UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

Luís Gabriel Alves Cirne
Zootecnista

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

Luís Gabriel Alves Cirne

Orientador: Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

2013

Cirne, Luís Gabriel Alves
C578d Desempenho e qualidade da carne de cordeiros alimentados com feno de amoreira. / Luís Gabriel Alves Cirne. – – Jaboticabal, 2013
xii, 83 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientador: Américo Garcia da Silva Sobrinho
Banca examinadora: Ricardo Andrade Reis, Hirasilva Borba, Edilane Aparecida da Silva, Roberto de Oliveira Roça
Bibliografia

1. Ácidos graxos. 2. Alimento alternativo. 3. Confinamento. 4. Digestibilidade. 5. Qualidade da carne. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.3:637.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

AUTOR: LUÍS GABRIEL ALVES CIRNE

ORIENTADOR: Prof. Dr. AMERICO GARCIA DA SILVA SOBRINHO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. AMERICO GARCIA DA SILVA SOBRINHO
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. RICARDO ANDRADE REIS
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. HIRASILVA BORBA
Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. EDILANE APARECIDA DA SILVA
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais / Uberaba/MG

Prof. Dr. ROBERTO DE OLIVEIRA ROÇA
Dep de Economia, Sociologia e Tecnologia / Faculdade de Ciencias Agronomicas de Botucatu

Data da realização: 01 de agosto de 2013.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LUÍS GABRIEL ALVES CIRNE - filho de Ujamar Miguel Soares Cirne e Laurinda Alves Cirne, nasceu em Salvador, Bahia, no dia 10 de novembro de 1980. Em março de 2004, ingressou no Curso de Graduação em Zootecnia, na Faculdades Associadas de Uberaba - FAZU, graduando-se em dezembro de 2007. Em março de 2009, ingressou no Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Área de Concentração em Nutrição e Alimentação Animal, no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - CCAAB/UFRB, defendendo Dissertação em fevereiro de 2011. Em março de 2011, ingressou no Curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - FCAV/Unesp, Campus de Jaboticabal, defendendo Tese em agosto de 2013.

O fato de você estar vivo é a evidência de que Deus, o mundo e
a humanidade esperam alguma contribuição de sua parte.
Portanto, é seu dever contribuir de alguma maneira
em prol de Deus, do mundo e da humanidade.

Masaharu Taniguchi

Dedico este trabalho sobretudo

Aos meus queridos e amados pais, Ujamar e Laurinda Cirne, pelo amor, carinho, conselhos, amizade, incentivo, paciência, compreensão e por não medirem esforços para realização de mais esta etapa da minha vida.

Aos meus queridos e amados irmãos Mauren Rhanes e Ujamar Filho pelo amor, carinho, conselhos, amizade, companheirismo e incentivo constante.

A todos os meus familiares em especial a minha tia Maria Helena.

A minha namorada Adelina Ferreira Gonçalves pelo amor, carinho, paciência, conselhos e dedicação.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

À minha família.

Ao Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho pela confiança, paciência, amizade, ensinamentos e inestimável orientação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade proporcionada.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de bolsas de estudo.

Ao funcionário do Laboratório de Produção Ovina, João Luiz Guariz, pela confiança, amizade, conselhos, ensinamentos, e exemplo de ser humano e profissional.

Aos colegas do Grupo de Ovinocultura Filipe Ulian Silva, Valéria Teixeira Santana, Fabiana Alves de Almeida, Carlos Renato Viegas, Thiago Henrique Borghi, Fernanda de Almeida Merlim, Ana Carolina Columbeli, Patrícia Baldi Garrido e Liziane Marques da Silva pela ajuda e convívio.

Às funcionárias Cássia Regina Carnevalli e Maria do Carmo, e a todos os professores do Departamento de Zootecnia pela atenção, contribuição e convívio diário.

Ao amigo Dr. Emanuel Almeida de Oliveira pela fundamental colaboração na correção deste material e constante ajuda no decorrer do curso.

A colega M.Sc. Fernanda Carvalho Basso pela importante ajuda nas análises de síntese de proteína microbiana.

Ao Prof. Dr. Roque Takahashi pela confiança e valiosa contribuição com a matéria-prima primordial “Amoreira” para realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa do Departamento de Ciências Exatas pela paciência, ensinamentos e contribuição nas análises estatística.

À Profa. Dr^{a}. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira pelos conselhos e por me atender em todos os momentos durante o curso.

Aos Professores Drª. Maria Regina Barbieri, Drª. Renata Helena Branco Arnandes, Drª. Wignez Henrique, Drª. Hirasilva Borba, Drª. Jane Maria Bertocco Ezequiel, Dr. Ricardo Andrade Reis e o Dr. Roberto de Oliveira Roça, além da Drª. Edilane Aparecida da Silva e Drª. Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes pelas valiosas sugestões na Defesa de Projeto, Exame Geral de Qualificação e Defesa Tese.

Aos funcionários da Fábrica de Ração, Laboratório de Nutrição Animal, Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, Pesquisa Clínica do Hospital Veterinário, Seção Técnica de Pós-graduação, Biblioteca e Pólo computacional da FCAV pela contribuição e atenção.

Aos Prof. Dr. Rodrigo Desessards Jardim e Dr. Antonio Sergio Varela Junior, além dos técnicos do Laboratório de Histologia da Universidade Federal do Rio Grande pela ajuda e colaboração na análise de comprimento de sarcômero.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação em Zootecnia Antônio Carlos Homem Júnior, Douglas de Souza Castagnino e Yuri Tatiana Granja, e da aluna de graduação em Zootecnia Mirela Machado pela colaboração.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigado!!!

SUMÁRIO

Página

DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

RESUMO xi
ABSTRACT xii

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução 1
2. Revisão da Literatura 2
   2.1. Utilização da amoreira na alimentação de ruminantes 2
   2.2. Desempenho e digestibilidade em cordeiros 3
   2.3. Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana 4
   2.4. Características qualitativas da carne 5
      2.4.1. Potencial hidrogeniônico (pH) 6
      2.4.2. Cor da carne 6
      2.4.3. Capacidade de retenção de água (CRA) 7
      2.4.4. Maciez da carne 8
      2.4.5. Composição centesimal da carne 9
      2.4.6. Colesterol e perfil de ácidos graxos 10
      2.4.7. Características sensoriais 12
3. Referências 14

CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA EM CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

RESUMO 24
ABSTRACT 25
1. Introdução 26
2. Material e métodos 27
3. Resultados e discussão 32
4. Conclusões 38
5. Referências 38

CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS E SENSORIAIS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

RESUMO 43
ABSTRACT 44
1. Introdução 45
2. Material e métodos 46
3. Resultados e discussão 51
4. Conclusões 55
5. Referências 55

CAPÍTULO 4 - CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

RESUMO 61
ABSTRACT 62
1. Introdução 63
2. Material e métodos 64
3. Resultados e discussão 69
4. Conclusões 76
5. Referências 76

DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho dos animais e as características físico-químicas, sensoriais e nutricionais da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo 0; 12,5 e 25,0% de feno de amoreira em substituição ao concentrado. Foram utilizados vinte e quatro cordeiros Ile de France, com aproximadamente 60 dias de idade e 15 kg de peso corporal, confinados em baias individuais e abatidos aos 32 kg. O consumo voluntário de nutrientes (kg/dia) não foi afetado pela inclusão de feno de amoreira no concentrado, com exceção do extrato etéreo que apresentou redução linear. Os dias em confinamento (66), ganho de peso diário (253,33 g), conversão alimentar (3,19) e a digestibilidade dos nutrientes não diferiam entre os tratamentos, embora houve aumento na excreção de nitrogênio nas fezes e redução na síntese de proteína microbiana. A inclusão de feno de amoreira na dieta não influenciou o pH da carne aos 45 min (6,45) e 24 horas (5,40) após o abate, a cor (40,85 para L*, 14,51 para a* e 4,17 para b*) às 24 horas após o abate, a capacidade de retenção de água (58,03%), a perda de peso por cozimento (41,95%), a força de cisalhamento (2,80 kgf/cm^2), o comprimento do sarcômero (1,60 µm) e a análise sensorial. A composição centesimal (75,79% de umidade, 20,86% de proteína, 2,29% de gordura e 1,05% de minerais) e o teor de colesterol (36,07 mg/100 g carne) da carne não foram alterados. Houve aumento linear na concentração dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e polinsaturados à medida que a inclusão de feno de amoreira aumentou na dieta, e efeito quadrático na concentração do ácido graxo linoleico conjugado (CLA) que apresentou valor máximo de 0,59% com inclusão de 12,56% de feno de amoreira. A inclusão de feno de amoreira na dieta elevou a concentração de ômega-3 e reduziu a relação ômega 6:ômega 3. O feno de amoreira em substituição ao concentrado mostrou-se como fonte alternativa de nutrientes na terminação de cordeiros em confinamento e melhorou as características nutricionais da carne.

Palavras-chave: ácidos graxos, alimento alternativo, confinamento, digestibilidade, qualidade da carne, saúde humana

PERFORMANCE AND QUALITY OF LAMB MEAT FED WITH MULBERRY HAY

ABSTRACT – This trial aimed to evaluate performance of the animal, microbial protein synthesis and physicochemical, sensory and nutritional characteristics of lamb meat fed diets containing 0, 12.5 and 25.0% of mulberry hay as a substitute for the concentrate. Feedlot of twenty four Ile de France lambs, average age 60 days and body weight 15 kg, were distributed in individual stall and slaughtered with 32 kg BW. Feed intake (kg/day) was not affected by the inclusion of mulberry hay in the concentrate, with exception of ether extract that shown linear reduction. Feedlot period (66 days), daily weight gain (253.33 g), feed conversion ratio (3.19) and nutrients digestibility were not affected, however there was an increase in nitrogen excretion in feces and reduced microbial protein synthesis. Inclusion of mulberry hay in the concentrate did not change meat pH at 45 min (6.45) and 24 hours (5.40) after slaughter, and the meat color for luminosity 40.85 for L*; 14.51 for a* and 4.17 for b*, 24 hours after slaughter. No change on water-holding capacity (58.03%), weight of loss during cooking (41.95%), shear force (2.80 kgf/cm^2), sarcomere length (1.60 µm), and meat sensory analysis. The centesimal composition (75.79% moisture, 20.86% protein, 2.29% fat and 1.05% minerals), and meat cholesterol content (36.07 mg/100 g) were not affected. The inclusion of mulberry hay in lamb diet increase saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids concentration, and conjugated linoleic fatty acids (CLA) concentrations shown maximum quadratic effect value of 0.59% with mulberry hay inclusions of 12.56%. Mulberry hay in lambs diet increase omega-3 concentration and decrease Omega 6:Omega 3 ratio. Mulberry hay as a substitute for the concentrate improved meat nutritional characteristics, and is a good alternative of source of nutrients for feedlot finishing lambs.

Keywords: fatty acids, alternative food, feedlot, digestibility, meat quality, human health

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 Introdução

A ovinocultura brasileira apresentou aumento considerável na produção de carne de cordeiros nos últimos 30 anos, sendo que em 1980 não ultrapassava 30 mil toneladas, chegando em 2010 a patamares de 80 mil toneladas, crescimento de 267% em três décadas (FAO, 2012). Esse crescimento foi proporcionado pelo aumento no consumo da carne ovina e ao fato de o Brasil dispor de importantes requisitos para ser exportador dessa carne, decorrentes de agentes facilitadores como extensão territorial, clima e mão de obra disponível (MADRUGA et al., 2005).

A demanda por proteína animal na alimentação humana é crescente e a carne ovina é uma das alternativas aos consumidores, sendo a mesma fonte de proteína de alto valor biológico e importantes ácidos graxos polinsaturados, como o linolênico (ômega-3) e linoleico (ômega-6), benéficos à saúde humana (REIS et al., 2001).

Um dos desafios à criação de ovinos em sistemas intensivos é a alimentação, que muitas vezes onera o sistema de produção. A nutrição e o manejo alimentar estão entre os principais fatores responsáveis pelo aumento da produtividade ovina (YAMAMOTO, 2006), e segundo Macedo et al. (2000), as estratégias de suplementação alimentar em sistemas intensivos de produção buscam reduzir a idade ao abate e melhorar a qualidade da carcaça. O farelo de soja e o grão de milho moído, fontes convencionais de nutrientes em concentrados, levam sobremaneira os custos de alimentação, sendo os alimentos alternativos de interesse para a cadeia produtiva, desde que não prejudiquem o desempenho animal e a qualidade do produto final.

A amoreira (*Morus sp.*) sempre foi explorada para a alimentação do bicho-da-seda (*Bombyx mori*), principal e único alimento deste inseto fitófago. Os trabalhos de melhoramento genético e seleção visaram à produção quantitativa e qualitativa de folhas e, assim, a amoreira vem se destacando como forrageira com boas características nutricionais para alimentação de ruminantes (SANCHEZ, 2000; SANCHEZ, 2002; VU et al., 2011). No entanto, ainda são escassas informações referentes ao uso de feno de amoreira na alimentação de cordeiros e sua repercussão no desempenho e na qualidade da carne ovina.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a inclusão (0; 12,5 e 25,0%) de feno de amoreira (*Morus sp.*) em substituição ao concentrado na alimentação de cordeiros em confinamento, por meio do desempenho, síntese de proteína microbiana, características físico-químicas, sensoriais e nutricionais da carne.

2 Revisão da literatura

2.1 Utilização da amoreira na alimentação de ruminantes

A amoreira pertence à família Moraceae (TAKAHASHI, 1988), sendo indicada como forrageira na alimentação de ruminantes devido às suas características agrostológicas como adaptação a diferentes solos e climas, fácil propagação vegetativa, capacidade de rebrota, sistema radicular pivotante, numerosas raízes secundárias e terciárias, as quais permitem crescimento vegetativo satisfatório mesmo em períodos secos do ano. Apresenta produção de massa verde de 25 a 30 t/ha/ano, teor de proteína bruta (PB) de 18 a 28% (BA; GIANG; NGOAN, 2005), nutrientes digestíveis totais (NDT) de 76% (BAMIKOLE et al., 2005), boa aceitabilidade (SANCHEZ, 2002), digestibilidade da matéria seca (MS) de 75 a 85% (BA, GIANG; NGOAN, 2005) e altas porcentagens de ácidos graxos ômega-3 (50,43%). Esses aspectos caracterizam essa planta como importante alternativa alimentar (TAKAHASHI, 1988).

A amoreira, além de sua aceitabilidade pelos ovinos e seu alto teor de proteína, apresenta elevados teores de minerais e baixa fibra em detergente neutro, menos celulose e melhor digestibilidade quando comparada ao feno de alfafa ou feno de soja (DORIGAN et al., 2004), alimentos de alto valor biológico utilizados na dieta de cordeiros. Segundo Basaglia (1993), uma vantagem da amoreira frente à maioria das forrageiras é o fato de não apresentar aumento dos carboidratos estruturais com a maturidade da planta, o que não promove redução do coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, influenciando positivamente na eficiência de utilização do alimento.

Vários trabalhos na literatura avaliaram o uso da amoreira no desempenho de ruminantes (LIU et al., 2001; SILVA, 2006; OKAMOTO et al., 2008). Entretanto pesquisas que analisam o valor nutritivo e o efeito da substituição dos nutrientes do

farelo de soja e do grão de milho moído pelos nutrientes da amoreira na alimentação de ovinos são escassas (KANDYLIS; HADJIGLORGIOU; HARIZANIS, 2009).

Okamoto et al. (2008) ao avaliarem o desempenho de borregas Santa Inês, recebendo dietas contendo cana-de-açúcar com teores crescentes de substituição por ramas de amoreira em 0, 20 e 40%, constataram ganhos de peso de 60,2; 98,7 e 115,1 g/dia e conversão alimentar de 11,71; 7,87 e 7,32, respectivamente. Benavides (1986) avaliou o desempenho de cordeiros em pastagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* cv. King grass), suplementados ou não (0 e 1,5% do peso vivo de MS) com amoreira, registrando ganhos de peso de 60 e 101 g/dia, respectivamente. González e Milera (2002) observaram comportamento semelhante no desempenho de cabritos confinados com capim-guiné (*Panicum maximum*) suplementados ou não (0 e 2,5% do peso corporal) com amoreira, com ganhos de peso de 38,0 e 86,2 g/dia, respectivamente.

2.2 Desempenho e digestibilidade em cordeiros

A terminação de cordeiros em confinamento com utilização de dietas de melhor qualidade reduz o tempo para os animais atingirem o peso ao abate, otimiza a eficiência alimentar e minimiza os problemas sanitários decorrentes de ecto e endoparasitas (BARRETO et al., 2004). Nesse modelo de produção intensiva de carne é possível obter ganhos de peso 40 a 60% superiores aos obtidos em pastagem, oferta de cordeiro para o abate ao longo do ano, redução da mortalidade e do uso de anti-helmínticos. Desse modo, é possível obter maior produção por área, flexibilização da produção, agilidade no retorno de capital, elevação na produção de carne de qualidade, produção de carcaças maiores, padronizadas, com cobertura de gordura homogênea e maior maciez (COAN; SIGNORETTI; ROSA FILHO, 2010).

A eficiência da produção animal está diretamente relacionada à capacidade de consumo e à qualidade do alimento fornecido. O consumo de matéria seca é importante no desempenho de cordeiros em confinamento, e pode ser considerado determinante na obtenção de nutrientes necessários para o atendimento das exigências de mantença e ganho de peso (SNIFFEN et al., 1993). Portanto, para que a produção de cordeiros em confinamento seja eficiente, deve-se oferecer

alimentos em quantidade e qualidade que atendam às exigências nutricionais desses animais, uma vez que é a categoria que apresenta melhor eficiência de produção, velocidade de ganho de peso e potencial para ganhos de peso de, no mínimo, 200 g/dia (SIQUEIRA, 1999).

Outro aspecto relevante a ser considerado é o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, característica importante na utilização de um ingrediente na formulação de dietas. A digestibilidade está relacionada com a cinética e a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal, além de ser diretamente influenciada pelo consumo de alimento (NRC, 1987). Nageswara, Nawab e Ogra (1996) ao avaliarem duas dietas com teores proteicos semelhantes, ambas com 40% de folhas secas de amoreira ou de neem (*Azadirachta indica*), na alimentação de caprinos, concluíram que com exceção do extrato etéreo, a digestibilidade dos demais nutrientes foi maior para o feno de amoreira.

2.3 Balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana

A determinação do balanço de nitrogênio é utilizada para quantificar retenções ou perdas de nitrogênio pelo organismo do animal, em função da diferença entre o nitrogênio consumido e o excretado nas fezes e urina (HARRIS, 1970). Essa variável é um importante indicador de ganhos ou perdas de proteína de animais alimentados com diferentes dietas. Assim, o balanço de nitrogênio constitui importante ferramenta para determinar a eficiência de utilização do nitrogênio pelos ruminantes e suas perdas para o ambiente (GENTIL et al., 2007). Anbarasu et al. (2004), ao avaliarem a substituição da proteína do concentrado constituído de farelo de soja por um concentrado contendo amoreira na dieta de caprinos, não observaram diferença no balanço de nitrogênio.

A qualidade nutritiva das dietas é fundamental para obtenção de desempenhos satisfatórios em ruminantes e um dos meios para avaliá-la é a quantificação da síntese de proteína microbiana. As exigências proteicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos provenientes principalmente da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína de origem alimentar não degradada no rúmen (VALADARES FILHO, 1995). A síntese de proteína microbiana no rúmen supre de 60 a 85% das exigências para

mantença, crescimento, gestação e lactação em ruminantes (TIMMERMANS Jr. et al., 2000; DALY et al., 2001).

O tipo de volumoso utilizado na dieta influencia a síntese microbiana, ao promover alterações no pH e na taxa de passagem, principais modificadores químicos e fisiológicos da fermentação ruminal (HOOVER; STOKES, 1991). Osmari (2007), ao avaliar a produção e qualidade do leite em cabras ½ Boer ½ Saanen, em lactação, em pastagem de aveia-preta (Avena strigosa *Screbe*) e tifton-85 (*Tifton spp.*), suplementadas com silagem de sorgo, silagem de milho e feno de amoreira *ad libitum*, verificou que a inclusão de feno de amoreira aumentou o pH ruminal em relação às silagens.

2.4 Características qualitativas da carne

O termo qualidade da carne pressupõe um conceito complexo, decorrente de diversos aspectos inter-relacionados, que engloba todas as etapas da cadeia agroindustrial, desde o nascimento do animal até o consumo da carne. Diversos fatores influenciam a qualidade da carne ovina (OKEUDO; MOSS, 2005) classificados em intrínsecos (espécie, raça, sexo e idade) e extrínsecos ao animal (nutrição, ambiente e manejos pré e pós abate). Esses fatores afetam a estrutura muscular e bioquímica do músculo *post mortem*, agindo sobre os atributos sensoriais e tecnológicos da carne (HOPKINS; FOGARTY, 1998; GARDENER et al., 1999; ROTA et al., 2006).

Dentre os fatores intrínsecos e extrínsecos que influenciam o crescimento animal e, consequentemente, a composição tecidual, destaca-se a alimentação, tendo em vista que a produtividade é influenciada pela quantidade e qualidade de nutrientes consumidos. Considerando a importância da nutrição sobre o efeito na produção e nas características gerais da carne, são necessários estudos sobre a influência da alimentação na qualidade da carne ovina.

A aceitação da carne pelo consumidor pode ser influenciada, tanto do ponto de vista nutricional como em relação às qualidades físicas (SAÑUDO, 2002). Entretanto, para que o produto tenha boa aceitação pelo consumidor, deve-se procurar produzir carnes que atendam às necessidades de mercado. A busca por alimentos mais saudáveis e a maior exigência em relação à qualidade dos produtos

direcionou parte do nicho de mercado. As carnes de melhor atributo nutricional e sensorial, mais saudáveis e, em alguns casos, com propriedades funcionais benéficas à saúde humana passaram a ser preferência.

