

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**Associação de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e  
feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L) em dietas para  
cordeiros Santa Inês em confinamento**

**CARLA WANDERLEY MATTOS**

**Recife – 2009**

**CARLA WANDERLEY MATTOS**

**Associação de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e  
feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L) em dietas para  
cordeiros Santa Inês em confinamento**

Tese apresentada ao Programa de  
Doutorado Integrado da  
UFRPE/UFPB/UFC, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Doutor em Zootecnia.

**Orientador: Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho**

**Co-orientadores: Prof<sup>a</sup>. Dra. Adriana Guim**

**Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo**

**UFRPE-RECIFE/PE**

**MARÇO - 2009**

**CARLA WANDERLEY MATTOS**

**Associação de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e  
feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L) em dietas para  
cordeiros Santa Inês em confinamento**

Tese defendida e aprovada em 06 de março de 2009

Orientador:

\_\_\_\_\_  
Francisco Fernando Ramos de Carvalho

Examinadores:

\_\_\_\_\_  
Antônia Sherlânea Chaves Vêras, Dra. - UFRPE

\_\_\_\_\_  
Elisa Cristina Modesto, Dra. - UFRPE

\_\_\_\_\_  
Roberto Germano Costa, Dr. - UFPB

\_\_\_\_\_  
Ronaldo Lopes de Oliveira, Dr. - UFBA

## FICHA CATALOGRÁFICA

SETOR DE PROCESSOS TÉCNICOS DA BIBLIOTECA CENTRAL – UFRPE

M435n      Mattos, Carla Wanderley  
              Associação de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*  
              Mill) e feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.) em  
              dietas para cordeiros Santa Inês em confinamento /  
              Carla Wanderley Mattos. -- 2009.  
              101 f. : il.

                  Orientador : Francisco Fernando Ramos de Carvalho  
                  Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal  
                  Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia.  
                  Inclui bibliografia.

CDD 636.2082

1. Produção animal
2. Ovino
3. Desempenho
4. Digestibilidade
5. *Atriplex nummularia*
6. Custos de produção
7. Carcaça
8. Ganho em peso
9. Ácidos graxos
10. Análise sensorial
  - I. Carvalho, Francisco Fernando Ramos de
  - II. Título

*Aos meus pais,*

Paulo Campos Mattos e Zilka Wanderley Mattos,

*Aos meus irmãos,*

Ana Carolina e Leonardo Wanderley Mattos.

### ***Dedico.***

**Com vocês eu aprendi que  
Ser feliz não é conseguir o que se quer,  
É ser agradecido com o que se tem.  
Assim, podemos dançar como se  
Ninguém estivesse vendo  
E amar, como se tudo fosse para sempre!  
EU, VERDADEIRAMENTE, AMO VOCÊS!**

*Ao bebê que hoje ilumina minha vida,*

Maria Eduarda de Aguiar e Silva Mattos

### ***Ofereço.***

**Lembre-se de que toda estória tem um fim,  
Mas, na vida, todo final tem um novo começo!**

## *Agradecimentos*

A todos os que já passaram pelo meu caminho; vocês são especiais e tornam especiais aqueles com quem convivem.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Departamento de Zootecnia (DZ), Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Aos animais, meu respeito por cada vida.

Em especial, ao professor Francisco Fernando Ramos de Carvalho. Não existem palavras que possam expressar o que eu gostaria de deixar testemunhado aqui. Por todas as condições que o senhor me deu para fazer acontecer, meu muitíssimo obrigada. Para mim, foi uma honra e um privilégio!

**...”E aprendi que se depende sempre**

**De tanta, muita, diferente gente**

**Toda pessoa sempre é a marca**

**Das lições diárias de outras tantas pessoas”.**

## ÍNDICE

INTRODUÇÃO GERAL.....	9
CAPÍTULO I - DESEMPENHO DE CORDEIROS SANTA INÊS ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS À BASE DE FENO DE ERVA-SAL.....	19
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.1. Local do experimento e Animais.....	23
2.2. Delineamento experimental, tratamentos e manejo alimentar.....	24
2.3. Desempenho.....	26
2.4. Digestibilidade.....	26
2.5. Análises laboratoriais.....	27
2.6. Análise econômica.....	28
2.7. Análise estatística.....	28
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4. CONCLUSÕES.....	39
LITERATURA CITADA.....	40
CAPÍTULO II - DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS SANTA INÊS ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE PALMA FORRAGEIRA ( <i>OPUNTIA FICUS-INDICA</i> ) EM DIETAS À BASE DE FENO DE ERVA-SAL ( <i>ATRIPLEX NUMMULARIA</i> ).....	44
RESUMO.....	45
ABSTRACT.....	46
1. INTRODUÇÃO.....	47
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	48
2.1. Animais e manejo.....	48
2.2. Procedimentos do abate e avaliações na carcaça.....	50
2.3. Composição tecidual da perna.....	51
2.4. Análise dos ácidos graxos.....	52
2.5. Análise estatística.....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4. CONCLUSÕES.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS SANTA INÊS ALIMENTADOS COM NÍVEIS CRESCENTES DE PALMA FORRAGEIRA ( <i>OPUNTIA FICUS-INDICA</i> ) EM DIETAS À BASE DE FENO DE ERVA-SAL ( <i>ATRIPLEX NUMMULARIA</i> ).....	71
RESUMO.....	72
ABSTRACT.....	73
1. INTRODUÇÃO.....	74
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	76
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4. CONCLUSÕES.....	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99

## APRESENTAÇÃO

O trabalho, que será apresentado, foi financiado pelo CNPq e encontra-se dividido em três capítulos, na forma de artigo, a serem enviados para publicação na *Revista Brasileira de Zootecnia* (Capítulo 1), *Meat Science* (Capítulo 2) e *Small Ruminant Research* (Capítulo 3), sendo utilizadas, portanto, as normas para a elaboração de trabalhos científicos constantes no “*Guide for Authors – Submission of Papers*”, de cada periódico em referência.

