al., 2011).

Principalmente nos períodos de seca, quando a escassez de alimentos em pastagens naturais compromete a alimentação animal, os pequenos ruminantes podem incorporar folhas de outras plantas, como arvores e arbustos em suas dietas. Os agricultores fazem a coleta da parte aérea destas plantas, secam o material e fornecem aos animais no período de escassez de alimentos de boa qualidade, colaborando na composição de uma dieta com complementaridade de nutrientes e energia (DUNCAN et al., 2003).

2.2 Taninos na alimentação de ruminantes

A incorporação das folhas de árvores e arbustos encontrados naturalmente nas pastagens em suas dietas pode representar um potencial suplemento de alta qualidade para ruminantes (LENG, 1997; MEIER et al., 2014). No entanto, uma grande variedade destas plantas é rica em metabólitos secundários. Embora muitos efeitos benéficos da presença destes metabólitos na alimentação animal sejam possíveis, também podem ocorrer graves efeitos negativos sobre o desempenho e saúde animal, podendo inclusive ser tóxicos quando consumidos em quantidades excessivas (VILLALBA et al., 2010; BANDARRA et al., 2011).

A experiência prévia dos animais com estas plantas na alimentação os torna capazes de ingerir uma maior quantidade das mesmas, contribuindo assim para maior aceitabilidade e consumo destes alimentos (VILLALBA et al., 2004; CATANESE et al., 2012).

Entre as classes de metabólitos secundários de plantas mais importantes estão os taninos, produzidos pelas plantas em seu metabolismo intermediário. Taninos são polifenóis hidrossolúveis, de relativamente alto peso molecular com capacidade de formar complexos, principalmente com proteínas, mas também com carboidratos (PATRA; SAXENA, 2011).

Conforme sua estrutura molecular são classificados em taninos hidrolisáveis (TH) ou taninos condensados (TC). Os taninos hidrolisáveis apresentam na sua constituição monômeros de ácido gálico ou ácido elágico, enquanto que os taninos condensados são polifenóis com peso molecular variado, consistindo de unidades flavonóidicas em vários graus de condensação (HOINACKI et al., 1994; MORI et al., 2003). Estes vários graus de condensação podem produzir uma grande variedade de estruturas químicas, que por sua vez podem produzir diferentes propriedades biológicas (SOLTAN et al., 2013).

Kumar e Vaithiyanathan (1990) consideraram os taninos como compostos bioquímicos de valor anti-nutricional por seus efeitos adversos na digestão e absorção de nutrientes. Entretanto, nos anos recentes, os taninos estão sendo reconhecidos como compostos úteis para modulação favorável da fermentação ruminal (PATRA; SAXENA, 2011; SOLTAN et al., 2013).

Quando fornecidos em concentrações de até 55 g TC/kg MS na dieta, os taninos podem, por exemplo, reduzir o risco de timpanismo, diminuir a degradação de proteína no rúmen e consequentemente aumentar o fluxo e a absorção de proteína no intestino (PATRA; SAXENA, 2011). Entretanto, em concentrações mais elevadas (60 a 120 g TC/kg MS), podem afetar negativamente o consumo voluntário, a eficiência digestiva e o processo produtivo dos animais (FRUTOS et al., 2002).

Segundo Moreira et al. (2013) e Abdalla et al. (2012), TC presentes em algumas espécies de plantas são capazes de diminuir a emissão de CH_4 entérico. Estudos da população ruminal em animais alimentados com plantas taniníferas, realizados por Tavendale et al. (2005), indicaram que os taninos devem afetar diretamente os microrganismos do rúmen ou indiretamente a metanogênese. Em trabalho mais recente, Goel e Makkar (2012) concluíram que a diminuição na produção de CH_4 se deve ao efeito indireto dos TC na redução da digestibilidade da fibra e por efeitos diretos dos TH na inibição do crescimento e/ou da atividade de microrganismos metanogênicos e produtores de hidrogênio no ambiente ruminal.

Além de atuarem sobre a eficiência da fermentação ruminal, os taninos também têm sido capazes de exercer atividade antihelmíntica (CENCI et al., 2007; HOSTE et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013), afetando positivamente o bem-estar animal e a qualidade dos produtos cárneos e lácteos (LUCIANO et al., 2011).

Os TC de diversas forrageiras foram capazes de inibir a multiplicação de microrganismos nos ruminantes, particularmente *Butyvibrio fibrisolvens*, responsáveis pela biohidrogenação dos ácidos graxos, podendo afetar a composição dos mesmos na carne dos animais (MOLAN et al., 2001). Priollo et al. (2005) observaram que a carne de ovinos alimentados com a taninífera sulla (*Hedysarum coronarium L.*), quando comparada à carne dos animais alimentados com uma dieta sem TC, apresentou menor proporção de ácidos graxos saturados, altos teores de ácidos graxos n-3 e ácido linoleico conjugado, além de baixos teores de ácido graxo n-6, características que são indicativo de valor nutricional positivo para o consumo humano.

O Brasil possuí em sua flora uma grande variedade de espécies taniníferas, com ampla faixa de concentrações de TC, que podem ser utilizadas na alimentação de ruminantes, mas que ainda carecem de estudos acerca de seus possíveis efeitos na produção animal.

2.3 Babaçu

O Babaçu pertence à família Arecaceae (IPNI, 2012) e refere-se a três diferentes gêneros: Scheelea, Attalea e Orbignya, sendo a espécie *Orbignya phalerata* Mart. a mais comum e difundida (TEIXEIRA et al., 2008). É uma palmeira encontrada no Norte, Nordeste e Centro-oeste do Brasil, perene, heliófita e xerófita seletiva que atinge de 10 a 20 m de altura (LORENZI, 2002).

A cadeia produtiva do Babaçu é uma das mais representativas do extrativismo vegetal no Brasil, em razão da área de abrangência (13 a 18 milhões de hectares em 279 municípios, situados em 11 Estados), bem como de suas potencialidades e atividades econômicas que podem ser desenvolvidas a partir de seus produtos e subprodutos: alimentação humana e animal, artesanato, cobertura de casas, cosmético e combustíveis, entre outros (CARRAZZA; SILVA; ÁVILA, 2012). Por sua importância, é uma das espécies prioritárias do Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário.

Considerada em todo mundo como a maior fonte nativa para extração de óleo a partir das amêndoas de seus frutos, apresenta grande valor para a produção de biocombustíveis (De PAULA PROTÁSIO et al., 2014). O ciclo de produção de seus frutos se inicia entre os sete e dez anos e termina em 35, com uma produtividade de 2,2 a 15,6 toneladas de fruto por ha / ano (NOGUEIRA; LORA, 2003). Os frutos são compostos pelo: epicarpo (12,6 %), camada externa, rija e fibrosa; mesocarpo (20,4 %), camada abaixo do epicarpo, com 0,5 a 1 cm e rica em amido; endocarpo (58,4 %), camada mais resistente, com 2 a 3 cm de espessura e as amêndoas (8,7 %), que podem variar de 1 a 8 por fruto, com teores superiores a 60 % de óleo rico em ácido láurico (CARRAZZA; SILVA; ÁVILA, 2012). A amêndoa do Babaçu é o segundo produto florestal não madeireiro mais vendido no Brasil, com cerca de 120 mil toneladas anuais, alcançando um valor de quase R$ 150 milhões, sem serem computados a produção e venda de seus demais subprodutos (CARRAZZA; SILVA; ÁVILA, 2012).

Nas regiões de ocorrência dos babaçuais, as folhas e ramos jovens do babaçu são consumidos por ovinos, apesar de possuírem em sua composição TC em teores próximos a 102 g TC/kg MS (MEIER, 2014), entretanto ainda não são encontrados na literatura estudos que abordem os efeitos da utilização destas folhas na alimentação e produção de ruminantes, considerando essa propriedade.

2.4 Mofumbo

O Mofumbo, pertencente à família Combretaceae (IPNI, 2012), pode ser encontrado no Norte, Nordeste, Centro-oeste e Sudeste do Brasil (MARQUETE; LOIOLA, 2014). Também conhecido por Cipoaba ou Mufumbo (MATOS, 2003), é uma planta semidecídua, heliófila, seletiva xerófila e pode atingir até 15 m de altura, mas na caatinga, onde é uma das espécies mais abundantes (COSTA, 2009), apresenta-se como um arbusto escandente ou pequena árvore (LORENZI, 2009). Segundo Loiola et al. (2009): suas folhas são opostas, pecioladas, cartácea a subcoriácea, elíptica, largo-elíptica a arredondada, nervuras proeminentes abaxialmente; as inflorescências em panículas de racemos, densifloras, congestas, terminais e axilares; flores subsésseis; fruto betulóide, largamente elíptico, com semente acompanhando o formato do fruto.

Sua presença está relacionada as melhorias nas condições do solo, além de contribuir para a conservação e estabelecimento de outras espécies na recuperação de áreas degradadas, atuando como “planta facilitadora” durante o processo de sucessão na vegetação da caatinga

brasileira (VIEIRA, 2013). A madeira do Mofumbo é empregada para tabulado em geral, para caixotaria, miolo de compensados e para lenha (LORENZI, 2009). As flores são apícolas (LORENZI, 2009), e juntamente com suas folhas, são utilizadas pela medicina popular, entre outras coisas, para a contenção de sangramentos, prevenção de erupções cutâneas, limpeza e cura de feridas, além de atuar como sedativo, expectorante e anti-inflamatório (HORINOUCHI et al., 2013).

Alguns estudos têm sido desenvolvidos com a intenção de descrever e verificar a eficácia de substâncias presentes em sua composição. Em análise fitoquímica foram encontrados como componentes de seu extrato: monossacarídeos (80 %), triterpenos como ácido arjunólico (10 %), oligossacarídeos (5 %) e ácidos graxos (3 %) (FACUNDO et al., 2005). Facundo et al. (2008) observaram a presença de flavonoides, triterpenos e cicloartanos nas flores do Mofumbo. Extratos isolados de seus frutos apresentaram atividades contra *Leishimani amazonenses* (TELES et al., 2011). Resultados do estudo de Fernandes et al. (2014) dão suporte científico para o uso popular deste extrato no tratamento de picadas de cobras, com destaque para o componente ácido arjunólico como promissora substancia antiofídica.

Sabe-se também que suas folhas e ramos jovens possuem TC em teores próximos a 238 g TC/kg MS e são utilizadas como alimento pelos ovinos (MEIER et al., 2014), sem que existam na literatura estudos que avaliem o efeito deste consumo sobre a produtividade animal.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. et al. *In vitro* evaluation, *in vivo* quantification, and microbial diversity studies of nutritional strategies for reducing enteric methane production. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburg, v. 44, n. 5, p. 953-964, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-011-9992-0>.

BANDARRA, P. M. et al. Intoxicação experimental por Trema micrantha (Cannabaceae) em equinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 31, p. 991-996, 2011.

BARTL, K.; GÓMEZ, C. A.; NEMECEK, T. Life cycle assessment of milk produced in two smallholder dairy systems in the highlands and the coast of Peru. **Journal of Cleaner Production,** Amsterdam, v. 19, n. 13, p. 1494-1505, 2011. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652611001260>.

CATANESE, F. et al. Early experience with diverse foods increases intake of nonfamiliar flavors and feeds in sheep. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 90, n. 8, p. 2763-73, 2012.

CARRAZZA, L. R.; SILVA, M. L. da; ÁVILA, J. C. C. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto do babaçu**. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), 2012.

CENCI, F. B. et al. Effects of condensed tannin from *Acacia mearnsii* on sheep infected naturally with gastrointestinal helminthes. **Veterinary Parasitology,** Amsterdam, v. 144, n. 1–2, p. 132-137, 2007. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401706005395>.

COSTA, T. C. C. da et al. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** Campina Grande, v. 13, p. 961-974, 2009.

DE PAULA PROTASIO, T. et al. Babassu nut residues: potential for bioenergy use in the North and Northeast of Brazil. **SpringerPlus,** Heidelberg, v. 3, n. 1, p. 124, 2014. Disponível em: <http://www.springerplus.com/content/3/1/124>.

DUNCAN, A. J. et al. Why do herbivores select mixed diets? In: T'MANNETJE, L; RAMÍREZ-AVILÉS, L.; SANDOVAL-CASTRO, C.; KU-VERA, J. C. (Ed.). Matching herbivore nutrition to ecosystems biodiversity. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 5., 2003, Mérida, México. **Proceedings…** 2003. Mérida, México, 2003. p.195-209.

ELFERINK, E. V.; NONHEBEL, S. Variations in land requirements for meat production. **Journal of Cleaner Production,** Amsterdam, v. 15, n. 18, p. 1778-1786, 2007. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652606001545>.

FACUNDO, V. A. et al. Arjunolic acid in the ethanolic extract of *Combretum leprosum* root and its use as a potential multi-functional phytomedicine and drug for neurodegenerative disorders: anti-inflammatory and anticholinesterasic activities. **Journal of the Brazilian Chemical Society,** São Paulo, v. 16, p. 1309-1312, 2005.

FACUNDO, V. A. et al. Two new cycloartanes from *Combretum leprosum* Mart. (Combretaceae). **Revista Latinoamericana de Química**, Monterrey, v. 36, n. 3, p. 76-82, 2008.

FAO. **Livestock in the balance** - The state of food and agriculture. Rome, 2009.

FAO. Livestock sector development for poverty reduction: an economic and policy perspective – Livestock's many virtues. Rome, 2012. 161 p.

FERNANDES, F. F. A. et al. Counteraction of Bothrops snake venoms by *Combretum leprosum* root extract and arjunolic acid. **Journal of Ethnopharmacology,** Lausanne, v. 155, n. 1, p. 552-562, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874114004255 >.

FERNANDES JÚNIOR, G. A. et al. Genotype effect on carcass and meat quality of lambs finished in irrigated pastures in the semiarid Northeastern Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** Belo Horizonte, v. 65, p. 1208-1216, 2013.

FONT I FURNOLS, M. et al. Acceptability of lamb meat from different producing systems and ageing time to German, Spanish and British consumers. **Meat Science,** Barking, v. 72, n. 3, p. 545-554, 2006. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174005003384 >.

FONT I FURNOLS, M. et al. Consumer's purchasing intention for lamb meat affected by country of origin, feeding system and meat price: A conjoint study in Spain, France and United Kingdom. **Food Quality and Preference,** Amsterdam, v. 22, n. 5, p. 443-451, 2011. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329311000280 >.

FONT I FURNOLS, M. et al. Acceptability of lamb fed on pasture, concentrate or combinations of both systems by European consumers. **Meat Science,** Barking, v. 81, n. 1, p. 196-202, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174008002428>.

FRUTOS, P. et al. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 95, n. 3–4, p. 215-226, 2002. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840101003236 >.

GALKA, A. Using a cleaner production preventive stategy for the reduction of the negative environmental impacts of agricultural production—using cattle husbandry as a case study. **Journal of Cleaner Production,** Amsterdam, v. 12, n. 5, p. 513-516, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652603001082>.

GARNIER, J.-P.; KLONT, R.; PLASTOW, G. The potential impact of current animal research on the meat industry and consumer attitudes towards meat. **Meat Science,** Barking, v. 63, n. 1, p. 79-88, 2003. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174002000591 >.

GOEL, G.; MAKKAR, H. P. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburg, v. 44, n. 4, p. 729-39, 2012.

GRUNERT, K. G. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. **Meat Science,** Barking, v. 74, n. 1, p. 149-160, 2006. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174006001185 >.

GUIMARÃES FILHO, C. A Caprino-ovinocultura como instrumento de fortalecimento do agricultor de base familiar do semi-árido. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA BRASILEIRAS, 4., 2004, Sobral, Ceará. Sobral, CE: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2004.

HOINACKI, E.; MOREIRA, M. V.; KIEFER, C. G. **Manual básico de processamento de couro**. Porto Alegre: SENAI, 1994. 364 p.

HORINOUCHI, C. D. D. S. et al. Combretum leprosum Mart. (Combretaceae): Potential as an antiproliferative and anti-inflammatory agent. **Journal of Ethnopharmacology,** Lausanne, v. 145, n. 1, p. 311-319, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874112007702 >.

HOSTE, H. et al. Direct and indirect effects of bioactive tannin-rich tropical and temperate legumes against nematode infections. **Veterinary Parasitology,** Amsterdam, v. 186, n. 1–2, p. 18-27, 2012. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401711007746>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2012. **Sistema IBGE de Recuperação Automática** (SIDRA). Pecuária. Rebanhos. Caprinos e Ovinos. Brasil e Nordeste. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 11 jul. 2014.

INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX - IPNI. Arecaceae *Orbignya phalerata* Mart. Cambridge, 2012. Disponível em: http://www.ipni.org. Acesso em: 11 jul. 2014.

KUMAR, R.; VAITHIYANATHAN, S. Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 30, n. 1–2, p. 21-38, 1990. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/037784019090049E >.

LENG, R. A. **Tree foliage in ruminant nutrition**. Rome, Italy. 1997. (FAO Animal Production and Health Paper, 139). Disponível em: http://www.fao.org/docrep/003/w7448e/w7448e00.htm FAO.

LOIOLA, M. I. B. et al. Flora da Paraíba, Brasil: Combretaceae. **Acta Botânica Brasílica**, Porto AlegreBelo Horizonte, v. 23, n. 2, p. 330-342, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002. v. 1.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2009. v. 2.

LUCIANO, G. et al. Antioxidant status, colour stability and myoglobin resistance to oxidation of longissimus dorsi muscle from lambs fed a tannin-containing diet. **Food Chemistry,** Barking, v. 124, n. 3, p. 1036-1042, 2/1/ 2011. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610009234 >.

MATOS, F. J. A. **O formulário fitoterápico do professor Dias Rocha**. 2. ed. Fortaleza: EUFC, 2003. 260 p.

MARQUETE, N.; LOIOLA, M. I. B. *Combretaceae*. In: INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro, 2014. Disponívl em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB6906. Acesso em: 11 jul. 2014.

MARTINS, E. C.; GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. **Evolução da ovinocultura brasileira no período de 1975 a 2003**. Sobral, CE: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2006. (Comunicado Técnico, 67).

MEIER, J. S. et al. Effect of offering a multiple choice among Brazilian woody plants on intake and feeding behavior of experienced and inexperienced Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 121, n. 2-3, p. 271-279, 2014. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448814002144 >.

MOLAN, A. L. et al. The effect of condensed tannins from Lotus pedunculatus and Lotus corniculatus on the growth of proteolytic rumen bacteria in vitro and their possible mode of action. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 47, n. 7, p. 626-633, 2001. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1139/w01-060 >. Acesso em: 30 set. 2014.

MONTOSSI, F. et al. Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. **Meat Science,** Barking, v. 95, n. 4, p. 772-789, 2013.

MOREIRA, G. D. et al. Tropical tanniniferous legumes used as an option to mitigate sheep enteric methane emission. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburg, v. 45, n. 3, p. 879-82, 2013.

MORI, F. A. et al. Influência do sulfito e hidróxido de sódio na quantificação em taninos da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 10, n. 1, p. 86-92, 2003.

NARDONE, A.; ZERVAS, G.; RONCHI, B. Sustainability of small ruminant organic systems of production. **Livestock Production Science,** Amsterdam, v. 90, p. 27-39, 2004. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622604001174 >.

NOCCHI, E. del G. **Os efeitos da crise da lã no mercado internacional e os impactos sócio-econômicos no município de Santa do Livramento – RS – Brasil**. 2001. 76 p. Dissertação (Mestrado em Integração e Cooperação Internacional) - Centro de Estudos em Relaciones Internacionales de Rosário, Bagé, RS, 2001.

NOGUEIRA, L. A. H.; LORA, E. E. S. **Dendroenergia**: fundamentos e aplicações. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 199 p.

NUNES, B.; BENNETT, D.; MARQUES JUNIOR, S. Sustainable agricultural production: an investigation in Brazilian semi-arid livestock farms. **Journal of Cleaner Production,** Amsterdam, v. 64, p. 414-425, 2014.

OLIVEIRA, L. M. B. et al. Effects of *Mimosa tenuiflora* on larval establishment of Haemonchus contortus in sheep. **Veterinary Parasitology,** Amsterdam, v. 196, n. 3–4, p. 341-346, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304401713002252>.

PATRA, A. K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** London, v. 91, n. 1, p. 24-37, 2011.

PRIOLO, A. et al. Carcass and meat quality of lambs fed fresh sulla (*Hedysarum coronarium* L.) with or without polyethylene glycol or concentrate. **Small Ruminant Research,** Amsterdam, v. 59, n. 2–3, p. 281-288, 2005. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448805001550 >.

RUVIARO, C. F. et al. Life cycle assessment in Brazilian agriculture facing worldwide trends. **Journal of Cleaner Production,** Amsterdam, v. 28, p. 9-24, 2012. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652611003866>.

SAUNDERS, C.; GUENTHER, M.; DRIVER, T. **Sustainability trends in key overseas markets**: market drivers and implications to increase value for New Zealand exports. Canterburry, NZ: Lincoln University, Agricultural Economics Research Unit, 2010. (Research Report, 319).

SEPÚLVEDA, W. S.; MAZA, M. T.; PARDOS, L. Aspects of quality related to the consumption and production of lamb meat. Consumers versus producers. **Meat Science,** Barking, v. 87, n. 4, p. 366-372, 2011. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010004055 >.

SEVI, A. et al. Factors of welfare reduction in dairy sheep and goats. **Italian Journal of Animal Science**, Pavia, Italia, v. 8, suppl. 1, p. 81-101, 2009. Disponível em: < http://www.aspajournal.it/index.php/ijas/article/view/ijas.2009.s1.81 >.

SOLTAN, Y. A. et al. Contribution of condensed tannins and mimosine to the methane mitigation caused by feeding Leucaena leucocephala. **Archives of Animal Nutrition,** Berlin, v. 67, n. 3, p. 169-184, 2013. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1080/1745039X.2013.801139 >. Acesso em: 2014/08/17.

TAVENDALE, M. et al. Methane production from in vitro rumen incubations with Lotus pedunculatus and Medicago sativa, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 123, p. 403-419, 2005.

TEIXEIRA, M. A. Babassu - A new approach for an ancient Brazilian biomass. **Biomass and Bioenergy,** Oxford, v. 32, n. 9, p. 857-864, 2008. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953407002401 >.

TELES, C. B. G. et al. Activity of the Lupane isolated from C*ombretum leprosum* against Leishmania amazonensis promastigotes. **Journal of the Brazilian Chemical Society,** São Paulo, v. 22, p. 936-942, 2011.

TILMAN, D. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature,** London, v. 418, n. 6898, p. 671-677, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/nature01014>.

TROY, D. J.; KERRY, J. P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat Science,** Barking, v. 86, n. 1, p. 214-226, 2010. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010001865 >.

VIANA, J. G. A. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, Porto Alegre, v. 4, n. 12, 9 p. 2008.

VIEIRA, I. R.; DE ARAÚJO, F. S.; ZANDAVALLI, R. B. Shrubs promote nucleation in the Brazilian semi-arid region. **Journal of Arid Environments,** London, v. 92, p. 42-45, 2013. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196313000141 >.

VILLALBA, J. J. et al. Selection of tannins by sheep in response to gastrointestinal nematode infection. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 88, n. 6, p. 2189-2198, 2010.

VILLALBA, J. J.; PROVENZA, F. D.; HAN, G.-D. Experience influences diet mixing by herbivores: implications for plant biochemical diversity. **Oikos,** Copenhagen, v. 107, n. 1, p. 100-109, 2004. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12983.x >.

3 Desempenho, parâmetros bioquímicos e hematológicos, estimativas de síntese de proteína microbiana, digestibilidade aparente dos nutrientes e produção de metano entérico de ovinos alimentados com babaçu e mofumbo

Resumo

Principalmente nos períodos de seca, quando a escassez de alimentos em pastagens naturais compromete a alimentação, os animais sofrem um estresse nutricional temporário. Os pequenos ruminantes podem incorporar em suas dietas folhas de arvores e arbustos e o uso de recursos locais pode fornecer alternativas para a alimentação dos animais visando a sustentabilidade e a viabilidade econômica da produção. Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos das folhas de *Orbignya phalerata* (Babaçu) e *Combretum leprosum* (Mofumbo) na alimentação de ovinos sobre o desempenho, parâmetros bioquímicos e hematológicos, estimativas de síntese de proteína microbiana, digestibilidade aparente aparente dos nutrientes e produção entérica de metano (CH_4). Os tratamentos experimentais testados foram dietas, com valores equilibrados de proteína e relação concentrado:volumoso de 50:50, elaboradas com base na utilização das folhas destas plantas como substituição de 30 % do feno de *Cynodon dactylon* (Tifton-85), resultando em três tratamentos: Controle, Babaçu e Mofumbo. Além disto, cada animal recebeu aproximadamente 335 g /dia de mistura concentrada composta por 69 % milho triturado, 29 % farelo de soja e 2% mistura mineral. Para as determinações do consumo diário e o consumo total de matéria seca (CT), a média do ganho em peso diário (GMD) e o ganho total em peso (GTP) ao longo do período experimental de 48 dias, além dos parâmetros hematócrito, hemoglobina, transaminase glutâmico-oxalacético (TGO), creatinina, proteínas totais, glicose, ureia, e albumina foram utilizados 24 ovinos Santa Inês (20 ± 5,2 kg), em delineamento experimental casualizado com oito repetições para cada tratamento. A fim de investigar os efeitos da inclusão das plantas testadas sobre a síntese de proteína microbiana no rúmen, um ensaio *in vitro* foi realizado utilizando o radiofósforo em cinco inóculos (repetições) de cada tratamento. Seis animais de cada tratamento foram alocados durante nove dias em gaiolas metabólicas para se realizar a determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes, a síntese de proteína microbiana por derivados de purina e o balanço de nitrogênio. Simultaneamente foi quantificada a produção de CH_4 entérico *in vivo*. Os ovinos do tratamento Controle apresentaram maior digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido (FDA) comparados aos dos tratamentos Babaçu e Mofumbo ($P < 0,05$). A produção entérica de CH_4 dos ovinos do tratamento Mofumbo não diferiu do tratamento Controle e foi menor ($P < 0,05$) que a dos ovinos do tratamento Babaçu. Os demais parâmetros avaliados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Conclui-se que as folhas das plantas avaliadas podem ser utilizadas como ingrediente na composição de dietas para ovinos.

Palavras-chave: Taninos. Metabolismo. Radiofósforo.

3.1 Introdução

Na produção de ruminantes, a nutrição é um fator determinante para o sucesso da atividade, pois além de representar grande parcela dos custos para o produtor, influencia a velocidade, a quantidade e qualidade de produção do animal (MADRUGA et al., 2005; PEREIRA et al., 2007). Principalmente nos períodos de seca, quando a escassez de alimentos em pastagens naturais compromete a alimentação, os animais sofrem um estresse nutricional temporário, uma vez que a quantidade e qualidade da pastagem pode ser afetada (NARDONE, ZERVAS; RONCHI, 2004; SEVI et al., 2009).

Os pequenos ruminantes podem então incorporar em suas dietas folhas de outras plantas, como arvores e arbustos. Neste cenário, o uso da vegetação e recursos locais fornece alternativa importante para a alimentação dos animais, contribuindo para a sustentabilidade e a viabilidade econômica da atividade. No entanto, uma grande variedade destas plantas é rica em metabólitos secundários, entre eles, os taninos, produzidos pelas plantas em seu metabolismo intermediário. Conforme sua estrutura molecular, os taninos são classificados em hidrolisáveis (TH) ou condensados (TC), onde os vários graus de condensação podem produzir uma grande variedade de estruturas químicas, que por sua vez produzem diferentes propriedades biológicas (SOLTAN et al., 2013).

No Brasil, a flora, com grande variedade de espécies taniníferas, pode ser utilizada na alimentação de ruminantes. O Babaçu e o Mofumbo, plantas que são consumidas por ovinos, mas que ainda carecem de estudos acerca de seus possíveis efeitos na produção animal (MEIER et al., 2014), desperta interesse quando visa-se uma agropecuária sustentável, contribuindo para transformar recursos vegetais de baixa qualidade em alimentos de alta qualidade proteica e energética como carne, leite e ovos.

Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da inclusão das folhas destas duas plantas, como ingrediente na alimentação de ovinos, sobre o desempenho, parâmetros bioquímicos e hematológicos, estimativa da síntese de proteína microbiana *in vitro* pela incorporação do radiofósforo, metabolismo e produção de CH_4 entérico.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Local

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – CEUA-ESALQ/USP (protocolo N. 2013-7) e desenvolvido durante o ano de 2013 no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, localizado no município de Piracicaba - SP, Brasil (LANA-CENA/USP).

3.2.2 Tratamentos experimentais

Os tratamentos experimentais testados foram dietas elaboradas com base na utilização das folhas de duas plantas taniníferas como alimento volumoso: Mofumbo (*Combretum leprosum*) e Babaçu (*Orbignya phalerata*). As plantas foram obtidas junto a fazenda experimental da Universidade Federal do Piauí (UFPI), secas à sombra e picadas a um tamanho máximo de 1 cm.

Feno de Tifton-85 (*Cynodon dactylon*) foi utilizado como tratamento controle. Cada dieta consistiu em 30 % de substituição do feno de Tifton-85 pela planta a ser avaliada, resultando em três tratamentos: Controle, Babaçu e Mofumbo. Além disto, cada animal recebeu aproximadamente 335 g /dia de mistura concentrada composta por 69 % milho triturado, 29 % farelo de soja e 2% mistura mineral, a fim de suprir as exigências de cordeiros desmamados, com 20 kg de peso corporal e ganho de 100-150 g/d, de acordo com o NRC (2007). Buscou-se atingir valores equlibrados de proteína entre os tratamentos, e a relação volumoso:concentrado empregada foi de 50:50. Água foi fornecida *ad libitum*; e a proporção dos ingredientes utilizados na dieta experimental de cada tratamento (%) são apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Proporção dos ingredientes utilizados na dieta experimental de cada tratamento (%)

Ingredientes (%)	**Tratamentos**		
	Controle	**Babaçu**	**Mofumbo**
Feno Tifton-85	51	34	34
Planta	0	16	16
Grão Milho	34	34	34
Farelo Soja	13	14	14
Mix Mineral	2	2	2

As análises químicas das plantas e dietas foram realizadas no LANA-CENA/USP. As amostras foram analisadas com base no teor de matéria seca (MS) e, assim como os teores de matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), foram realizadas de acordo com AOAC (2011). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) foram determinados sequencialmente segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991) e adaptada por Mertens (2002) conforme AOAC (2011). Os teores de hemicelulose (HEMI) e celulose (CEL) foram calculados por diferença entre FDN, FDA e LIG (VAN SOEST; ROBERTSON, 1980). Também no LANA-CENA/USP foram determinados teores de fenóis totais (FT), taninos totais (TT) e taninos condensados (TC) das plantas e dietas, empregando-se metodologia de Makkar et al. (2003). As análises químicas e teores de FT, TT e TC das plantas e dietas experimentais (g/kg MS) são apresentadas nas Tabelas 3.2 e 3.3, respectivamente.

Tabela 3.2 – Análises químicas (g/kg MS) e teores de fenóis totais (FT), taninos totais (TT) e taninos condensados (TC) das plantas utilizadas

Parâmetros (g/kg MS)	**Substratos**		
	Tifton-85	**Babaçu**	**Mofumbo**
MS (%)	945,7	945,0	946,2
MO	943,2	943,8	933,2
PB	62,4	82,6	82,8
FDN	826,7	755,7	664,3
FDA	519,9	568,6	505,7
HEMI	306,9	187,1	158,5
CEL	262,4	314,0	144,1
LIG	245,4	231,8	349,7
EE	16,0	20,4	50,6
MM	56,8	56,2	66,7
FT	5,09	76,06	217,55
TT	2,71	60,74	171,91
TC	0,14	78,38	245,18

MS – Matéria seca; MO – Matéria orgânica; MM – Matéria mineral; PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido; HEMI – Hemicelulose; CEL – Celulose; LIG – Lignina; EE – Extrato etéreo. FT – Fenóis totais; TT – Taninos totais. Expressos em grama de ácido tânico/kg MS. TC – Taninos condensados. Expressos em equivalente grama de leucocianidina/kg MS.