2.4.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é o principal indicador da qualidade final da carne. Normalmente, na primeira hora *post mortem* o pH declina de 7,2 para aproximadamente 6,2. Com a sangria, não há mais circulação, ou seja, não há mais oxigênio no músculo. O glicogênio muscular, fonte de energia, antes do abate usava oxigênio e gerava energia na forma de ATP. Após a sangria, o glicogênio muscular presente na carne segue a via glicolítica anaeróbica para gerar energia e tem como produto final o ácido lático. Sem a corrente sanguínea, o ácido lático não pode ser levado até o fígado para ser metabolizado e acumula-se no tecido muscular, provocando a queda do pH. O pH final da carne de cordeiro, 24 horas após abate, está em torno de 5,6, estabelecendo o *rigor mortis*. Quando o pH atinge esse valor ocorre a inibição das enzimas glicolíticas e a glicólise anaeróbica paralisa (LAWRIE, 2005).

Dada a boa relação existente entre o pH e o processo de transformação do músculo em carne, essa característica constitui boa medida para avaliar a qualidade da carne como produto final desse processo. Tanto o pH final quanto a velocidade de sua queda durante a transformação do músculo em carne afetam suas características sensoriais e tecnológicas (CEZAR; SOUSA, 2007).

De acordo com Sañudo (1980), o pH da carne pode ser influenciado por fatores extrínsecos como a alimentação. Madruga et al. (2008), ao avaliarem a inclusão (16,7; 33,3 e 50,0%) de feno de flor-de-seda (*Calotropis procera* Sw) na dieta de cordeiros Santa Inês em confinamento, observaram aumento ($P<0,05$) no pH final da carne, 24 horas após o abate, com a maior participação do feno na dieta.

2.4.2 Cor da carne

A cor da carne provoca uma sensação complexa, resultante de uma série de fenômenos percebidos simultaneamente e que dependem da própria carne (tamanho, forma e constituição), da luz (intensidade e ângulo de incidência), e do observador (sistema visual, estímulos, experiência em situações de observação

semelhantes ou relacionadas), de forma que em sua percepção estão envolvidos aspectos subjetivos e psicológicos (CEZAR; SOUSA, 2007). É o atributo sensorial que o consumidor considera mais importante no momento de decidir a compra da carne, preferindo a carne de cor vermelha brilhante, enquanto rejeita aquelas de cores mais escuras e sem brilho, associada a animais velhos e, menor maciez (SAINZ, 1996).

Segundo Sgarbieri (1996), a cor natural das carnes vermelhas depende da concentração das proteínas hemoglobina e mioglobina em suas formas oxigenadas (oxihemoglobina HbO_2 e oximioglobina MbO_2), sendo a mioglobina responsável por 80 a 90% do total de pigmentos da carne. A cor pode ser mensurada de forma subjetiva por meio de escalas de cores, ou de forma objetiva, utilizando-se colorímetro, que determina as coordenadas L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo), desenvolvido em 1976 pela CIE (Comissão Internacional de Iluminação). A carne ovina normalmente apresenta valores de 30,03 a 49,47 para L*; 8,24 a 23,53 para a* e de 3,38 a 11,10 para b* (SAÑUDO et al., 2000; WARRIS, 2003; SOUZA et al., 2004).

2.4.3 Capacidade de retenção de água (CRA)

A CRA é uma propriedade de importância fundamental em termos de qualidade, tanto na carne destinada ao consumo direto, quanto para a carne destinada à industrialização. É uma variável físico-química que pode ser definida como o maior ou menor nível de fixação de água nas cadeias de actinomiosina do músculo (SAÑUDO; SIERRA, 1993), sendo avaliada por meio da capacidade da carne em reter umidade ou água durante a aplicação de forças externas, como corte, aquecimento, trituração, prensagem ou centrifugação (HAMM, 1960; HEDRICK et al., 1994; FERNANDES de SÁ, 2004). Entretanto, durante aplicação suave de qualquer um desses tratamentos, há perda de umidade, devido parte da água presente na carne encontrar-se na forma livre (ROÇA, 2000).

Esta propriedade, que influencia no aspecto e na palatabilidade, está diretamente relacionada às perdas de água antes e durante o cozimento (BRESSAN, 1998; MENDES; MOREIRA; GARCIA, 2003). A perda excessiva de água não é desejável ao consumidor e tampouco à indústria. Ao primeiro, porque

provoca perdas nas características sensoriais da carne, como a textura, a maciez, a coloração e a suculência, tornando-a pouco atrativa. Ao segundo, porque as perdas de peso, palatabilidade e valor nutritivo constituem problemas graves para a indústria no que diz respeito ao rendimento e a qualidade dos produtos pós-processados (JONSÄLL; JOHANSSON; LUNDSTROM, 2001).

2.4.4 Maciez da carne

A maciez fornece a textura da carne, e assume posição de destaque dentre as características de qualidade da carne, sendo considerada a propriedade organoléptica de maior influência em sua aceitação por parte dos consumidores (ALVES; GOES; MANCIO, 2005), e o atributo mais importante para o consumidor no momento de degustar a carne (CEZAR; SOUSA, 2007).

A maciez pode ser definida como a facilidade com que a carne se deixa mastigar, decomposta em três sensações pelo consumidor: uma inicial, ou facilidade de penetração ao corte; outra mais prolongada, relacionada à resistência que oferece a ruptura ao longo da mastigação, e a outra final, que equivale à sensação de resíduo mais ou menos importante (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

Essa característica está diretamente relacionada às estruturas proteicas e aos tecidos conjuntivo e muscular, considerando maior importância para o tecido conjuntivo que para as fibras musculares. O tecido conjuntivo é formado principalmente por duas proteínas fibrilares, colágeno e a elastina, sendo o colágeno o principal responsável pela dureza da carne e quase não é afetado pela maturação (SILVA SOBRINHO et al., 2008).

A maciez da carne pode ser medida por meio subjetivo ou objetivo. O método subjetivo utiliza um painel sensorial, no qual um grupo de pessoas treinadas ou não classifica a carne em relação à maciez após ter provado algumas amostras. O método objetivo, por outro lado, utiliza um equipamento, como o texturômetro, que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne e, quanto maior a força dispensada, menor é a maciez apresentada pelo corte de carne (ALVES; GOES; MANCIO, 2005), e de acordo com Bouton, Harris e Shortose (1971), os dois métodos possuem alta correlação entre si ($r= 0,82$, $P<0,001$).

2.4.5 Composição centesimal da carne

A carne é considerada alimento nobre para o homem, pois contribui na dieta com proteínas de alto valor biológico, além de outros nutrientes essenciais para a vida, como a gordura, os minerais e vitaminas. De acordo com Tornberg (2005), a composição centesimal da carne ovina apresenta valores médios de 75% de água, 20% de proteína, 3% de gordura e 2% de substâncias não proteicas (vitaminas, minerais, carboidratos e outros). A água é o constituinte mais importante, uma vez que sua concentração, de aproximadamente, 75% compromete o armazenamento e processamento da carne (DABES, 2001) e influencia sua suculência, textura, cor e sabor.

A proteína da carne apresenta elevado valor biológico, contém todos os aminoácidos essenciais e em proporções adequadas ao ser humano, com digestibilidade variando de 95 a 100%. Os tecidos musculares e conjuntivos, as miofibrilas e o sarcoplasma integram as proteínas da carne. Já o colágeno e a elastina constituem as frações proteicas de menor digestibilidade e são deficientes em aminoácidos essenciais (SILVA SOBRINHO et al., 2008). Existem variações no teor proteico da carne em relação aos cortes cárneos, idade, alimentação, sexo e raça do animal, embora não sejam significativas.

A gordura representa de 12 a 28% do peso da carcaça de um ovino (PRICE; SCHWEIGERT, 1994), compreendendo os lipídios, incluindo, predominantemente, os triglicerídeos, os fosfolipídios e os esteróis. Os lipídios encontram-se no tecido adiposo, tecido nervoso, sangue e no espaço inter e intramuscular, sendo esses últimos a gordura determinada na composição centesimal, que ficam entre os feixes e as fibras musculares, não sendo possível retirá-los durante o consumo.

Os minerais são de grande importância na alimentação humana, apesar de sua pequena fração da composição da carne, em torno de 1,1% (PRATA, 1999). Destaca-se o elemento ferro, por ser essencial para diversas funções do organismo, como por exemplo: o suporte do sistema imunológico, a formação parcial da hemoglobina dos glóbulos vermelhos, responsável pelo transporte de oxigênio e dióxido de carbono.

2.4.6 Colesterol e perfil de ácidos graxos

Os lipídios desempenham relevante papel na dieta, graças ao seu valor energético (9,0 kcal/g), aos ácidos graxos essenciais, às vitaminas lipossolúveis e aos fosfolipídios que contêm (FRANCO, 1995). O colesterol ($C_{27}H_{46}O$) é um dos mais importantes esteroides do tipo lipídio derivado ou lipídio esteroide. Membro da família dos lipídios esteroides, em sua forma pura, é um sólido cristalino, branco, insípido e inodoro. O colesterol é um composto essencial para a vida, presente nos tecidos de todos os animais, além de fazer parte da estrutura das membranas celulares é também um reagente de partida para a biossíntese de vários hormônios (cortisol, aldosterona, testosterona, progesterona e estradiol), dos sais biliares e da vitamina D.

A incidência de doenças coronárias na população está diretamente relacionada aos níveis de colesterol no sangue e à proporção média de energia proveniente das gorduras saturadas. Um componente importante que causa risco às artérias é a lipoproteína de baixa densidade (LDL), que representa cerca de 85% do total do colesterol, sendo que a fração de alta densidade (HDL) pode ser considerada uma medida de desobstrução de colesterol das artérias e de outros tecidos (ROSE, 1990). Em geral, as gorduras contendo ácidos graxos saturados, elevam o LDL, no entanto, o efeito hipercolesterolêmico das gorduras saturadas é causado basicamente pelos ácidos láurico, mirístico e palmítico.

Os ácidos graxos polinsaturados das séries ômega-3 e ômega-6 parecem ser igualmente efetivos na redução do colesterol, quando comparados aos saturados. Os ácidos graxos ômega-3 diminuem o LDL, ao passo que o HDL pode até aumentar e ainda reduzir os triacilgliceróis do sangue sob a influência dos ácidos série ômega-3 (FARFAN, 1996). De acordo com Mahan e Escott-Stump (1998), os ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 atuam em diversas funções do organismo como controle da pressão sanguínea, frequência cardíaca, dilatação vascular, coagulação sanguínea e resposta imunológica. Desse modo, são considerados essenciais, pois o organismo não os produz, devendo ser ingeridos pela alimentação diária. Outro aspecto importante a ser considerado é a relação ômega-6:ômega-3, em valores inferiores a 4, para redução dos riscos de desenvolver neoplasias ou possíveis

complicações coronarianas, especialmente, a formação de coágulos no sangue, que leva a cardiopatias (ENSER, 2001).

A avaliação da qualidade nutricional da fração lipídica da carne, a partir do perfil de ácidos graxos, pode ser explicada por meio das atividades das enzimas Δ^9 dessaturase e elongase (MALAU-ADULI et al., 1997; PITCHFORD et al., 2002) e dos índices de aterogenicidade e trombogenicidade (ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991). A enzima Δ^9 dessaturase atua sobre o ácido vacênico, proveniente da ação da microbiota ruminal sobre os ácidos graxos insaturados da dieta, especialmente o linoleico e o linolênico, que são responsáveis por aproximadamente 78% do ácido linoleico conjugado (CLA, na sigla em inglês) presente na carne (CORL et al., 2001). A enzima elongase participa na formação dos ácidos graxos polinsaturados ômega-3 e ômega-6, o que resulta em uma competição metabólica entre os dois grupos. O ácido linoleico (C18:2, ω-6) pode ser metabolizado em outros ácidos graxos ômega-6, incluindo os ácidos linolênico e araquidônico. O ácido alfa-linolênico (C18:3, ômega-3) pode ser metabolicamente convertido nos ácidos docosahexaenoico (C22:6, ômega-3) e eicosapentaenoico (C20:5, ômega-3), sendo esse processo mediado também pela enzima dessaturase (SARGENTE, 1997).

No índice de aterogenicidade, os ácidos graxos saturados láurico, mirístico e palmítico são considerados os responsáveis pelo efeito hipercolesterolêmico e no desenvolvimento de doenças cardiovasculares, pois estes isômeros têm menor ação sobre a atividade dos receptores hepáticos para LDL, aumentando assim sua fração circulante no plasma (DIETSCHY, 1998). O índice de trombogenicidade considera a relação entre determinados ácidos graxos saturados (pró-trombogênica) e os ácidos mono e polinsaturados (anti-trombogênica) presentes na gordura dos alimentos e indica sua probabilidade em predispor os consumidores a doenças cardiovasculares (GARAFFO et al., 2011).

Os ácidos graxos saturados mais encontrados na carne ovina são o mirístico, palmítico e esteárico, os monoinsaturados são o palmitoleico e oleico, e os polinsaturados são o linoleico, linolênico e araquidônico (MONTEIRO, 1998). Os fatores nutricionais têm menor influência na composição dos ácidos graxos em ruminantes, porque parte dos ácidos graxos insaturados provenientes da dieta é saturada, por meio do processo de bio-hidrogenação no ambiente ruminal, como

forma de neutralizar o efeito tóxico do mesmo aos microorganismos ruminais (PONNAMPALAM et al., 2001). Portanto, a relação polinsaturado:saturado é menor nessa espécie, o que caracteriza a carne ovina com alta concentração de ácidos graxos saturados e baixa relação de polinsaturados:saturados. Assim, a carne dos ovinos, como a dos demais ruminantes, tem sido associada a alimentos pouco saudáveis, tendo como alusão ser fonte de ácidos graxos saturados, colesterol e calorias. No entanto, a natureza e quantidade dos lipídios armazenados nos tecidos dependem da alimentação, dos processos de digestão e absorção intestinal (GEAY; BAUCHART; HOCQUETTE, 2001).

Osmari (2007), ao avaliar as características qualitativas do leite de cabras ½ Boer ½ Saanen em pastagem de aveia-preta (*Avena strigosa Screbe*) e tifton-85 (*Tifton spp.*), suplementadas com silagem de sorgo, silagem de milho e feno de amoreira, observou que a suplementação com feno de amoreira aumentou o teor de ácido linolênico, ácidos graxos polinsaturados e a relação ácidos graxos polinsaturados:saturados na gordura do leite. Esses ácidos são reconhecidos pelas propriedades anticarcinogênicas, imunomediação, redução da gordura corporal e prevenção de diabetes (MULVIHILL, 2001), menor concentração de ácido graxo mirístico, que eleva as LDL e reflete negativamente no colesterol (LI et al., 2005), desencadeando doenças coronarianas (WOOD et al., 2003).

As características biológicas dos músculos, dentre as quais a presença de gordura intramuscular (marmorização) e subcutânea determina a qualidade dietética da carne. Dentre os ruminantes, os ovinos destacam-se pela sua capacidade de incorporar o CLA na gordura intramuscular, ou gordura de marmoreiro. O fato de a disponibilidade dessa substância estar na gordura intramuscular tem particular importância, pois frequentemente a gordura que se deposita sobre a porção muscular é retirada no momento do consumo. Dessa forma, o consumo da carne ovina pode influenciar positivamente a higidez daquele que a consome, sendo uma forma simples de promover o aumento da ingestão do CLA por meio do incremento no consumo da carne ovina e seu enriquecimento (OSÓRIO et al., 2006).

2.4.7 Características sensoriais

Na avaliação da qualidade da carne, os atributos sensoriais são importantes para o consumidor, pois a maciez, suculência e cor são destacadas (PEARSON;

DUTSON, 1994). Esta análise é utilizada para avaliar as características quanti-qualitativas da carne e emprega o homem como instrumento de medida. Apesar de ser considerada uma técnica complexa, é muito útil.

O homem apresenta a habilidade natural de avaliar, comparar, diferenciar e quantificar atributos sensoriais. Por meio de metodologia e tratamento estatístico apropriados, a análise sensorial permite que seja feita uma avaliação verossímil das características de alimentos (FERREIRA et al., 2000). Na classificação dos métodos sensoriais, um grupo de testes que se destaca é o de respostas subjetivas ou afetivas, composto por equipes de provadores não treinados em técnicas de avaliação sensorial, já que se espera que as respostas resultem da reação espontânea do provador ao degustar ou avaliar um alimento (DE PENNA, 1999).

Os métodos sensoriais baseiam-se em sensações, que nada mais são do que respostas aos estímulos dos sentidos. O método mais comum utilizado para medir a intensidade das sensações percebidas é o da Escala Hedônica, em que o julgador tem a possibilidade de expressar a aceitação pelo produto, em função de uma escala pré-estabelecida, baseando-se em escala de aprovação gosta e desgosta (CARNEIRO et al., 2005).

Segundo Dutcosky (1996), é importante a realização de uma análise sensorial determinante, pois, além de atuar como instrumento de garantia de qualidade do resultado final do produto é capaz de detectar peculiaridades que não podem ser percebidas por outros instrumentos. Além disso, essa análise revela a individualidade existente para a preferência de certos sabores, aromas, cores e formas, sendo que essas variações podem ser reforçadas pela personalidade, educação, bem como pela estrutura cultural e pelo nível social.

De acordo com Osório, Osório e Sañudo (2009), as características sensoriais da carne ovina podem variar com a alimentação dos animais. Costa et al. (2011) verificaram que a alimentação afetou as características sensoriais da carne de cordeiros Morada Nova, pois as carnes dos animais alimentados com inclusão (15,0; 30,0 e 45,0%) de feno de flor-de-seda em substituição ao concentrado receberam menores notas para os atributos suculência, sabor e aceitação global.

3 Referências

ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

ANBARASU, C.; DUTTA, N.; SHARMA, K.; RAWAT, M. Response of goats to partial replacement of dietary protein by a leaf meal mixture containing *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* and *Tectona grandis*. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 51, n. 1, p. 47-56, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/ 10.1016/S0921-4488(03)00203-7>.

BA, N. X.; GIANG, V. D.; NGOAN, L. D. Ensiling of mulberry foliage (*Morus alba*) and the nutritive value of mulberry foliage silage for goats in central Vietnam. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 17, n. 2, p. 1-9, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.90328>.

BAMIKOLE, M. A.; IKHATUA, M. I.; IKHATUA, U. J.; EZENWA, I. V. Nutritive Value of Mulberry (*Morus* Spp.) Leaves in the Growing Rabbits in Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad**,** v. 4, n. 4, p.231-236, 2005.

BARRETO, C. M.; AZEVEDO, A. R.; SALES, R. O.; ARRUDA, F. A. V.; ALVES, A. A. Desempenho de ovinos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de dejeto de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1858-1865, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000700025>.

BASAGLIA, R. **Eficiência de utilização da proteína de amoreira (*Morus alba L.*).** Jaboticabal. 1993. 45 f. Monografia. (Trabalho de Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

BENAVIDES, J. E. **Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus sp.*) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*)**. Turrialba: CATIE, 1986. 40 p. (Informe Técnico, 67).

BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V.; SHORTOSE, W. R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 36, n. 3, p. 435-439, 1971. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb06382.x>.

BRESSAN, M. C. **Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. 201 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

CARNEIRO, J. C. S.; MINIM, V. P. R.; de SOUZA Jr, M. M.; CARNEIRO, J. E. S.; ARAÚJO, G. A. A. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 18-24, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000100004>.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas**: obtenção, avaliação e classificação. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. 232 p.

COAN, R. M.; SIGNORETTI, R. D.; ROSA FILHO, O. F. [2010]. **Confinamento x Semiconfinamento: Qual a melhor escolha**. Disponível em: < www.gestaoconfinamento.com.br/noticias.asp?idN=17>. Acesso em: 12 jan. 2012.

CORL, B. A.; BAUMGARD, L.; DWYER, D.; GRIINARI, J. M.; PHILLIPS, B. S.; BAUMAN, D. E. The role of Δ^9-dessaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. **Journal of Nutrition Biochemistry,** New York, v. 12, n. 11, p. 622-630, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0955-2863(01)00180-2>.

COSTA, R. G.; SILVA, N. V.; AZEVEDO, P. S. A.; MEDEIROS, A. N.; CARVALHO, F. F. R.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, G. R. Meat quality of lambs fed silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1266-1271, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000600015>.

DABES, A. C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 25, n. 288, p. 32-40, 2001.

DALY, K.; STEWART, C. S.; FLINT, H. J.; SHIRAZI-BEECHEY, S. P. Bacterial diversity within equine large intestine as revealed by molecular analysis of cloned 16S rRNA genes. **FEMS Microbiology Ecology**, Amsterdam, v. 38. p. 141-151. 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0168-6496(01)00178-7>.

DE PENNA, E. W. Métodos sensoriales y sus aplicaciones. In: ALMEIDA, T. C. A; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M.H.; da SILVA. M.A.A.P. (Orgs). CYTED. São Paulo. p.13-22. 1999.

DORIGAN, C. J.; RESENDE, K. T.; BASAGLIA, R.; SUGOHARA, A.; TAKAHASHI, T.; COSTA, R. G.; VASCONCELOS, V. R. Digestibilidade *in vivo* dos nutrientes de cultivares de amoreira (*Morus alba L.)* em caprinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 539-544, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000200031>.

DIETSCHY, J. M. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol. **Journal Nutrition**, Bethesda, v. 128, Suppl. 2, p. 444-448, 1998.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

ENSER, M. The role of fats in human nutrition. In: ROSSELL, B. (Ed.). **Animal carcass fats.** Oils and fats. Leatherhead, Surrey: Leatherhead Publishing, 2001. p. 77-122.