Para facilitar a leitura, nos dois últimos capítulos, quadros e tabelas foram incluídos no texto, logo após sua chamada.

## **Introdução Geral**

A produção animal no semiárido nordestino baseia-se, principalmente, no pastejo da vegetação nativa (caatinga), bastante afetada por precipitações pluviométricas anuais, que se caracterizam pela irregularidade e má distribuição. Devido às mudanças ambientais, a caatinga varia sua produção de massa verde, distribuição e valor nutritivo ao longo do ano. Essa área caracteriza-se por curto período chuvoso, em geral, não maior do que três ou quatro meses por ano; conseqüentemente, as espécies forrageiras mais palatáveis e de boa qualidade sempre se deterioram ou desaparecem como resultado do superpastejo, de maneira que a escassez de forragem é sempre prevalente, sendo imprescindível aumentar as fontes de alimento destinadas ao rebanho.

Durante centenas de anos, a produção de alimentos para os animais, nos períodos de estiagem, tem se apresentado como o grande desafio dos pecuaristas nordestinos. Na região semiárida, extensas áreas são degradadas através de atividades associadas à agricultura e ao pastejo. A reabilitação destas terras é comumente limitada pela pouca quantidade de chuva, condições desfavoráveis de solo, e, frequentemente, pela salinidade. Nesses terrenos ou áreas degradadas, verificam-se vegetais inadequados à pecuária, ou extensões de terra onde há problemas de deficiência de fósforo. O uso de alimentos concentrados para atender às exigências dos animais em dietas à base de forragens de baixa qualidade pode ser uma alternativa; no entanto, esses alimentos, em geral, apresentam custo elevado e disponibilidade limitada e/ou sazonal.

Em regiões áridas e semiáridas, a disponibilidade de forragem verde, ao longo do ano, é rara. A palma forrageira, devido às características morfofisiológicas baseadas no processo fotossintético denominado “metabolismo ácido crassuláceo” (CAM), apresenta maior eficiência do uso de água com menor perda de água por evapotranspiração durante a

captação do CO<sub>2</sub>, suporta grande período de estiagem e tem sido largamente utilizada na região Nordeste. A importância da utilização da palma forrageira na alimentação animal é justificada pela riqueza em água e mucilagem, elevado coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e alta produtividade. Quanto à composição química, a literatura registra a ocorrência de grandes variações as quais, segundo Cunha (1997), podem estar relacionadas às diferenças entre gêneros, espécies e variedades. Santos (1989) atribuiu, ainda, diferenças a fatores como precipitação, idade da planta, ordem dos artigos e tratamentos culturais.

Na palma (*Opuntia ficus-indica*, Mill), os teores de matéria seca variam de oito a 15%, proteína bruta de três a 7%, extrato etéreo de 0,8 a 2,1%, fibra em detergente neutro de 26,0 a 35,0%, fibra em detergente ácido de 17,0 a 23,9%, carboidratos totais de 61,8 a 88,0%; carboidratos não fibrosos de 50 a 61,8% e celulose de 17,6% (Cunha, 1997; Santos et al., 2000; Batista et al., 2002; Wanderley et al., 2002). Todavia, a associação da palma a uma fonte de fibra efetiva em dietas balanceadas é fundamental para manter as condições normais do rúmen e, assim, maximizar o desempenho animal.

Face ao exposto, Ben Salem et al. (2004) afirmaram que a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e a erva-sal (*Atriplex nummularia* L.) são duas fontes de alimentos complementares, uma vez que a primeira contém níveis elevados de carboidratos solúveis, cinzas, cálcio e potássio, mas é pobre em proteína e fibra, e a folhagem da segunda é rica em proteína, cinzas e sal, mas pobre em energia. Por ser rica em água (80-90%), a palma pode, ainda, contribuir para minimizar o problema de consumo de água dos animais em regiões semiáridas e diluir a alta salinidade da erva-sal. Hopkins e Nicholson (1999) sugeriram, também, que *Atriplex* spp. pode ser utilizado para reflorestar muitos solos salinos com a vantagem de ser fonte de alimento para o rebanho.

A erva-sal (*Atriplex nummularia* L.) é uma espécie halófito originária da Austrália (Bonilla et al., 2000), capaz de crescer sob condições desfavoráveis para outras espécies. Apesar de não ser uma leguminosa, suas folhas apresentam elevado conteúdo em proteína bruta (Ben Salem et al., 2002). Trata-se de uma planta constituída por alto teor de sal nas raízes e folhas, conferindo-lhe elevada pressão osmótica na seiva celular, fenômeno que reflete adaptação à escassez de água (Ben Salem et al., 2004). Essa planta tem sido utilizada, em várias regiões áridas e semiáridas do mundo, como recurso forrageiro importante na complementação de dietas para ruminantes (Abou El Nasr et al., 1996; Hopkins e Nicholson, 1999; Du Toit et al., 2004; Ben Salem, 2004; 2005).

Hassan e Abdel-Aziz (1979) e Warren et al. (1990) demonstraram que ovinos alimentados apenas com erva-sal diminuíram ou, na melhor das hipóteses, mantiveram seus pesos corporais. Na ausência de uma fonte de água, o elevado nível de sal nessas espécies limita seu consumo e digestão pelos ruminantes (Ben Salem et al., 2005) e, por conseguinte, o desempenho animal. Na presença de uma fonte de energia, a *Atriplex nummularia* demonstrou ser uma alternativa de nitrogênio para ovinos em confinamento.