Tabela 3.3 – Análises químicas (g/kg MS) e teores de fenóis totais (FT), taninos totais (TT) e taninos condensados (TC) das dietas experimentais utilizadas

Parâmetro (g/kg MS)	Tratamentos		
	Controle	**Babaçu**	**Mofumbo**
MS (%)	944,3	944,1	944,3
MO	945,1	945,2	943,5
PB	119,7	124,2	124,2
FDN	701,8	687,9	673,3
FDA	364,6	369,2	359,2
HEMI	337,2	318,7	314,1
CEL	176,5	183,0	155,8
LIG	179,6	176,0	194,9
EE	33,4	34,9	39,4
MM	54,9	54,8	56,5
FT	2,20	10,50	26,80
TT	1,20	8,00	20,80
TC	0,10	9,30	28,50

MS – Matéria seca; MO – Matéria orgânica; MM – Matéria mineral; PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido; HEMI – Hemicelulose; CEL – Celulose; LIG – Lignina; EE – Extrato etéreo. FT – Fenóis totais; TT – Taninos totais. Expressos em grama de ácido tânico/kg MS. TC – Taninos condensados. Expressos em equivalente grama de leucocianidina/kg MS.

3.2.3 Avaliação de desempenho

Para a avaliação de desempenho foram utilizados 24 cordeiros Santa Inês (9 fêmeas e 15 machos), com 149 ± 4,7 dias de idade e peso médio de 20,0 ± 5,2 kg, em um delineamento experimental casualizado com oito repetições para cada tratamento. Os animais foram pesados e distribuídos em baias individuais (1,0 m x 1,5 m) providas de comedouro, bebedouro e piso de borracha reciclada.

Durante cinco dias os animais passaram por período de adaptação à dieta, sendo alimentados duas vezes ao dia, no período da manhã (8:00 horas) e no período da tarde (15:00 horas). A quantidade de alimento fornecido foi ajustada buscando proporcionar sobras diárias de aproximadamente 20 %. O período experimental para avaliação de desempenho teve duração de 48 dias.

Diariamente, antes do fornecimento da dieta, as sobras do dia anterior foram coletas e pesadas para se determinar o consumo diário e o consumo total de matéria seca (CT) ao final do experimento. Semanalmente, os animais foram pesados antes do fornecimento da dieta no período da manhã, para se determinar a média do ganho em peso diário (GMD, calculado pelo coeficiente de regressão linear dos pesos individuais de cada animal) e o ganho

total em peso (GTP) ao longo do período experimental. A conversão alimentar (CA) foi calculada pela relação entre o consumo total e o ganho total em peso dos animais.

3.2.4 Parâmetros bioquímicos e hematológicos

Com o objetivo de avaliar a higidez dos animais através do acompanhamento dos parâmetros bioquímicos e hematológicos, nos dias 1, 24 e 45 coletou-se sangue por meio de punção da veia jugular, utilizando-se tubos com vácuo, com e sem anticoagulante (ácido etilenodiamino tetra-acético – EDTA). Imediatamente após as coletas, as amostras de sangue dos tubos com EDTA foram encaminhadas para as avaliações de hematócrito, segundo Coles (1984), e de hemoglobina, segundo a metodologia colorimétrica da cianometahemoglobina (THRALL, 2006). As amostras dos tubos sem EDTA foram centrifugadas (durante 10 min, a 1310 *g* e 4 ^{o}C) para separação do soro sanguíneo; este foi armazenado em temperatura de - 20 °C para posterior análise dos parâmetros: transaminase glutâmico-oxalacético (TGO), creatinina, proteínas totais, glicose, ureia e albumina. A avaliação destes parâmetros foi realizada utilizando-se kits comerciais Labtest® e espectrofotômetro (PerkinElmer – Lambda EZ150 UV/Vis Spectrophotometer).

3.2.5 Síntese de proteína microbiana *in vitro* utilizando o radiofósforo (^{32}P)

Durante o ensaio de produção, para investigar os efeitos da inclusão das plantas testadas sobre a síntese de proteína microbiana no rúmen, um ensaio *in vitro* foi realizado utilizando o radiofósforo (^{32}P). Nesta determinação, através da coleta de amostra do líquido ruminal e do substrato a ser testado, pode-se medir a taxa de incorporação do ^{32}P *in vitro*, avaliando dessa maneira a atividade microbiana. O método se baseia na relação entre a incorporação de fósforo na matéria microbiana e a síntese de proteína, utilização de amônia ou produção de ácidos graxos voláteis, em curtos períodos de incubação usando ^{32}P como marcador (VITTI et al., 1988) e tem se mostrado bastante eficiente (BUENO, 2002; CASTAÑEDA; PEÑUELA, 2011).

O experimento foi conduzido conforme metodologia de Van Nevel e Demeyer (1977), adaptada às condições do LANA/CENA-USP (BUENO, 1998; GOBBO, 2001), o qual consistiu na preparação de tubos próprios para centrífuga refrigerada Sorvall® (mod. RC2-B), com 1 g de MS de cada planta (Babaçu, Mofumbo ou Tifton-85) como substrato, em triplicata, e três tubos sem a adição de substrato (branco), somente inóculo.

Cinco inóculos (repetições) foram utilizados para cada substrato a ser avaliado, consistindo na parte líquida do conteúdo ruminal de animais adaptados às dietas específicas (Controle = Tifton-85, Babaçu ou Mofumbo), coletada por sonda esofágica, após 4 horas do fornecimento de alimento.

Cada tubo recebeu 4 mL de solução tamponante (25 g de glicose e 3 g de bicarbonato de sódio por litro), 16 mL do inóculo (parte líquida do conteúdo ruminal dos animais de cada tratamento) e 25 μL de solução de ^{32}P na forma de fosfato, correspondendo a 3700 Bq de ^{32}P. Imediatamente após a adição do ^{32}P, a atividade microbiana de uma das triplicatas foi interrompida com 1 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 9 M. Os tubos foram incubados à temperatura constante de 39 °C com saturação de gás carbônico por um período de 8 h. Ao final, os outros dois tubos também receberam 1 mL de H_2SO_4 9 M, paralizando a fermentação microbiana. Para avaliar a incorporação do ^{32}P, todos os tubos foram levados à centrífuga refrigerada Sorvall® e submetidos à centrifugação por 10 minutos a 39079 g, separando-se o material em precipitado e sobrenadante. Para a determinação da radioatividade no material, 1 mL do sobrenadante foi transferido para frascos de cintilação líquida, completando-se o volume para 20 mL com água destilada, e levados para contagem das desintegrações radioativas em cintilador líquido (Packard mod. 1600 TR) por dois minutos cada. O restante do sobrenadante foi armazenado em congelador para posterior análise para determinação de fósforo total (P), de acordo com a metodologia de Fiske e Subbarow (1925).

O precipitado foi lavado quatro vezes com solução de cloreto de sódio (NaCl) (0,85 %) para eliminação do ^{32}P extracelular. Ao final das lavagens o precipitado foi ressuspendido com água destilada, transferido para cadinho de porcelana e levado para secagem em estufa de 105 ºC até peso constante do material para se proceder então a determinação da matéria seca. Após a pesagem, o material foi incinerado em mufla a 550 ºC por 4 h, e posteriormente por um período de 90 minutos sofreu digestão ácida. O material digerido foi transferido para frascos de cintilação líquida e também levado para determinar a radioatividade presente.

Para estimar a síntese de proteína microbiana pela incorporação de ^{32}P, foi utilizada uma sequência de cálculos. A atividade específica do ^{32}P extracelular (AE_e) foi calculada pela relação entre a contagem da porção extracelular (dpm_e) e a quantidade de P extracelular (P_e):

$$AE_e = dpm_e / P_e$$

A quantidade de ^{32}P incorporado à massa microbiana (P_i), expressa em mg, é dada pela relação entre as contagens do material precipitado (dpm_i) e AE_e:

$$Pi = dpm_i / AE_e$$

Van Nevel e Demeyer (1977) assumem que o valor médio da relação N:P na massa microbiana é praticamente fixo e igual a 8,37 ± 0,75, o que permite o cálculo do total de N incorporado na massa microbiana (N_i) através da equação (valores expressos em mg N microbiano / g MS):

$$N_i = P_i \times 8,37$$

3.2.6 Avaliação da digestibilidade aparente dos nutrientes

Após o experimento de desempenho, seis animais de cada tratamento (quatro machos e duas fêmeas), foram sorteados e alocados durante nove dias em gaiolas de estudo de metabolismo para coletas diárias de amostras da dieta oferecida e coletas totais de sobras, e de fezes e urina excretadas, para a determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes, a síntese de proteína microbiana por derivados de purina e o balanço de nitrogênio. O ovino macho restante de cada tratamento, mesmo não participando deste ensaio, permaneceu recebendo a dieta experimental, para posteriormente ser abatido com os demais animais do tratamento.

As coletas da dieta oferecida, sobras e fezes foram pesadas e uma amostra representativa de 10 % de cada material foi armazenada em refrigeração, assim como as amostras de urina, que foram coletadas em baldes previamente acidificados com 100 mL de H_2SO_4 10 % e o volume determinado e amostrado em proveta graduada. As amostras do oferecido, sobras e fezes foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada a 60 ºC, moídas a 1 mm em moinho tipo Willey e encaminhadas para análise bromatológica conforme descrito anteriormente.

A digestibilidade aparente de cada unidade dietética dos alimentos foi calculada de acordo com a equação:

$$\text{Digestibilidade aparente de X (\%)} = (X_{consumido} - X_{excretado}) / X_{consumido} * 100$$

Onde X = unidade dietética avaliada.

3.2.7 Estimativa da síntese de proteína microbiana por derivados de purina

Para a estimativa da síntese de proteína microbiana *in vivo* foi realizada a determinação dos derivados de purina (DP) nas amostras de urina utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), conforme protocolo adaptado das metodologias de Pimpa e Balcells (2002), Balcells et al. (1992) e Czauderna e Kowalczyk (2000).

Os DP encontrados nas excretas urinárias dos ruminantes estão diretamente relacionados à absorção de purinas microbianas no intestino (PUCHALA; KULASEK, 1992; PEREZ et al., 1996) e podem fornecer uma estimativa quantitativa do fluxo de proteína microbiana se a razão entre purina e proteína nos microrganismos ruminais for assumida como constante (TAMMINGA; CHEN, 2000).

Após serem descongeladas até temperatura ambiente, as amostras de urina foram homogenizadas em sonicador (ultrassom) por 5 minutos, procedimento realizado devido a presença de material particulado depositado no fundo dos tubos, e 5 mL destas foram centrifugados durante 20 minutos a 582 g e 4 ^{o}C. Dois mL da fração sobrenadante foi amostrado e transferido para outro recipiente onde adicionou-se 0,25 mL de solução de oxipurinol e 2,75 mL de solução de fosfato monobásico de amônio 0,0025 M (fase móvel A), em seguida, as amostras foram homogenizadas em vórtex. Com auxílio de uma seringa, 1 mL destas amostras foram filtrados em filtro Millex® 13 mm (FTFE - 0,45 μm), transferidos em *vials* (Agilent 1,5 mL) e encaminhados para análise em HPLC (Agilent 1100). O modelo do cromatógrafo utilizado é equipado com bomba quaternária, degaseificador, injetor automático de amostras, termostato, detector de arranjo de fotodiodos (UV-Vis), termostato e coluna Zorbax ODS C18 (250 x 4,6 mm, partículas de 5 μm).

O sistema para eluição gradiente dos derivados de purina utilizou como sistema de fase móvel uma solução de fosfato monobásico de amônio ($NH_4H_2PO_4$) 0,0025 M (fase móvel A) e uma solução de $NH_4H_2PO_4$ 0,0025 M:metanol, 95:5, v/v (fase móvel B), com vazão de 1,0 a 1,2 mL/min e temperatura da coluna constante a 23 ºC.

O volume de amostra injetado foi igual a 20 μL, a solução padrão utilizada para a construção da curva analítica foi preparada a partir de concentrações conhecidas (500 a 1500 μM) dos compostos estudados (alantoína, creatinina, ácido úrico, hipoxantina, xantina) e do oxipurinol. Como padrão interno foi adotado a solução de oxipurinol (500 a 1500 μM). Os comprimentos de onda 225, 254, 267 e 284 nm foram monitorados para a quantificação dos compostos alantoína e creatinina, hipoxantina e oxipurinol, xantina e ácido úrico, respectivamente.

Para estimar o nitrogênio microbiano (NM) absorvido no intestino delgado o cálculo foi realizado segundo IAEA (2003) pela equação:

NM (g N/d) = (MDP * Teor de N purinas) / (Proporção N purina: N microbiano * Digestibilidade das purinas microbianas * 1000)

Onde: NM = nitrogênio microbiano absorvido ao intestino delgado; MDP = metabólitos derivados de purina absorvidos (mmol/d/kg^{0,75}); Teor de N purinas = 70 (mg N/mmol); Proporção N purina:N microbiano = 0,116; Digestibilidade das purinas microbianas = 0,83.

O valor de MDP é dado pela seguinte equação:

MDP = (Área do metabólito * Concentração do oxipurinol no padrão * FD) / ((FC * área do oxipurinol no padrão) * volume de urina (mL))

Onde:

MDP = concentração do metabólito derivado de purina (μM/L); Concentração do oxipurinol no padrão = 50; FD = fator de diluição = 2,5; FC = fator de correção dos metabólitos de purina.

O FC para cada metabólito é calculado utilizando valores médios de injeções de padrão, conforme a equação:

FC = (área do metabólito no padrão * concentração do oxipurinol no padrão) / (concentração do metabólito no padrão * área do oxipurinol no padrão)

3.2.8 Balanço de nitrogênio

A determinação do balanço de nitrogênio (N consumido menos o N excretado) sob condições controladas permite a quantificação do metabolismo proteico e demostra se o organismo está ganhando ou perdendo proteína (ANDRIGUETTO, 2002). Para o cálculo do

balanço de nitrogênio (N), o teor de N total das amostras de urina foi determinado pelo método micro-Kjeldahl (AOAC, 2011), utilizando-se destilação a vapor com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 12M, coleta em solução de ácido bórico (H_3BO_3) e titulação com solução de H_2SO_4 0,025M.

O balanço de N foi calculado pela diferença entre o total consumido e o total excretado:

$$N_{retido} = (N_{consumido}) - (N_{excretado})$$

Onde: N retido = quantidades médias diárias de N, proveniente da dieta e absorvido pelo animal; N consumido = N ingerido, proveniente da dieta oferecida; N excretado = N excretados nas fezes e na urina.

A estimativa do total de N absorvido foi calculada pela soma entre os valores de N retido e NM. A contribuição do NM nesta variável também foi calculada e expressa em %.

3.2.9 Produção de metano entérico

Simultaneamente ao ensaio de digestibilidade aparente, foi quantificada a produção de CH_4 entérico *in vivo*. Em cada ensaio, seis diferentes animais foram alojados individualmente em câmaras de respiração para medição de emissão do gás seguindo metodologia descrita por Abdalla et al. (2012).

Os animais foram mantidos nas câmaras durante dois dias consecutivos, com um fluxo médio de remoção do ar interno de 125 L/min (medido em anemômetro – CE Instrutherm AD-250, São Paulo, Brasil); a temperatura interna (24,2 ± 0,72 ºC) e umidade (66,5 ± 2,21 %) nas câmaras foram medidas a intervalos regulares de duas horas. A quantidade de gases eliminada e a concentração do CH_4 neste gás foi medida diariamente para cada animal em cada tratamento experimental. A concentração de CH_4 foi determinada em cromatógrafo a gás (Shimadzu GC2014, SINC Brasil, São Paulo, Brasil) equipado com um detector de ionização de chamas (FID), com uma coluna micro empacotada Shincarbon ST 100/120 (1 m x 1,587 mm x 1,0 mm;–Ref. nº19809; Restek, Bellefonte, PA, USA). As condições de operação do cromatógrafo foram: temperatura da coluna (isotérmica a 60 ºC), injetor (200 ºC), detector (240 ºC), gás de arraste (He) em fluxo constante a 10 mL / min.

A concentração de CH_4 foi determinada por curva de calibração (0, 30, 90 e 120 mL / L) preparada com padrão comercial de CH_4 (White Martins PRAXAIR Gases Industriais Inc., Osasco, SP, Brasil; 995 mL/L pureza). A produção de CH_4 foi expressa em Litros / dia (L/d), L / quilograma de matéria seca consumida (L/kg MSC), L / quilograma de peso vivo (L/kg PV) e a intensidade de emissão de CH_4, calculada de acordo com Hegarty et al. (2010), foi expressa em L / kg de ganho médio diário em peso (L/kg GMD).