FAO. Food and agriculture organization of the United States. [2012] **FAOSTAT**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>. Acesso em: 25 nov. 2012.

FARFAN, J. A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Seminário "colesterol": análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde**. Campinas: ITAL, 1996. p. 35-44.

FERNANDES DE SÁ, E. M. A influência da água nas propriedades da carne. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 325, p. 51-54, 2004.

FERREIRA, V. L. P.; ALMEIDA, T. C. A.; PETTINELLI, M. L. C.; DA SILVA, M. A. A.; CHAVES, J. B.; BARBOSA, E. M. **Análise sensorial:** testes discriminativos e afetivos. Campinas: SBCTA, 2000. 127 p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Editora Atheneu. 1995. 307 p.

GARAFFO, M. A.; VASSALLO-AGIUS, R.; NENGAS, Y.; LEMBO, E.; RANDO, R.; MAISANO, R.; DUGO, G.; GIUFFRIDA, D. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices, of raw roe of blue fin tuna (*Thunnus thynnus* L.) and Their Salted Product “Bottarga”. **Food and Nutrition Sciences**, v. 2, n. 7, p. 736-743, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2011.27101>.

GARDENER, G. E.; KENNEDY, L.; MILTON, J. T. B.; PETHICK, D. W. Glycogen metabolism and ultimate pH of muscle in Merino, first-cross, and second-cross whether lambs as affected by stress before slaughter. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 50, n. 2, p.175-181, 1999. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1071/A98093>.

GENTIL, R. S.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L. G.; MENDES, C. Q.; MOURÃO, G. B. Digestibilidade aparente de dietas contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou microbiano para cordeiros. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 63-69, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v29i1.260>.

GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J. F. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, Les Ulis, v. 41, n. 1, p. 1-26, 2001.

GONZÁLEZ, E.; MILERA, M. Mulberry in livestock feeding systems in Cuba: Forage quality and goat growth. In: SANCHEZ, M.D. **Mulberry for Animal Production.** Roma: Food and Agriculture Organization (FAO) of United Nations, 2002. p.165-170.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. **Advances in Food Research**, v. 10, n. 2, p. 335-443, 1960.

HARRIS, L. E. **Compilação de dados analíticos e biológicos para o preparo de tabelas de composição de alimentos para uso nos trópicos da América Latina.** Flórida, USA: Centro de Agricultura Tropical, 1970. 530 p.

HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Principles of meat science.** 3rd ed. Iowa: Hunt Publishing Company, 1994. 354 p.

HOPKINS, D. L.; FOGARTY, N. M. Diverse lamb genotypes. 2. Meat pH, colour and tenderness. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 4, p. 477-488, 1998. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00051-5>.

HOOVER, W. H., STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3630-3644, 1991. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78553-6>.

JONSÄLL, A.; JOHANSSON, L.; LUNDSTRÖM, K. Sensory quality and cooking loss of ham muscle (*M. biceps* femoris) from pigs reared indoors and outdoors. **Meat Science**, Barking, v. 57, n. 3, p. 245-250, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00097-8>.

KANDYLIS, K.; HADJIGEORGIOU, I.; HARIZANIS, P. The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) as a feed supplement for sheep. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 41, n. 1, p.17-24, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-008-9149-y>.

LAWRIE, R. A. Constituição química e bioquímica do músculo. In: _____. (Ed.). **Ciência da carne**. Porto Alegre:Artmed, 2005. p. 79-119.

LI, D. S.; WAHLQUIST, M. L.; MANN, N. J.; SINCLAIR, A. J. Lean meat and heart health. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition,** Neihu, v. 14, n. 2, p. 113-119, 2005.

LIU, J. X.; YAO, J.; YAN, B.; YU, J. Q.; SHI, Z. Q. Effects of mulberry leaves to replace rapeseed meal on performance of sheep feeding on ammoniated rice straw diet. **Small Ruminant Research,** Amsterdam, v. 39, n. 2, p. 131-136, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00180-2>.

MACEDO, F. A. F.; SIQUEIRA, E. R.; MARTINS, E. N.; MACEDO, R. M. G. Qualidade de carcaças de cordeiros Corriedale, Bergamácia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale, terminados em pastagem e confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1520-1527, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000500034>.

MADRUGA, M. S.; COSTA, R. G.; SILVA, A. M.; MARQUES, A. V.; CAVALCANTI, R. N.; NARAIN, N.; ALBUQUERQUE, C. L.; FILHO, G. E. Effect of silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) feeding on the physical and chemical quality of *Longissimus dorsi* muscle of Santa Inês lambs. **Meat Science**, Barking, v. 78, n. 4, p. 469-474, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.016>.

MADRUGA, M. S.; SOUSA, W. H.; ROSALES, M. D.; CUNHA, M. G. G.; RAMOS, J. L. F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 309-315, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000100035>.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause:** alimentos, nutrição e dietoterapia. 9 ed. São Paulo: Roca, 1998. p.46-62.

MALAU-ADULI A. E. O.; SIEBERT B. D.; BOTTEMA C. D. K.; PITCHFORD, W. S. A comparison of the fatty acid composition of tryacilglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, Victoria, v. 48, n. 5, p. 715-722, 1997.

MENDES, A. A.; MOREIRA, J.; GARCIA, R. G. Qualidade da carne de peito de frango de corte. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 27, n. 317, p. 138-144, 2003.

MONTEIRO, E. M. **Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro**. 1998. 99 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

MULVIHILL, B. Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, London, v. 26, n. 4, p. 295-299, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1467-3010.2001.00179.x>.

NAGESWARA, R. S. B.; NAWAB, S.; OGRA, J. L. Three leaves based pelleted feeds and their utilization in goats. **Indian Journal of Animal Nutrition,** New Delhi, v. 13, n. 3, p. 174-177, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Predicting feed intake of food-producing animals.** Washington: The National Academy Press, 1987. 85 p.

OKAMOTO, F.; CUNHA, E. A.; BUENO, M. S.; SILVA, M. A.; SANTOS, E.; RODRIGUES, A. A. Desempenho de borregas da raça Santa Inês alimentadas com cana-de-açúcar e ramas de amoreira. **Boletim de indústria animal,** Nova Odessa, v. 65, n. 1, p. 01-06, 2008.

OKEUDO, N. J.; MOSS, B. W. Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep. **Meat Science**, Barking, v. 69, n. 1, p.1-8, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.04.011>.

OSMARI, E. K. **Produção e qualidade do leite em cabras ½ Boer-Saanen, em lactação, suplementadas com diferentes volumosos**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 292-300, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300029>.

OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S.; JARDIM, R.; HASHIMOTO, J.; BONACINA, M.; ÁVILA, C. C. Qualidade nutritiva e funcional da carne ovina. In: SEMANA DA CAPRINOCULTURA E DA OVINOCULTURA BRASILEIRA, 5., 2006, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EMBRAPA:CNPGC, 2006. 1 CD-ROM.

PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. New York: Blackie Academic & Professional, 1994. 505 p.

PITCHFORD, W. S.; DELAND, M. P. B.; SIEBERT, B. D.; MALAU-ADULI, A. E.; BOTTEMA, C. D. Genetic variation in fatness and fatty acid composition of crossbred cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 11, p. 2825-2832, 2002.

PONNAMPALAM, E. N.; SINCLAIR, A. J.; EGAN, A. R.; BLAKELEY, S. J.; LI, D.; LEURY, B. J. Effect of dietary modification of muscle long-chain n-3 fatty acid on plasma insulin and lipid metabolites, carcass traits, and fat deposition in lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 4, p. 895-903, 2001.

PRATA, L. F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 217 p.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1994. 581 p.

REIS, W.; JOBIM, C. C.; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N.; CECATO, U.; SILVEIRA, A. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de milho de grãos com alta umidade ou grãos de milho hidratados em substituição aos grãos de milho seco da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 596-603, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000200040>.

ROÇA, R. O. **Propriedades da carne**. Botucatu: FCA-UNESP, 2000. 10 p. (artigo técnico).

ROSE, G. Dietary fat and human health. In: WOOD, J.D.; FISHER, A.V. **Reducing fat in meat animals**. London: Elsevier, 1990. cap. 2, p.48-65.

ROTA, E. L.; OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S.; OLIVEIRA, M. M.; WEGAND, M. M.; MENDONÇA, G.; ESTEVES, R. M. G.; GONÇALVES, M. Influência da castração e idade de abate sobre as características subjetivas e instrumentais da carne de cordeiro Corriedale. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2397-2405, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000800028>.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., 1996, Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, 1996. (não paginado).

SANCHEZ, M. D. Morera - Un forraje excepcional disponible mundialmente. **Sericicultura Colombiana,** v. 36, p. 17-22, 2000.

SANCHEZ, M. D. Mulberry, an exceptional forage available almost worldwide. In: _____. (Ed.). **Mulberry for Animal Production.** Roma: Food and Agriculture Organization (FAO) of United Nations, 2002. p. 271-291.

SAÑUDO, C. **Calidad de la canal y de la carne en el ternasco aragonés**. 1980. 337 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) **-** Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 1980.

SAÑUDO, C. Factors affecting carcass and meat quality in lambs. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD-ROM.

SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; MARÍA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, Barking, v. 54, n. 4, p. 339-346, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00108-4>.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. **Calidad de la canal y de la carne em la especie ovina. Ovino y caprino**. Madrid: Monografia Del Consejo General de Colegios Veterinarios, 1993. p. 207-254.

SARGENTE, J. R. Fish oils and human diet. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 78, suppl.1, p. S5-S13, 1997.

SILVA, C. D. A. **Valor nutricional de fenos em rações para cordeiros alimentados em comedouros privativos**. 2006. 38 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade de Marília, Marília, 2006.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Editora Varela, 1996. 517 p.

SILVA SOBRINHO, A. G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J. C. S.; ARRIBAS, M. D. M. C.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, 2008. 228p.

SIQUEIRA, E. R. Produção de carne de cordeiro In: ENCONTRO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 1999. p. 129-149.

SNIFFEN, C.; BEVERLY, R. W.; MOONEY, C. S.; ROE, M. B.; SKIDMORE, A. L. Nutrient requirement *versus* supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 3160-3178, 1993. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77655-9>.

SOUZA, X. R.; PÉREZ, J. R. O.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; KABEYA, D. M.; Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 543-549, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612004000400011>.

TAKAHASHI, R. **Sericicultura:** Amoreira (*Morus alba L.*) Bicho da Seda (*Bombyx mori L.*). Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1988. 135 p.

TIMMERMANS Jr., S. J.; JOHNSON, L. M; HARRISON, J. H.; DAVIDSON, D. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using milk uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 6, p.1286-1299. 2000.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, Barking, v. 70, n. 3, p. 493-508, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.021>.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, London, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M>.

VALADARES FILHO, S. C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal de proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGËNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: JARD, 1995. p. 355-388.

VU, C. C.; VERSTEGEN, M. W. A.; HENDRIKS, W. H.; PHAM, K. C. The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) and partial replacement of cotton seed in rations on the performance of growing vietnamese cattle. **Asian Australian Journal of Animal Science***,* Seoul, v. 24, n. 9, p.1233-1242, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.90328>.

WARRIS, P.D. **Ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 2003. 309p.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Barking, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6>.

YAMAMOTO, S. M. **Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagens de resíduos de peixes.** 2006. 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA EM CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e a síntese de proteína microbiana em cordeiros alimentados com dietas contendo 0; 12,5 e 25,0% de feno de amoreira em substituição ao concentrado. Foram utilizados vinte e quatro cordeiros Ile de France, com aproximadamente 60 dias de idade e 15 kg de peso corporal, confinados em baias individuais e abatidos aos 32 kg. O consumo voluntário de nutrientes (kg/dia) não foi afetado pela inclusão de feno de amoreira no concentrado, com exceção do extrato etéreo que apresentou redução linear. Os dias em confinamento (66,00), ganho de peso diário (253,33 g), conversão alimentar (3,19) e a digestibilidade dos nutrientes (77,33; 77,50; 83,59; 72,19; 49,02; 42,98; 75,81; 92,65 e 74,30% da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, CHOT, CNF e EB, respectivamente) não diferiram entre os tratamentos. Houve aumento linear (P<0,05) do nitrogênio nas fezes expresso em g/dia e g/kg^{0,75}/dia, redução linear (P<0,05) das excreções (mmol/dia) de alantoína, purinas totais e purinas microbianas absorvidas, produção microbiana (g/dia) expressa em N-microbiano e PB-microbiana, e eficiência microbiana expressa em g Nm/MODR e g Pm/kg NDT à medida que a inclusão de feno de amoreira aumentou na dieta. O feno de amoreira em substituição ao concentrado mostrou-se como fonte alternativa de nutrientes na alimentação de cordeiros em confinamento.

Palavras-chave: alimento alternativo, balanço de nitrogênio, confinamento, digestibilidade, metabolismo, ovinos

CHAPTER 2 – PERFORMANCE AND MICROBIAL PROTEIN SYNTHESIS OF LAMBS FED WITH MULBERRY HAY

ABSTRACT – This trial aimed to evaluate lamb performance and microbial protein synthesis on lambs fed diets containing 0, 12.5 and 25.0% of mulberry hay as a substitute for the concentrate. Feedlot of twenty four Ile de France lambs, average age 60 days and body weight 15 kg, were distributed in individual stall and slaughtered with 32 kg BW. Feed intake (kg/day) was not affected by the inclusion of mulberry hay in the concentrate, with an exception of ether extract shown linear reduction. Confinement period (66 days), no difference were observed among treatments on daily weight gain (253.33), feed conversion ratio (3.19), nutrients digestibility (77.33; 77.50; 83.59; 72.19; 49.02; 42.98; 75.81; 92.65 and 74.30% of DM, OM, CP, EE, NDF, ADF, TCHO, NFC and CE, respectively). Linear increase ($P<0.05$) on nitrogen feces g/day and g/kg^{0,75}day, linear reduction ($P<0.05$) on excretions of alantoin (mmol/day), total purine, absorbed microbial purines, microbial production (g/day) expressed in microbial N and microbial CP, and microbial efficiency expressed in g Nm/MODR and g Pm/kg TDN. Mulberry hay as a substitute for concentrate is a good alternative in the diet of feedlot lambs.

Keywords: alternative food, nitrogen balance, feedlot, digestibility, metabolism, sheep

1 Introdução

A deficiência nutricional nas diferentes fases do processo produtivo é um dos desafios ao desenvolvimento da produção ovina no Brasil. Assim, são válidos todos os esforços de pesquisas na área de alimentação animal para elevação dos índices de produção e produtividade dos rebanhos. A terminação de cordeiros em confinamento tem apresentado balanço econômico desfavorável em relação aos custos de insumos, principalmente devido aos preços dos concentrados proteicos e energéticos. Nesse sentido, fontes alternativas de nutrientes têm sido utilizadas como opção aos alimentos tradicionais (YAMAMOTO et al., 2007).

A amoreira (*Morus sp.*) pertence à família Moraceae (TAKAHASHI, 1988), e sua utilização como forrageira na alimentação de ruminantes é devido às suas características agrostológicas como, por exemplo, adaptação a diferentes solos e climas, produção de massa verde de 25 a 30 t/ha/ano, teor de proteína bruta de 18 a 28% (BA; GIANG; NGOAN, 2005), nutrientes digestíveis totais de 76% (BAMIKOLE et al., 2005), boa aceitabilidade (SANCHEZ, 2002) e digestibilidade da matéria seca de 75 a 85% (BA; GIANG; NGOAN, 2005). Esses aspectos caracterizam essa planta como importante alternativa alimentar (TAKAHASHI, 1988).

Trabalhos na literatura avaliaram o uso da amoreira no desempenho de ruminantes (LIU et al., 2001; SILVA, 2006; OKAMOTO et al., 2008). Entretanto, são escassas pesquisas que avaliam o efeito da substituição dos nutrientes do farelo de soja e do milho em grão moído pelos nutrientes da amoreira, na alimentação de ovinos. Carregal e Takahashi (1983), ao compararem o valor nutritivo dos fenos de amoreira e de soja perene (*Glicyne wightii*) na alimentação de coelhos em crescimento, observaram diferenças ($P<0,05$) nos coeficientes de digestibilidade, com valores de 66,0 e 49,9% da MS; 43,8 e 31,3% da fibra bruta e 72,9 e 50,2% dos carboidratos não fibrosos, respectivamente; para PB não foi constatada diferença, com valor de 75,7%. Os autores concluíram que o valor nutritivo do feno de amoreira foi superior ao do feno de soja perene.

Nageswara, Nawab e Ogra (1996), ao avaliarem duas dietas com teores proteicos semelhantes na dieta de caprinos, ambas com 40% de folhas secas de amoreira ou de neem (*Azadirachta indica)*, concluíram que, com exceção do extrato etéreo, a digestibilidade dos demais nutrientes foi maior no feno de amoreira. Liu et

al. (2001), ao estudarem a substituição total do farelo de canola (*Brassica napus*) por folhas de amoreira na alimentação de ovinos, observaram ganho de peso diário semelhante entre os animais dos tratamentos.

Este trabalho objetivou avaliar o desempenho e a síntese de proteína microbiana em cordeiros alimentados com feno de amoreira.

2 Material e Métodos

O experimento de campo seguiu os princípios éticos da experimentação animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (Cobea) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, protocolado sob nº 014105/11.

O experimento foi desenvolvido no Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da FCAV - Unesp, Campus de Jaboticabal, SP, utilizando-se 24 cordeiros da raça Ile de France, recém-desmamados, com aproximadamente 60 dias de idade e peso corporal inicial de 15,48 ± 0,07 kg.

O experimento teve duração de 80 dias, sendo 14 dias de adaptação e 66 dias de coleta de dados. Os animais foram alojados em baias individuais, instaladas em galpão coberto, com aproximadamente 1,0 m^2, com piso ripado e suspenso, equipadas com comedouro e bebedouro. No início do experimento, os cordeiros foram identificados, desverminados, vacinados com vacina polivalente contra clostridioses, suplementados com vitaminas A, D e E, e distribuídos por sorteio nos tratamentos.

As dietas experimentais foram calculadas para atender às exigências preconizadas pelo NRC (2007) para cordeiros desmamados, com ganho médio de peso de 300 g/dia. Os tratamentos foram constituídos pelas dietas D1: cana-de-açúcar + concentrado sem feno de amoreira; D2: cana-de-açúcar + concentrado com 12,5% de feno de amoreira e D3: cana-de-açúcar + concentrado com 25,0% de feno de amoreira, sendo que a cana-de-açúcar constituiu 50% da dieta total. Na Tabela 1 consta a composição químico-bromatológica dos ingredientes e na Tabela 2, a composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Nutriente	Cana-de-açúcar	Feno de amoreira	Milho em grão moído	Farelo de Soja
Matéria seca	27,12	89,36	89,12	89,05
Matéria orgânica[1]	97,70	89,45	97,79	92,37
Matéria mineral[1]	2,30	10,55	2,21	7,63
Proteína bruta[1]	2,92	20,92	14,26	44,28
Extrato etéreo[1]	0,38	2,64	6,75	1,74
Lignina[1]	2,28	2,69	1,40	2,40
Fibra em detergente neutro[1]	33,72	21,99	17,75	12,42
Fibra em detergente ácido[1]	22,75	15,47	4,80	8,54
Carboidratos totais[1]	92,80	65,89	76,78	46,35
Carboidratos não-fibrosos[1]	59,08	43,90	59,03	33,93
Energia bruta (Mcal/kg MS)	4,29	4,54	4,65	4,73

[1] em %.

Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais

Composição da dieta (% da MS)	Feno de amoreira (%)		
	0	12,5	25,0
Ingredientes			
Cana-de-açúcar	50,00	50,00	50,00
Feno de amoreira	-	12,50	25,00
Farelo de soja	28,49	24,60	21,33
Milho em grão moído	17,80	9,00	0,00
Óleo de soja	1,00	1,00	1,00
Ureia	0,80	0,80	0,80
Suplemento mineral e vitamínico[1]	0,50	0,50	0,50
Calcário calcítico	0,47	0,43	0,25
Fosfato bicálcico	0,94	1,17	1,12
Químico-bromatológica			
Matéria seca	58,44	56,94	57,18
Matéria orgânica[2]	93,63	92,56	91,92
Matéria mineral[2]	4,17	4,99	5,87
Proteína bruta[2]	18,88	18,51	18,40
Extrato etéreo[2]	2,88	2,55	2,21
Lignina[2]	2,07	2,19	2,32
Fibra em detergente neutro[2]	23,56	24,26	25,01
Fibra em detergente ácido[2]	14,66	15,84	17,06
Carboidratos totais[2]	73,27	72,95	72,76
Carboidratos não-fibrosos[2]	49,71	48,68	47,75
Energia metabolizável (Mcal/kg MS)	2,99	2,95	2,55

[1]Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120 g, cloro 90 g, cobalto 10 mg, cobre 50 mg, enxofre 34 g, ferro 1064 mg, fósforo 50 g, iodo 25 mg, magnésio 54 g, manganês 1500 mg, selênio 20 mg, sódio 62 g e zinco 1600 mg, flúor (max) 0,73 g, vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI.

[2] em % da MS.

A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade forrageira IAC 86-2480, colhida e picada diariamente em partículas de 1,0 cm e fornecida *in natura*. As ramas de amoreira, provenientes da Sirgaria do Setor de Sericicultura da FCAV - Unesp, foram cortadas com ± 60 dias de rebrota, sendo posteriormente desidratadas ao sol até atingirem o ponto de feno inferior a 20% de umidade (COSTA; RESENDE, 2006). Após fenado, esse material foi moído utilizando-se peneira com malha de 0,8 mm com o intuito de facilitar a uniformização quando misturado aos ingredientes dos concentrados e evitar a seletividade pelos animais.