A produtividade em ruminantes depende da sua habilidade em consumir e extrair energia que possa ser usada a partir dos alimentos disponíveis (Allen, 1996). A quantidade diária de matéria seca consumida pelo animal é considerada importante parâmetro para se fazer inferências nutricionais sobre o alimento e, concomitantemente, *performance* animal. Bürger et al. (2000) descreveram que avaliações do consumo devem considerar as limitações relacionadas ao animal, alimento e sistema de alimentação.

O consumo de matéria seca afeta o desempenho animal, uma vez que engloba a ingestão de todos os nutrientes e determina a resposta do animal (Vieira et al., 1996; Barros et al., 1997). O consumo voluntário flutua devido a vários fatores, tais como estação, clima e temperatura, assim como estado fisiológico do animal. Segundo Mertens

(1992), o consumo é função do alimento (densidade energética, concentração de nutrientes, mastigação, enchimento do trato gastrointestinal, etc.), animal (peso corporal, estado fisiológico, nível de produção, etc.) e sistema de alimentação (espaço disponível no cocho, disponibilidade de alimento, tempo de acesso ao alimento, frequência de alimentação, etc.). Forbes (1996) mencionou que o consumo é regulado e que mecanismos químicos e físicos estão envolvidos através de sinais retro alimentadores (“feedback”). Segundo o autor, outros fatores, incluindo nutrientes (aminoácidos, minerais e vitaminas), doenças, além de condições ambientais e pressões sociais, interagindo de maneiras diferentes, também influenciam o consumo de alimentos.

A digestibilidade consiste na capacidade do alimento em permitir que o animal utilize seus nutrientes em menor ou maior escala e, de acordo com Oliveira et al. (1991), constitui importante parâmetro do valor nutritivo de determinado alimento, sendo influenciada diretamente pelo tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal e, por conseguinte, pelas taxas de digestão e de passagem (Thiago e Gill, 1990; Texeira, 1997). Carvalho et al. (2006) afirmaram que o conhecimento do comportamento dos alimentos volumosos e concentrados, durante o processo de digestão, é importante para determinação do nível adequado de utilização e ajuste do fornecimento.

No ano de 2004, o efetivo nacional ovino era da ordem de 15 milhões de cabeças (IBGE, 2009). Desse rebanho, o Nordeste possui o maior percentual em relação às outras regiões brasileiras, em torno de 57,9%, seguido pela região Sul (30,0%), demonstrando a importância da ovinocultura para esta região.

A produção média atual de carne ovina no semiárido nordestino é de 2,8 kg/ha/ano na caatinga, podendo atingir, todavia, de 31,4 a 71,2 kg/ha mediante o uso de técnicas de manipulação da vegetação nativa (Vasconcelos e Vieira, 2006). Segundo os autores, a produtividade da caprinovinocultura de corte no Brasil ainda é baixa, e uma das razões

encontra-se no sistema de exploração predominante, o extensivo, com alta dependência da vegetação nativa, utilização de raças não especializadas, uso de práticas rudimentares de manejo e assistência técnica deficitária, além do baixo nível de organização e gestão da unidade produtiva.

O rebanho de ovinos deslanados da raça Santa Inês vem crescendo, consideravelmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil devido à excelente capacidade de adaptação, rusticidade e eficiência reprodutiva e, principalmente, por não apresentar comportamento estacional. Apesar de apresentarem desempenho um pouco inferior ao de raças européias, Bueno et al. (2006) relataram ganhos em peso diários de 220 e 200 g nos períodos de pré e pós desmame, respectivamente, em animais bem alimentados.

A oferta de carne ovina, em quantidade e qualidade, tem início com o estudo do desempenho e características de carcaça, sendo importante observar a influência da alimentação sobre tais características.

A carcaça é o resultado final do crescimento e desenvolvimento que ocorrem em animais de diferentes raças e ambientes de criação. Para Mendonça et al. (2003), trata-se do componente do peso corporal de maior valor comercial e seu estudo, de acordo com Garcia et al. (2003), visa avaliar parâmetros subjetivos e objetivos, relacionados com aspectos qualitativos e quantitativos.

Segundo Colomer-Rocher (1987), a produção eficiente de carne deve ser baseada no sistema onde os animais, em curto espaço de tempo e custos reduzidos, produzam carcaças que possam ser comercializadas a preços elevados. Nesse contexto, o confinamento representa importante estratégia para o sistema de produção no semiárido nordestino por permitir a produção de carne de qualidade durante a época de escassez de alimentos, disponibilizando forragem das pastagens para as diversas categorias animais do rebanho e

promovendo um retorno mais rápido do capital aplicado, além de contribuir na produção de peles de primeira qualidade (Barros et al., 1999; Barros et al., 2003)

Vasconcelos et al. (2000) relataram rendimentos de carcaça de 42,6 a 47,7% para ovinos Santa Inês, com idade de seis a 11 meses. Marques et al. (2007) e Cunha et al. (2008) encontraram rendimentos de 43,27 a 48,55% e 45,90 a 48,80%, em cordeiros de mesma raça, abatidos aos seis meses de idade.

A qualidade nutricional da carne é determinada pelo alto valor biológico das proteínas, consumo de ferro e incorporação de vitaminas, principalmente do complexo B. O consumidor, porém, tem dado grande importância ao consumo de lipídeos, notadamente, ao tipo de ácido graxo depositado na carne, uma vez que o elevado consumo dessas substâncias, especialmente ácidos graxos saturados, aumenta os níveis de colesterol e de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no sangue, intensificando o risco de contrair doenças cardiovasculares.

A composição centesimal da carne pode ser influenciada por diferentes fatores, como espécie, raça, sexo, nutrição e peso ao abate. Kemp et al. (1976) constataram que dietas mais protéicas resultaram em carnes com menor conteúdo de umidade e proteína e maior de gordura. O aumento no teor de gordura da carcaça, em geral, promove redução nos de umidade e proteína, enquanto o de cinzas sofre pouca variação.