3.2.10 Análise Estatística

A análise estatística dos dados coletados foi realizada por meio do programa SAS®9.2. (SAS Institute Inc., Cary NC, EUA). As variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância utilizando-se o PROC GLM. Para as medidas repetidas no tempo utilizou-se o PROC MIXED. Efeitos da interação sexo e tratamento foram testados. Os valores de GMD foram determinados por regressão linear. PROC REG foi utilizado para analisar os efeitos das concentrações de TC das dietas sobre todas as variáveis estudadas. Em todos os procedimentos adotou-se o nível de significância de 5%.

3.3 Resultados

A evolução dos pesos dos ovinos durante o experimento é representada na Figura 3.1, não foram observadas diferenças entre os tratamentos (P > 0,05).

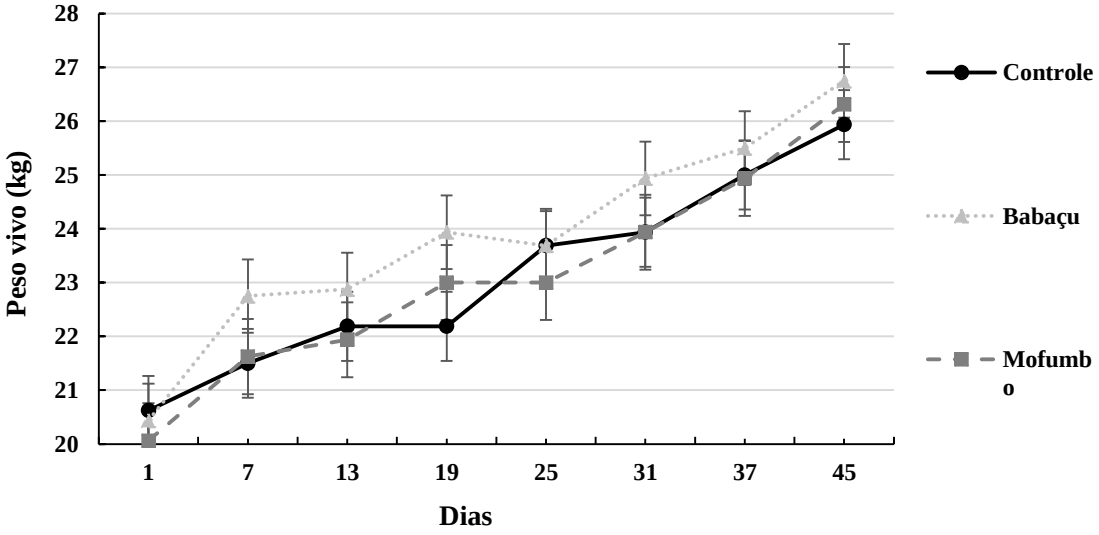

Figura 3.1 - Evolução do peso dos ovinos nos diferentes tratamentos (Controle, Babaçu e Mofumbo)

As médias das variáveis consumo diário de matéria seca (CDMS), CDMS em porcentagem de peso vivo, consumo total da dieta (CT), ganho médio diário em peso (GMD), ganho total em peso (GTP) e conversão alimentar (CA) são apresentados na Tabela 3.4 e não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (P > 0,05). Efeitos da interação sexo e tratamento foram observados para a variável GMD, onde os machos do tratamento Babaçu (129,6 g/d) apresentaram valores maiores que as fêmeas dos tratamentos Babaçu (77,0 g/d) e Controle (71,1 g/d), e os machos do tratamento Mofumbo (122,1 g/d) apresentaram valores maiores que as fêmeas do tratamento Controle.

Tabela 3.4 – Médias das variáveis consumo diário de matéria seca (CDMS), CDMS em porcentagem de peso vivo, consumo total da dieta (CT), ganho médio diário em peso (GMD), ganho total em peso (GTP), e conversão alimentar (CA) apresentadas pelos ovinos de cada tratamento ao longo do período de desempenho

Parâmetros	Tratamentos			EPM
	Controle	Babaçu	Mofumbo	
CDMS (g MS)	663,06	738,73	728,56	67,362
CDMS (% PV)	2,94	3,12	3,21	0,144
CT (kg MS)	29,83	33,24	32,77	3,030
GMD (g/d)	98.45	103,31	110,78	12,063
GTP (kg)	5,01	6,11	6,06	0,645
CA	6,49	5,52	5,46	0,422

CDMS: consumo diário de matéria seca, valores expressos em g MS e % PV; CT: consumo total de dieta; GMD: ganho médio diário em peso, calculado como o coeficiente de regressão linear dos pesos individuais de cada animal; GTP: ganho total em peso; CA: conversão alimentar variável calculada pela relação entre o consumo total e o ganho total em peso dos animais. EPM – Erro padrão da média.

As médias das variáveis dos parâmetros hematológicos como hematócrito (%) e hemoglobina (g/dL) dos animais ao longo do período do experimento são apresentados na Tabela 3.5. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos (P > 0,05). A variável hematócrito apresentou efeito da interação sexo e tratamento, onde as fêmeas do tratamento Controle (33,8 %) apresentaram valores maiores que os machos dos tratamentos Controle (30,53 %) e Mofumbo (30,50 %).

Tabela 3.5 – Médias dos parâmetros hematológicos hematócrito e hemoglobina dos ovinos de cada tratamento

Parâmetros	Tratamentos			EPM	Ref*
	Controle	Babaçu	Mofumbo		
Hematócrito (%)	32,18	31,91	31,38	0,60	27 - 45
Hemoglobina (g/dL)	11,74	11,89	11,63	0,38	9 - 15

* Ref – Valores de referência segundo Byers & Kramer (2010)
EPM – Erro padrão da média.

As médias das variáveis dos parâmetros bioquímicos proteínas totais (g/dL), albumina (g/dL), glicose (mg/dL), ureia (mg/dL), transaminase glutâmico-oxalacético (U/L) e creatinina (mg/dL) dos animais durante o experimento são apresentados na Tabela 3.6. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos (P > 0,05). Efeito da interação sexo e tratamento foram observadas para a variável creatinina, onde as fêmeas do tratamento Mofumbo (1,00 mg/dL) apresentaram valores maiores que os machos do tratamento Babaçu (0,77 mg/dL) e Controle (0,76 mg/dL).

Tabela 3.6 – Médias dos parâmetros bioquímicos proteínas totais, albumina, glicose ureia, transaminase glutâmico-oxalacético (TGO) e creatinina dos ovinos de cada tratamento

Parâmetros	**Tratamentos**			**EPM**	**Ref***
	Controle	**Babaçu**	**Mofumbo**		
Proteínas Totais (g/dL)	6,74	7,29	6,94	0,30	6 - 7,9
Albumina (g/dL)	2,63	2,69	2,49	0,13	2,4 - 3
Glicose (mg/dL)	47,36	48,45	47,65	3,16	50 - 80
Ureia (mg/dL)	35,06	33,64	32,31	1,65	8 - 20
TGO (U/L)	91,56	84,79	86,27	5,97	60 - 280
Creatinina (mg/dL)	0,84	0,84	0,90	0,04	1,2 - 1,9

* Ref – Valores de referência segundo Kaneko (2008)
EPM – Erro padrão da média.

A estimativa da síntese de proteína microbiana pela incorporação *in vitro* de radiofósforo, expressa em N microbiano/g MS de substrato, é apresentada na Tabela 3.7. Não foram observadas diferenças entre os substratos testados.

Tabela 3.7 – Médias da síntese de nitrogênio microbiano (mg/g MS) estimada pela incorporação *in vitro* de radiofósforo nos substratos Tifton-85, Babaçu e Mofumbo

Parâmetros	**Tratamentos**			**EPM**
	Tifton-85	**Babaçu**	**Mofumbo**	
N microbiano (mg/g MS)	1,427	1,290	1,003	0,4933

EPM – Erro padrão da média.

O consumo (g/d) e a digestibilidade aparente (%) dos nutrientes da dieta dos diferentes tratamentos durante o período de ensaio de digestibilidade aparente são apresentados na Tabela 3.8. Os ovinos do tratamento Controle aparesentaram maior digestibilidade aparente da FDA (P < 0,05), os demais parâmetros analisados não apresentaram diferenças entre os tratamentos (P > 0,05).

Tabela 3.8 – Médias do consumo (g/d) e digestibilidade aparente (%) dos nutrientes da dieta apresentados pelos animais de cada tratamento

Parâmetros	**Tratamentos**			**EPM**
	Controle	**Babaçu**	**Mofumbo**	
		MS		
Consumo (g/d)	726	818	787	76,5
Digestibilidade Aparente (%)	63,4	59,5	61,8	2,46
		MO		
Consumo (g/d)	684	771	740	72,3
Digestibilidade Aparente (%)	64,8	60,7	62,8	2,41
		PB		
Consumo (g/d)	87	99	97	9,8
Digestibilidade Aparente (%)	67,9	61,9	64,6	2,92
		FDN		
Consumo (g/d)	518	580	550	52,0
Digestibilidade Aparente (%)	59,7	54,3	55,8	2,67
		FDA		
Consumo (g/d)	280	324	302	27,4
Digestibilidade Aparente (%)	54,6 [a]	44,0 [b]	45,7 [b]	2,54
		HEMI		
Consumo (g/d)	237	255	247	24,7
Digestibilidade Aparente (%)	65,9	67,3	68,1	3,62
		CEL		
Consumo (g/d)	117	135	115	16,4
Digestibilidade Aparente (%)	41,2	31.6	36,9	7,37
		LIG		
Consumo (g/d)	155	179	178	13,1
Digestibilidade Aparente (%)	65,6	67,0	66,4	4,32
		MM		
Consumo (g/d)	42	46	47	4,1
Digestibilidade Aparente (%)	39,4	39,6	46,0	3,53

[a,b] - Letras diferentes na mesma linha indicam diferença; MS – Matéria seca; MO – Matéria orgânica; MM – Matéria mineral; PB – Proteína Bruta; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido; HEMI – Hemicelulose; CEL – Celulose; LIG – Lignina; EPM – Erro padrão da média.

Os valores da concentração de DP (mmol/d e µmol/d/kg^{0,75}) excretados na urina e a estimativa de NM (g N/d) absorvidos pelos ovinos dos tratamentos não apresentaram diferença (P > 0,05) e são mostrados na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 – Médias da concentração de derivados de purinas excretados na urina (DP) e estimativa de absorção de nitrogênio microbiano (NM) pelos ovinos de cada tratamento

Parâmetros	Tratamentos			EPM
	Controle	Babaçu	Mofumbo	
DP (mmol/d)	6,13	4,70	6,00	1,276
DP (µmol/d/kg^{0,75})	568,46	437,19	516,97	112,537
NM absorvido (g N/d)	2,82	2,85	2,87	0,114

EPM – Erro padrão da média.

A quantidade de nitrogênio consumido (g/d), excretado (g/d) e retido (g/d) pelos ovinos de cada tratamento, além da estimativa do total de N absorvido (g/d) e a contribuição do NM (%) nesta variável são apresentados na Tabela 3.10. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos (P > 0,05).

Tabela 3.10– Médias do balanço de nitrogênio (N) e contribuição do NM (%) dos ovinos de cada tratamento

Balanço de N (g/d)	Tratamentos			EPM
	Controle	Babaçu	Mofumbo	
N consumido		*N dieta*		
	14,45	16,30	15,95	1,391
N excretado		*N fezes*		
	4,78	6,03	5,80	0,615
		N urina		
	4,56	4,29	3,31	0,575
N retido		*N consumido - N excretado*		
	5,11	5,98	6,83	0,827
Total N absorvido		*N retido + NM absorvido*		
	7,93	8,87	9,71	0,912
Contribuição NM (%)		*% NM no N total absorvido*		
	37,2	34,5	30,1	2,88

NM – Nitrogênio microbiano. EPM – Erro padrão da média.

As médias de produção entérica de CH_4 dos ovinos de cada tratamento são apresentadas na Tabela 3.11. Quando a produção foi expressa em Litros de CH_4 / dia (L/d) e

Litros de CH_4 / quilograma de peso vivo (L/kg PV), os animais dos tratamentos Controle e Mofumbo apresentaram valores que não diferiram entre si (P > 0,05), mas foram menores que os dos animais do tratamento Babaçu (P < 0,05). Quando expressa em Litros de CH_4 / quilograma de matéria seca consumida (L/kg MSC) e em intensidade de emissão de CH_4 (L/kg GMD) os animais do tratamento Mofumbo apresentaram valores menores que os dos animais do tratamento Babaçu (P < 0,05) e ambos não diferiram dos valores do tratamento Controle (P > 0,05). Efeito da interação sexo e tratamento foram observados quando a produção entérica de CH_4 foi expressa em L/kg GMD, onde as fêmeas do tratamento Babaçu (296,82 L/kg GMD) apresentaram valores maiores que o dos machos dos tratamentos Babaçu, Controle e Mofumbo (160,43; 126,42 e 112,89 L/kg GMD, respectivamente) e fêmeas do tratamento Mofumbo (95,44 L/kg GMD). Fêmeas do tratamento Controle apresentaram valores maiores que as fêmeas do tratamento Mofumbo (213,11 e 95,44 L/kg GMD, respectivamente).

Tabela 3.11 – Médias da produção entérica de CH_4 dos ovinos de cada tratamento

Produção entérica CH_4	**Tratamentos**			**EPM**
	Controle	**Babaçu**	**Mofumbo**	
L/dia	13,5 [b]	20,8 [a]	12,2 [b]	2,46
L/kg MSC	19,0 [ab]	26,1 [a]	15,1 [b]	2,91
L/kg PV	0,50 [ab]	0,75 [a]	0,43 [b]	0,086
L/kg GMD	169,7 [ab]	228,6 [a]	104,1 [b]	23,06

[a,b] - Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P < 0,05). EPM – Erro padrão da média.

3.4 Discussão

Pouca informação sobre a utilização das folhas de Mofumbo e Babaçu na nutrição de ruminantes estão disponíveis na literatura. Neste sentido, além da presença de TC, as plantas testadas também podem apresentar uma grande variedade de compostos que ainda carecem de maiores informações, existindo a possibilidade inclusive de serem tóxicas, o que poderia afetar o estado de saúde dos animais, influenciando e comprometendo os dados obtidos no experimento. Como forma de avaliar a higidez dos animais, os parâmetros hematológicos e bioquímicos foram acompanhados e os resultados avaliados neste experimento demonstram que não houve quadro de intoxicação nos ovinos alimentados com o Babaçu e Mofumbo.

Os valores encontrados para as variáveis hematócrito e hemoglobina estão de acordo com os valores de referência estabelecidos para a espécie (BYERS; KRAMER, 2010), assim como os valores de proteínas totais, albumina e TGO (KANEKO, 2008). Glicose e creatinina apresentaram valores abaixo e ureia valores acima, embora próximos aos valores de referência de Kaneko (2008).

A glicose é a única fonte de energia para o sistema nervoso central e a regulação de sua concentração no sangue está relacionado aos processos de glicogênese no fígado (VALADARES FILHO; PINA, 2011). Os valores encontrados neste trabalho não diferiram entre os tratamentos e estão ligeiramente inferiores aos de referência que variam de 50 a 80 mg/dL (KANEKO, 2008), porém não caracterizam necessariamente um quadro de hipoglicemia, uma vez que não foram observados sintomas clínicos e nenhuma desordem metabólica que caracterizassem este quadro.

Os valores encontrados para a concentração de ureia não diferiram entre os tratamentos e estão acima aos de referência que variam de 8 a 20 mg/dL (KANEKO, 2008). Durante o processo de degradação de proteína no rúmen, parte dos aminoácidos liberados é incorporada pela microbiota, utilizados na síntese de proteína microbiana e o restante é deaminado, dando origem à NH_3, a partir da qual a ureia é sintetizada (TENNANT, 2008). Sua concentração elevada pode ser explicada pelo fato dos animais estarem recebendo concentrados e volumosos que garantiram um adequado aporte de proteína, uma vez que dietas com maiores teores de proteína proporcionam aumento do nível de ureia sérica (PRESTON, 1965). Sua concentração elevada também poderia ser um indicativo de comprometimento renal devido à baixa filtração glomerular (BRAUN; LEFEBVRE, 2008), entretanto esta desordem foi descartada, uma vez que os animais apresentaram-se com filtração renal nomal, confirmada pelos baixos teores de creatinina, metabólito utilizado para avaliar a atividade dos rins.