A alimentação foi fornecida em duas refeições, às 7 e às 17 h, de forma a permitir, no mínimo, 10% de sobras. Diariamente, foi registrado o peso do alimento oferecido e das sobras, para determinação do consumo de matéria seca (MS) e da conversão alimentar, obtida pela relação entre o consumo de MS e o ganho de peso diário. Os animais foram pesados ao início do experimento e a cada 14 dias, momento no qual foi monitorada a haemoncose pelo método Famacha® (VAN WYK; BATH, 2002), para avaliação do ganho de peso, até atingirem 32,20 ± 0,49 kg de peso corporal.

Durante o confinamento, amostras dos alimentos fornecidos e das sobras foram coletadas e pré-secas em estufa com circulação de ar forçada a 55 ºC, por 72 horas. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivos de 1 mm para determinação dos teores de MS, matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), conforme metodologias preconizadas pela AOAC (1995) e energia bruta (EB), em bomba calorimétrica. O teor de nitrogênio total das amostras foi obtido pelo método de combustão de Dumas, utilizando-se analisador LECO FP-528 LC, seguindo o procedimento descrito por Etheridge, Pesti e Foster (1998) e multiplicado por 6,25 para se obter o valor de proteína bruta (PB) total. Os teores de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados pela equação: CHOT = 100 – (%PB + %EE + %MM) e os não fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDNcp, propostas por Sniffen, Connor e Van Soest (1992). A energia metabolizável (EM) foi obtida a partir do ensaio de digestibilidade e da estimativa da produção de

gases no rúmen pela fórmula: EM = EBi - (EBf + EBu + EPGD), sendo que: EBi é a energia bruta ingerida, EBf é a energia bruta das fezes, EBu é a energia bruta na urina e EPGD é a energia para a produção de gases obtida pela fórmula: EPGD = PGD x EBi/100, sendo PGD = 4,28 + 0, 059 DG, em que DG é a digestibilidade da energia em porcentagem (BLAXTER, 1962).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 8 repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, com os graus de liberdade desdobrados em efeitos linear ou quadrático, de acordo com as porcentagens de feno de amoreira. A significância das regressões foi obtida pelo teste F a 1 ou 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000), empregando-se o modelo matemático:

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

Y_{ij} = valor observado da variável estudada no indivíduo j, recebendo o tratamento i;
μ = média geral;
Ti = efeito do tratamento i, variando de 1 a 3 (0, 12,5 e 25,0% de inclusão de feno de amoreira no concentrado);
eij = erro aleatório associado a cada observação.

Após 45 dias do início do experimento de desempenho, foram utilizados 15 dos mesmos 24 cordeiros, com aproximadamente 25,87 ± 1,50 kg de peso corporal (PC), para o ensaio de digestibilidade, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana. Os cordeiros foram alojados em gaiolas de metabolismo individuais, adotando-se 7 dias de adaptação e 5 dias de coleta total de fezes e urina. Após 24 horas de cada dia de coleta, toda a produção fecal foi colhida em bacias plásticas, e a urina em baldes plásticos contendo 100 mL de solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 20% para acidificá-la e evitar perdas por volatilização da amônia a ser mensurada. Do total de fezes e urina excretadas, 10% foram amostradas e armazenadas em freezer a -18 ºC, e, ao final dos ensaios de digestibilidade, foi coletada uma amostra composta para cada animal. Nas amostras de fezes foram determinados os teores de MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, CHOT, CNF e EB, e nas amostras de urina os

teores de MS, nitrogênio total e EB (SNIFFEN; CONNOR; VAN SOEST, 1994; AOAC, 1995; ETHERIDGE; PESTI; FOSTER,1998; SILVA; QUEIROZ, 2002).

O consumo de nutrientes foi calculado pela diferença entre a quantidade do nutriente presente nos alimentos fornecidos e a quantidade do nutriente nas sobras. A digestibilidade dos nutrientes foi determinada segundo a equação: digestibilidade (%) = [nutriente ingerido (g) – nutriente excretado nas fezes (g)/nutriente ingerido (g)]*100. O balanço aparente de nitrogênio (BN) foi calculado pelas seguintes fórmulas, sendo expresso em g/dia e em g/kg^{0,75}/dia: BN ou N_{retido}= $N_{ingerido}$ – (N_{fezes} + N_{urina}); $N_{absorvido}$ = $N_{ingerido}$ – N_{fezes} e $N_{ingerido}$ = $N_{ofertado}$ – N_{sobras}.

Durante o período de coleta de urina foram realizadas coletas *spot* durante micção espontânea, às 11 h, ou seja, quatro horas após o fornecimento da refeição às 7 h. Uma alíquota de 10 mL de urina foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N, e, após este processo, o pH foi ajustado, caso necessário, para valores inferiores a 3, com pequenas gotas de ácido sulfúrico concentrado, a fim de evitar destruição bacteriana dos derivados de purina e precipitação do ácido úrico. As amostras foram armazenadas a -18 ^{o}C para posteriores análises dos derivados de purinas alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina.

As análises desses derivados foram feitas pela técnica descrita por Chen e Gomes (1992). As purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/dia), por intermédio da equação: Y = 0,84X + (0,150PC$^{0.75}$ e $^{-0.25X}$), em que 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e 0,150 x PC^{0,75} e $^{-0,25X}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (VERBIC et al., 1990). O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (Y, gN/dia) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação: Y= (70X)/(0,83 x 0,116 x 1000), em que 70 é o conteúdo de N nas purinas (mgN/mmol); 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116 a relação N purina:N total nas bactérias. A produção microbiana foi expressa por meio da unidade: g N-microbiano (gramas de N-microbiano) e g P-microbiana (gramas de proteína microbiana), e a eficiência microbiana expressa por meio da unidade: g Nm/kg MODR (gramas de nitrogênio microbiano por quilograma de matéria orgânica degradada no rúmen) e g

Pm/kg NDT (gramas de proteína microbiana por quilograma de nutrientes digestíveis totais consumido).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 3 tratamentos e 5 repetições, totalizando 15 unidades experimentais. Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, com os graus de liberdade desdobrados em efeitos linear ou quadrático, de acordo com as porcentagens de feno de amoreira. A significância das regressões foi obtida pelo teste F a 1 ou 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000), empregando-se o modelo matemático:

$$Yij = \mu + Ti + Pj + eij, \text{ sendo:}$$

Yij = valor observado da variável estudada no indivíduo j, recebendo o tratamento i;
μ = média geral;
Ti = efeito do tratamento i, variando de 1 a 3 (0, 12,5 e 25,0% de inclusão de feno de amoreira no concentrado);
Pj = Efeito do período j (j= 1, 2,..., 5).
eij = erro aleatório associado a cada observação.

3 Resultados e Discussão

O consumo de MS, MO, PB, FDN, FDA, CHOT, CNF e EM não foi influenciado (P>0,05) pela inclusão de feno de amoreira na dieta de cordeiros (Tabela 3), com exceção do EE que apresentou redução linear (P<0,01). A redução da ingestão de EE atribui-se ao maior teor desse nutriente advindo de ingredientes como o milho, que, continha maior proporção na dieta controle e na que possuía 12,5% de feno de amoreira (Tabela 2). A ingestão dos demais nutrientes foi similar entre os tratamentos em função de o consumo de MS ter sido próximo e, também, porque as dietas apresentaram composição químico-bromatológica semelhantes. A ingestão média de MS (1,440 kg) quando os animais alimentados com dietas contendo feno de amoreira apresentaram 30 kg de peso corporal foi próxima ao recomendado pelo NRC (2007), que é de 1,250 kg/dia para cordeiros com esse peso. O consumo de MS é importante no desempenho de ovinos em confinamento e

pode ser considerado determinante do aporte de nutrientes necessários para o atendimento das exigências de mantença e de ganho de peso dos animais (SNIFFEN et al., 1993).

Tabela 3 - Consumo de nutrientes (kg/dia) e de energia metabolizável (EM) em cordeiros alimentados com feno de amoreira

Consumo	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
MS	1,300	1,279	1,352	0,517	0,495	9,91
MO	0,635	0,625	0,660	0,519	0,497	9,89
PB	0,245	0,236	0,248	0,821	0,414	9,95
EE[3]	0,037	0,032	0,028	0,000	0,845	9,36
FDN	0,306	0,310	0,338	0,113	0,472	9,90
FDA	0,191	0,203	0,231	0,061	0,468	9,96
CHOT	0,952	0,933	0,983	0,594	0,486	9,91
CNF	0,646	0,623	0,645	0,986	0,492	9,88
EM (Mcal/dia)	3,895	3,778	3,445	0,055	0,572	9,76

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação; [3]Y= 0,037394 – 0,000366x, R^2= 0,99.

Os resultados de consumo (Tabela 3) foram similares aos observados por Souza Júnior e Oliveira (2003), que, ao pesquisarem a substituição do concentrado por farelo de babaçu (*Orbgnya sp.*) na terminação de ovinos Santa Inês, não verificaram influência no consumo de nutrientes. Comportamento semelhante foi verificado por Carvalho et al. (2006), que, ao estudarem o desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de cacau (*Theobroma cacao* l.) em diferentes níveis de substituição pelo concentrado, não registraram alteração no consumo de nutrientes, o que sugere que o feno de amoreira também seja uma opção alternativa para alimentação de cordeiros em confinamento.

A digestibilidade aparente dos nutrientes não variou (P>0,05) em virtude da inclusão de amoreira (Tabela 4). Esse resultado decorre do fato de os consumos de nutrientes terem sido semelhantes. Resultado similar foi observado por Anbarasu et al. (2004), ao avaliarem a substituição da proteína do concentrado por ração contendo amoreira na dieta de caprinos, não observando diferenças nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.

Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes (Tabela 4), com exceção do FDN e FDA que foram superiores, ficaram próximos aos registrados por Moreno et al. (2010), os quais obtiveram valores médios de 78,91; 80,17; 81,30; 39,00; 30,60;

78,60; 79,89; 93,20 e 78,77%, respectivamente, para MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, CHOT, CNF e EB, em cordeiros Ile de France, confinados e alimentados com dietas constituídas de cana-de-açúcar variedade IAC 86-2480 e concentrado à base de farelo de soja e milho em grão moído, com relação 50:50 e 60:40, com 3,81 Mcal EM/kg de MS e 19% de PB.

Tabela 4 - Digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), carboidratos totais (CHOT) e não fibrosos (CNF) e energia bruta (EB) em cordeiros alimentados com feno de amoreira

Digestibilidade (%)	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
MS	79,10	78,66	74,24	0,083	0,380	4,59
MO	77,28	79,65	75,58	0,632	0,305	6,25
PB	84,25	86,47	80,07	0,116	0,068	4,07
EE	74,41	73,76	68,39	0,077	0,391	5,92
FDN	48,46	50,14	48,47	0,999	0,735	15,99
FDA	42,60	47,88	38,46	0,608	0,304	25,63
CHOT	78,07	74,57	74,80	0,389	0,565	6,74
CNF	94,68	90,80	92,46	0,419	0,254	4,00
EB	78,29	75,45	69,15	0,068	0,661	8,43

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação.

Segundo Okamoto et al. (2008), uma das principais características da amoreira como forrageira é a sua alta aceitabilidade e digestibilidade, conferindo-lhe elevado valor energético. Além disso, possui folhas com altos teores proteicos e de minerais e baixa FDN, menos celulose e melhor digestibilidade, quando comparada à folha de alfafa ou feno de soja (DORIGAN et al., 2004), alimentos de alto valor biológico utilizados na dieta de cordeiros.

A inclusão de feno de amoreira na dieta dos animais modificou a síntese de proteína microbiana (Tabela 5). Houve resposta linear decrescente (P<0,05) nas excreções de alantoína e purinas totais, purinas microbianas absorvidas, produção microbiana (expressa em N-microbiano e PB-microbiana) e eficiência microbiana (expressa em g Nm/kg MODR e g Pm/kg NDT). A redução na síntese de proteína microbiana pelos animais alimentados com dietas contendo feno de amoreira pode estar relacionada ao assincronismo entre proteína e energia devido à rápida degradação da proteína dessa forrageira que contém até 74% das frações A e B (SNIFFEN et al., 1992; BRODERICK, 1995; SILVA, 2010), além da substituição do

milho em grão moído pelo feno de amoreira, sendo o amido a principal fonte de carboidratos prontamente disponível para o crescimento microbiano (HOOVER; MILLER-WEBSTER, 1998). De acordo com Pereira et al. (2005), os microrganismos ruminais dependem de esqueletos de carbono, disponibilidade de energia e de um concomitante fornecimento de amônia e peptídeos no processo biossintético para que haja síntese de proteína microbiana.

Tabela 5 - Síntese de proteína microbiana em cordeiros alimentados com feno de amoreira

Variável	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
Excreção urinária (mmol/dia)						
Alantoína[3]	17,55	12,51	10,09	0,040	0,640	32,97
Ácido úrico	2,92	2,65	2,12	0,113	0,801	26,27
Purinas totais[4]	20,52	15,17	12,21	0,029	0,676	28,37
Purina microbiana (mmol/dia)						
Absorvidas[5]	24,43	18,05	14,54	0,029	0,676	28,38
Purinas totais (%)						
Alantoína	85,01	82,03	81,26	0,409	0,775	7,40
Ácido úrico	14,99	17,97	18,74	0,409	0,775	35,52
Produção microbiana (g/dia)						
N-microbiano[6]	17,71	13,06	10,44	0,029	0,685	28,73
PB-microbiana[7]	110,71	81,66	65,29	0,029	0,685	28,73
Eficiência microbiana (g/dia)						
MODR	571,18	622,26	636,02	0,490	0,816	20,89
Nm/kg MODR[8]	20,64	13,84	11,18	0,011	0,445	27,75
Pm/kg NDT[9]	158,81	107,72	81,90	0,006	0,510	25,92

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação; [3]Y= 17,121667 – 0,298600x, R^2= 0,96; [4]Y= 20,122917 – 0,332300x, R^2= 0,97; [5]Y= 23,953750 – 0,395500x, R^2= 0,97; [6]Y= 23,953750 – 0,290700x, R^2= 0,97; [7]Y= 108,600833 – 1,817000x, R^2= 0,97; [8]Y= 19,951667 – 0,378200x, R^2= 0,94; [9]Y= 154,604167 –3,076400x, R^2= 0,96.

Silva (2010) ao avaliar a cinética de degradação *in vitro* das frações de proteína e carboidrato em folhas de amoreira, concluiu que em dietas com folhas de amoreira deve-se fornecer ao animal uma fonte de carboidrato de fácil degradação, para se otimizar o aproveitamento da proteína presente na amoreira. Da mesma forma, Gomes (2012), ao pesquisar a produção e valor nutricional de híbridos de amoreira, reportou que em dietas com folhas de amoreira deve-se aumentar a proporção de concentrados energéticos para maximizar a síntese de proteína microbiana e reduzir a perda de proteína degradada.

O balanço de nitrogênio (Tabela 6) foi positivo nas três dietas, o que significa que não houve perdas de proteína ou dos compostos nitrogenados a ponto de comprometer o desempenho dos animais (Tabela 7), embora o nitrogênio nas fezes tenha aumentado linearmente (P<0,05) em função, provavelmente, da redução na síntese de proteína microbiana pelos animais alimentados com dietas contendo feno de amoreira (Tabela 5). Segundo Nocek e Russel (1988), rações com altas proporções de proteína na fração solúvel levam a perda de nitrogênio no rúmen, sob a forma de amônia, decorrente do desbalanceamento entre proteína e carboidrato. Não houve influência (P>0,05) de tratamento para as quantidades de nitrogênio ingerido, excretado na urina, absorvido e retido (balanço de nitrogênio), possivelmente porque as dietas fornecidas tinham teores de nitrogênio semelhantes (Tabela 2).

Tabela 6 - Balanço aparente de nitrogênio em cordeiros alimentados com feno de amoreira

Variável	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
Nitrogênio ingerido						
g/dia	38,84	44,52	39,58	0,865	0,183	15,32
g/kg^{0,75}/dia	3,26	3,67	3,49	0,538	0,374	15,06
Nitrogênio nas fezes						
g/dia[3]	5,96	6,00	8,48	0,029	0,186	20,92
g/kg^{0,75}/dia[4]	0,50	0,49	0,75	0,025	0,144	23,46
%N ingerido	15,47	13,53	21,85	0,051	0,068	24,33
Nitrogênio na urina						
g/dia	12,00	10,06	10,11	0,519	0,694	38,92
g/kg^{0,75}/dia	1,01	0,82	0,89	0,629	0,564	38,89
%N ingerido	33,80	25,39	29,76	0,563	0,301	33,55
N absorvido						
g/dia	32,88	38,52	31,10	0,674	0,095	17,66
g/kg^{0,75}/dia	2,76	3,17	2,74	0,957	0,178	17,06
N retido						
g/dia	20,87	28,45	20,99	0,979	0,079	27,98
g/kg^{0,75}/dia	1,74	2,34	1,85	0,790	0,129	28,39
%N ingerido	50,71	61,07	48,38	0,776	0,126	17,75
Nretido/Ningerido	0,54	0,64	0,51	0,711	0,140	21,14
Nretido/Nabsorvido	0,64	0,74	0,65	0,531	0,347	19,47

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação; [3]Y= 5,553333 + 0,100800x, R^2= 0,76; [4]Y= 0,456333 + 0,010080x, R^2= 0,73.

De acordo com Owens e Zinn (1988), o balanço de nitrogênio serve como estimativa da deposição de proteína para fatores produtivos, como lã, leite e carne. Dessa maneira, a similaridade no ganho de peso dos cordeiros (Tabela 7) pode ser explicada em parte pela semelhança na retenção de nitrogênio. Anbarasu et al. (2004), ao avaliarem a substituição da proteína do concentrado por concentrado contendo amoreira na dieta de caprinos por meio do metabolismo do nitrogênio, não observaram diferença (P>0,05) no balanço de nitrogênio.

Os cordeiros alimentados com dietas contendo feno de amoreira tiveram desempenhos similares aos do grupo controle (Tabela 7). A semelhança entre os resultados pode ser atribuída ao fato de os animais terem apresentado o consumo e digestibilidade de nutrientes similares (Tabela 3 e 4).

Tabela 7 - Peso médio corporal inicial (PMCI) e final (PMCF), dias de confinamento (DC), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) em cordeiros alimentados com feno de amoreira

Variável	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
PMCI (kg)	15,48	15,46	15,46	0,690	0,818	0,50
PMCF (kg)	32,08	32,08	32,32	0,498	0,694	1,69
DC	64,80	66,80	66,40	0,601	0,651	7,14
GPD (kg)	0,257	0,249	0,254	0,732	0,455	6,05
CA (kg MS/kg PC)	3,21	3,15	3,22	0,943	0,688	8,06

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; CV= Coeficiente de variação.

Miller, Mcdonald e Asiedu (2005) não encontraram diferença no desempenho de cabritos alimentados com inclusões de 50 e 100% de feno de amoreira em substituição ao concentrado. Da mesma forma, Silva (2006) não observou diferença no desempenho de cordeiros Suffolk alimentados com dietas com 15% de feno de amoreira ou feno de alfafa ou amendoim forrageiro ou aveia, em substituição ao concentrado.

Okamoto et al. (2008), ao estudarem o desempenho de cordeiras Santa Inês alimentadas com cana-de-açúcar em dietas com relação volumoso:concentrado 60:40, em que 40% da cana-de-açúcar foi substituída por ramas de amoreira, constataram GPD de 115,10 e CA de 7,32, desempenho inferior ao conseguido neste estudo. O maior desempenho dos animais deste trabalho pode ser explicado pela qualidade nutricional do feno de amoreira que apresentou teor de PB superior,

20,92% contra 13,66%. Vu et al. (2011) não registraram influência no desempenho de tourinhos alimentados com inclusão (5, 10 e 15%) de folhas de amoreira em substituição ao caroço de algodão no concentrado.

4 Conclusões

A inclusão de feno de amoreira em até 25% na dieta em substituição ao concentrado não comprometeu o desempenho dos animais, podendo o feno de amoreira ser utilizado como fonte alternativa de nutrientes na terminação de cordeiros em confinamento.

5 Referências

ANBARASU, C.; DUTTA, N.; SHARMA, K.; RAWAT, M. Response of goats to partial replacement of dietary protein by a leaf meal mixture containing *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* and *Tectona grandis*. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 51, n. 1, p. 47-56, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/ 10.1016/S0921-4488(03)00203-7>.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**, 16.ed. Washington: DC, 1995. 1011p.

BA, N. X.; GIANG, V. D.; NGOAN, L. D. Ensiling of mulberry foliage (*Morus alba*) and the nutritive value of mulberry foliage silage for goats in central Vietnam. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 17, n. 2, p. 1-9, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.90328>.

BAMIKOLE, M. A.; IKHATUA, M. I.; IKHATUA, U. J.; EZENWA, I. V. Nutritive value of ulberry (*Morus* Spp.) leaves in the growing rabbits in Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad**,** v. 4, n. 4, p.231-236, 2005.

BLAXTER, K. L. **The energy metabolism of ruminants**. London: Hutchinson & Company, 1962. 329 p.

BRODERICK, G. A. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. **Journal Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2760-2773, 1995.

CARREGAL, R. D.; TAKAHASHI, R. Composição entre o valor nutritivo dos fenos de soja perene (*Glycine wrightii verdec*) e amoreira (*Morus alba L.*), através da digestibilidade aparente em coelhos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20., 1983, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1983. p. 66.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; DA SILVA, F. F.; SILVA, R. R. Desempenho e digestibilidade de ovinos alimentados com farelo de cacau (*Theobroma cacao* L.) em diferentes níveis de substituição. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 2, p. 115-122, 2006.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep an cattle based on urinary excretion of purine derivatives**: an overview of technical details. Aberdeen: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, 1992, 21p. (Ocasional Publiation).