O perfil em ácidos graxos influencia o valor nutritivo e as características organolépticas ou sensoriais da carne. Em relação ao valor nutritivo, o consumo de ácidos graxos saturados tem sido associado ao aumento dos níveis de colesterol e LDL no plasma; por outro lado, o de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) da família n-3 ( $\omega$ 3) encontra-se inversamente relacionado à incidência de doenças cardiovasculares (Grundy, 1987). No aspecto sensorial, a maciez tem sido considerada a característica mais importante da carne pelos consumidores (Safari et al., 2001).

A qualidade da carne ovina tem se tornado importante aspecto na comercialização de seus produtos. A utilização de raças nativas adaptadas ao ambiente, juntamente com a necessidade de buscar alternativas de produção de alimentos, mediante o uso de plantas com potencial forrageiro adaptadas à região semiárida, com o intuito de reduzir os custos de produção, principalmente, pela diminuição das despesas com alimentos concentrados, motivou a realização deste trabalho, tendo como objetivo avaliar o efeito da inclusão de níveis crescentes de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em dietas completas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.), sobre o desempenho, rendimento, características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês em confinamento.

## Referências Bibliográficas

- ALLEN, M.S. Physical Constraints on Voluntary Intake of Forage by Ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 3063-3075, 1996.
- BARROS, N.N.; FIGUEIREDO, E.A.P.; BARBIERI, M.E. Efeito do genótipo e da alimentação no desempenho de borregos de cruzamento industrial em confinamento. **Revista Científica de Produção Animal**, v., nº 4, p. 59-67, 1999.
- BARROS, N.N.; SOUSA, F.B.; ARRUDA, F.A.V. **Utilização de forrageiras e resíduos agroindustriais por caprinos e ovinos**. Sobral: Embrapa Caprinos, 1997. 28p. (Embrapa-Caprinos, Documentos, 26).
- BATISTA, A.M.V.; MUSTAFA, A.F.; MCKINNON, J.J. et al. Caracterização química de variedades de palma forrageira. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, CD-ROOM. Nutrição de Ruminantes.
- BEN SALEM, H.; ABDOULI, H; NEFZAOU, A.; EL-MASTOURI, A. et al. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) pads. **Small Ruminant Research**, v. 59, p. 229–237, 2005.
- BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. *Opuntia ficus indica* f. *inermis* and *Atriplex nummularia* L. Two complementary fodder shrubs for sheep and goats. **Acta Horticulture**, p. 333–341, 2002.
- BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. Spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) and oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbine lambs given straw-based diets. **Small Ruminant Research**. v.51, p. 65-73, 2004.
- BONILLA, O.H.; TABOSA, J.N.; GALINDO, F.A.T. et al. **Atriplex: nova forrageira para solos salinizados no semi-árido nordestino**. IPA, série documentos. 23 p. 2000. Disponível em: <  
<http://www.ipa.br/OUTR/atripdex.pdf#search=%22atripdex%20nummularia%22> >  
Acesso em: 03/10/2006.
- BUENO, M.S.; CUNHA, E.A.; SANTOS, L.E. et al. **Santa Inês: uma boa alternativa para a produção intensiva de carne de cordeiros na região Sudeste**. Disponível em: <  
<http://www.iz.sp.gov.br/artigos/documentos/BUENO,M.S.-SantaInes.pdf> > Acesso em 04/11/2006.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e Digestibilidade Aparente Total e Parcial em Bezerros Holandeses Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29 (1), p. 206-214, 2000.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J..V.; VELOSO, C.M. et al. Degradabilidade ruminal do feno de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 12, n. 1, p. 81-85, 2006.

- COLOMER-ROCHER, F. Factors influencing carcass quality. Carcass component and composition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, 1987, Brasília. **Proceedings...** Brasília: EMBRAPA, 1987, p. 181-194.
- CUNHA, M.G.G. **Efeito da adição de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) a dietas compostas de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e concentrado sobre a fermentação ruminal e digestibilidade em ovinos.** Recife, PE: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1997. 88 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1997.
- CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; GONZAGA NETO, S. et al. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p.1112-1120, 2008.
- DU TOIT, C.J.L.; VAN NIEKERK, W.A.; RETHMAN, N.F.G. et al. The effect of type and level of carbohydrate supplementation on intake and digestibility of *Atriplex nummularia* cv. De Kock. **South African Journal of Animal Science**, v. 34 (Supplement 1), p. 35-37, 2004.
- FORBES, J.M. Integration of regulatory signals controlling forage intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 3029-3035, 1996.
- HASSAN, N.I., ABDEL-AZIZ, H.M. Effect of barley supplementation on the nutritive value of saltbush (*Atriplex nummularia*). **World Rev Animal Production**, v. 17, p. 47-55. 1979.
- HOPKINS, D. L.; NICHOLSON, A. Meat quality of Squires, V. R. and A. L. Ayoub, 1992. Halophytes as a wether lambs grazed on saltbush (*A. nummularia*) plus supplements or Lucerne (*Medicago sativa*). **Meat Science**, v. 51, p. 91-95. 1999.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 27 janeiro 2009.
- KEMP, J.D.; JOHNSON, A.E.; STEWART, D.F. et al. Effect of dietary protein, slaughter weight and sex on carcass composition, organoleptic properties and cooking losses of lamb. **Journal of Animal Science**, v.42, n.3, p.575-583, 1976.
- MARQUES, A.V.M.S.; COSTA, R.G.; SILVA, A.M.A. et al. Rendimento, composição tecidual e musculosidade da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de feno de flor-de-seda na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.610-617, 2007.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 1992, Lavras. **Proceedings...** Lavras: SBZ, 1992, p. 1-32.
- OLIVEIRA, W.H.; AROEIRA, L.J.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Valor nutritivo da cana-de-açúcar adicionada de níveis crescentes de uréia. I. Digestibilidade aparente e partição da digestão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28,1991, João Pessoa - PB, **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991, p. 239.
- SAFARI, E.; FOGARTY, N.M.; FERRIER, G.R. et al. Diverse lamb genotypes. 3. Eating quality and the relationship between its objective measurement and sensory assessment. **Meat Science**, v.57, n.2, p.153-159, 2001.