A creatinina é formada a partir da condensação e desidratação espontânea da creatinina muscular, sendo eliminada proporcionalmente à massa muscular do indivíduo, idade e sexo (FETTMAN; REBAR, 2006). Os valores encontrados para a concentração de creatinina não diferiram entre os tratamentos e estão ligeiramente abaixo dos valores de referência que variam de 1,2 a 1,9 mg/dL (KANEKO, 2008), o que provavelmente esteja relacionado com a pouca idade dos animais (149,4 ± 4,7 dias) e, consequentemente, menor massa muscular em relação aos animais adultos na qual são baseados os valores de referência.

A inclusão das folhas do Babaçu e Mofumbo na alimentação dos ovinos resultou em teores de TC nas dietas de 9 e 28 g TC/kg MS, respectivamente, e foram bem aceitas pelos cordeiros uma vez que não foi observada diferença significativa entre as médias de consumo diário de matéria seca (P > 0,05) e estando de acordo com o estipulado pelo NRC (2007).

Estudos têm demonstrado que quando a dieta apresenta concentração de taninos superior a 50 g TC/kg MS, o consumo de alimentos pelos ruminantes é normalmente reduzido, fato que deve-se principalmente à diminuição de sua aceitabilidade e desenvolvimento de aversão condicionada (FRUTOS et al., 2004; MUELLER-HARVEY, 2006; WAGHORN, 2008). Como o teor de TC nas dietas experimentais ficaram bem abaixo deste valor não foi observado efeito negativo no consumo da dieta (BARRY et al., 1984; WAGHORN et al., 1994; AERTS et al., 1999).

Alemu et al. (2014) utilizaram as folhas de *Millentia ferrugínea* (Breba, 35,2 g TC/kg MS) em quatro níveis de suplementação para ovinos da raça Washera (PV = 18,1 kg) e também não observaram efeito sobre o consumo diário de matéria seca. Gebregiorgis et al. (2012) forneceram as folhas de *Moringa stenopetala*, planta com baixos teores de TC, para ovinos da raça Adilo (PV = 13,8 kg) e observaram aumento no consumo diário de matéria seca seguindo o aumento do nível inclusão da planta na dieta, indicando maior aceitabilidade devido ao baixo teor de TC.

Entre os ovinos dos diferentes tratamentos também não houve diferenças significativas do GMD e de CA, sugerindo que a inclusão destas plantas como parte da substituição de feno de Tifton-85 pode ser útil na alimentação de ovinos e confirmando que não apresentam influência negativa no desempenho destes animais. A média de GMD observada neste estudo (132 g/d) foi maior que as encontradas por Campos et al. (2009), onde ovinos da raça Santa Inês em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia foram divididos em tratamentos de suplementação com e sem *Mimosa caesalpiniifolia* (Sansão do Campo), não excedendo o teor de 30 g TC/kg MS na dieta, apresentando valores de GMD de 96 e 57 g/d (EPM = 21,17), respectivamente.

Com teores dietéticos de aproximadamente 34 g TC/kg MS, Wang et al. (1996), observaram melhores ganhos em peso de cordeiros consumindo *Lotus corniculatus* quando comparados aos alimentados com alfafa. Geralmente, a melhor performance animal observada quando os taninos estão em teores considerados moderados na dieta é atribuída à formação de

complexo entre tanino e proteína, protegendo-a da degradação no rúmen, aumentando o fluxo de aminoácidos essenciais para o intestino e sua absorção no sangue (WAGHORN; SHELTON, 1997; MAKKAR, 2003).

Os possíveis efeitos dos taninos sobre a produtividade de ruminantes são dependentes da quantidade e qualidade da proteína dietética, em conjunto com a proteína de origem microbiana que fluí do rúmen para o abomaso (PATRA; SAXENA, 2011). Neste estudo, além dos teores de TC obtidos nas dietas estarem na faixa considerada média-baixa (< 50 g TC/kg MS), as exigências de proteína e outros nutrientes para a categoria animal utilizada foram atendidas, possibilitando que o desempenho animal não fosse comprometido.

Na estimativa da síntese de proteína microbiana pela incorporação *in vitro* de ^{32}P, expressa em mg N microbiano/g MS de substrato, não foram observadas diferenças entre as médias dos três substratos das plantas testados ($P > 0,05$), indicando que a disponibilidade de proteína necessária para crescimento microbiano não foi comprometida pela presença dos TC, assim como também não ocorreu efeito direto deste sobre os microrganismos ruminais. Bueno et al. (2009) encontraram valores semelhantes aos deste estudo para o substrato com menor teor de TC Tifton-85 (1,49 mg/g MS).

Entretanto, diversos estudos relatam efeitos dos taninos reduzindo o crescimento de várias espécies de microrganismos ruminais (JONES et al., 1994; NELSON et al., 1997; MIN et al., 2002; SIVAKUMARAN et al., 2004). De acordo com Patra e Saxena (2011), a sensibilidade dos microrganismos aos taninos pode variar substancialmente, sendo dependente da espécie microbiana e o tipo ou fonte do tanino utilizado. Ainda segundo estes autores, os efeitos dos taninos sobre o crescimento microbiano são atribuídos às suas interações com enzimas extracelulares e a parede celular das bactérias, ocasionando alterações morfológicas nestas estruturas, além de atuarem diretamente sobre o metabolismo microbiano, podendo formar complexos com proteínas, impedindo-as de serem degradadas no rúmen.

Na avaliação do líquido ruminal feita por Barreal-Borredat (2013) dos animais do presente estudo, não foram observadas diferenças significativas nos valores de pH e contagem de protozoários entre os tratamentos, mas houve redução nos valores de $N\text{-}NH_3$ para os ovinos alimentados com Mofumbo ($P < 0,05$), o que, segundo Frutos et al. (2004), pode estar associado à redução da degradabilidade ruminal da proteína, efeito característico dos taninos.

A concentração de N-NH_3 no líquido ruminal é dependente do teor e degradabilidade da PB dietética, assim como da utilização desta pelos microrganismos, refletindo diretamente o equilíbrio entre a quantidade produzida e a quantidade utilizada pelos mesmos (BORGES, 1999). A redução na sua concentração pode ser favorável, pois muitas vezes é associada ao maior fluxo de proteína para o intestino e consequente maior aporte proteíco para o crescimento animal.

Ainda relacionado ao metabolismo de proteína, os valores de DP excretados na urina, a estimativa de NM absorvido, os valores de N consumido na dieta, excretado nas fezes, excretados na urina, retido e total de N absorvido pelos ovinos não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos, entretanto, observou-se uma tendência ($P = 0,09$) de efeito linear negativo quando se comparou a contribuição (%) de NM no total de N absorvido e os teores de TC dos tratamentos ($y = -0,244x + 37,06$; $R^2 = 0,11$), que associado aos resultados de redução de N-NH_3 encontrados por Barreal-Borredat (2013), indicam que esta variável pode ter sido influenciada pelas dietas testadas, sem que o metabolismo proteico e o desempenho animal fossem afetados.

Soltan et al. (2013), utilizando *Leucaena leucocephala* (23,3 g TC/kg MS) em substituição de 50 % do feno de Tifton em dietas para ovinos Santa Inês observaram melhora do metabolismo proteico e da síntese de proteína microbiana, com aumento nos valores de N retido e DP excretados. Outros autores trabalhando com taninos na alimentação de ruminantes têm observado maior excreção de N fecal (ANIMUT et al., 2008; GRAINGER et al., 2009) e esta mudança na taxa de excreção de N da urina para as fezes tem grande importância para questões ambientais, pois quando excretado na urina, grande parte do N está na forma de ureia, que é rapidamente hidrolisada à amônia e nitrificada a nitrato (MISSELBROOK et al., 2005; ECKARD et al., 2010), podendo ser lixiviado, contaminando o solo e água subterrânea, além de poder ser convertido e emitido na atmosfera na forma em óxido nitroso, importante gás de efeito estufa (STEINFELD et al., 2006).

Em relação à digestibilidade aparente (%) dos nutrientes da dieta, diferença significativa foi observada para a variável FDA, onde o tratamento Controle apresentou valores maiores que os dos tratamentos Babaçu e Mofumbo ($P < 0,05$), sugerindo que características específicas, como o teor de TC das plantas incluídas nas dietas Babaçu e Mofumbo foram capazes de interferir na digestibilidade desta fração da fibra.

Apesar dos taninos exercerem seus efeitos principalmente sobre as proteínas, eles também têm efeitos sobre os carboidratos (SCHOFIELD et al., 2001) e vários outros estudos têm demonstrado que a degradabilidade das frações da fibra no rúmen de animais alimentados com taninos pode ser drasticamente reduzida (McSWEENEY et al., 2001; HERVÁS et al., 2003). Mais recentemente, Cordão et al. (2013), em estudo conduzido a fim de quantificar a digestibilidade aparente da dieta de cordeiros (PV = 20,4 kg) alimentados com níveis crescentes de feno de *Mimosa tenuiflora* (Jurema Preta, 62,6 g TC/kg MS, resultando em dietas com teores de 0,2; 4,2 e 10,6 g TC/kg MS) constaram que a digestibilidade da FDN e da FDA decresceu linearmente ($P < 0,05$), apresentado valores de digestibilidade da FDA (43; 30 e 19 %) menores aos encontrados neste trabalho.

Taninos, fornecidos na forma de suplementos ou presentes em plantas taniníferas na composição de dietas, frequentemente, mas nem sempre (BEAUCHEMIN et al., 2007), mostram potencial de redução de emissões de CH_4 (STAERFL et al., 2012; MOREIRA et al., 2013; ABDALLA et al., 2012).

O CH_4 é um dos subprodutos da fermentação ruminal de carboidratos e, em menor medida, de aminoácidos no rúmen e intestino posterior dos animais ruminantes. Dependendo de seus tamanhos e o consumo de matéria seca, ovinos e caprinos produzem de 14000 a 22350 L CH_4/ano. Além de contribuir para intensificação das alterações climáticas, essas emissões representam uma perda de cerca de 5 a 7 % da energia dietética (HRISKOV et al., 2013).

Neste estudo, a produção entérica de CH_4 dos ovinos do tratamento Mofumbo menor ($P < 0,05$) que a dos animais do tratamento Babaçu, em todos os parâmetros de emissão mensurados, indicam o potencial mitigador desta planta.

Abdalla et al. (2012) utilizando ovinos da raça Santa Inês (PV = 47 kg) que recebiam *Mimosa caesalpineafolia* (Sansão do Campo, 105 g TC/kg MS) encontraram valores de emissão de CH_4 de 17,4 L/d, menores do que o dos animais que recebiam apenas a dieta basal (25,3 L/d). Também trabalhando com ovinos da raça Santa Inês (PV = 28 kg), Moreira et al. (2013) encontraram resultados que indicam a *Styzolobium aterrimum* (Mucuna Preta, 40 g TC/kg MS) como forrageira com potencial de redução nas emissões de CH_4 em ruminantes.

O efeito dos taninos na diminuição da produção entérica de CH_4 geralmente é relacionada a sua ação direta, inibindo a atividade de microrganismos metanogênicos e/ou reduzindo a digestibilidade das frações da fibra no rúmen (PATRA; SAXENA, 2011). No tratamento com maior teor de TC (Mofumbo) esta relação diminuição na digestibilidade da fibra e redução na emissão entérica de CH_4 foi observada. Entretanto, nos animais do tratamento Babaçu, apesar da diminuição na digestibilidade da fibra, não se observou redução na produção de CH_4, provavelmente pelo fato do teor e atividade do TC neste tratamento ter afetado a digestibilidade sem que afetasse a população de microrganismos metanogênicos.

Segundo Hriskov et al. (2013) é importante que os benefícios da redução da emissão de CH_4 não ofusquem possíveis efeitos nocivos dos taninos na digestibilidade de nutrientes e nos parâmetros de produção. Neste trabalho, apesar de menor digestibilidade de uma das frações da fibra nos tratamentos Babaçu e Mofumbo, não houve comprometimento da produtividade dos ovinos. A redução da emissão de CH_4, sem o comprometimento do desempenho dos animais, demonstra que o Mofumbo apresenta potencial de ser utilizado como agente mitigador de CH_4.

3.5 Conclusão

A inclusão das folhas do Babaçu e Mofumbo não apresentou efeitos deletérios à saúde dos animas e, apesar de ter reduzido a digestibilidade aparente da FDA dietética, não comprometeu o desempenho animal, tendo o Mofumbo inclusive apresentado potencial mitigador de CH_4, indicando que podem ser utilizadas como ingredientes na composição de dietas para ovinos.

Referências

ABDALLA, A. et al. In vitro evaluation, in vivo quantification, and microbial diversity studies of nutritional strategies for reducing enteric methane production. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburg, v. 44, n. 5, p. 953-964, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-011-9992-0>.

AERTS, R. J.; BARRY, T. N.; MCNABB, W. C. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. **Agriculture, Ecosystems & Environment,** Amsterdam, v. 75, n. 1–2, p. 1-12, 1999. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880999000626 >.

ALEMU, B.; ANIMUT, G.; TOLERA, A. Effect of *Millettia ferruginea* (Birbra) foliage supplementation on feed intake, digestibility, body weight change and carcass characterstics of Washera sheep fed natural pasture grass hay basal diet. **SpringerPlus,** Heidelberg, v. 3, n. 1, p. 50, 2014. Disponível em: <http://www.springerplus.com/content/3/1/50>.

ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição animal**. As bases e os fundamentos da nutrição animal. São Paulo: Nobel, 2002. v. 1.

ANIMUT, G. et al. Methane emission by goats consuming diets with different levels of condensed tannins from lespedeza. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 144, p. 212-227, 2008. Disponível em: < http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(07)00428-2/abstract>.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 18. ed. Arlington: AOAC International, 2011.

BALCELLS, J. et al. Simultaneous determination of allantoin and oxypurines in biological fluids by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography,** Amsterdam, v. 575, n. 1, p. 153-157, 1992.

BARREAL-BORREDAT, M. **Evaluation of tanniniferous tropical plants from Northeast Brazil in Santa Inês lambs**: effects on methanogenesis and ruminal fermentation through in vivo and in vitro trials. 2013. Thesis (Ms. Sc.) - Montpellier SupAgro, Montpellier, 2013.

BARRY, T. N.; DUNCAN, S. J. The role of condensed tannins in the nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep. 1. Voluntary intake. **British Journal of Nutrition,** London, v. 51, n. 3, p. 485-491, 1984.

BEAUCHEMIN, K. A. et al. Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 85, n. 8, p. 1990-1996, 2007.

BORGES, A. L. C. C. Controle da ingestão de alimentos. **Cadernos Técnicos da Escola de Medicina Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v. 27, p. 67-69, 1999.

BRAUN, J. P.; LEFEBVRE, H. P. Kidney function and damage. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, M. L. B. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6. ed. San Diego: Academic Press, 2008. chap. 16, p. 485-528.

BUENO, I. C. S. **Comparação entre técnica in vitro e in situ de avaliação de braquiária para ruminantes**. 1998. 133 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

BUENO, I. C. S. **Cinética digestiva e síntese microbiana ruminal em ovinos alimentados com fenos de três qualidades distintas**. 2002. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BUENO, I. C. D. S.; CABRAL FILHO, S. L. S.; ABDALLA, A. L. Rumen microbial growth in sheep fed three distinct quality hays. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, Mérida, México, v. 12, n. 2, p. 239-246, 2010. Disponível em: < http://www.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/361 >.

BYERS, S. R.; KRAMER, J. W. Normal hematology of sheep and goats. In: WEISS, D. J.; WARDROP, K. J. (Ed.). **Schalm's Veterinary Hematology**. 6. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2010. p. 836-842.

CAMPOS, G. M. et al. Growth performance of hair sheep at pasture, supplemented with tropical legume (Mimosa caesalpiniifolia Benth) rich in condensed tannins. In: BEN SALEM, H. et al. (Ed.). **Nutritional and foraging ecology of sheep and goats**. Zaragoza: CIHEAM; FAO; NAGREF, 2009. p. 181-184. (Options Méditerranéennes. Série A, 85).

CASTAÑEDA SERRANO, R. D.; PEÑUELA SIERRA, L. M. Técnicas de quantificação da síntese microbiana no rúmen: uma revisão. **CES Medicina Veterinaria y Zootecnia,** Medellín, Colombia, v. 6, p. 46-53, 2011.

COLES, E. H. **Patologia clínica veterinária**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1984.

CORDÃO, M. A. et al. Substitution of *Pennisetum purpureum* by Opuntia ficus-indica and Mimosa tenuiflora in the diet of lambs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal,** Salvador, v. 14, p. 684-694, 2013.