COSTA, J. L. DA; RESENDE, H. **Produção de feno de gramíneas**. Juiz de Fora: EMBRAPA: CNPGL, 2006. 2 p. (EMBRAPA- CNPGL. Documentos, 19).

DORIGAN, C. J.; RESENDE, K. T.; BASAGLIA, R.; SUGOHARA, A.; TAKAHASHI, R.; COSTA, R. G.; VASCONCELOS, V. R. Digestibilidade *in vivo* dos nutrientes de cultivares de amoreira (*Morus alba L.)* em caprinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 539-544, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000200031>.

ETHERIDGE, R. D.; PESTI, G. M.; FOSTER, E. H. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 73, n. 1, p. 21-28, 1998.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p. 255-258.

GOMES, R. A. **Produção e valor nutricional de híbridos de amoreira (*Morus alba* L.) colhidos em diferentes idades de crescimento.** 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

HOOVER, W. H.; MILLER-WEBSTER, T. K. Role of sugars and starch in ruminal fermentation. In: PROCEEDINGS TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 1998, Ohio. **Proceedings…** Ohio: Ohio State University, 1998. p. 1-16.

LIU, J. X.; YAO, J.; YAN, B.; YU, J. Q.; SHI, Z. Q. Effects of mulberry leaves to replace rapeseed meal on performance of sheep feeding on ammoniated rice straw diet. **Small Ruminant Research,** Amsterdam, v. 39, n. 2, p. 131-136, 2001.

MILLER, D.; MCDONALD, D.; ASIEDU, F. H. The effect of mulberry leaf meal on the growth performance of weaner goats in Jamaica. **CARDI Review**, St. Augustine, v. 5, p. 5-11, 2005.

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREZ, H. L.; ROSSI, R. C. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000400022>.

NAGESWARA, R. S. B.; NAWAB, S.; OGRA, J. L.Three leaves based pelleted feeds and their utilization in goats. **Indian Journal of Animal Nutrition,** New Delhi, v. 13, n. 3, p. 174-177, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of sheep**. Washington: National Academies Press, 2007. 362 p.

NOCEK, J.; RUSSELL, J. B. Protein and carbohydrate as an integrated system. Relationship of ruminal availability to microbial contribuition and milk production. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, 1988.

OKAMOTO, F.; CUNHA, E. A.; BUENO, M. S.; SILVA, M. A.; SANTOS, L. E.; RODRIGUES, A. A. Desempenho de borregas da raça Santa Inês alimentadas com cana-de-açúcar e ramas de amoreira. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 65, n. 1, p. 01-06, 2008.

OWENS, F. N; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. **The ruminant animal.** Englewood Cliffs: Waveland Press, 1988, p. 227-249.

PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V.; MIRANDA, L. F.; MIZUBUTI, I. Y.; MUNIZ, E. B.; PINTO, A. P. Importância da inter-relação carboidrato e proteína em dietas de ruminantes. **Semina:** Ciências Agrárias**,** Londrina, v. 26, n. 1, p. 125-134, 2005.

SANCHEZ, M. D. Mulberry, an exceptional forage available almost worldwide. In: _____. (Ed.). **Mulberry for Animal Production.** Roma: Food and Agriculture Organization (FAO) of United Nations, 2002. p. 271-291.

SILVA, C. D. A. **Valor nutricional de fenos em rações para cordeiros alimentados em comedouros privativos**. 2006. 38 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade de Marília, Marília, 2006.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos:** métodos químicos e biológicos**.** 5 ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002, 235 p.

SILVA, S. P. **Cinética de degradação *in vitro* das frações de proteína e carboidrato em forrageiras tropicais e simulação do desempenho de caprinos**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

SNIFFEN, C.; BEVERLY, R. W.; MOONEY, C. S.; ROE, M. B.; SKIDMORE, A. L. Nutrient requirement *versus* supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 3160-3178, 1993.

SNIFFEN, C. J.; CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evalution cattle diets. II Carboydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOUSA JÚNIOR, A.; OLIVEIRA, M. E. Substituição parcial do farelo de soja e milho por farelo de babaçu na terminação de ovinos. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v. 5, p. 28-28, 2003.

TAKAHASHI, R. **Sericicultura:** Amoreira (*Morus alba L.*) Bicho da Seda (*Bombyx mori L.*). Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1988. 135 p.

VAN WYK, J. A.; BATH, G. F. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. **Veterinary Research**, v. 33, p. 509-529, 2002. Disponível em: < http//dx.doi.org/10.1051/vetres:2002036>.

VERBIC, J.; CHEN, X. B.; MACLEOD, N. A.; ØRSKOV, E. R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivatives excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.114, n.3, p.243-248, 1990. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859600072610>.

VU, C. C.; VERSTEGEN, M. W. A.; HENDRIKS, W. H.; PHAM, K. C. The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) and partial replacement of cotton seed in rations on the performance of growing vietnamese cattle. **Asian Australian Journal of Animal Science***,* Seoul, v. 24, n. 9, p.1233-1242, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.90328>.

YAMAMOTO, S. M.; SILVA SOBRINHO, A. G.; VIDOTTI, R. M.; HOMEM JÚNIO, A. C.; PINHEIRO, R. S. B.; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p.1131-1139, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000500021>.

CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS E SENSORIAIS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar as características qualitativas e sensoriais da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo 0; 12,5 e 25,0% de feno de amoreira em substituição ao concentrado. Foram utilizados vinte e quatro cordeiros Ile de France, com aproximadamente 60 dias de idade e 15 kg de peso corporal, confinados em baias individuais e abatidos aos 32 kg. A inclusão de feno de amoreira no concentrado não afetou o pH da carne aos 45 min (6,45) e 24 horas (5,40) após o abate e a cor da carne para luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e amarelo (b*), respectivamente, com médias de 40,85; 14,51 e 4,17 às 24 horas após o abate. A capacidade de retenção de água (58,03%), a perda de peso por cozimento (41,95%), a força de cisalhamento (2,80 kgf/cm^2), o comprimento do sarcômero (1,60 µm) e a análise sensorial da carne para os atributos aparência (7,29), sabor (7,23), maciez (7,51) e aceitação global (7,48) também não foram alterados pela inclusão de feno de amoreira na dieta. O feno de amoreira em substituição ao concentrado não comprometeu as características qualitativas e sensoriais da carne, caracterizando-o como bom ingrediente alternativo de nutrientes na alimentação de cordeiros em confinamento.

Palavras-chave: alimento alternativo, confinamento, cor da carne, maciez, perdas no cozimento, sabor da carne

CHAPTER 3 - QUALITATIVE AND SENSORY CHARACTERISTICS OF LAMB MEAT FED WITH MULBERRY HAY

ABSTRACT – This trial aimed to evaluate qualitative and sensory characteristics of lamb meat fed diets containing 0, 12.5 and 25.0% of mulberry hay as a substitute for the concentrate. Feedlot of twenty four Ile de France lambs, average age 60 days and body weight 15 kg, were distributed in individual stall and slaughtered with 32 kg BW. Mulberry hay used as concentrate did not affect meat pH at 45 min (6.45) and 24 hours (5.40) after slaughter, meat color for luminosity (L*), red color intensity (a*) and yellow intensity (b*) averages were 40.85; 14.51 and 4.17, respectively, 24 hours after slaughter. No differences were observed on water-holding capacity (58.03%), weight loss during cooking (41.95%), shear force (2.80 kgf/cm^2), sarcomere length (1.60 µm), and meat sensory analysis from traits, appearance (7.29), taste (7.23), tenderness (7.51) and global acceptance (7.48). Mulberry hay used as a substitute for concentrate in lambs diet did not change qualitative and sensory characteristics on the meat, furthermore, it is consider a good alternative feed for lambs in confinement system.

Keywords: alternative food, feedlot, meat color, softness, cooking losses, meat flavor

1 Introdução

A última década foi caracterizada por importantes mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores de carne (HOFFMAN et al., 2003). A busca por alimentos mais saudáveis e a maior exigência em relação à qualidade dos produtos direcionou parte do nicho de mercado a consumir carnes de melhor qualidade sensorial e nutricional (COSTA et al., 2008). A carne ovina é uma das opções disponíveis aos consumidores dispostos a pagar por um produto de qualidade, entretanto, deixa de ganhar mercado pela falta de padronização e qualidade no momento que chega ao consumidor.

O confinamento é uma alternativa para a terminação de cordeiros, fazendo com que esses animais atinjam a conformação e o acabamento adequado para o abate em menor tempo, proporcionando carcaças padronizadas e de melhor qualidade. Nesse modelo de criação, um dos obstáculos é a alimentação, que muitas vezes onera o sistema de produção. As fontes convencionais de proteína e energia em concentrados, como o farelo de soja e milho em grão, elevam sobremaneira os custos de alimentação, sendo as fontes alternativas de interesse para a cadeia produtiva, desde que não prejudiquem o desempenho animal e a qualidade do produto final.

Vários trabalhos avaliaram o uso da amoreira na alimentação de ruminantes (LIU et al., 2001; OKAMOTO et al., 2008; VU et al., 2011). No entanto, percebe-se que a maioria das pesquisas contempla o desempenho, sem abordar os aspectos qualitativos da carne ovina, realçando a escassez de tais estudos, haja vista a marcante influência das dietas nessas características (SAÑUDO, 1992).

A amoreira (*Morus sp.*) é utilizada como forrageira na alimentação de ruminantes por suas características agrostológicas de produção de massa verde de 25 a 30 t/ha/ano, boa aceitabilidade (SANCHEZ, 2002), teor de proteína bruta de 18 a 28% (BA; GIANG; NGOAN, 2005), nutrientes digestíveis totais de 76% (BAMIKOLE et al., 2005), digestibilidade da matéria seca de 75 a 85% (BA; GIANG; NGOAN, 2005), e altas porcentagens de ácidos graxos ômega-3 (50,43%). Esses aspectos caracterizam essa planta como importante alternativa alimentar (TAKAHASHI, 1988).

Considerando a importância da nutrição sobre o efeito na produção e nos aspectos gerais da carne, faz-se necessário desenvolver estudos visando à utilização de alimentos alternativos que não alterem as características indicadoras da qualidade da carne ovina. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características qualitativas e sensoriais da carne de cordeiros alimentados com feno de amoreira.

2 Material e Métodos

O experimento de campo seguiu os princípios éticos da experimentação animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (Cobea) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, protocolado sob nº 014105/11.

O experimento foi desenvolvido no Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, Campus de Jaboticabal, SP, utilizando-se 24 cordeiros da raça Ile de France, recém-desmamados, com aproximadamente 60 dias de idade e peso corporal inicial de 15,48 ± 0,07 kg.

Os animais foram alojados em baias individuais, instaladas em galpão coberto, com aproximadamente 1,0 m^2, com piso ripado e suspenso, equipadas com comedouro e bebedouro. No início do experimento, os cordeiros foram identificados, desverminados, vacinados com vacina polivalente contra clostridioses, suplementados com vitaminas A, D e E**,** e distribuídos por sorteio nos tratamentos.

As dietas experimentais foram calculadas para atender às exigências preconizadas pelo NRC (2007) para cordeiros desmamados, com ganho médio de peso de 300 g/dia. Os tratamentos foram constituídos pelas dietas D1: cana-de-açúcar + concentrado sem feno de amoreira; D2: cana-de-açúcar + concentrado com 12,5% de feno de amoreira e D3: cana-de-açúcar + concentrado com 25,0% de feno de amoreira, sendo que a cana-de-açúcar constituiu 50% da dieta total. A cana-de-açúcar utilizada foi da variedade forrageira IAC 86-2480 picada em partículas de 1,0 cm e fornecida *in natura*. Na Tabela 1 consta a composição químico-bromatológica dos ingredientes e na Tabela 2 a composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Nutriente	Cana-de-açúcar	Feno de amoreira	Milho em grão moído	Farelo de Soja
Matéria seca	27,12	89,36	89,12	89,05
Matéria orgânica[1]	97,70	89,45	97,79	92,37
Matéria mineral[1]	2,30	10,55	2,21	7,63
Proteína bruta[1]	2,92	20,92	14,26	44,28
Extrato etéreo[1]	0,38	2,64	6,75	1,74
Lignina[1]	2,28	2,69	1,40	2,40
Fibra em detergente neutro[1]	33,72	21,99	17,75	12,42
Fibra em detergente ácido[1]	22,75	15,47	4,80	8,54
Carboidratos totais[1]	92,80	65,89	76,78	46,35
Carboidratos não-fibrosos[1]	59,08	43,90	59,03	33,93
Energia bruta (Mcal/kg MS)	4,29	4,54	4,65	4,73

[1] em %.

Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais

Composição da dieta (% da MS)	Feno de amoreira (%)		
	0	12,5	25,0
Ingredientes			
Cana-de-açúcar	50,00	50,00	50,00
Feno de amoreira	-	12,50	25,00
Farelo de soja	28,49	24,60	21,33
Milho em grão moído	17,80	9,00	0,00
Óleo de soja	1,00	1,00	1,00
Ureia	0,80	0,80	0,80
Suplemento mineral e vitamínico[1]	0,50	0,50	0,50
Calcário calcítico	0,47	0,43	0,25
Fosfato bicálcico	0,94	1,17	1,12
Químico-bromatológica			
Matéria seca	58,44	56,94	57,18
Matéria orgânica[2]	93,63	92,56	91,92
Matéria mineral[2]	4,17	4,99	5,87
Proteína bruta[2]	18,88	18,51	18,40
Extrato etéreo[2]	2,88	2,55	2,21
Lignina[2]	2,07	2,19	2,32
Fibra em detergente neutro[2]	23,56	24,26	25,01
Fibra em detergente ácido[2]	14,66	15,84	17,06
Carboidratos totais[2]	73,27	72,95	72,76
Carboidratos não-fibrosos[2]	49,71	48,68	47,75
Energia metabolizável (Mcal/kg MS)	2,99	2,95	2,55

[1]Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120 g, cloro 90 g, cobalto 10 mg, cobre 50 mg, enxofre 34 g, ferro 1064 mg, fósforo 50 g, iodo 25 mg, magnésio 54 g, manganês 1500 mg, selênio 20 mg, sódio 62 g e zinco 1600 mg, flúor (max) 0,73 g, vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI.

[2] em % da MS.

A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade forrageira IAC 86-2480, colhida e picada diariamente em partículas de 1,0 cm e fornecida *in natura*. As ramas de amoreira, provenientes da Sirgaria do Setor de Sericicultura da FCAV - Unesp, foram cortadas com ± 60 dias de rebrota, sendo posteriormente desidratadas ao sol até atingirem o ponto de feno inferior a 20% de umidade (COSTA; RESENDE, 2006). Após fenado, esse material foi moído utilizando-se peneira com malha de 0,8 mm com o intuito de facilitar a uniformização quando misturado aos ingredientes dos concentrados e evitar a seletividade pelos animais.

A alimentação foi fornecida às 7 e às 17 h, de forma a permitir, no mínimo, 10% de sobras e diariamente foi registrado o peso do alimento oferecido e das sobras, para determinação do consumo de MS. As pesagens foram realizadas a cada 14 dias, momento no qual foi monitorada a haemoncose pelo método Famacha® (VAN WYK; BATH, 2002). Ao atingirem 32,20 ± 0,49 kg de peso corporal (PC), os cordeiros foram abatidos, no próprio Setor de Ovinocultura, após jejum de dieta sólida por 16 horas, sendo posteriormente insensibilizados por eletronarcose com descarga elétrica de 220 V por dois segundos, seguido da sangria, pelo seccionamento das veias jugulares e artérias carótidas. Após esfola, evisceração e retirada da cabeça e dos membros, mediram-se em triplicata nos músculos *Longissimus lumborum* (lado esquerdo) o pH (pH_{45min}) e a temperatura (T_{45min}) em ^{0}C, por meio de peagômetro digital TESTO 205, acoplado a um eletrodo de penetração.

As carcaças foram transferidas para câmara frigorífica a 6 ºC onde permaneceram sob refrigeração por 24 horas, penduradas pelos tendões do *gastrocnemius*, em ganchos apropriados, distanciadas em 17 cm. Ao final desse período, mediram-se em triplicata no mesmo músculo, o pH (pH_{24h}) a temperatura (T_{24h}) em ^{0}C, e a cor (cor_{24h}), utilizando colorímetro Minolta CR-200, por meio do sistema CIELAB L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo), calibrado para um padrão branco. A coloração dos músculos foi determinada em suas partes internas, cinco minutos após o corte, para exposição da mioglobina ao oxigênio, de acordo com Cañeque e Sañudo (2000).

As carcaças foram posteriormente divididas longitudinalmente em duas meias-carcaças. A metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas:

pescoço, paleta, costelas, lombo e perna, conforme descrito por Silva Sobrinho (2001). Os músculos *Longissimus lumborum*, de acordo com a nomenclatura de Schaller (1999), foram individualmente identificados, embalados a vácuo e armazenados a -18 ºC até o início das análises.

No preparo das amostras para análises, os lombos foram descongelados dentro dos sacos plásticos em incubadora B.O.D. a 10 ºC por 12 horas e dissecados com auxílio de bisturi e faca. Do músculo *Longissimus lumborum*, foram retiradas amostras para determinação da capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, comprimento do sarcômero e análise sensorial.

Na determinação da capacidade de retenção de água foi utilizada a metodologia descrita por Hamm, citada por Silva Sobrinho (1999), na qual amostras de carne de 500 ± 20 mg foram colocadas no sentido transversal das fibras sobre papel filtro entre duas placas acrílicas e sobre elas, colocado peso de 10 kg por 5 minutos. Posteriormente, as amostras foram pesadas e por diferença, calculou-se a quantidade de água perdida. O resultado foi expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso inicial da amostra.

Para determinação da perda de peso por cozimento, as amostras foram pesadas e submetidas ao cozimento em forno industrial pré-aquecido a 170 ºC, até a temperatura interna das amostras atingirem 75 ºC, medida com auxílio de termômetro tipo espeto, quando então foram retiradas do forno e pesadas novamente para o cálculo em porcentagem. Na sequência, para determinação da força de cisalhamento, as amostras cozidas foram cortadas em cubos de 3 cm x 1 cm para cálculo da área em cm^2 e submetidas ao corte no sentido transversal das fibras musculares pelo aparelho Texture Analyser, acoplado à lâmina Warner-Bratzler, sendo os valores expressos em kgf/cm^2 (LYON; LYON; DICKENS, 1998; RAMOS; GOMIDE, 2009).

Amostras de cinco gramas do músculo *Longissimus lumborum* foram obtidas para medição dos comprimentos de sarcômero. Essas amostras foram colocadas em frascos plásticos de boca larga contendo formalina tamponada 10% (50 mL). Após a fixação, as amostras foram clivadas, desidratadas, clarificadas, incluídas em parafina e seccionadas em um micrômetro (Pika–Seiko) com espessura de oito micra. Os cortes histológicos foram corados com Hematoxilina Fosfotúngstica de

Mallory segundo a técnica recomendada por Behmer et al. (1976). As lâminas foram lidas utilizando microscópio óptico Olympus modelo BX51 com câmera acoplada Olympus modelo DP72, sendo o método baseado na contagem de 10 sarcômeros de cinco diferentes miofibrilas. As análises morfométricas do comprimento de sarcômero foram feitas utilizando o programa ImageJ.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 8 repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, com os graus de liberdade desdobrados em efeitos linear ou quadrático, de acordo com as porcentagens de feno de amoreira. A significância das regressões foi obtida pelo teste F a 1 ou 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000), empregando-se o modelo matemático:

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

Y_{ij} = valor observado da variável estudada no indivíduo j, recebendo o tratamento i;
μ = média geral;
Ti = efeito do tratamento i, variando de 1 a 3 (0, 12,5 e 25,0% de inclusão de feno de amoreira no concentrado);
eij = erro aleatório associado a cada observação.

Na análise sensorial, as amostras do músculo *Longissimus lumborum* foram assadas em forno à temperatura de 175 ºC, até o seu centro geométrico atingir 75 ºC, medido por termômetro digital. Após resfriamento, foram cortadas em cubos, embaladas em papel alumínio e mantidas em banho maria até serem servidas a cada julgador não treinado em cabines individuais, com luz vermelha para evitar possíveis influências na aparência das amostras, em recipientes plásticos codificados com três dígitos aleatórios. Junto às amostras, foi disponibilizado aos provadores água (para beber entre a degustação de cada amostra) e uma planilha, na qual os 30 provadores avaliaram os seguintes atributos: cor, sabor, maciez e aceitação global, numa escala hedônica não estruturada de nove pontos que consistiram em: 1- desgostei muitíssimo, 2- desgostei muito, 3- desgostei

regularmente, 4- desgostei ligeiramente, 5- indiferente, 6- gostei ligeiramente, 7- gostei regularmente, 8- gostei muito e 9- gostei muitíssimo (MORAES, 1993).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 3 tratamentos e 30 repetições. Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, com os graus de liberdade desdobrados em efeito linear ou quadrático, de acordo com as porcentagens de feno de amoreira. A significância das regressões foi obtida pelo teste F a 1 ou 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO Jr., 2012), empregando-se o modelo matemático:

$$Yij = \mu + Ti + Pj + eij, \text{ sendo:}$$

Yij = valor observado da variável estudada no indivíduo j, recebendo o tratamento i;
μ = média geral;
Ti = efeito do tratamento i, variando de 1 a 3 (0, 12,5 e 25,0% de inclusão de feno de amoreira no concentrado);
Pj = Efeito do provador j (j=1, 2,..., 30).
eij = erro aleatório associado a cada observação.