- SANTOS, G.R.A.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R. et al. Composição química e degradabilidade de matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000, p.368.
- SANTOS, M.V.F. dos; **Composição química, armazenamento e avaliação da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillefera* Salm-Diyck) na produção de leite, em Pernambuco.** Recife, PE: UFRPE, 1989, 124p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1989.
- TEIXEIRA, J. C. **Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes.** Lavras, MG: UFLA/ FAEPE, 1997, 327p.
- THIAGO, L.R.L.; GILL, S. **Consumo voluntário relacionado com a degradabilidade e passagem pelo rúmen.** Campo Grande, MS, 1990, 65p. EMBRAPA . CNPGC, (EMBRAPA . CNPGC, Documentos, 43).
- VASCONCELOS, V.R.; LEITE, E.R.; BARROS, N.N. Terminação de caprinos e ovinos deslanados no Nordeste do Brasil. In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE.(2000: João Pessoa). **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2000. p 97 – 106.
- VASCONCELOS, V.R.; VIEIRA, L.S. **A evolução da caprinovinocultura brasileira.** Disponível em: < <http://www.cnpc.embrapa.br/artigo8.htm> > Acesso em: 03 novembro 2006.
- VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Repleção ruminal da fibra em detergente neutro do capim elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.300-301.
- WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; ANDRADE, D.K.B. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorgum bicolor*, (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.273-281, 2002.
- WARREN, B.E.; BUNNY, C.J.; BRYANT, E.R. A preliminary examination of the nutritive value of four saltbush (*Atriplex*) species. **Proceedings of the Australian Society for Animal Production**, v. 18, p. ° 424–427, 1990.



## **CAPÍTULO I**

### **Desempenho e Digestibilidade**

## **Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira em dietas à base de feno de erva-sal**

RESUMO: Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desempenho, consumo de nutrientes, digestibilidade e rentabilidade de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). Quarenta cordeiros não castrados, com peso corporal inicial de  $19,46 \pm 2,35$  kg e quatro meses de idade, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro dietas e 10 repetições. Os níveis de palma influenciaram o CMS (kg, %PC e  $PC^{0,75}$ ), sendo observado comportamento quadrático com valores máximos de 1,29 kg, 4,84%PC e  $109,75 \text{ g/PC}^{0,75}$ , respectivamente, para o nível de 28,8; 21,4 e 23,6% de palma na dieta. Os CMO, CFDN, CCHOT e CCNF sofreram efeito quadrático, enquanto para os CMM e CPB foi observado efeito linear decrescente. Os CEM e CEE não foram influenciados pelo nível de palma, com média de  $2,7 \pm 0,3$  Mcal e  $25,4 \pm 4,9$  g, respectivamente. O consumo de água proveniente da dieta aumentou linearmente com a inclusão de palma, sendo observado comportamento inverso para o de água de bebida. O consumo total de água não foi influenciado pelo nível de palma ( $4,8 \pm 0,7$  L), assim como as digestibilidades aparentes da MS e MO. Para a digestibilidade aparente da PB, foi observado efeito linear decrescente, enquanto a digestibilidade aparente da FDN sofreu efeito quadrático com valor mínimo de 19,1% no nível de inclusão de 27,5% de palma. A CA foi incrementada com a inclusão de palma, sofrendo redução no CMS de 12,8 g/kg de GPD para cada aumento de 1% no nível de palma da dieta. Observou-se efeito quadrático para as conversões alimentares da PB e EM, assim como para o GPD, cujo valor máximo foi de 0,26 kg para o nível de 35,0% de palma. A inclusão de palma incrementou a margem bruta, e o custo por kg de carcaça foi menor para o nível de 67,9%. O nível de 35,0% de palma na dieta resultou em maior taxa de crescimento; todavia, do ponto de vista econômico, a inclusão de 67,9% promoveu melhor retorno financeiro, com rentabilidade de 69,0%. Os resultados indicam que a utilização de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) nos níveis estudados, em dietas completas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.), apresenta-se como alternativa viável para a produção de cordeiros em confinamento.

Palavras-chave: conversão alimentar, consumo, custo de produção, digestibilidade, ganho em peso, ovinos

## **Growth performance of Santa Inês lambs fed with increasing levels of spineless cactus in oldman saltbush hay-based diets**