CZAUDERNA, M.; KOWALCZYK, J. Quantification of allantoin, uric acid, xanthine and hypoxanthine in ovine urine by high-performance liquid chromatography and photodiode array detection. **Journal of Chromatography B,** Amsterdam, v. 744, n. 1, p. 129-138, 2000.

ECKARD, R. J.; GRAINGER, C.; DE KLEIN, C. A. M. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. **Livestock Science,** Amsterdam, v. 130, n. 1–3, p. 47-56, 2010. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141310000739 >.

FETTMAN, M. J.; REBAR, A. Avaliação laboratorial da função renal. In: THRALL, M. A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2006. p. 285-310.

FISKE, C.; SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. **Journal of Biological Chemistry,** Baltimore, v. 66, n. 2, p. 375-400, 1925.

FRUTOS, P. et al. Tannins and ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, Span, v. 2, n. 2, p. 191-202, 2004. Disponível em: < http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/73 >.

GEBREGIORGIS, F.; NEGESSE, T.; NURFETA, A. Feed intake and utilization in sheep fed graded levels of dried moringa (Moringa stenopetala) leaf as a supplement to Rhodes grass hay. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburg, v. 44, n. 3, p. 511-517, 2012.

GOBBO, S. P. **Comparações entre procedimentos laboratoriais das técnicas de produção de gases e incorporação do radiofósforo na avaliação *in vitro* de alimentos para ruminantes**. 2001. 44 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de são Paulo, Piracicaba, 2001.

GRAINGER, C. et al. Potential use of *Acacia mearnsii* condensed tannins to reduce methane emissions and nitrogen excretion from grazing dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 89, n. 2, p. 241-251, 2009. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.4141/CJAS08110 >.

HEGARTY, R. S. et al. Nutritional and flock management options to reduce methane output and methane per unit product from sheep enterprises. **Animal Production Science,** Victoria, v. 50, n. 12, p. 1026-1033, 2010. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1071/AN10104 >.

HERVÁS, G. et al. Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. **Animal Feed Science and Technology,** Amstedam, v. 109, p. 65-78, 2003. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840103002086.

HRISTOV, A. N. et al. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 91, n. 11, p. 5045-5069, 2013. Disponível em: <http://www.journalofanimalscience.org/content/91/11/5045.abstract >.

IAEA. **The technique for the estimation of microbial N supply in ruminants from purine derivation in urina**. Training Package. Version 1.0. Vienna: FAO/IAEA, 2003. 1 CD-ROM.

JONES, G. A. et al. Effects of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) condensed tannins on growth and proteolysis by four strains of ruminal bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, Baltimore, v. 60, n. 4, p. 1374-1378, 1994. Disponível em: <http://aem.asm.org/content/60/4/1374.abstract >.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6. ed. San Diego: Academic Press, 2008.

MADRUGA, M. S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 309-315, 2005.

MAKKAR, H. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research,** Amsterdam, v. 49, n. 3, p. 241-256, 2003.

MCSWEENEY, C. et al. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 91, n. 1-2, p. 83-93, 2001.

MEIER, J. S. et al. Effect of offering a multiple choice among Brazilian woody plants on intake and feeding behavior of experienced and inexperienced Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 121, n. 2-3, p. 271-279, 2014. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448814002144 >.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, Arlington, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MIN, B. R. et al. Lotus corniculatus condensed tannins decrease in vivo populations of proteolytic bacteria and affect nitrogen metabolism in the rumen of sheep. **Canadian Journal of Microbiology,** Ottawa, v. 48, n. 10, p. 911-921, 2002. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1139/w02-087 >.

MISSELBROOK, T. H. et al. Dietary manipulation in dairy cattle: laboratory experiments to assess the influence on ammonia emissions. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 88, n. 5, p. 1765-1677, 2005.

MOREIRA, G. D. et al. Tropical tanniniferous legumes used as an option to mitigate sheep enteric methane emission. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburg, v. 45, n. 3, p. 879-82, 2013.

MUELLER-HARVEY, I. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** London, v. 86, n. 13, p. 2010-2037, 2006. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2577 >.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrition requirements of small ruminates**: sheep, goats, cervids and world camelids. Washington, DC: The National Academy of Science Press, 2007.

NARDONE, A.; ZERVAS, G.; RONCHI, B. Sustainability of small ruminant organic systems of production. **Livestock Production Science,** Amsterdam, v. 90, p. 27-39, 2004. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622604001174 >.

NELSON, K. E. et al. Chemical and Biological Assays to Evaluate Bacterial Inhibition by Tannins. **Journal of Chemical Ecology,** New York, v. 23, n. 4, p. 1175-1194, 1997. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1023/B:JOEC.0000006394.06574.f4 >.

PATRA, A. K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** London, v. 91, n. 1, p. 24-37, 2011.

PEREIRA, L. G. R. et al. Manejo nutricional de ovinos e caprinos em regiões semi-áridas. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA - PECNORDESTE, 11., 2007, Fortaleza. **Palestras do Grupo Temático Caprinovinocultura**. Fortaleza: PecNordeste, 2007. v. 1, p. 1-12.

PEREZ, J. F. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using 15N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. **British Journal Nutrition**, London, v. 75, p. 699-709, 1996.

PIMPA, O.; BALCELLS, J. Estimation of rumen microbial protein supply from urinary purine derivatives. In: IAEA/RCA TRAINING WORKSHOP, 2002. Selangor Darul Ehsan, Malaysia: University Putra Malaysia, 2002.

PRESTON, R.L.; SCHNAKENBERG, D.D.; PFANDER, W.H. Protein utilization in ruminants: I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 86, p. 281-288, 1965.

PUCHALA, R.; KULASEK, G. W. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and excretion of purine derivatives. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 72, n. 4, p. 821-830, 1992.

SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D. M.; PELL, A. N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology,** Amsteram, v. 91, n. 1–2, p. 21-40, 2001. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840101002280 >.

SEVI, A. et al. Factors of welfare reduction in dairy sheep and goats. **Italian Journal of Animal Science**, Pavia, Italia, v. 8, suppl. 1, p. 81-101, 2009. Disponível em: < http://www.aspajournal.it/index.php/ijas/article/view/ijas.2009.s1.81 >.

SIVAKUMARAN, S. et al. Variation in antimicrobial action of proanthocyanidins from Dorycnium rectum against rumen bacteria. **Phytochemistry,** Oxford, v. 65, n. 17, p. 2485-2497, 2004.

SOLTAN, Y. A. et al. Contribution of condensed tannins and mimosine to the methane mitigation caused by feeding Leucaena leucocephala. **Archives of Animal Nutrition,** Berlin, v. 67, n. 3, p. 169-184, 2013. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1080/1745039X.2013.801139 >. Acesso em: 2014/08/17.

STAERFL, S. M. et al. Effect of feeding dried high-sugar ryegrass (‘AberMagic’) on methane and urinary nitrogen emissions of primiparous cows. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 150, n. 1–3, p. 293-301, 2012. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141312003654 >.

STEINFELD, H. et al. **Livestock’s Long Shadow**: environmental issues and options. FAO, Rome, 2006, 390 p.

TAMMINGA, S.; CHEN, X.B. Animal-based techniques for the estimation of protein value. In: GIVENS, D. I. et al. (Ed.). **Forage evaluation in ruminant nutrition**. Wallingford: CAB Publishing, 2000. cap. 11, p. 215-232.

TENNANT, B. C.; CENTER, S. A. Hepatic function. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, M. L. B. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6. ed. San Diego: Academic Press, 2008. p. 379-412.

THRALL, M. A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2006. p. 3-22.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI. T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**, 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 151-182.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Determination of rumen microbial growth in vitro from 32P-labelled phosphate incorporation. **British Journal of Nutrition,** London, v. 38, n. 1, p. 101-14, 1977.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: PIGDEN, W. J.; BALCH, C. C.; GRAHAM, M. (Ed.). **Standardization of analytical methodology for feeds**. Ottawa: International Development Research Centre, 1980. p. 49-60.

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,** Lancaster, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VITTI, D. M. S. S.; SILVA FILHO, J. C.; ABDALLA, A. L. Phosphorus availability for rumen microorganisms: effect of different sources. **Journal of Nuclear Agriculture and Biology**, New Delhi, v. 7, p. 186-187, 1988.

WAGHORN, G. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production - Progress and challenges. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 147, n. 1, p. 116-139, 2008. Disponível em: < http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(07)00361-6/abstract>.

WAGHORN, G. C. et al. Effects of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on its nutritive value for sheep. 2. Nitrogenous aspects. **Journal of Agricultural Science,** Cambridge, v. 123, p. 109-119, 1994. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600067836 >.

WAGHORN, G. C.; SHELTON, I. D. Effect of condensed tannins in Lotus corniculatus on the nutritive value of pasture for sheep. **Journal of Agricultural Science,** Cambridge, v. 128, n. 3, p. 365-372, 1997. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859697004218 >.

WANG, Y. et al. Effect of condensed tannins upon the performance of lambs grazing *Lotus corniculatus* and lucerne (*Medicago sativa*). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 126, n. 1, p. 87-98, 1996. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600088833.

4 Características de carcaça, componentes não carcaça, coloração e perfil de ácidos graxos da carne de ovinos alimentados com dietas contendo babaçu e mofumbo

Resumo

Quando as folhas de árvores e arbustos ricos em taninos são incorporadas na dieta de pequenos ruminantes, o potencial de produção e a qualidade da carne pode ser afetada, inclusive com implicações para a saúde humana. Objetivou-se com este estudo avaliar as características de carcaça, coloração e perfil de ácidos graxos da carne de ovinos alimentados com as folhas da *Orbignya phalerata* (Babaçu) e *Combretum leprosum* (Mofumbo). Durante 57 dias 15 ovinos Santa Inês (PV = 20,4 ± 1,64 kg) receberam a inclusão das plantas como substituição de 30 % do feno de *Cynodon dactylon* (Tifton-85) em dietas com relação concentrado:volumoso de 50:50, resultando em três tratamentos, cada um fornecido a cinco animais: Controle, Babaçu e Mofumbo. No abate, as seguintes determinações foram realizadas: peso vivo em jejum, peso de órgãos, peso e rendimentos da carcaça, medidas morfométricas da carcaça, coloração, cobertura de gordura e conformação da carcaça, peso do pernil e medidas de pH. Esses parâmetros avaliados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram coletadas e encaminhadas para determinação do perfil de ácidos graxos. O tratamento Controle apresentou menor quantidade do ácido graxo C12:0 ($P < 0,10$). O ácido graxo C14:1 *cis*-9 foi encontrado em maior quantidade no tratamento Babaçu quando comparado ao tratamento Controle ($P < 0,10$). O tratamento Mofumbo apresentou maior quantidade dos ácidos graxos C16:1 *cis*-9 e C18:1 *cis*-9 quando comparado ao tratamento Babaçu ($P < 0,10$). A quantidade do ácido graxo C18:1 *cis*-11 foi maior no tratamento Mofumbo quando comparado ao tratamento Controle ($P < 0,10$). Não foram observadas diferenças entre os tratamentos ($P > 0,10$) no total de ácidos graxos saturados (SFA), insaturados (UFA), desejáveis (DFA), monossaturados (MUFA), poli-insaturados (PUFA), com insaturação n-6 e n-3, e nas relações n-6:n-3, UFA:SFA e PUFA:SFA. O tratamento Mofumbo apresentou maiores valores da estimativa de atividade da enzima Δ^9-dessaturase C16 ($P < 0,10$). Efeito linear positivo ($P = 0,01$) foi observado quando se analisou a estimativa de atividade da enzima Δ^9-dessaturase C18 e os teores de TC nas dietas. Conclui-se que a inclusão das folhas das plantas estudadas não comprometeu o potencial de produção e qualidade da carne dos animais, podendo ser utilizadas como ingrediente na alimentação de ovinos.

Palavras-chave: Taninos. Produção de carne ovina. Δ^9-dessaturase.

4.1 Introdução

O aumento eficiente da produção de carne ovina, aliado à diferenciação e agregação de valor de um produto que atenda as exigências dos consumidores, é uma maneira de garantir boa participação deste tipo de carne no mercado mundial (MONTOSSI et al., 2013).

Para um grande segmento de consumidores, além de fatores como o frescor e sabor da carne, há uma crescente preocupação sobre a sustentabilidade de sua produção, o bem-estar animal e seus potenciais danos ao meio ambiente e a saúde humana (FONT I FURNOLS et al., 2006; 2009; GARNIER; KLONT; PLATOW, 2003; GRUNERT et al., 2006; SAUNDERS; GUENTHER; DRIVER, 2010; TILMAN et al., 2002; TROY; KERRY, 2010).

A alimentação animal é um dos fatores mais importantes na ovinocultura e considerada como o principal aspecto relacionado à qualidade da carne ovina (SEPÚLVEDA; MAZA; PARDOS, 2011). Quando a alimentação animal baseada em pastagem é comprometida, os pequenos ruminantes podem incorporar as folhas de outras plantas em suas dietas, como árvores e arbustos. No entanto, uma grande variedade destas plantas é rica em taninos que, segundo Priolo e Vasta (2007), podem afetar a qualidade da carne em vários aspectos, entre eles os relacionados à coloração e composição de ácidos graxos, o que tem despertado interesse devido às suas implicações para a saúde humana (PRIOLO et al., 2003; RAES et al., 2004).

No Brasil, o peso da carcaça é o principal fator de remuneração aos produtores e o perfil dos ácidos graxos geralmente apresenta pouca influência no valor comercial da carcaça, no entanto, suas propriedades físicas e químicas podem influenciar diretamente as qualidades nutricionais, sensoriais e de conservação da carne (MADRUGA et al., 2003).

Uma grande variedade de espécies taniníferas encontradas no Brasil pode ser utilizada na alimentação de ruminantes, entre elas, o Babaçu e o Mofumbo, plantas que são consumidas por ovinos (MEIER et al., 2014), sem que sejam encontradas na literatura informações acerca de seus possíveis efeitos no potencial de produção e qualidade da carne destes animais.

Com este estudo, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão das folhas destas duas plantas como ingrediente na alimentação de ovinos, sobre as características de carcaça, componentes não carcaça, coloração e perfil de ácidos graxos da carne destes animais.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Locais e Tratamentos

O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – CEUA-ESALQ/USP (protocolo N. 2013-7) e desenvolvido durante o ano de 2013 no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, localizado no município de Piracicaba - SP, Brasil (LANA-CENA/USP). Durante 57 dias, 15 ovinos Santa Inês receberam as dietas experimentais formuladas com valores equilibrados de proteína e relação concentrado:volumoso de 50:50, elaboradas com base na utilização das folhas das plantas taniníferas *Orbignya phalerata* (Babaçu) e *Combretum leprosum* (Mofumbo) como substituição de 30 % do feno de *Cynodon dactylon* (Tifton-85), resultando em três tratamentos, cada um fornecido a cinco animais: Controle, Babaçu e Mofumbo. Cada animal recebeu ainda aproximadamente 335 g/dia de mistura concentrada composta por 69 % milho triturado, 29 % farelo de soja e 2 % mistura mineral (Análises químicas e teores de fenóis totais, taninos totais e taninos totais das dietas experimentais são apresentados na Tabela 3.3 do capítulo anterior). Ao final dos ensaios no LANA/CENA-USP, a fim de avaliar as características de carcaça, segundo metodologia adaptada de Osório et al. (1998), os animais foram encaminhados para abate em frigorífico comercial, localizado no município de Boituva-SP.

4.2.2 Carcacterísticas de carcaça, componentes não carcaça e coloração da carne

Antes do abate os animais permaneceram em jejum de sólidos por 24 horas e então foram pesados para determinação do peso vivo em jejum (PVJ). O abate foi realizado segundo as normas vigentes no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1952), com insensibilização por choque elétrico e então sangria.

Após a sangria, esfola e a evisceração, o peso de pele, coração, pulmão, fígado e bolsa escrotal foi mensurado. Determinou-se também o peso da carcaça quente (PCQ) e o rendimento de carcaça quente (RCQ), através da equação:

$$RCQ = PCQ/PVJ \times 100$$

As carcaças foram então armazenadas em câmara fria (4 ºC) por 24 horas e em seguida pesadas para determinação do peso da carcaça fria (PCF). O rendimento de carcaça fria (RCF) foi calculado através da equação:

$$RCF = PCF/PVJ \times 100$$

Medidas de pH foram realizadas em um mesmo ponto nas carcaças, antes (pH carcaça quente) e após o resfriamento (pH carcaça fria), utilizando-se pHmetro portátil (Quimis Aparelhos Científicos LTDA - Modelo Q400HM, Nº de Série: 13070797). Também antes e após o resfriamento, a coloração da carne foi medida com espectrofotômetro portátil (Konica Minolta - Spectro Photometer CM – 600d) e expressas em valores colorimétricos de L* (luminosidade), a* (vermelho) e b* (amarelo).