3 Resultado e Discussão

A temperatura e o pH do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros em confinamento, avaliados aos 45 minutos e 24 horas após o abate, não foram influenciados (P>0,05) pelas porcentagens de feno de amoreira (Tabela 3). O declínio do pH de 6,45 para 5,70, 24 horas após o abate, evidenciou o adequado processo de *rigor mortis* (LAWRIE, 2005). O processo de transformação do músculo em carne tem relação com vários fatores, dentre eles o pH e a temperatura. A partir dessas características, pode-se inferir sobre a qualidade do produto final, pois o valor final de pH e temperatura da carcaça durante o resfriamento relaciona-se às características físicas e organolépticas da carne.

Os valores de pH de 6,45 e 5,70 aos 45 minutos e 24 horas após o abate, respectivamente, estão próximos da faixa considerada normal para carne ovina, que conforme Sañudo et al. (1992) varia de 6,56 a 6,69 para o pH aos 45 minutos, e de

5,66 a 5,78 para o pH às 24 horas, indicando inexistência de estresse pré-abate (DEVINE et al., 1993). Isso induz que outras características indicadoras da qualidade da carne, como cor, capacidade de retenção de água, perda de peso ao cozimento e maciez provavelmente estejam adequadas.

Tabela 3 - Temperatura (T), potencial hidrogeniônico (pH) e cor do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros alimentados com feno de amoreira

Variável	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
T (^{0}C)						
45 $_{min}$	36,12	36,11	35,74	0,684	0,824	4,29
24_h	7,37	8,55	8,28	0,219	0,254	14,78
pH						
45_{min}	6,45	6,50	6,42	0,785	0,543	2,81
24_h	5,68	5,76	5,66	0,824	0,288	2,96
Cor (24_h)						
L*	40,12	39,99	42,46	0,214	0,415	6,48
a*	14,42	14,66	14,47	0,967	0,857	13,76
b*	4,17	4,20	4,13	0,919	0,883	26,64

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação.

Madruga et al. (2008), ao avaliarem a inclusão (16,7; 33,3 e 50%) de feno de flor-de-seda (*Calotropis procera* Sw) na dieta de cordeiros Santa Inês confinados, observaram alteração (P<0,05) no pH da carne do músculo *Longissimus dorsi*, com valor de 6,20 às 24_h após o abate para o tratamento com 50% de inclusão. Os valores de pH registrados nesta pesquisa (Tabela 3) estão de acordo com os observados por Endo (2012) e Leão et al. (2012), respectivamente, de 6,65 e 6,58 para o pH aos 45_{min} e 5,69 e 5,60 para o pH 24_h após o abate, avaliados no músculo *Longissimus lumborum*, em cordeiros Ile de France confinados, alimentados com dietas constituídas de cana-de-açúcar e concentrado, o que sugere que o feno de amoreira seja uma fonte alternativa de nutrientes na alimentação de cordeiros em confinamento.

A cor é a característica qualitativa da carne que mais influi na escolha pelo consumidor, despertando-lhe o interesse de consumir ou rejeitar o produto (RAMOS; GOMIDE, 2012). Independentemente da porcentagem de inclusão de feno de amoreira na dieta dos animais, as coordenadas que indicam a luminosidade (L*), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*) da carne, 24_h após o abate, não

diferiram (P>0,05), com valores de 40,86; 14,52 e 4,17, respectivamente. De acordo com Sañudo et al. (2000), Warris (2003) e Souza et al. (2004), a carne ovina geralmente apresenta valores de 30,03 a 49,47 para L*; 8,24 a 23,53 para a* e de 3,38 a 11,10 para b*, desse modo, os valores encontrados neste estudo estão próximos aos preconizados pela literatura. Costa et al. (2011), ao utilizar porcentagens (15, 30 e 45%) de feno de flor-de-seda em substituição ao concentrado na dieta de cordeiros Morada Nova em confinamento, não observaram alteração para os valores da cor da carne. Da mesma forma, Moreno (2011) não registrou mudança na cor da carne ao avaliar inclusões (30, 40, 50 e 60%) de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia*) na terminação de cordeiros Santa Inês confinados.

A capacidade de retenção de água (CRA), a perda de peso por cozimento (PPC), a força de cisalhamento (FC) e o comprimento de sarcômero (CS) (Tabela 4) também não foram alterados (P>0,05) pela inclusão de feno de amoreira na dieta dos animais. A semelhança entre os resultados possivelmente pode estar relacionada ao adequado processo de *rigor mortis* e ao declínio do pH na carcaça dos animais após o abate.

Tabela 4 - Capacidade de retenção de água (CRA), perdas de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e comprimento de sarcômero (CS) do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros alimentados com feno de amoreira

Variável	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
CRA (%)	57,61	60,45	56,05	0,550	0,124	7,38
PPC (%)	42,38	39,55	43,94	0,550	0,124	10,16
FC (kgf/cm^2)	2,57	2,43	2,76	0,768	0,669	32,10
CS (µm)	1,58	1,57	1,66	0,087	0,178	3,36

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação.

A CRA tem forte repercussão no desenvolvimento e na apreciação das características sensoriais, no valor nutritivo e no valor comercial da carne (ORDÓÑEZ, 2005), sendo ainda determinante da suculência da carne (SAÑUDO et al., 1992). As PPC ocorrem durante o processo de preparo da carne para o consumo, já que o rompimento da membrana celular e as modificações da estrutura das proteínas são responsáveis por essas perdas (MORENO, 2011). É uma medida de qualidade associada ao rendimento da carne no momento do consumo (PARDI et

al., 1993), influenciada principalmente pela CRA, em que a maior CRA, promove menor PPC.

Os valores de 58,03% para CRA e 41,95% para PPC foram próximos aos reportados por Zeola et al. (2011), de 55,27 e 44,23%; e por Endo (2011), de 57,08 e 43,51% para CRA e PPC, respectivamente, na carne de cordeiros Ile de France. Entretanto, o resultado deste estudo, para PPC, foi superior quando comparado ao encontrado por Leão et al. (2012), de 34,18%, na carne de cordeiros Ile de France.

A força de cisalhamento de 2,59 kgf/cm^2 também foi próximo ao valor citado por Zeola et al. (2011), de 2,74 kgf/cm^2; e por Endo (2011), de 3,12 kgf/cm^2. Com os resultados obtidos, pode-se considerar a carne dos cordeiros macia, uma vez que, segundo Tatum, Smith e Belk (2000) o músculo *Longissimus* de ovino com menos de 5 kgf/cm^2 de força de cisalhamento, é considerado macio. Entretanto, a aceitação pelo mercado consumidor passa a diminuir quando o valor encontra-se acima de 11 kgf/cm^2 (BICKERSTAFFE; LE COUTEUR; MORTON, 1997). Os baixos valores para a força de cisalhamento podem estar relacionados à utilização de animais jovens, abatidos com aproximadamente 130 dias de idade e terminados em confinamento.

Com relação ao comprimento do sarcômero, o valor de 1,60 µm foi próximo aos 1,67 µm observado por Silva Sobrinho et al. (2005), em cordeiros Romney x East Friesian x Poll Dorset, e aos 1,70 µm registrado por Oliveira et al. (2004), em cordeiros e carneiros Santa Inês. De acordo com Bridi et al. (2012), o comprimento dos sarcômeros, que são as unidades da miofibrila onde ocorrem a contração e o relaxamento muscular, correlaciona-se positivamente com a maciez da carne (r= 0,80). Isso explica os resultados registrados para força de cisalhamento (Tabela 3), e segundo Herring, Casseus e Briskey (1965 a,b), quanto menores os comprimentos do sarcômero maior é a dureza da carne.

Não foram observadas diferenças (P>0,05) entre os tratamentos nas notas atribuídas às características sensoriais aparência (7,29), sabor (7,23), maciez (7,51) e aceitação global (7,48) das carnes (Tabela 5). Esses resultados podem ser atribuídos ao fato de não ter ocorrido mudanças no pH, na cor, na CRA, na PPC e na FC da carne, aspectos que estão intimamente relacionados aos atributos sensoriais.

Tabela 5 - Análise sensorial do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros alimentados com feno de amoreira

Variável	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
Aparência	7,06	7,36	7,46	0,060	0,583	11,09
Sabor	7,23	7,26	7,20	0,908	0,843	15,53
Maciez	7,60	7,63	7,30	0,278	0,442	14,12
Aceitação global	7,30	7,63	7,53	0,210	0,180	9,53

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação.

As notas atribuídas para este estudo estão próximas das observadas por Zeola, Silva Sobrinho e Manzi (2011) de 7,40; 7,43 e 7,47, para os atributos sabor, maciez e aceitação global, respectivamente, em cordeiros Ile de France. Resultados contrários foram registrados por Costa et al. (2011) que verificaram variação nos atributos sensoriais da carne de cordeiros ao incluir feno de flor-de-seda em substituição ao concentrado, com notas de 3,41 para cor; 3,79 para sabor; 3,25 para maciez e 3,83 para aceitação global, valores bem inferiores aos desta pesquisa. As notas aplicadas pelos provadores em uma escala que variou de 1- desgostei muitíssimo a 9- gostei muitíssimo indicam que as carnes dos cordeiros alimentados com dietas contendo feno de amoreira tiveram boa aceitação, o que justifica a utilização dessa fonte alternativa de nutrientes na dieta de cordeiros confinados, sem modificar os atributos sensoriais da carne dos animais.

4 Conclusões

A inclusão de feno de amoreira em até 25% na dieta em substituição ao concentrado não afetou as características qualitativas e sensoriais da carne, o que permite a utilização dessa fonte alternativa de nutrientes na alimentação de cordeiros em confinamento.

5 Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**, 16.ed. Washington: DC, 1995. 1011p.

BA, N. X.; GIANG, V. D.; NGOAN, L. D. Ensiling of mulberry foliage (*Morus alba*) and the nutritive value of mulberry foliage silage for goats in central Vietnam. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 17, n. 2, p. 1-9, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.90328>.

BAMIKOLE, M. A.; IKHATUA, M. I.; IKHATUA, U. J.; EZENWA, I. V. Nutritive Value of Mulberry (*Morus* Spp.) Leaves in the Growing Rabbits in Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad**,** v. 4, n. 4, p.231-236, 2005.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos**. Versão 1.1.0.668. 2012.

BEHMER, O. A.; JORDENS, J. Z.; GRIFFITS, D. T.; BENEZ, S. M. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. São Paulo: EDART Editora da USP, 1976. 239 p.

BICKERSTAFFE, R.; LE COUTEUR, C. E .; MORTON, J. D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 43., 1997, Auckland. **Proceedings...** Auckland: Nova Zelândia, 1997. p.196-197.

BRIDI, A. M. [2012]. **Crescimento e desenvolvimento do tecido muscular**. Disponível em:< http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcacasarquivos/Transformacao.pdf>. Acesso em: 20 dez 2012.

CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodologia para el estúdio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes.** Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnologia y Alimenticia, 2000. 255p.

COSTA, R. G.; CARTAXO, F. Q.; SANTOS, N.; QUEIROGA, R. C. R. E. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 3, p. 497-506, 2008.

COSTA, J. L. da.; RESENDE, H. **Produção de feno de gramíneas**. Juiz de Fora: EMBRAPA: CNPGL, 2006. 2 p. (Embrapa- CNPGL. Documentos, 19).

COSTA, R. G.; SILVA, N. V.; AZEVEDO, P. S. A.; MEDEIROS, A. N.; CARVALHO, F. F. R.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, G. R. Meat quality of lambs fed silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1266-1271, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000600015>.

DEVINE, C. E.; GRAAFHUIS, A. E.; MUIR, P. D.; CHRYSTALL B. B. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. **Meat Science**, Barking, v. 35, n. 1, p. 63-77, 1993. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(93)90070-X>.

ENDO, V. **Terminação de cordeiros com cana-de-açúcar *in natura* ou hidrolisada com óxido de cálcio em ambientes aeróbico e anaeróbico.** 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p. 255-258.

HERRING, H. K.; CASSENS, R. G.; BRISKEY, E. J. Further studies on bovine muscle tenderness as influenced by carcass position sarcomere length and fiber diameter. **Journal of Food Science**, Chicago, n. 6, v. 30, p.1049-1054, 1965a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1965.tb01885.x>.

HERRING, H. K.; CASSENS, R. G.; BRISKEY, E. J. Sarcomere length of free and retrained bovine muscles at low temperature as related to tenderness. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chicago, n. 7, v. 16, p.379-384, 1965b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2740160703>.

HOFFMAN, L. C.; MULLER, M.; CLOETE, S. W. P.; SCHMIDT, D. Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. **Meat Science**, Barking, v. 65, n. 4, p. 1265-1274, 2003.

LAWRIE, R. A. Constituição química e bioquímica do músculo. In: _____. (Ed.). **Ciência da carne**. Artmed: Porto Alegre, 2005. p. 79-119.

LEÃO, G. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MORENO, G. M. B.; SOUZA, H. B. A.; GIAMPIETRO, A.; ROSSI, R. C.; PEREZ, H. L. Características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 5, p. 1253-1262, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000500024>.

LIU, J. X.; YAO, J.; YAN, B.; YU, J. Q.; SHI, Z. Q. Effects of mulberry leaves to replace rapeseed meal on performance of sheep feeding on ammoniated rice straw diet. **Small Ruminant Research,** Amsterdam, v. 39, n. 2, p. 131-136, 2001.

LYON, C. E.; LYON, B. G.; DICKENS, J. A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 1, p.5 3-60, 1998.

MADRUGA, M. S.; COSTA, R. G.; SILVA, A. M.; MARQUES, A. V.; CAVALCANTI, R. N.; NARAIN, N.; ALBUQUERQUE, C. L.; FILHO, G. E. Effect of silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) feeding on the physical and chemical quality of *Longissimus dorsi* muscle of Santa Inês lambs. **Meat Science**, Barking, v. 78, n. 4 p. 469-474, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.016>.

MORAES, M.A.C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. Campinas: FEA/UNICAMP, 1993. 93 p.

MORENO, G. M. B. **Feno de erva-sal (A*triplex nummularia*) na terminação de cordeiros Santa Inês.** 2011. 120 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of sheep**. Washington: National Academies Press, 2007. 362p.

OLIVEIRA, I.; SILVA, T. J. P.; FREITAS, M. Q.; TORTELLY, R.; PAULINO, F. O. Caracterização do processo de *rigor mortis* em músculos de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne. **Acta Scientiae Veterinariae**, Rio Grande do Sul, v. 32, n. 1, p. 25 - 31, 2004.

ORDÓÑEZ, J. A. Características sensoriais da carne. In: _____. (Ed.). **Tecnologia de alimentos**. 2. vol. Artmed: Porto Alegre, 2005. 145-170.

OKAMOTO, F.; CUNHA, E. A.; BUENO, M. S.; SILVA, M. A.; SANTOS, E.; RODRIGUES, A. A. Desempenho de borregas da raça Santa Inês alimentadas com cana-de-açúcar e ramas de amoreira. **Boletim de indústria animal,** Nova Odessa, v. 65, n.1, p.01-06, 2008.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne:** tecnologia da sua obtenção e transformação. v.1. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 1993. 586 p.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 1.ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2009. 599p.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação objetiva da cor. In: _____. **Avaliação da qualidade de carnes:** Fundamentos e metodologias. Viçosa: UFV, 2012. p. 287-374.

SANCHEZ, M. D. Mulberry, an exceptional forage available almost worldwide. In: _____. (Ed.). **Mulberry for Animal Production.** Roma: Food and Agriculture Organization (FAO) of United Nations, 2002. p. 271-291.

SAÑUDO, C. A.; DELFA, R.; CASAS, M.; GONZÁLEZ, C.; ALCALDE, M. J.; VIJIL, E. Influencia del genótipo en la calidad de la carne del ternasco de Aragón. In: JORNADAS CIENTÍFICAS DE LA SOCIEDADE ESPÃNOLA DE OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA, 16., 1992. Pamploma. **Anais...** Pamploma: SEOC, 1992. p. 473-479.

SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; MARÍA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, Barking, v. 54, n. 4, p. 339-346, 2000. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00108-4>.

SCHALLER, O. Miologia. In: _____. (Ed.). **Nomenclatura anatômica veterinária ilustrada**. São Paulo: Manole, 1999. p. 98-139.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter.** 1999. 54 f. Thesis (PostDoctorate) - Massey University, Palmerston North, 1999.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2001. 302 p.

SILVA SOBRINHO, A. G.; PURCHAS, R. W.; KADIM, I. T.; YAMAMOTO, SANDRA MARI. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000300040>.

SOUZA, X. R.; PÉREZ, J. R. O.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; KABEYA, D. M.; Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 543-549, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612004000400011>.

TAKAHASHI, R. **Sericicultura:** Amoreira (*Morus alba L.*) Bicho da Seda (*Bombyx mori L.*). Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1988. 135 p.

TATUM, J. D.; SMITH, G. C.; BELK, K. E. New approaches for improving tenderness, quality, and consistency of beef. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE California, 2000. **Proceedings**... California: American Society of Animal Science, p. 1-10, 2000.

VAN WYK, J. A.; BATH, G. F. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. **Veterinary Research**, v. 33, n. 5, p. 509-529, 2002. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1051/vetres:2002036>.

VU, C. C.; VERSTEGEN, M. W. A.; HENDRIKS, W. H.; PHAM, K. C. The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) and partial replacement of cotton seed in rations on the performance of growing vietnamese cattle. **Asian Australian Journal of Animal Science***,* Seoul, v. 24, n. 9, p.1233-1242, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.90328>.

WARRIS, P.D. **Ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 2003. 309 p.

ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MANZI, G. M. Parâmetros qualitativos da carne de cordeiros submetidos aos modelos de produção orgânico e convencional. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 48, n. 2, p. 107-115, 2011.

CAPÍTULO 4 - CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM FENO DE AMOREIRA

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar as características nutricionais da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo 0; 12,5 e 25,0% de feno de amoreira em substituição ao concentrado. Foram utilizados vinte e quatro cordeiros Ile de France, com aproximadamente 60 dias de idade e 15 kg de peso corporal, confinados em baias individuais e abatidos aos 32 kg. A composição centesimal (75,79% de umidade, 20,86% de proteína, 2,29% de gordura e 1,05% de minerais) e o teor de colesterol (36,07 mg/100 g carne) da carne não foram afetados pela inclusão de feno de amoreira na dieta. Houve aumento na concentração dos ácidos graxos saturados pentadecanoico, heptadecanoico e araquídico, do monoinsaturado heptadecenoico e dos polinsaturados α-linolênico, ɣ-linolênico e eicosapentaenoico na carne à medida que a inclusão de feno de amoreira aumentou na dieta. As concentrações dos ácidos graxos nervônico e linoléico conjugado (CLA) apresentaram efeito quadrático ($P<0,05$) com valores de 0,37 e 0,59% para inclusões de 16,98 e 12,56% de feno de amoreira, respectivamente. A adição de feno de amoreira na dieta aumentou a concentração de ômega-3 e reduziu a relação ômega 6:ômega 3 na carne. O feno de amoreira em substituição ao concentrado melhorou as características nutricionais da carne de cordeiros em decorrência do perfil de ácidos graxos desejáveis.

Palavras-chave: ácidos graxos, alimento alternativo, composição centesimal, saúde humana

CHAPTER 4 - NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF LAMB MEAT FED WITH MULBERRY HAY

ABSTRACT – This trial aimed to evaluate nutritional characteristics of lamb meat fed diets containing 0, 12.5 and 25.0% of mulberry hay as a substitute for concentrate. Feedlot of twenty four Ile de France lambs, average age 60 days and body weight 15 kg, were distributed in individual stall and slaughtered with 32 kg BW. The centesimal composition (75.79% humidity, 20.86% protein, 2.29% fat and 1.05% minerals), and meat cholesterol content (36,07 mg/100 g) were not affected by the inclusion of mulberry hay. Concentration of saturated fatty acids pentadecanoic, heptadecanoic and arachidic, monounsaturated heptadecenoic, and polyunsaturated α-linolenic, ɣ-linolenic and eicosapentaenoic increase with mulberry hay treatment. Nervonic and conjugated linoleic fatty acids (CLA) concentrations show quadratic effect ($P<0.05$) values of 0.37 and 0.59% with mulberry hay inclusions of 16.98 and 12.56%. There was an increase in meat omega-3 concentration, and a reduction in Omega 6:Omega 3 ratio. Mulberry hay in the concentrate improved nutritional characteristics of lamb meat due to fatty acids desirable profile.

Keywords: fatty acids, alternative food, centesimal composition, human health

1 Introdução

Atualmente, constatam-se importantes mudanças nos hábitos alimentares da população mundial, que busca alimentos mais saudáveis e de melhor qualidade. Carnes com essas características passaram a ser preferenciais pelas suas propriedades funcionais benéficas à saúde humana (COSTA et al., 2008). A carne é uma proteína de alto valor biológico, associada a outros nutrientes essenciais como gordura, minerais e vitaminas. Alguns ácidos graxos polinsaturados, como o linoleico (ômega-6) e linolênico (ômega-3), reconhecidos por seus benefícios à saúde humana (REIS et at., 2001), podem estar presentes na composição da carne ovina em até 72% de ácidos graxos desejáveis (RHEE, 1992; BANSKALIEVA; SAHLU; GOETSCH, 2000). No entanto, elevadas concentrações lipídicas e de ácidos graxos saturados na carne vermelha classificam-na como um dos principais fatores responsáveis pelo aumento nos níveis de colesterol plasmático, incidência de doenças cardiovasculares e aterosclerose (RIBEIRO; SHINTAKU, 2004).