**ABSTRACT:** The study was carried out to evaluate growth performance, nutrients intake, digestibility, and profitability of Santa Inês lambs fed with increasing levels of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill). Forty lambs not castrated, with initial live weight of  $19.46 \pm 2.35$  kg and four months of age were distributed in a randomized design with four diets and 10 replicates. The levels of spineless cactus influenced DMI (kg, %LW, and  $LW^{0.75}$ ), been observed quadratic effect with maximum values of 1.29 kg, 4.84% and  $109.75 \text{ g/LW}^{0.75}$ , respectively, to 28.8, 21.4, and 23.6% of spineless cactus. Quadratic effect was found to OMI, NDFI, TCHOI, and NFCI, while for MMI and CPI were observed decreasing linear effect. There is no influence of cactus level on MEI and EEI ( $2.7 \pm 0.3$  Mcal e  $25.4 \pm 4.9$  g, respectively). Water intake from diet increased with spineless cactus inclusion, been observed inverse behaviour for water drinking. Total water intake was not influenced by inclusion of spineless cactus ( $4.8 \pm 0.7$  L), as DM and OM apparent digestibilities. It was observed linear effect for CP apparent digestibility, while NDF apparent digestibility had quadratic effect, with minimum value of 19.1% at the level of 27.5% of cactus. Feed conversion was improved with the inclusion of cactus, decreasing DMI in 12.8 g/kg of ADG to each unit of increasing in spineless cactus level. There was quadratic effect for both, crude protein and metabolizable energy feed conversion, as well as ADG, whose maximum value was 0.26 kg at the level of 35.0% of cactus in the diet. The inclusion of spineless cactus increased the crude margin and the cost per kg of carcass was lower for the level of 67.9%. The cactus level of 35.0% in the diet resulted in higher growth rate, however, from the point of economic view, the inclusion of 67.9% promoted the best income, with profitability of 69.0%. The results indicate that the use of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill), at the studied levels, in oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) hay-based total mixed diets presents as a viable alternative for lambs production in fedlot.

**Key Words:** digestibility, feed conversion, intake, live weight gain, production costs, sheep

## Introdução

A produção animal no semiárido do Nordeste do Brasil baseia-se, principalmente, no pastejo da vegetação nativa (caatinga), e a produção de alimentos de qualidade e em quantidade ao longo do ano é bastante afetada por precipitações, que se caracterizam pela irregularidade e má distribuição; nessa região, o fornecimento inadequado de nutrientes para pequenos ruminantes consiste em sério problema no manejo alimentar durante os períodos de escassez de alimento.

Nos últimos anos, tem-se estudado a viabilidade e o desempenho animal, em termos produtivos e econômicos, de alimentos alternativos e adaptados à região (Furusho-Garcia et al., 2000; Souto et al., 2005; Barroso et al., 2006; Marques et al., 2007; Pereira et al., 2007; Silva et al., 2007; Cunha et al., 2008). Encontra-se bem documentado que o balanço e sincronismo de energia e proteína é fundamental para otimizar a atividade microbiana ruminal e, dessa forma, a digestão dos alimentos.

Nesse sentido, Ben Salem et al. (2004) reportaram que a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e a erva-sal (*Atriplex nummularia* L.) são duas fontes complementares de alimento. A palma contém níveis elevados de carboidratos solúveis, minerais, Ca e K, mas seus conteúdos, em proteína bruta e fibra efetiva, são baixos. Por sua vez, as folhas de erva-sal são ricas em proteína bruta, minerais e sal, mas pobres em energia. Destaca-se, também, a riqueza em água da palma (80-90%), que pode suprir os animais com esse nutriente em ambientes mais adversos e diluir a elevada salinidade da erva-sal (Ben Salem et al., 2004; Ben Salem et al., 2005; Bispo et al., 2007).

A utilização de cactáceas na alimentação animal, durante os períodos de estiagem, objetivando a sobrevivência dos animais nos períodos de escassez de alimento e água, consiste em hábito ancestral na região Nordeste. Todavia, tem-se evidenciado a importância da palma forrageira na produção de leite e carne (Melo et al., 2003; Bispo et

al., 2007; Souza, 2008; Vieira et al., 2008) e sua associação a uma fonte de fibra efetiva, em dietas balanceadas, é fundamental para manter as condições normais do rúmen e, conseqüentemente, maximizar a *performance* do animal.

A erva-sal (folhas e ramos *in natura* ou pastejo) tem sido utilizada como alternativa para alimentar animais domésticos em zonas áridas e semiáridas (Abou El Nasr et al., 1996; Ben Salem et al., 1996; Alazzeah & Abu-Zanat,, 2004; Ben Salem et al., 2005; Souto et al., 2005; Abu-Zanat & Tabbaa, 2006) e estudos têm sido conduzidos para avaliar consumo, digestibilidade e variações no ganho em peso; no entanto, não foi encontrada referência sobre a oferta de palma e erva-sal na forma de feno, em dietas completas e balanceadas para otimizar a produtividade de cordeiros em confinamento.

Reduzir o uso de alimentos concentrados sem comprometer a produção tem sido o grande desafio de pesquisadores. A quantidade diária de matéria seca consumida é considerada como importante parâmetro para se fazer inferências nutricionais sobre o alimento e, concomitantemente, desempenho animal. Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de níveis crescentes de palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) em dietas completas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.), sobre o consumo de matéria seca e de nutrientes, desempenho, digestibilidade e rentabilidade de cordeiros Santa Inês em confinamento.

## **Material e Métodos**

### *Local do experimento e Animais*

O experimento foi conduzido na EMBRAPA Semiárido (09°09'S 40°22'O), situada na região semiárida do Nordeste do Brasil, cuja média anual de precipitação local é de 450

mm. Durante o período experimental, as temperaturas mínimas e máximas foram de, respectivamente, 19 e 31°C, com umidade relativa média de 59,7% (EMBRAPA, 2009).

Quarenta cordeiros da raça Santa Inês, não castrados, com idade de quatro meses e peso corporal inicial de  $19,46 \pm 2,35$  kg foram alojados em baias individuais (1,0 x 2,0 m), com piso de chão batido e sombreadas artificialmente com tela de polietileno com 30% de transmitância de luz, em regime de confinamento durante 71 dias, consistindo de 15 dias para adaptação. Durante o período de adaptação, os animais foram tratados contra ecto e endoparasitas e vacinados contra enterotoxemia.