Com a utilização de fita métrica, foram realizadas medidas morfométricas do comprimento interno da carcaça, circunferência do quadril, circunferência e comprimento do pernil. Uma análise subjetiva da cobertura de gordura foi realizada, adotando-se uma escala de 5 pontos, sendo o valor 1 para excessivamente magra e desprovida de gordura, e o valor 5 para excessivamente gorda, com escala de 0,25 ponto. A conformação da carcaça também foi analisada de forma subjetiva em uma escala de 1 a 5, sendo o valor 1 para conformação muito pobre e o valor 5 para conformação excelente. Após serem efetuados os cortes comerciais utilizados pelo abatedouro, o pernil foi separado e posteriormente pesado.

4.2.3 Perfis de Ácidos Graxos das dietas e do músculo *Longissimus dorsi* dos ovinos de cada tratamento

Amostras das dietas experimentais e dos músculos *Longissimus dorsi* foram coletadas e encaminhadas para determinação do perfil de ácidos graxos, no Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

As extrações dos lipídeos do músculo e das dietas seguiram os procedimentos de Folch et al. (1957) e foram metilados de acordo com Hara & Radin (1978). As amostras transmetiladas foram então analisadas em um cromatógrafo a gás (Focus CG-Finnigan, Thermo Finnigan, San Jose, CA) equipado com um detector de ionização de chama (FID) e coluna capilar CP-Sil 88 Varian (100 m x 0,25 μm x 0,20 μm). O hidrogênio (H_2) foi utilizado como gás de arraste, em fluxo constante de 1,8 mL/min. A programação de temperatura iniciou a 70 ºC e aumentou 13 ºC/min até 175 ºC, onde foi mantida por 27 min.

A temperatura então aumentou 4 ºC/min até 215 ºC, onde foi mantida por 9 min, seguido por um aumento de 7 ºC/min até 230 ºC, permanecendo por 5 min, totalizando 65 min. A temperatura do injetor foi de 250 ºC e a do detector foi de 300 ºC.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada por comparação dos tempos de retenção das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga (Supelco TM Component FAME Mix, Ref. nº 18919; Supelco, Bellefonte, PA, USA). Os ácidos graxos foram quantificados utilizando-se o software Chromquest 4.1 (Thermo Electron, Milão, Itália) e expressos em percentual (%).

A quantidade total de ácidos graxos desejáveis (DFA) foi determinada de acordo com Landim et al. (2011) como a soma dos ácidos graxos monossaturados (MUFA), poli-insaturados (PUFA) e ácido esteárico (C18:0):

$$DFA = MUFA + PUFA + C18:0.$$

As atividades das enzimas elongase e Δ^9-dessaturase (C16 e C18) foram determinadas conforme descrito por De Smet et al. (2004):

$$Elongase = 100 \times (C18:0 + C18:1cis\text{-}9) / (C16:0 + C16:1cis\text{-}9 + C18:0 + C18:1cis\text{-}9)$$

$$\Delta^9\text{-dessaturase } C16 = 100 \times (C16:1cis\text{-}9) / (C16:1cis\text{-}9 + C16:0)$$

$$\Delta^9\text{-desaturase } C18 = 100 \times (C18:1cis\text{-}9) / (C18:1cis\text{-}9 + C18:0).$$

O índice de aterogenecidade (ATHERO), considerado um indicador para risco de doença cardiovascular, foi calculado de acordo com Ulbricht e Southgate (1991):

$$ATHERO = (C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0) / \sum SFA + \sum PUFA.$$

Os perfis de ácidos graxos das dietas experimentais são apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Perfil de ácidos graxos (g/100 g do total de ácidos graxos) das três dietas experimentais

Perfil de ácidos graxos*	**Tratamentos**		
	Controle	**Babaçu**	**Mofumbo**
C4:0	0,12	0,11	0,12
C6:0	0,22	0,15	0,14
C12:0	0,72	0,76	0,46
C13:0 *iso*	1,46	0,58	1,27
C14:0 *iso*	0,12	0,10	0,09
C14:0	0,82	1,47	1,33
C15:0 *iso*	0,10	0,08	0,08
C15:0	0,27	0,17	0,17
C16:0	31,71	29,96	29,68
C16:1 *cis*-9	0,15	0,12	0,12
C17:0	0,44	0,79	0,69
C18:0	4,26	4,74	7,48
C18:1 *cis*-9	18,76	20,98	20,21
C18:1 *cis*-11	1,82	1,84	1,80
C18:1 *cis*-12	0,38	0,43	0,40
C18:2 *cis*-9 *cis*-12	27,49	26,85	25,71
C20:0	1,21	0,69	1,27
C18:3 n-3	6,33	6,23	4,08
C20:1	0,40	0,51	0,31
C22:0	0,71	0,49	0,92
C23:0	0,46	0,35	0,41
C24:0	1,09	1,61	1,06
SFA	43,95	42,28	45,48
UFA	55,47	57,19	53,12
MUFA	21,56	24,05	22,90
PUFA	33,91	33,14	30,23
n-6	27,58	26,89	25,78
n-3	6,33	6,23	4,13
n-6:n-3	4,35	4,31	6,23
UFA:SFA	1,26	1,35	1,17
PUFA:SFA	0,77	0,78	0,66

* - São apresentados apenas os ácidos graxos com valores maiores que 0,1 g/100 g.

4.2.4 Análise Estatística

A análise estatística dos dados coletados foi realizada por meio do programa SAS®9.2. (SAS Institute Inc., Cary NC, EUA). As variáveis obtidas foram submetidas à análise de variância utilizando-se o PROC GLM. PROC REG foi utilizado para analisar os efeitos

das concentrações de TC das dietas sobre todas as variáveis estudadas. Para as variáveis relacionadas ao perfil de ácidos graxos dos músculos *Longissimus dorsi* foi adotado o nível de significância de 10 %, nos demais procedimentos adotou-se o nível de significância de 5%.

4.3 Resultados

As médias das variáveis obtidas como forma de avaliar as características de carcaça e os componentes não carcaça dos cinco ovinos de cada tratamento são apresentadas na Tabela 4.2. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 4.2 – Médias dos parâmetros característicos da carcaça e componentes não carcaça dos ovinos de cada tratamento

Parâmetros	Tratamentos			EPM
	Controle	Babaçu	Mofumbo	
	Características da carcaça			
Peso vivo em jejum (kg)	28,10	28,70	27,60	3,615
Peso da carcaça quente (kg)	11,36	11,48	11,32	1,792
pH (carcaça quente)	6,63	6,77	6,58	0,125
Peso da carcaça fria (kg)	11,19	11,31	11,15	1,765
pH (carcaça fria)	6,34	6,37	6,25	0,141
Rendimento da carcaça quente (%)	40,01	39,65	40,15	1,640
Rendimento da carcaça fria (%)	39,41	39,06	39,55	1,615
Circunferência interna da carcaça (cm)	49,00	49,20	48,20	1,740
Circunferência do quadril (cm)	69,40	70,00	68,40	2,451
Circunferência do pernil (cm)	33,40	34,20	34,00	1,871
Comprimento do pernil (cm)	31,40	31,80	30,80	1,175
Peso do pernil (kg)	1,59	1,66	1,79	0,254
Conformação da carcaça*	3,00	2,90	3,00	0,346
Gordura de cobertura*	1,90	2,30	2,50	0,474
	Componentes não carcaça (kg)			
Pele (kg)	1,99	1,79	1,85	0,287
Coração (kg)	0,13	0,13	0,13	0,010
Pulmão (kg)	0,31	0,31	0,30	0,042
Fígado (kg)	0,38	0,36	0,36	0,044
Escroto (kg)	0,29	0,31	0,27	0,055

* – Conformação da carcaça: escala subjetiva de 5 pontos, sendo o valor 1 para carcaça muito pobre e o valor 5 para conformação excelente, com escala de 0,25 ponto; Gordura de cobertura: escala subjetiva de 5 pontos, sendo o valor 1 para carcaça excessivamente magra e desprovida de gordura, e o valor 5 para excessivamente gorda, com escala de 0,25 ponto.
EPM – Erro padrão da média.

As médias de coloração da carne dos ovinos de cada tratamento são apresentadas na Tabela 4.3. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

Tabela 4.3 – Médias dos valores colorimétricos obtidos na carne dos cinco ovinos machos de cada tratamento

Coloração	**Tratamentos**			**EPM**
	Controle	**Babaçu**	**Mofumbo**	
L*	44,19	43,62	43,36	1,484
a*	8,55	8,59	9,12	0,684
b*	11,04	10,67	10,86	0,939

L: valores colorimétricos de luminosidade; a: valores colorimétricos de vermelho; b: valores colorimétricos de amarelo.
EPM – Erro padrão da média.

Os perfis de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* dos ovinos de cada tratamento são apresentados na Tabela 4.4. O tratamento Controle apresentou menor ($P < 0,10$) quantidade do ácido graxo C12:0 (Láurico) em relação aos tratamentos Babaçu e Mofumbo. O ácido graxo C14:1 *cis*-9 (Miristoleico) foi encontrado em maior ($P < 0,10$) quantidade no tratamento Babaçu quando comparado ao tratamento Controle, sem que ambos diferissem do tratamento Mofumbo. O tratamento Mofumbo apresentou maior ($P < 0,10$) quantidade dos ácidos graxos C16:1 *cis*-9 (Palmítoleico) e C18:1 *cis*-9 quando comparado ao tratamento Babaçu, sem que os dois tratamentos diferissem do Controle. A quantidade do ácido graxo C18:1 *cis*-11 foi maior ($P < 0,10$) no tratamento Mofumbo quando comparado ao tratamento Controle, sem que ambos diferissem do tratamento Babaçu.

Tabela 4.4 – Média do perfil de ácidos graxos (g/100 g do total de ácidos graxos) do músculo *Longissimus dorsi* dos ovinos de cada tratamento

Perfil de ácidos graxos*	Tratamentos			EPM
	Controle	Babaçu	Mofumbo	
C10:0	0,22	0,18	0,18	0,024
C12:0	0,20 [b]	0,43 [a]	0,33 [a]	0,049
C14:0 *iso*	0,05	0,05	0,05	0,016
C14:0	3,19	4,55	4,45	0,430
C15:0 *iso*	0,26	0,23	0,20	0,024
C15:0 *anteiso*	0,32	0,32	0,26	0,045
C14:1 *cis*-9	0,08 [b]	0,14 [a]	0,12 [ab]	0,018
C15:0	0,54	0,60	0,49	0,053
C16:0 *iso*	0,18	0,15	0,13	0,023
C16:0	23,24	22,47	22,07	1,251
C17:0 *iso*	0,31	0,30	0,23	0,027
C16:1 *cis*-9	1,93 [ab]	1,79 [b]	2,21 [a]	0,119
C17:0	1,20	1,08	1,17	0,092
C17:1	0,49	0,33	0,61	0,088
C18:0	22,47	22,79	17,29	2,029
C18:1 *t*6-*t*7-*t*8-*t*9	0,66	0,66	0,51	0,132
C18:1 *t*10-*t*11-*t*12	2,04	2,01	2,40	0,388
C18:1 *cis*-9	33,92 [ab]	31,83 [b]	37,93 [a]	1,718
C18:1 *cis*-11	2,51 [b]	2,92 [ab]	3,30 [a]	0,210
C18:1 *cis*-12	1,01	0,77	1,05	0,136
C18:1 *cis*-13	0,36	0,34	0,52	0,110
C18:1 *cis*-15	0,11	0,12	0,11	0,023
C18:2 *cis*-9 *cis*-12 n-6	2,35	3,08	2,53	0,294
C18:3 n-6	0,22	0,22	0,19	0,019
C20:1	0,09	0,10	0,09	0,008
C18:2 *cis*-9 *t*11	0,42	0,48	0,58	0,081
C20:3 n-6	0,04	0,06	0,02	0,018
C20:4 n-6	0,54	0,82	0,23	0,250
C22:5 n-3	0,09	0,17	0,06	0,038

[*] - São apresentados apenas os ácidos graxos com valores maiores que 0,05 g / 100 g.
[a,b] - Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (P < 0,10).
EPM – Erro padrão da média.

A quantidade total de ácidos graxos saturados (SFA), insaturados (UFA), desejáveis (DFA), monossaturados (MUFA), poli-insaturados (PUFA), ácidos graxos com insaturação n-6 e n-3, relações n-6:n-3, UFA:SFA e PUFA:SFA, a atividades das enzimas elongase e Δ^9-dessaturase (C16 e C18), e o índice de aterogenecidade (ATHERO) dos músculos *Longissimus dorsi* dos ovinos de cada tratamento são apresentados na Tabela 4.5. Diferenças significativas entre os tratamentos foram observadas na estimativa de atividade da enzima Δ^9-dessaturase C16, sendo que o tratamento Mofumbo apresentou valores maiores (P < 0,10)

que os dos tratamentos Babaçu e Controle, que não diferiram entre si. Efeito linear positivo ($y = 0,55x + 7,34$; $R^2 = 0,37$ e $P = 0,01$) foi observado quando se analisou a estimativa de atividade da enzima Δ^9-dessaturase C18 e os teores de TC nas dietas.

Tabela 4.5 – Médias do total de ácidos graxos saturados (SFA), insaturados (UFA), desejáveis (DFA), monossaturados (MUFA), poli-insaturados (PUFA), ácidos graxos com insaturação n-6 e n-3, relações n-6:n-3, UFA:SFA e PUFA:SFA, da atividade das enzimas elongase e Δ^9-desaturase (C16 e C18), e o índice de aterogenecidade (ATHERO) dos músculos *Longissimus dorsi* dos ovinos de cada tratamento

	Tratamentos			
	Controle	**Babaçu**	**Mofumbo**	**EPM**
SFA	52,32	53,30	49,01	2,424
UFA	47,05	46,05	50.45	2,456
MUFA	43,28	41,10	46,58	2,802
PUFA	3,76	4,95	3,86	0,536
n-6	2,96	4,00	2,98	0,527
n-3	0,34	0,44	0,33	0,076
n-6:n-3	8.42	9,22	9,69	0,944
UFA:SFA	0,92	0,86	1,04	0,095
PUFA:SFA	0,07	0,09	0,07	0,008
DFA	69,53	68,85	69,82	1,390
Δ^9-dessaturase C16	7,69 [b]	7,31 [b]	8,92 [a]	0,495
Δ^9-dessaturase C18	59,96	58,51	65,33	3,965
ELONGASE	69,00	69,07	69,40	1,574
ATHERO	0,65	0,71	0,75	0,059

[a,b] - Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística ($P < 0,10$).
EPM – Erro padrão da média.

4.4 Discussão

O peso vivo em jejum dos animais no momento do abate não diferiu entre os tratamentos e foram próximos aos 30 kg que tem sido o peso ideal de abate de ovinos da mesma raça no Brasil (PAIM et al., 2011).

A carcaça do animal é o produto final do sistema de produção de carne e suas características podem ser mensuradas e avaliadas (SILVA, 2008), levando em consideração a nutrição, genótipo, idade, sexo e outros fatores relacionados ao crescimento de ovinos.

As diferentes dietas não afetaram as variáveis relacionadas às características de carcaça e os componentes não carcaça (P > 0,05). Em linhas gerais, o aporte nutricional das dietas foi semelhante, diferindo apenas nos teores de TC (Controle = 0; Babaçu = 9 e Mofumbo = 28 g TC/kg MS), que segundo Priolo e Vasta (2007), podem afetar a qualidade da carne nos aspectos relacionados à coloração e composição de ácidos graxos.