Pesquisas em ovinocultura estão sendo direcionadas para a produção da carne de cordeiros, objetivando produto macio e com pouca gordura (HOFFMAN et al., 2003). Alternativas para diminuir o teor de ácidos graxos saturados e aumentar os de mono e polinsaturados são bem-vindas, com destaque para o linoleico e o linolênico, considerados essenciais, pertencentes às séries ômega-6 e ômega-3, respectivamente, e também o ácido linoleico conjugado (CLA).

A utilização de alimentos alternativos na produção ovina que possam alterar os componentes lipídicos da carne deve ser avaliada via nutrição, dessa forma é possível manipular o perfil de ácidos graxos no músculo alterando sua relação e tornando a carne mais saudável (ANDRAE et al., 2001). A utilização de fontes alternativas que resultam em produtos com propriedades nutricionais benéficas a saúde humana pode ainda reduzir os custos de produção nos sistemas intensivos por meio da substituição do concentrado por dietas fibrosas (CHOI et al., 2006).

A amoreira (*Morus sp.*) é utilizada como forrageira na alimentação de ruminantes por suas características agrostológicas de produção de massa verde de 25 a 30 t/ha/ano, boa aceitabilidade (SANCHEZ, 2002), teor de proteína bruta de 18 a 28% (BA; GIANG; NGOAN, 2005), nutrientes digestíveis totais de 76% (BAMIKOLE et al., 2005), digestibilidade da matéria seca de 75 a 85% (BA; GIANG;

NGOAN, 2005), e altas porcentagens de ácidos graxos ômega-3 (50,43%). Esses aspectos caracterizam essa planta como importante alternativa alimentar (TAKAHASHI, 1988).

O conhecimento de alimentos alternativos como o feno de amoreira na alimentação de cordeiros, correlacionado aos aspectos nutricionais da carne é escasso. O consumo da carne de cordeiro de melhor qualidade nutricional poderá trazer benefícios para a saúde humana. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar as características nutricionais da carne de cordeiros alimentados com feno de amoreira.

2 Material e Métodos

O experimento de campo seguiu os princípios éticos da experimentação animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (Cobea) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, protocolado sob nº 014105/11.

O experimento foi desenvolvido no Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV - Unesp, Campus de Jaboticabal, SP, utilizando-se 24 cordeiros da raça Ile de France, recém-desmamados, com aproximadamente 60 dias de idade e peso corporal inicial de 15,48 ± 0,07 kg.

Os animais foram alojados em baias individuais, instaladas em galpão coberto, com aproximadamente 1,0 m^2, com piso ripado e suspenso, equipadas com comedouro e bebedouro. No início do experimento, os cordeiros foram identificados, desverminados, vacinados com vacina polivalente contra clostridioses, suplementados com vitaminas A, D e E, e distribuídos por sorteio nos tratamentos.

As dietas experimentais foram calculadas para atender às exigências preconizadas pelo NRC (2007) para cordeiros desmamados, com ganho médio de peso de 300 g/dia. Os tratamentos foram constituídos pelas dietas D1: cana-de-açúcar + concentrado sem feno de amoreira; D2: cana-de-açúcar + concentrado com 12,5% de feno de amoreira e D3: cana-de-açúcar + concentrado com 25,0% de feno de amoreira, sendo que a cana-de-açúcar constituiu 50% da dieta total. Na Tabela 1 consta a composição químico-bromatológica dos ingredientes e na Tabela 2, a composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Nutriente	Cana-de-açúcar	Feno de amoreira	Milho em grão moído	Farelo de Soja
Matéria seca	27,12	89,36	89,12	89,05
Matéria orgânica[1]	97,70	89,45	97,79	92,37
Matéria mineral[1]	2,30	10,55	2,21	7,63
Proteína bruta[1]	2,92	20,92	14,26	44,28
Extrato etéreo[1]	0,38	2,64	6,75	1,74
Lignina[1]	2,28	2,69	1,40	2,40
Fibra em detergente neutro[1]	33,72	21,99	17,75	12,42
Fibra em detergente ácido[1]	22,75	15,47	4,80	8,54
Carboidratos totais[1]	92,80	65,89	76,78	46,35
Carboidratos não-fibrosos[1]	59,08	43,90	59,03	33,93
Energia bruta (Mcal/kg MS)	4,29	4,54	4,65	4,73

[1] em %.

Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica das dietas experimentais

Composição da dieta (% da MS)	Feno de amoreira (%)		
	0	12,5	25,0
Ingredientes			
Cana-de-açúcar	50,00	50,00	50,00
Feno de amoreira	-	12,50	25,00
Farelo de soja	28,49	24,60	21,33
Milho em grão moído	17,80	9,00	0,00
Óleo de soja	1,00	1,00	1,00
Ureia	0,80	0,80	0,80
Suplemento mineral e vitamínico[1]	0,50	0,50	0,50
Calcário calcítico	0,47	0,43	0,25
Fosfato bicálcico	0,94	1,17	1,12
Químico-bromatológica			
Matéria seca	58,44	56,94	57,18
Matéria orgânica[2]	93,63	92,56	91,92
Matéria mineral[2]	4,17	4,99	5,87
Proteína bruta[2]	18,88	18,51	18,40
Extrato etéreo[2]	2,88	2,55	2,21
Lignina[2]	2,07	2,19	2,32
Fibra em detergente neutro[2]	23,56	24,26	25,01
Fibra em detergente ácido[2]	14,66	15,84	17,06
Carboidratos totais[2]	73,27	72,95	72,76
Carboidratos não-fibrosos[2]	49,71	48,68	47,75
Energia metabolizável (Mcal/kg MS)	2,99	2,95	2,55

[1]Níveis de garantia por kg do produto: cálcio 120 g, cloro 90 g, cobalto 10 mg, cobre 50 mg, enxofre 34 g, ferro 1064 mg, fósforo 50 g, iodo 25 mg, magnésio 54 g, manganês 1500 mg, selênio 20 mg, sódio 62 g e zinco 1600 mg, flúor (max) 0,73 g, vitamina A 100.000 UI, vitamina D3 40.000 UI e vitamina E 600 UI.

[2] em % da MS.

Na Tabela 3 consta a composição percentual dos principais ácidos graxos dos concentrados das dietas e dos ingredientes, determinada conforme metodologias de Maia e Rodrigues-Amaya (1993) e ISO (1978) para metilação e transesterificação dos ácidos, respectivamente.

Tabela 3 - Composição percentual em ácidos graxos das dietas e dos ingredientes

Ácido graxo (%)		Feno de amoreira (%)			Feno de amoreira	Farelo de soja	Milho moído
		0	12,5	25,0			
Caprílico	C8:0	0,03	0,08	0,12	0,14	0,05	-
Mirístico	C14:0	0,07	0,20	0,25	0,47	0,10	0,06
Palmítico	C16:0	14,35	17,11	20,62	24,10	18,80	12,00
Heptadecanoico	C17:0	0,09	0,21	0,27	0,62	0,12	0,08
Esteárico	C18:0	3,04	3,68	3,99	4,54	3,74	3,23
Palmitoleico	C16:1	0,12	0,14	0,11	2,90	0,12	0,12
Oleico	C18:1ω9	28,15	20,90	14,37	2,30	15,85	29,24
Linoleico	C18:2ω6	44,27	44,24	40,18	10,54	52,98	48,93
ɣ-linolênico	C18:3ω6	0,03	0,09	0,16	0,21	-	0,03
α-linolênico	C18:3ω3	2,43	10,13	16,60	50,43	5,56	4,00

A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade forrageira IAC 86-2480, colhida e picada diariamente em partículas de 1,0 cm e fornecida *in natura*. As ramas de amoreira, provenientes da Sirgaria do Setor de Sericicultura da FCAV - Unesp, foram cortadas com ± 60 dias de rebrota, sendo posteriormente desidratadas ao sol até atingirem o ponto de feno inferior a 20% de umidade (COSTA; RESENDE, 2006). Após fenado, esse material foi moído utilizando-se peneira com malha de 0,8 mm com o intuito de facilitar a uniformização quando misturado aos ingredientes dos concentrados e evitar a seletividade pelos animais.

A alimentação foi fornecida às 7 e às 17 h, de forma a permitir, no mínimo, 10% de sobras, e diariamente foi registrado o peso do alimento oferecido e das sobras, para determinação do consumo de MS. As pesagens foram realizadas a cada 14 dias, momento no qual foi monitorada a haemoncose pelo método Famacha® (VAN WYK; BATH, 2002). Ao atingirem 32,20 ± 0,49 kg de peso corporal (PC), os cordeiros foram abatidos, no próprio Setor de Ovinocultura, após jejum de dieta sólida por 16 horas, sendo posteriormente insensibilizados por eletronarcose com descarga elétrica de 250 V por dois segundos, seguido da sangria, pelo seccionamento das veias jugulares e artérias carótidas. Após abate, esfola,

evisceração e retirada da cabeça e dos membros, as carcaças foram resfriadas em câmara frigorífica a 6 ºC por 24 horas.

As carcaças foram posteriormente divididas longitudinalmente em duas meias-carcaças. A metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas: pescoço, paleta, costelas, lombo e perna, conforme descrito por Silva Sobrinho (2001). Os músculos *Longissimus lumborum* de acordo com a nomenclatura de Schaller (1999), foram individualmente identificados, embalados a vácuo e armazenados a -18 ºC até o início das análises. No preparo das amostras para análises, os lombos foram descongelados dentro dos sacos plásticos, em incubadora B.O.D. a 10 ºC por 12 horas, dissecados, com auxílio de bisturi e faca, e, do músculo *Longissimus lumborum*, amostras foram retiradas para determinação da composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos.

Para determinação da composição centesimal, amostras do músculo *Longissimus lumborum* foram liofilizadas por 72 horas e após a liofilização, moídas em moinho de bola para a obtenção da amostra laboratorial. A composição centesimal da carne foi determinada em umidade, proteína, gordura (extrato etéreo) e minerais, segundo metodologia preconizada pela AOAC (1995).

A quantidade de colesterol da carne foi determinada segundo metodologia de Bohac et al. (1988), adaptada por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2001), na qual 10 gramas de carne crua oriunda do músculo *Longissimus lumborum* foram submetidas à extração de lipídios com clorofórmio:metanol na relação 2:1. Em seguida, uma alíquota de 5 mL do extrato clorofórmico foi evaporada com nitrogênio gasoso e submetida à saponificação com solução de hidróxido de potássio em etanol a 12%. A fração insaponificável (colesterol) foi extraída com hexano, purificada e submetida à reação de cor com ácido acético e ácido sulfúrico, tendo como catalisador o sulfato ferroso. Em seguida, foi procedida a leitura em espectrofotômetro a 490 nm. A curva de calibração para colesterol foi elaborada utilizando-se 0,01 g de colesterol p.a. diluído em 50 mL de hexano, do qual foram retiradas alíquotas que corresponderam a 40, 80, 120, 160 e 200 mg/mL.

Antes da leitura dos ácidos graxos, foi feita a extração de lipídios totais da carne proveniente do músculo *Longissimus lumborum* empregando-se a técnica a frio descrita por Bligh e Dyer (1959), que retira a fase lipídica da amostra.

Posteriormente, foi feita a transesterificação dos triacilgliceróis utilizando o método 5509 da ISO (1978), em solução de n-heptano e KOH/metanol. Os ésteres de ácidos graxos foram isolados e analisados em cromatógrafo gasoso Shimadzu 14B, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de Omegawax 250). Os fluxos dos gases foram de 1,2 mL/min para o gás de arraste (H_2); 30 mL/min para o gás auxiliar (N_2) e 30 e 300 mL/min de H_2 e ar sintético, respectivamente. A temperatura inicial para a chama da coluna foi estabelecida em 50 ºC, mantida por 2 minutos, sendo então elevada para 220 ºC a uma taxa de 4ºC/minuto, permanecendo por mais 25 minutos. A razão de divisão da amostra foi de 1:100. As áreas dos picos foram determinadas por Integrador-Processador CG-300, e a identificação por comparação dos tempos de retenção com os padrões de ésteres metílicos obtidos da sigma. Os dados foram expressos como porcentagem da área de cada ácido graxo.

A concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD) foi determinada conforme Rhee (1992). As atividades das enzimas Δ^9 dessaturases e elongase foram calculadas de acordo com Malau-Aduli et al. (1997) e Kazala et al. (1999). Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) foram determinados conforme Ulbricht e Southgate (1991), sendo indicadores para o risco de doenças cardiovasculares. O índice hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos (h:H), assim como as concentrações dos ácidos graxos hipercolesterolêmicos, hipocolesterolêmicos e neutros foram avaliados segundo Bessa (1999) e Santos-Silva, Bessa e Mendes (2002) e os cálculos de acordo com as seguintes fórmulas:

AGD = AGMI + AGPI + C18:0;

Δ^9 dessaturase 16 = 100 [(C16:1*cis*9)/(C16:1*cis*9 + C16:0)];

Δ^9 dessaturase 18 = 100 [(C18:1*cis*9)/(C18:1*cis*9 + C18:0)];

Elongase = 100 [(C18:0 + C18:1*cis*9)/(C16:0 + C16:1*cis*9 + C18:0 + C18:1*cis*9)];

Aterogenicidade = [C12:0 + 4(C14:0) + C16:0]/(ΣAGS + ΣAGPI)];

Trombogenicidade = [(C14:0 + C16:0 + C18:0)/[(0,5 x ΣAGMI) + (0,5 x Σω6 + (3 x Σω3) + (Σω3/Σω6)];

h:H = (C18:1*cis*9 + C18:2ω6 + C18:3ω3 + 20:4ω6 + C20:5ω3 + C22:5ω3 + C22:6ω3)/(C14:0 + C16:0);

Hipercolesterolêmicos = C12:0 + C14:0+ C14:1+ C16:0 + C16:1;
Hipocolesterolêmicos = C18:1ω7 + C18:1ω9 + C18:2ω6 + C18:3ω3 + C18:3ω6 + C20:3ω6 + C20:5ω3; e
Neutros: C10:0 + C18:0.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 8 repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Os resultados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão, com os graus de liberdade desdobrados em efeitos linear ou quadrático, de acordo com as porcentagens de feno de amoreira. A significância das regressões foi obtida pelo teste F a 1 ou 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000), empregando-se o seguinte modelo matemático:

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

Y_{ij} = valor observado da variável estudada no indivíduo j, recebendo o tratamento i;
μ = média geral;
Ti = efeito do tratamento i, variando de 1 a 3 (0, 12,5 e 25,0% de inclusão de feno de amoreira no concentrado);
eij = erro aleatório associado a cada observação.

3 Resultado e Discussão

Não houve alteração (P>0,05) na composição centesimal e no teor de colesterol da carne dos cordeiros alimentados com feno de amoreira em relação aos do tratamento controle (Tabela 4). Os valores de umidade, proteína, minerais, gordura e colesterol não foram afetados em decorrência da semelhança da composição químico-bromatológica das dietas, da raça, condição sexual, idade e peso dos animais.

A composição centesimal observada neste estudo está de acordo com os valores para a carne ovina reportados por Tornberg (2005) de 75% de umidade, 20% de proteína, 3% de gordura e 2% de substâncias não proteicas (vitaminas,

minerais, carboidratos e outros). Portanto, pode ser considerada carne magra, de acordo com Gurtler et al. (1987), por apresentar menos de 5% de gordura.

Tabela 4 - Composicão centesimal (%) e teor de colesterol do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros alimentados com feno de amoreira

Variável	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
Umidade	75,68	76,09	75,60	0,805	0,374	2,01
Proteína	21,10	20,25	21,24	0,924	0,311	7,51
Gordura	2,14	2,61	2,13	0,960	0,167	28,20
Minerais	1,08	1,05	1,03	0,571	0,948	12,06
Colesterol[3]	34,17	37,78	36,26	0,545	0,394	14,70

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação; [3](mg/100 g carne).

Resultados de pesquisas com outros fenos indicam ser o feno de amoreira fonte alternativa de nutrientes na dieta de cordeiros em confinamento. Costa et al. (2011) reportaram valores de 76,20% de umidade, 23,95% de proteína, 2,52% de gordura e 1,00% de cinzas, ao avaliarem inclusões de feno de flor-de-seda (*Calotropis procera* Sw) em substituição ao concentrado na dieta de cordeiros Morada Nova confinados. Moreno (2011) obteve 74,46% de umidade, 21,33% de proteína, 3,11% de gordura e 1,09% de cinzas ao trabalhar com inclusões de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia*) na terminação de cordeiros Santa Inês confinados.

O teor de colesterol de 36,07 mg/100 g de carne foi similar ao de 38 mg/100 g de carne citado por Madruga et al. (2008a) ao trabalharem com cordeiros Santa Inês recebendo dietas com feno de flor-de-seda e inferior ao relatado por Leão et al. (2011), de 50,50 mg/100 g, em cordeiros IIe de France alimentados com dietas constituídas de cana-de-açúcar e concentrado. O teor de colesterol da carne ovina obtido neste estudo foi considerado baixo (< 90 mg/100 g) de acordo com Madruga et al. (2008b), caracterizando-a como alimento saudável.

A inclusão de feno de amoreira (0, 12,5 e 25,0%) modificou (P<0,05) o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros (Tabela 5), com aumento linear (P<0,05) na concentração dos ácidos graxos saturados pentadecanoico, heptadecanoico e araquídico, do monoinsaturado heptadecenoico, dos polinsaturados α-linolênico, ɣ-linolênico e eicosapentaenoico. Para os ácidos graxos nervônico e linoleico (CLA)

houve efeito quadrático (P<0,05) com concentrações de 0,37 e 0,59%, respectivamente, para 16,98 e 12,56% de feno de amoreira na dieta.

Tabela 5 - Perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros alimentados com feno de amoreira

Ácido graxo (%)		Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
		0	12,5	25,0	L	Q	
Saturados							
Capríco	C10:0	0,12	0,12	0,13	0,234	0,988	16,31
Láurico	C12:0	0,11	0,16	0,12	0,691	0,130	48,60
Mirístico	C14:0	2,33	2,39	2,37	0,889	0,893	22,38
Pentadecanoico[3]	C15:0	0,31	0,41	0,42	0,008	0,146	14,07
Palmítico	C16:0	24,90	23,94	25,16	0,767	0,163	5,81
Heptadecanoico[4]	C17:0	1,15	1,49	1,62	0,001	0,277	12,51
Esteárico	C18:0	18,22	17,95	17,94	0,828	0,903	12,00
Araquídico[5]	C20:0	0,12	0,12	0,13	0,020	0,306	6,79
Monoinsaturados							
Mirístoleico	C14:1	0,06	0,05	0,06	0,692	0,494	48,38
Palmítoleico	C16:1	1,66	1,46	1,54	0,415	0,288	15,54
Heptadecenoico[6]	C17:1	0,70	0,86	0,92	0,030	0,537	18,29
Oleico	C18:1ω9	40,64	40,25	39,30	0,285	0,796	5,04
Cis-vacênico	C18:1ω7	2,12	2,16	2,22	0,377	0,901	8,33
Eicosenoico	C20:1ω9	0,08	0,09	0,08	0,858	0,579	17,28
Nervônico[7]	C24:1ω9	0,20	0,36	0,33	0,015	0,043	26,33
Polinsaturados							
Linoleico	C18:2ω6	4,28	4,75	4,35	0,891	0,305	17,59
α-linolênico[8]	C18:3ω3	0,18	0,44	0,57	0,000	0,235	24,97
ɣ-linolênico[9]	C18:3ω6	0,12	0,14	0,15	0,001	0,210	9,87
CLA[10]	C18:2c9,*t11*	0,50	0,59	0,50	0,970	0,031	13,71
Eicosadienoico	C20:2	0,04	0,04	0,04	0,741	0,621	22,74
Eicosatrienoico	C20:3ω6	0,16	0,17	0,15	0,557	0,448	23,33
Araquidônico	C20:4ω6	1,67	1,64	1,49	0,450	0,769	23,69
Eicosapentaenoico[11]	C20:5ω3	0,08	0,17	0,17	0,015	0,149	38,65
Docosatetranoico	C22:4ω6	0,15	0,13	0,13	0,394	0,872	30,30
Docosahexaenoico	C22:6ω3	0,05	0,08	0,06	0,741	0,075	51,33

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação; [3]Y= 0,332500 + 0, 003933x, R^2= 0,80; [4]Y= 1,191222 + 0,018533x, R^2= 0,93; [5]Y= 0,118444 + 0,000533x, R^2= 0,85; [6]Y= 0,719833 + 0,008733x, R^2= 0,93; [7]Y= 0,208333 + 0,019707x – 0,000580x^2, R^2= 0,60; [8]Y= 0,197667 + 0,015867x, R^2= 0,96; [9]Y= 0,123111 + 0, 001333x, R^2= 0,90; [10]Y= 0,505000 + 0,014493x – 0,000577x^2, R^2= 1,00; [11]Y= 0,095722 + 0,003533x, R^2= 0,76.

A elevação do ácido graxo heptadecanoico pode ser atribuída à sua maior porcentagem no feno de amoreira (Tabela 3). Os ácidos graxos pentadecanoico (C15:0) e heptadecanoico (C17:0), ambos de cadeia ímpar e raros na maioria dos mamíferos apresentam porcentagem considerável nos ruminantes, embora não

estejam relacionadas ao nível de colesterol (FERNANDES et al., 2009). O esteárico (C18:0) é considerado neutro, ao contrário dos saturados mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0), que são os mais hipercolesterolêmicos por reduzirem a atividade dos receptores hepáticos das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), conforme reportado por Scollan et al. (2006).