#### *Delineamento experimental, Tratamentos e Manejo Alimentar*

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 10 repetições. Os tratamentos experimentais, formados pela inclusão de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) nas proporções de 0,0; 28,6; 50,5 e 67,9%, em dietas contendo feno (folhas e ramos de até sete milímetros de diâmetro) de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.), grão de milho moído, farelo de soja e uréia (Tabelas 1 e 2), foram ofertados na forma de mistura completa em duas refeições diárias (10 e 15 h). A quantidade ofertada foi ajustada diariamente, e as sobras mantidas em 20% em função do consumo do dia anterior.

Suplemento mineral (níveis/kg: Ca 13,5%; P 7,5%; Na 15,8%; Mg 0,8%; S 1,24%; Co 6,2 mg; I 6,2 mg; Se 1,5; Zn 310 mg; Fe 151,5 mg) e água limpa e fresca foram oferecidos à vontade durante todo o período, e as baias, mantidas sob rígida higiene e manejo uniforme. A palma, colhida duas vezes por semana, foi armazenada à sombra e triturada diariamente antes do fornecimento aos animais.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes

Ingrediente	MS (%)	MM (%MS)	MO (%MS)	PB (%MS)	EE (%MS)	FDN (%MS)	FDA (%MS)	CHOT (%MS)	CNF (%MS)
Grão de milho moído	86,84	10,23	89,77	7,18	4,15	10,48	4,35	78,44	67,96
Farelo de soja	88,68	4,87	95,13	48,81	1,88	10,62	7,41	44,44	33,82
Palma forrageira	17,62	5,20	94,80	3,35	1,56	29,26	22,12	89,89	60,63
Feno de erva-sal	85,02	5,56	94,44	9,77	0,67	52,31	32,72	84,00	31,69

Tabela 2 - Ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingrediente (% MS)	Nível de palma (%)			
	0,0	28,6	50,5	67,9
Grão de milho moído	40,2	25,5	15,1	7,2
Farelo de soja	10,3	13,6	15,3	16,3
Palma forrageira ( <i>Opuntia ficus-indica</i> Mill)	0,0	28,6	50,5	67,9
Uréia	1,3	0,9	0,6	0,3
Feno de erva-sal ( <i>Atriplex nummularia</i> L.)	48,1	31,4	18,5	8,3
<i>Composição química</i>				
Matéria seca (g/kg)	862,9	408,8	291,1	236,9
Proteína bruta (g/kg de MS)	160,9	148,2	135,0	123,0
Energia Metabolizável (Mcal/kg de MS) <sup>1</sup>	2,23	2,14	2,26	2,46
Extrato etéreo (g/kg de MS)	21,8	19,7	18,3	17,2
FDN (g/kg de MS)	304,9	289,0	276,6	267,0
FDA (g/kg de MS)	182,7	187,1	190,2	192,6
Hemicelulose (g/kg de MS)	122,3	101,9	86,5	74,4
Matéria Mineral (g/kg de MS)	72,9	65,1	59,5	55,2
Matéria Orgânica (g/kg de MS)	913,8	926,0	935,0	942,0
Carboidratos Totais (g/kg de MS)	765,6	781,2	796,0	809,1
Carboidratos Não Fibrosos (g/kg de MS)	460,7	492,2	519,4	542,1
Volumoso:Concentrado	48:52	60:40	69:31	76:24

<sup>1</sup> Estimada segundo AFRC (1993)

### *Desempenho*

Concluído o período de adaptação, o peso corporal inicial (PCI) dos animais foi registrado antes da oferta das dietas e sem jejum de sólidos e água. As pesagens subsequentes ocorreram a cada 14 dias até o final do período experimental (56 dias), quando os animais foram pesados, obtendo-se o peso corporal final (PCFi) e transportados para o abatedouro municipal de Petrolina/PE. O ganho em peso diário (GPD) foi obtido pela equação:  $GPD (kg) = (PCFi - PCI) / 56$ .

A quantidade de alimento ofertada e as sobras foram anotadas diariamente para cálculo do consumo e conversão alimentar; consumos de água e suplemento mineral foram registrados semanalmente.

Amostras dos alimentos e as sobras foram coletadas semanalmente e levadas para estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72 h; em seguida, foram moídas em moinho de facas tipo Willey, com peneira de crivo de 1,0 mm, acondicionadas em recipientes de polietileno constituídos de duas tampas e armazenadas. Finalizado o período experimental, cada amostra foi formada por oito sub-amostras, das quais foi retirada uma alíquota representativa, sendo homogeneizadas para formar uma amostra composta para posterior análise laboratorial.

### *Digestibilidade*

Na metade do período experimental (28º dia), dezesseis cordeiros (quatro por tratamento), escolhidos ao acaso, foram transferidos para gaiolas metabólicas, em galpão com piso de cimento e cobertura de telha canal, para avaliação da digestibilidade aparente das dietas experimentais. O ensaio teve duração de sete dias, sendo os últimos três utilizados para registro da quantidade de alimento ofertada, assim como das sobras e fezes.

A quantidade ofertada foi ajustada diariamente e as sobras mantidas em 10%, em função do consumo do dia anterior.

A coleta de fezes foi parcial e efetuada por meio de sacos de colostomia pela manhã e à tarde, totalizando seis amostras por animal. Para a estimativa da produção de matéria seca fecal, utilizou-se, durante os sete dias, o indicador externo óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), ministrado via oral na quantidade de 10 g/dia, fracionado em duas porções e fornecido antes da oferta de alimento.

Durante o período de coleta de dados, amostras dos alimentos, além das sobras e fezes, foram levadas diariamente para estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 h e processadas conforme foi descrito anteriormente no item 2.3. Concluído o período de coleta, os animais foram levados de volta às baias. A digestibilidade aparente (DA) foi calculada pela equação:  $DA (\%) = [(\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado})/\text{nutriente ingerido}] \times 100$ .