Um dos aspectos mais marcantes da transformação do músculo em carne é uma diminuição de seu pH, que determina a qualidade e o tempo de prateleira do produto (Embrapa, 2009). Decorrido o abate, a carne ovina normalmente atinge valores de pH entre 5,5 e 5,8 (PRATES, 2000; SILVA SOBRINHO, 2005). Neste trabalho, os valores de pH encontrados (entre 6,2 e 6,7) não diferiram entre os tratamentos e foram mais elevados que o esperado, fato que pode ser explicado por erro na determinação com pHmetro portátil, uma vez que as variáveis de coloração (L*, a* e b*), dependentes de pH, não estavam alteradas. Priolo et al. (2005), trabalhando com cordeiros machos da raça Comisana alimentados com a Sula (*Hedysarum coronarium*, 17,8 g TC/kg MS), também não observaram diferenças dos valores de pH entre tratamentos, e observaram valores médios de 5,63, dentro da faixa considerada normal para ovinos.

O peso do fígado dos animais alimentados com as plantas testadas não diferiu dos animais controle, o que poderia ocorrer caso os níveis de compostos anti-nutricionais, como os teores de TC, estivessem elevados e processos de desintoxicação fossem necessários (ASSEFA et al., 2008).

No presente trabalho, os teores e atividades biológicas específicas dos TC das dietas podem ter sido os motivos de não serem observados efeitos sobre a coloração da carne, pois Priolo et al. (1998), em trabalho onde os ovinos da raça Comisana foram alimentados com alfarrobeira (*Ceratonia siliqua*, 12,4 g TC/kg MS) em substituição parcial de cevada, observaram maiores valores colorimétricos de luminosidade (L*). Avaliando o efeito específico dos taninos da alfarrobeira (25 g TC/kg MS) no crescimento e qualidade da carne de cordeiros, Priolo et al. (2000) demonstraram que quando o efeito do tanino foi eliminado, a coloração da carne foi significativamente mais escura (menores valores de L*). Maiores valores de luminosidade também foram encontrados por Priolo et al. (2005) na carne de cordeiros da raça Comisana alimentados com Sula (17,8 g TC/kg MS).

Os resultados encontrados na literatura indicam que os taninos de diferentes espécies de plantas têm efeitos similares na coloração da carne de cordeiros, aumentando os valores colorimétricos de luminosidade e consequentemente tornando-as mais claras, entretanto, o mecanismo de ação dos taninos na coloração ainda não está bem definido (PRIOLO; VASTA, 2007).

Segundo De La Torre et al. (2006) e Schmid et al. (2006), alguns dos fatores que podem interferir na composição de ácidos graxos da carne são: a dieta utilizada, o grupo genético e a idade de abate. Utilizando animais de mesma raça, abatidos com idade similar, eventuais diferenças entre os tratamentos no parâmetro perfil de ácidos graxos na carne seriam resultantes da dieta a qual os animais estavam submetidos.

A capacidade dos taninos de modificar a composição de ácidos graxos de produtos alimentares derivados de ruminantes tem recebido atenção, uma vez que podem exercer atividade de seleção sobre os microrganismos ruminais, afetando o processo de biohidrogenação e alterando as características nutricionais destes produtos (PATRA; SAXENA, 2011).

Vários gêneros de bactérias estão relacionados ao processo de biohidrogenação ruminal, e segundo Harfoot e Hazlewood (1997) e Maia et al. (2007), a diminuição nas populações de *Fusocillus* e *Clostridium*, sem que a população de *Butyrivibro* seja afetada, pode promover uma quantidade de ácido graxo vacênico e ácido linoleico conjugado (CLA).

Os CLAs representam os isômeros *cis* e *trans* do ácido graxo linoleico (C18:2), com ligações duplas conjugadas como, por exemplo, o ácido graxo rumenico (C18:2 *cis*-9 *t*11) e o ácido graxo C18:2 *t*10 *cis*-12. O aumento nas concentrações de CLAs nos alimentos derivados de ruminantes é de interesse pois a eles têm sido atribuídos efeitos anticarcinogênicos (BHATTACHARYA et al., 2006) e favoráveis à saúde humana (PRIOLO; VASTA, 2007). Neste trabalho, as concentrações de CLAs não diferiram entre os tratamentos

De acordo com Daley et al. (2010), o consumo total de CLAs deve levar em consideração a suas quantidades e também a do ácido graxo trans-vacênico (C18:1 *t*11) presente na dieta. As carnes dos animais não apresentaram valores de CLAs e C18:1 *t*10-*t*11-*t*12 (ácidos graxos constituídos principalmente por ácido graxo trans-vacênico) que diferiram entre os tratamentos ($P > 0,10$). Estes resultados são diferentes aos encontrados por Vasta et al. (2007) que observaram menor teor de CLA e C18:1 *t*11 na carne de cordeiros alimentados em dietas (27 g TC/kg MS) contendo a taninífera Carob (*Ceratonia siliqua* L.).

Além de diferentes teores de TC (Controle = 0; Babaçu = 9 e Mofumbo = 28 g TC/kg MS), as dietas experimentais também apresentaram perfis de ácidos graxos não similares quanto aos valores dos ácidos graxos C6:0, C12:0, C13:0 *iso*, C15:0, C17:0 e C20:0.

Diferenças entre os tratamentos no perfil de ácidos graxos das carnes foram observadas na quantidade dos ácidos graxos C12:0 (Láurico), C14:1 *cis*-9 (Miristoleico), C16:1 *cis*-9 (Palmítoleico), C18:1 *cis*-9 e C18:1 *cis*-11. Entretanto, isto não resultou em diferenças significativas ($P > 0,10$) no total de SFA, UFA, DFA, MUFA, PUFA, ácidos graxos com insaturação n-6 e n-3, nas relações n-6:n-3, UFA:SFA, PUFA:SFA e no índice de aterogenecidade (ATHERO) dos músculos *Longissimus dorsi* dos ovinos de cada tratamento.

Diferentemente do presente trabalho, onde não foram observados efeitos dietas com diferentes teores de TC no total de ácidos graxos (SFA, UFA, DFA, MUFA, PUFA, n-6 e n-3) e nas relações (n-6:n-3, UFA:SFA, PUFA:SFA), Priolo et al. (2005), encontraram na carne de cordeiros alimentados com Sula (17,8 g TC/kg MS) uma menor proporção de ácidos graxos saturados, altos teores de ácidos graxos n-3 e CLA, além de baixos teores de ácido graxos n-6 quando comparada a carne de animais alimentados com dietas sem a presença de taninos.

Segundo Vasta et al. (2009), os taninos também podem, indiretamente, regular a expressão da enzima Δ^9-dessaturase nos tecidos através da modulação da absorção de ácidos graxos no rúmen, resultando em alterações de suas composições nos tecidos.

Uma maior atividade da enzima Δ^9-dessaturase C16 foi observada nos animais do tratamento Mofumbo em comparação aos tratamentos Controle e Babaçu, que não diferiram entre si. Segundo Malau-Aduli et al. (1998), esta enzima é responsável pela conversão do ácido graxo C16:0 (Palmítico) em seu correspondente monoinsaturado com ligação dupla no carbono 9 (C16:1 *cis*-9). Este resultado pode estar relacionado com a maior ($P < 0,10$) quantidade do ácido graxo C16:1 *cis*-9 encontrada nos músculos dos ovinos do tratamento Mofumbo quando comparado aos do tratamento Babaçu, entretanto ambos não diferiram do tratamento Controle.

A estimativa da atividade da enzima Δ^9-dessaturase C18, responsável pela conversão do ácido graxo C18:0 em ácido graxo monoinsaturado C18:1 *cis*-9 (MALAU-ADULI et al., 1998), não apresentou diferença significativa ($P > 0,10$) entre os tratamentos, entretanto efeito linear positivo significativo ($y = 0,55x + 7,34$; $R^2 = 0,37$ e $P = 0,01$) foi observado quando se analisou a atividade e os teores de TC nas dietas. Maior quantidade do ácido graxo

C18:0 *cis*-9 foi encontrada nos músculos dos animais do tratamento Mofumbo (P < 0,10), que possuí maior teor de TC, quando comparados aos do tratamento Babaçu, sem que ambos diferissem do tratamento Controle.

4.5 Conclusão

Os diferentes tratamentos apresentaram efeito sobre a quantidade de alguns ácidos graxos e atividade da enzima Δ^9-dessaturase C16 no músculo *Longissimus dorsi* dos ovinos de cada tratamento, sem que isto ocasionasse alterações nas variáveis utilizadas para determinar sua qualidade como pH, coloração, SFA, UFA, DFA, MUFA, PUFA, relações n-6:n-3, UFA:SFA, PUFA:SFA e ATHERO. Isto, aliado ao fato de também não terem afetado as variáveis relacionadas às características de carcaça, componentes não carcaça e coloração, sendo todos estes atributos relacionados com a aceitação da carne pelos consumidores, demonstram que a inclusão das plantas na dieta dos ovinos não comprometeu potencial de produção e qualidade da carne dos animais, assim podendo serem utilizadas como ingrediente na alimentação de ovinos.

Referências

ASSEFA, G. et al. Evaluation of tagasaste (Chamaecytisus palmensis) forage as a substitute for concentrate in diets of sheep. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 114, p. 296-304, 2008. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141307003617 >.

BHATTACHARYA, A. et al. Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 17, n. 12, p. 789-810, 2006.

BRASIL. Casa Civil. Decreto Nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA. **Diário Oficial da União**, Brasília DF, p. 10.785, 07 jul. 1952.

DALEY, C. et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal,** London, v. 9, n. 1, p. 10, 2010. Disponível em: < http://www.nutritionj.com/content/9/1/10 >.

DE LA TORRE, A. et al. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. **Meat Science,** Barking, v. 73, n. 2, p. 258-268, 2006. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174005004328 >.

DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, Les Ulis, v. 53, n. 2, p. 81-98, 2004.

EMBRAPA. **Noções de ciência da carne**. In: CURSO CONHECENDO A CARNE QUE VOCÊ CONSOME, 1., 1999, Campo Grande, MS. **Qualidade da carne bovina**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1999. p. 7-22. (Documentos, 77). Disponível em: < http://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc_pdf/DOC077.pdf > Acesso em: 9 set. 2014.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry,** Baltimore, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

FONT I FURNOLS, M. et al. Acceptability of lamb meat from different producing systems and ageing time to German, Spanish and British consumers. **Meat Science,** Barking, v. 72, n. 3, p. 545-554, 2006. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174005003384 >.

FONT I FURNOLS, M. et al. Acceptability of lamb fed on pasture, concentrate or combinations of both systems by European consumers. **Meat Science,** Barking, v. 81, n. 1, p. 196-202, 2009. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174008002428 >.

GARNIER, J.-P.; KLONT, R.; PLASTOW, G. The potential impact of current animal research on the meat industry and consumer attitudes towards meat. **Meat Science,** Barking, v. 63, n. 1, p. 79-88, 2003. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174002000591 >.

GRUNERT, K. G. Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. **Meat Science,** Barking, v. 74, n. 1, p. 149-160, 2006. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174006001185 >.

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry,** New York, v. 90, n. 1, p. 420-426, 1978. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0003269778900465 >.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1997. p. 382–426.

LANDIM, A. V. et al. Fatty acid profile of hair lambs and their crossbreds slaughtered at different weights. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburg, v. 43, n. 8, p. 1561-6, 2011.

MADRUGA, S. M. Fatores que afetam a qualidade da carne caprina e ovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OVINOS E CAPRINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais**... João Pessoa: SINCORTE, 2003. 1 CD ROM.

MALAU-ADULI, A. E. O. et al. Breed comparison of the fatty acid composition of muscle phospholipids in jersey and limousin cattle. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 76, n. 3, p. 766-773, 1998. Disponível em: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0032011268&partnerID=40&md5=6c041206027f80b1c92b7d8823557f74>.

MAIA, M. R. et al. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie Van Leeuwenhoek,** Dordrecht, v. 91, n. 4, p. 303-314, 2007.

MEIER, J. S. et al. Effect of offering a multiple choice among Brazilian woody plants on intake and feeding behavior of experienced and inexperienced Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 121, n. 2-3, p. 271-279, 2014. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448814002144 >.

MONTOSSI, F. et al. Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. **Meat Science,** Barking, v. 95, n. 4, p. 772-789, 2013.

OSORIO, J. C. S. et al. **Métodos para avaliação de produção de carne ovina**: *in vivo*, na carcaça e na carne. Pelotas, RS: Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Zootecnia, 1998. 107p.

PAIM, T. D. P. et al. Estudo econômico da produção de cordeiros cruzados confinados abatidos em diferentes pesos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 48-57, 2011. Disponível em: < https://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/5894 >.

PATRA, A. K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture,** London, v. 91, n. 1, p. 24-37, 2011.

PRATES, J. A. M. Maturação da carne dos mamíferos: 1. Caracterização geral e modificações físicas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 95, n. 533, p. 34-41, 2000.

PRIOLO, A.; VASTA, V. Effects of tannin-containing diets on small ruminant meat quality. **Italian Journal of Animal Science**, Pavia, Italia, v. 6, suppl. 1, p. , 2007. Disponível em: < http://www.aspajournal.it/index.php/ijas/article/view/1582.

PRIOLO, A. et al. Effect of partially replacing dietary barley with 20% carob pulp on post-weaning growth, and carcass and meat characteristics of Comisana lambs. **Meat Science,** Barking, v. 50, n. 3, p. 355-363, 1998. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174098000412 >.

PRIOLO, A. et al. Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: effects on lamb growth performance and meat quality. **Journal of Animal Science,** Albany, v. 78, n. 4, p. 810-816, 2000. Disponível em: <http://www.journalofanimalscience.org/content/78/4/810.abstract>.

PRIOLO, A. et al. Partially or totally replacing soybean meal and maize by chickpeas in lamb diets: intramuscular fatty acid composition. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 108, n. 1–4, p. 215-221, 2003. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840103001664 >.

PRIOLO, A. et al. Carcass and meat quality of lambs fed fresh sulla (*Hedysarum coronarium* L.) with or without polyethylene glycol or concentrate. **Small Ruminant Research,** Amsterdam, v. 59, n. 2–3, p. 281-288, 2005. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448805001550 >.

RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology,** Amsterdam, v. 113, n. 1–4, p. 199-221, 2004.

SAUNDERS, C.; GUENTHER, M.; DRIVER, T. **Sustainability trends in key overseas markets**: market drivers and implications to increase value for New Zealand exports. Canterburry, NZ: Lincoln University, Agricultural Economics Research Unit, 2010. (Research Report, 319).

SEPÚLVEDA, W. S.; MAZA, M. T.; PARDOS, L. Aspects of quality related to the consumption and production of lamb meat. Consumers versus producers. **Meat Science,** Barking, v. 87, n. 4, p. 366-372, 2011. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010004055 >.

SILVA, N. V. et al. Características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 2, n. 4, p. 103-110, 2008.

SILVA SOBRINHO, A.G. Produção de carne ovina com qualidade. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE DA CARNE, 2., 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2005. 25p.

SCHMID, A. et al. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. **Meat Science,** Barking, v. 73, n. 1, p. 29-41, 2006. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174005003839 >.

TILMAN, D. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature,** London, v. 418, n. 6898, p. 671-677, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/nature01014>.

TROY, D. J.; KERRY, J. P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat Science,** Barking, v. 86, n. 1, p. 214-226, 2010. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010001865 >.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet,** London, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991. Disponível em: < http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/014067369191846M >.

VASTA, V. et al. Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. **Meat Science,** Barking, v. 76, n. 4, p. 739-745, 2007. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174007000708 >.

VASTA, V. et al. Delta(9) desaturase protein expression and fatty acid composition of longissimus dorsi muscle in lambs fed green herbage or concentrate with or without added tannins. **Meat Science,** Barking, v. 82, n. 3, p. 357-64, 2009.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se os resultados verificados neste trabalho, conclui-se que a utilização das folhas de Babaçu e Mofumbo são boas opções de ingredientes para a alimentação de ovinos, principalmente em locais onde se encontram disponíveis, contribuindo assim para a sustentabilidade e a viabilidade econômica da ovinocultura, além de atender aos anseios de crescente parcela de consumidores preocupados com as questões que envolvem a produção animal, o bem-estar animal e os possíveis danos ao meio ambiente e à saúde humana.

Os teores de taninos condensados das dietas formuladas com estas plantas mostraram-se seguros para o consumo dos animais, não tendo sido verificada nenhuma alteração condizente com quadros de possíveis efeitos deletérios da alta concentração destes metabólitos na alimentação de ruminantes. A substituição de 30 % do feno de Tifton-85 pelas plantas testadas não afetou o consumo e o potencial produtivo dos ovinos, tendo inclusive o Mofumbo demonstrado potencial mitigador de CH_4, o que pode ser associado à redução de impactos ambientais da atividade de produção de ruminantes.