O aumento do ácido graxo eicosapentaenoico na carne pode ter decorrido da maior porcentagem do seu precursor no feno de amoreira, o ɣ-linolênico (WILLIANS, 2000). Os ácidos graxos araquídico e eicosapentaenoico são precursores de eicosanoides (prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos), os quais atuam na função reprodutiva e outros processos importantes à saúde humana (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 1998; PERINI et al., 2010). O eicosapentaenoico antagoniza ainda os efeitos do araquidônico de promover agregação de plaquetas (SINCLAIR et al., 1994), o que pode auferir propriedades funcionais à carne de cordeiros alimentados com feno de amoreira.

A elevação dos ácidos graxos polinsaturados α-linolênico (ômega-3) e ɣ-linolênico (ômega-6) está associada às suas maiores concentrações no feno de amoreira (Tabela 3). Já a elevação do nervônico e CLA deve-se ao processo de bio-hidrogenação incompleta de ácidos graxos polinsaturados por bactérias em animais alimentados com forragens, que normalmente apresentam altas concentrações de polinsaturados (WALLACE et al., 2006; CHILLIARD et al., 2007; MAIA et al., 2010).

A elevação do ácido graxo monoinsaturado nervônico (C24:1ω9), e dos polinsaturados α-linolênico (C18:3ω3), ɣ-linolênico (C18:3ω6), linoleico conjugado e eicosapentaenoico (C20:5ω3) na carne dos cordeiros, reveste-se de importância por serem essenciais à saúde humana, com propriedades que atuam contra a evolução da doença aterosclerótica, trombótica e anticarcinogênica (BAUMAN; BAUMGARD; CORL, 1999; PARIZA; PARK; COOK, 2000; WILLIANS, 2000; MULVIHILL, 2001).

Osmari (2007), ao avaliar as características qualitativas do leite de cabras ½ Boer ½ Saanen em pastagem de aveia-preta (*Avena strigosa Screbe*) e tifton-85 (*Tifton spp.*) suplementadas com silagem de sorgo, silagem de milho ou feno de amoreira, observou que a suplementação com feno de amoreira aumentou as porcentagens de ácido graxo linolênico e polinsaturados, assim como a relação polinsaturados:saturados na gordura do leite. Segundo o autor, os animais

suplementados com feno de amoreira tiveram maior pH ruminal em relação às silagens, o que favoreceu as bactérias ruminais produtoras do CLA, evidenciando sua importância na manipulação do perfil de ácidos graxos polinsaturados da carne.

As concentrações dos ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI), polinsaturados (AGPI) e ácidos graxos desejáveis (AGD), assim como as relações AGI:AGS, AGMI:AGS, AGPI:AGS e (C18:0 + C18:1): C16:0 não foram alteradas (P>0,05) (Tabela 6), implicando que o aumento dos ácidos graxos saturados (C15:0, C17:0 e C20:0), monoinsaturados (C17:1 e C24:1ω9) e polinsaturados (C18:3ω3; C18:3ω6; C18:2cis9,*t11* e C20:5ω3) não foi suficiente para modificá-las. As relações entre ácidos graxos têm sido estudadas de forma a avaliar e identificar o fator de risco dos alimentos em relação ao aumento do nível de colesterol sanguíneo em humanos (ARRUDA et al., 2012).

Tabela 6 - Concentração (%) e relação dos ácidos graxos no músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros Ile de France alimentados com feno de amoreira

Ácido graxo	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
AGS	47,28	46,59	47,90	0,615	0,358	4,30
AGI	52,72	53,40	52,09	0,615	0,358	3,86
AGMI	45,28	44,88	44,14	0,414	0,887	5,06
AGPI	7,44	8,52	7,95	0,500	0,216	15,65
AGD	75,68	76,85	75,26	0,757	0,258	2,98
AGI:AGS	1,12	1,15	1,09	0,619	0,375	8,35
AGMI:AGS	0,96	0,97	0,93	0,529	0,620	9,11
AGPI:AGS	0,16	0,18	0,17	0,767	0,196	16,53
(C18:0 + C18:1):C16:0	2,46	2,52	2,37	0,513	0,351	8,83
Ômega-3[3]	0,31	0,69	0,80	0,000	0,082	23,95
Ômega-6	6,38	6,83	6,27	0,873	0,405	17,76
Ômega-6:Ômega-3[4]	20,99	10,07	8,06	0,000	0,022	25,33

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação; [3]Y= 0,356056 + 0,009833x, R^2= 0,90; [4]Y= 19,505167 – 0,258567x, R^2= 0,86.

As concentrações de AGD nas carnes de cordeiros que receberam 12,5 e 25,0% de feno de amoreira foram maiores que as relatadas por Rhee (1992) e Banskalieva, Sahlu e Goetsch (2000), os quais reportaram valores de 64 a 72%. Entretanto, as relações AGPI:AGS e (C18:0 + C18:1):C16:0 foram similares aos 0,07 a 0,26 para AGPI:AGS e aos 2,1 a 2,8 para (C18:0 + C18:1):C16:0 reportados pelos autores. Essa última relação é a que melhor descreve possíveis efeitos benéficos dos lipídios das carnes vermelhas, considerando serem esses ácidos graxos

majoritários, representados pela neutralidade do C18:0, efeito benéfico do C18:1 e efeito prejudicial do C16:0 (BONANOME; GRUNDY, 1988).

Houve aumento linear (P<0,01) da porcentagem de ácidos graxos da série ômega-3 (Tabela 6), atribuído principalmente ao aumento do ácido graxo α-linolênico na carne dos cordeiros arraçoados com dietas contendo feno de amoreira (Tabela 5). Os ácidos graxos ômega-3 atuam no incremento do "bom" colesterol representados pelas lipoproteínas de alta densidade (HDL). Maiores porcentagens de ômega-3 na dieta reduzem de 20 a 40% os riscos cardiovasculares (SIMOPOULOS; ROBINSON, 1999; NETTLETON, 2004), podendo-se inferir que a carne de cordeiros alimentados com feno de amoreira é saudável à alimentação humana. Os ácidos graxos da série ômega-3 são essenciais para os humanos devido à incapacidade do organismo de sintetizá-los, devendo ser incorporados na dieta (LOBATO; FREITAS, 2006). A partir deles são sintetizados precursores de cadeia longa, como os ácidos eicosapentaenoico e docosahexaenoico (PERINI et al., 2010).

A relação ômega-6:ômega-3 teve resposta linear decrescente (P<0,01) e variou de 20,99 a 8,06 para os tratamentos controle e com inclusão de 25,0% de feno de amoreira, respectivamente. Os nutricionistas têm salientado a importância de manter relação ômega-6:ômega-3 inferior a 4 na dieta, para redução de complicações coronarianas, especialmente formação de coágulos no sangue, o que leva a cardiopatias (ENSER, 2001). Entretanto, a maioria dos alimentos presentes na dieta humana possui relações superiores a essa (COSTA et al., 2012).

As atividades de enzimas dessaturases e elongase, os índices de aterogenicidade, trombogenicidade e hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos (h:H), bem como as concentrações de ácidos graxos hipocolesterolêmicos, hipercolesterolêmicos e neutros na carne dos cordeiros alimentados com dietas contendo feno de amoreira foram semelhantes aos que receberam dieta controle (Tabela 7).

Os índices Δ^9 dessaturase 16 e 18 foram próximos aos 5,26 e 69,20% reportados por Assunção (2012), ao avaliar carne de cordeiros Merino em confinamento alimentados com feno de pasto nativo e aveia. Segundo Malau-Aduli et al. (1997) e Beaulieu, Drackley e Merchen (2002), essa enzima é responsável

pela dessaturação dos ácidos graxos saturados com 16 e 18 carbonos, convertendo-os em seus correspondentes monoinsaturados, com ligação dupla no carbono 9. Provavelmente, as dietas contendo feno de amoreira não favoreceram a formação de ácidos graxos monoinsaturados (C16:1 e C18:1) a partir da dessaturação dos saturados (C16:0 e C18:0), pelo fato de não ter ocorrido alteração nas porcentagens destes últimos (Tabela 5).

Tabela 7 - Atividades de enzimas e índices na carne de cordeiros alimentados com feno de amoreira

Variável (%)	Feno de amoreira (%)			Valor de P[1]		CV (%)[2]
	0	12,5	25,0	L	Q	
Δ^9 dessaturase 16	6,25	5,75	5,76	0,302	0,531	12,97
Δ^9 dessaturase 18	69,05	69,13	68,75	0,877	0,895	4,75
Elongase	68,90	69,61	69,16	0,533	0,297	2,82
Aterogenicidade	0,65	0,63	0,67	0,562	0,283	11,30
Trombogenicidade	1,79	1,68	1,74	0,766	0,474	8,11
h:H	1,73	1,80	1,64	0,541	0,288	9,52
Hipercolesterolêmicos[3]	29,06	28,01	29,26	0,869	0,289	7,02
Hipocolesterolêmicos[4]	47,47	47,93	46,77	0,544	0,421	4,01
Neutros[5]	18,34	18,07	18,02	0,837	0,903	11,87

[1]Efeito: L= linear e Q= quadrática; [2]CV= Coeficiente de variação; [3, 4 e 5] em %.

A atividade da elongase não foi influenciada em decorrência da semelhança entre as porcentagens dos ácidos graxos esteárico (C18:0) e oleico (C18:1), indicando que o feno de amoreira na dieta dos animais não favoreceu maior biossíntese desses ácidos graxos a partir do elongamento do palmítico (C16:0) e palmítoleico (C16:1), respectivamente.

Os valores de índice de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT), de 0,65 e 1,73%, respectivamente, foram próximos aos 0,63% (IA) e 1,46% (IT) reportados por Arruda et al. (2012) na carne de cordeiros Santa Inês confinados recebendo feno de capim Tifton 85 e concentrado, e menores que os 1,68% (IA) e 1,90% (IT) descritos por Morbidini et al. (2001) na carne de cordeiros Merino confinados e alimentados com feno de pasto nativo e concentrado. Esses índices relacionam os ácidos pró e antiaterogênicos e indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, ou seja, os menores IA e IT encontrados neste estudo favorecem maior quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos e, consequentemente, maior potencial

de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias (ULBRIGHT; SOUTHGATE, 1991).

A relação h:H (1,73) foi semelhante a de 1,75 registrada por Almeida (2013), em cordeiros Ile de France confinados alimentados com cana-de-açúcar da variedade forrageira IAC 86-2480 e concentrado contendo grãos de girassol e vitamina E. Essa relação consiste nos efeitos funcionais dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol, permitindo melhor avaliação nutricional, além de considerar os efeitos benéficos dos ácidos graxos monoinsaturados nessa relação. Como não existem valores recomendados, assume-se que quanto mais elevada a relação h:H mais saudável será a gordura.

4 Conclusões

A inclusão de feno de amoreira em até 25% na dieta em substituição ao concentrado melhorou o perfil de ácidos graxos da carne, tornando-a de melhor qualidade nutricional, o que caracteriza essa forrageira como importante fonte de manipulação do perfil de ácidos graxos e valida o uso desse ingrediente alternativo de nutrientes na terminação de cordeiros em confinamento.

5 Referências

ALMEIDA, F. A. **Qualidade da carne *in natura* e processada de cordeiros alimentados com grãos de girassol e vitamina e.** 2013. 110 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

ANDRAE, J. G.; DUCKETT, S. K.; HUNT, C. W.; PRITCHARD, G. T.; OWENS, F. N. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 3, p. 582-588, 2001.

ARRUDA, P. C. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M. A. D.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; FONTENELE, R. M.; REGADAS FILHO, G. L. Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1229-1240, 2012.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**, 16.ed. Washington: DC, 1995. 1011p.

ASSUNÇÃO, J. M. P. **Influence of slaughter season, muscle type and gluconeogenesis precursors on intramuscular fat quality of ruminant meats**. 2012. 173 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

BA, N. X.; GIANG, V. D.; NGOAN, L. D. Ensiling of mulberry foliage (*Morus alba*) and the nutritive value of mulberry foliage silage for goats in central Vietnam. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 17, n. 2, p. 1-9, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.90328>.

BAMIKOLE, M. A.; IKHATUA, M. I.; IKHATUA, U. J.; EZENWA, I. V. Nutritive Value of Mulberry (*Morus* Spp.) Leaves in the Growing Rabbits in Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad**,** v. 4, n. 4, p.231-236, 2005.

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research***,* Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 255-268, 2000.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science,** Albany, v. 77, p. 1-15, 1999.

BEAULIEU, A. D.; DRACKLEY, J. K.; MERCHEN, N. R. Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9, trans-11 octadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed with high concentrate died supplemented with soybean oil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 847-861, 2002.

BESSA, R.J.B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: SYMPOSIUM EUROPEO – ALIMENTACIÓN EM EL SIGLO 21., 1999, Badajoz. **Anais...** Badajoz: ELSEVIER, 1999. p. 283-313.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOHAC, C. E.; RHEE, K. S.; ONO, K. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 6, p. 1642-1693, 1988. Disponivel em : <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1988.tb07804.x>.

BONANOME, A.; GRUNDY, S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 318, n. 19, p.1244-1247, 1988.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Determinação de colesterol em carne: comparação de um método colorimétrico e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 1, p. 53-57, 2001.

CHILLIARD, Y.; GLASSER, F.; FERLAY, A.; BERNARD, L.; ROUEL, J.; DOREAU, M. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **European Journal of Lipid Science and Technology**. Weinheim, v. 109, n. 8, p. 828-855, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/ejtl.200700080>.

CHOI, S. H.; CHOY, Y. H.; KIM, Y. K.; HUR, S. N. Effects of 1 feeding browses on 2 growth and meat quality of Korean Black Goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 65, n. 3, p. 193-199, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.031>.

COSTA, R. G.; CARTAXO, F. Q.; SANTOS, N.; QUEIROGA, R. C. R. E. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 3, p. 497-506, 2008.

COSTA, J. L. da.; RESENDE, H. **Produção de feno de gramíneas**. Juiz de Fora: EMBRAPA: CNPGL, 2006. 2 p. (Embrapa- CNPGL. Documentos, 19).

COSTA, R. G.; SILVA, N. V.; AZEVEDO, P. S. A.; MEDEIROS, A. N.; CARVALHO, F. F. R.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, G. R. Meat quality of lambs fed silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1266-1271, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000600015>.

COSTA, L. S.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; CARVALHO, G. P.; SIMIONATO, J. I.; MARQUES, J. A.; SILVA, V. L.; SAMPAIO, C. B. Centesimal composition and fatty acids of meat from lambs fed diets containing soybean hulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 7, p. 1720-1726, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000700023>.

ENSER, M. The role of fats in human nutrition. In: ROSSELL, B. (Ed.). **Animal carcass fats.** Oils and fats. Leatherhead, Surrey: Leatherhead Publishing, 2001. p.77-122.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E. A.; OLIVEIRA, R. V.; LEONEL, F. R. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 328-337, 2009. Disponivel em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000200016>.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p. 255-258.

GURTLER, H.; KETZ, A.; KOLB, E.; SCHRODER, L.; SEIDEL, H. **Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612p.
HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, Londres, v. 22, n. 8, p. 475-476, 1973.

HOFFMAN, L. C.; MULLER, M.; CLOETE, S. W. P.; SCHMIDT, D. Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. **Meat Science**, Barking, v. 65, n. 4, p. 1265-1274, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00034-2>.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **Animal and vegetable fats and oils** – Preparation of methyl esters of fatty acids. Method ISO 5509, 1978. p.1-6.

KAZALA, E. C.; LOZEMAN, F. J.; MIR, P. S.; LAROCHE, A.; BAILEY, D. R.; WESELAKE, R. J. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred Wagyu cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p.1717-1725, 1999.

LEÃO, A. G.; SILVA SOBRINHO, A. G.; MORENO, G. M. B.; SOUZA, H. A.; PEREZ, H. L.; LOUREIRO, C. M. B. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, p.1072-1079, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000500019>.

LOBATO, J. F. P.; FREITAS, A. K. **Carne bovina: mitos e verdades**. In: Diretoria da Federacite. (Org.). Pecuária Competitiva. Porto Alegre: Ideograf Editora e Gráfica, 2006, v. XIV, p. 93-115.

MADRUGA, M. S.; COSTA, R. G.; SILVA, A.M.; MARQUES, A. V.; CAVALCANTI, R. N.; NARAIN, N.; ALBUQUERQUE, C. L.; FILHO, G. E. Effect of silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) feeding on the physical and chemical quality of *Longissimus dorsi* muscle of Santa Inês lambs. **Meat Science**, Barking, v. 78, n. 4 p. 469-474, 2008a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.07.016>.

MADRUGA, M. S.; VIEIRA, T. R. L.; CUNHA, M. G. G.; PEREIRA FILHO, J. M.; QUEIROGA, R. C. R. E.; SOUSA, W. H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1496-1502, 2008b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000800023>.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 9 ed. São Paulo: Roca, 1998. p. 46-62.

MAIA, E. L.; RODRIGUES-AMAYA, D. Avaliação de um método simples e econômico para metilação de ácidos graxos para lipídios de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 53, n. 1-2, p. 27-35, 1993.

MAIA, M. R. G.; CHAUDHARY, L. C.; BESTWICK, C. S.; RICHARDSON, A. J.; NEST MCKAIN, N.; LARSON, T. R.; GRAHAM, I. A.; WALLACE, R. J. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **Microbiology**, v.10, p.52, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2180-10-52>.

MALAU-ADULI, A. E. O.; SIEBERT, B. D.; BOTTEMA, C. D. K.; PITCHFORD W. S. A comparison of the fatty acid composition of tryacilglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, Victoria, v. 48, n. 5, p. 715-722, 1997.

MORBIDINI, L.; POLLIDORI, P.; SARTI, D. M.; VALIGI, A. Carcass, meat and fat quality in Italian Merino derived lambs obtained with "organic" farming systems. In: RUBINO R.; MORAND-FEHR P. (ed.). **Production systems and product quality in sheep and goats**. Zaragoza: CIHEAM, 2001. p. 29-33.

MORENO, G. M. B. **Feno de erva-sal (A*triplex nummularia*) na terminação de cordeiros Santa Inês.** 2011. 120 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

MULVIHILL, B. Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, London, v. 26, n. 4, p. 295-299, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of sheep**. Washington: National Academies Press, 2007. 362 p.

NETTLETON, J. A. **Joint USDA/HHS 2005 Dietary Guidelines Advisory Committee's USDA**. ARS, Washington, D.C., Agr. Handbook, 2004. p.1-12. Disponível em: <www.usdasea.food.org/flavor/Testimony-o3s> Acesso em: 20 ago 12.

OSMARI, E. K. **Produção e qualidade do leite em cabras ½ Boer-Saanen, em lactação, suplementadas com diferentes volumosos**. 2007. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

PARIZA, M. W.; PARK, Y.; COOK, M. E. Mechanism of action of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v.223, p.8-13, 2000.

PERINI, J. A. L.; STEVANATO, F. B.; SARGI, S. C.; VISENTAINER, J. E. L.; DALALIO, M. M. O.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 6, p. 1075-1086, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732010000600013>.

REIS, W.; JOBIM, C. C.; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N.; CECATO, U.; SILVEIRA, A. Desempenho de cordeiros terminados em confinamento, consumindo silagens de milho de grãos com alta umidade ou grãos de milho hidratados em substituição aos grãos de milho seco da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 596-603, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982001000200040>.

RHEE, K. S. Fatty acids in meats and meat products. In C. K. Chow (Ed.). **Fatty acids in foods and their health implications**. New York: Marcel Dekker, 1992. p. 65-93.

RIBEIRO, K. C.; SHINTAKU, R. C. O. A influência dos lipídios da dieta sobre a aterosclerose. **Conscientiae Saúde**, São Paulo, v. 3, p. 73-83, 2004.

SANCHEZ, M. D. **Mulberry for Animal Production**. Roma: Food and Agriculture Organization (FAO) of United Nations, 2002. p. 271-291.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; MENDES, I. A. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lamb. II Fatty acid composition of meat. **Livestock Science**, v. 77, n. 2, p. 187-194, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00059-3>.

SCOLLAN, N.; HOCQETTE, J.F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; AIDAN, M. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.05.002>.

SHALLER, O. Miologia. In: _____. (Ed.). **Nomenclatura Anatômica Veterinária Ilustrada**. São Paulo: Manole, 1999. p. 98-139.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2001. 302 p.

SIMOPOULOS, A. P.: ROBINSON, J. **The Omega Diet**. The Lifesaving Nutritional Program Based on the Diet of the Island of Crete. New York: HarperCollins, 1999.

SINCLAIR, A. J.; JOHSON, L.; O`DEA, K.; HOLMAN, R. T. Diets rich in lean beef increase arachidonic acid and long-chain omega 3 polyunsaturated fatty acid levels in plasma phospholipids. **Lipids**, v. 29, n. 5, p. 337-43, 1994.

TAKAHASHI, R. **Sericicultura: Amoreira (*Morus alba L.*) Bicho da Seda (*Bombyx mori L.*)**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1988. 135 p.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, Barking, v. 70, n. 3, p. 493-508, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.021>.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, London, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M>.

VAN WYK, J. A.; BATH, G. F. The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. **Veterinary Research**, v. 33, p. 509-529, 2002. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1051/vetres:2002036>.

WALLACE, R. J.; CHAUDHARY, L. C.; MCKAIN, N.; MCEWAN, N. R.; RICHARDSON, A. J.; VERCOE, P. E.; WALKER, N. D.; PAILLARD, D. Clostridium proteoclasticum: a ruminal bacterium that forms stearic acid from linoleic acid. **FEMS Microbiology Lett**, Amsterdam, v. 265, p. 195-201, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-6968.2006.00487.x>.

WILLIANS, C. M. Dietary fatty acids and human health. **Annales Zootechnie**, Paris, v. 49, n. 3, p. 165-180, 2000.