#### *Análises laboratoriais*

As análises químicas dos alimentos foram realizadas de acordo com procedimentos padrões da AOAC (1990): matéria seca (índice nº 934.01), N (índice nº 984.13), matéria orgânica e matéria mineral (índice nº 942.05). Os conteúdos de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) foram determinados segundo Van Soest et al. (1991), sendo o de hemicelulose calculado pela diferença entre FDN e FDA. Para estimativa dos carboidratos totais (CHOT), foi usada a equação proposta por Sniffen et al. (1992), onde  $CHOT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$  e para os carboidratos não-fibrosos (CNF), a equação preconizada pelo NRC (2001) em que  $CNF (\%) = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%MM)$ .

Para avaliação da digestibilidade, o teor de cromo, nas fezes, foi determinado segundo metodologia descrita por Fenton & Fenton (1979), empregando-se

espectrofotômetro. A produção de matéria seca fecal (PMSF) foi mensurada pela equação descrita por Berchielli et al. (2006), em que  $PMSF (g) = \text{quantidade do indicador consumido}/\text{concentração do indicador nas fezes}$ .

A energia metabolizável (EM) foi estimada de acordo com a equação preconizada pelo AFRC (1993), onde  $EM (Mcal/kg \text{ de MS}) = 0,0157 \times [\text{digestibilidade da matéria orgânica (g/kg)}]/4,184$ .

#### *Análise econômica*

Na estrutura do custo de produção, utilizou-se o custo operacional efetivo sem considerar custos indiretos. Os custos foram calculados considerando as despesas com ingredientes, medicamentos (vacinas e vermífugos) e mão-de-obra. Para os custos do quilograma de feno de erva-sal produzido e de palma colhida, considerou-se o preço médio da região (R\$ 0,25 e R\$ 0,02, respectivamente). O custo de mão-de-obra incluiu o salário vigente de um trabalhador rural (R\$ 425,00) acrescido de 30% de encargos sociais.

O produto do quilograma de carcaça pago pelo mercado local (R\$ 9,50), pelo peso de carcaça quente foi utilizado para cálculo da receita. A margem bruta foi calculada pela diferença entre a receita e os custos. O ponto de equilíbrio foi determinado pela relação entre os custos e o preço do quilograma de carcaça quente. O custo do quilograma de carcaça foi mensurado através da relação entre os custos e o peso de carcaça quente, enquanto a relação custo:benefício foi determinada pela divisão entre custos e receita.

#### *Análise estatística*

Os resultados foram submetidos à análise de variância; quando o efeito dos tratamentos foi significativo ( $P < 0,07$ ), realizou-se análise de regressão em função dos níveis de palma na dieta. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi calculado pela relação

entre a soma de quadrado da dieta e a soma de quadrado devido à regressão. Os dados foram analisados com o auxílio computacional do programa SAEG (UFV, 2001).

## **Resultados e Discussão**

O nível de palma na dieta influenciou o consumo diário dos nutrientes (Tabela 3). Os consumos de matéria seca (CMS), em kg, %PC e  $\text{g/PC}^{0,75}$  mostraram comportamento linear e quadrático, com melhor ajuste ao modelo quadrático, atingindo valores máximos de 1,29 kg, 4,84% PC e  $109,75 \text{ g/PC}^{0,75}$  nos níveis de 28,8; 21,4 e 23,6%, respectivamente, de palma na dieta.

Os valores médios de CMS em kg ( $1,19 \pm 0,15$ ), %PC ( $4,55 \pm 0,41$ ) e  $\text{g/PC}^{0,75}$  ( $102,81 \pm 9,50$ ), obtidos neste estudo foram superiores aos encontrados por Cartaxo et al. (2008) de 1,12 kg; 3,63% PC e  $85,48 \text{ g/PC}^{0,75}$ , respectivamente, em cordeiros Santa Inês alimentados com 16% de PB e 2,7 Mcal de EM/kg de MS, assim como aos relatados por Bispo et al. (2007), trabalhando com níveis crescentes de palma (0,0 a 56,0% da MS) em dietas para cordeiros sem padrão racial definido, cujos valores foram de 0,96 kg, 3,42% PC e  $77,47 \text{ g/PC}^{0,75}$ , respectivamente.

Observa-se que os menores consumos de matéria seca ocorreram nos níveis de 0,0 e 67,9% de palma. No primeiro (0,0%), o menor consumo pode ser explicado pela proporção de feno de erva-sal na dieta (48,1% da MS), a qual promoveu incremento de 432,0% (2,44 a 13,0 g/kg de MS) no consumo de sódio (Na), calculado a partir de Araújo (2009), em relação à dieta com maior participação de palma (67,9%). Souto et al. (2005), trabalhando com cinco níveis de feno de erva-sal (38,30 a 83,72% na MS) associados à melancia forrageira (*Citrulus lanatus* cv. citroídes) e raspa de mandioca integral (*Manihot esculenta* Cranz), reportaram CMS de 1,03 kg; 4,15% PC e  $92,68 \text{ g/PC}^{0,75}$  em carneiros

naturalizados, castrados, com peso corporal inicial de 23 kg, valores inferiores aos encontrados neste estudo para a dieta em que a erva-sal foi utilizada como fonte única de forragem (0,0%).

Tabela 3 – Consumo de nutrientes efetuado por cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Variável	Nível de palma (% MS)				EPM	Equação de regressão	Probabilidade		R <sup>2</sup>
	0,0	28,6	50,5	67,9			L	Q	
<i>Consumo médio diário</i>									
CMS (kg)	1,19	1,30	1,20	1,09	0,02	$\hat{Y} = 1,192+0,0069X-0,00012X^2$	*	*	0,97
CMS (%PC)	4,68	4,86	4,51	4,14	0,05	$\hat{Y} = 4,690+0,0141X-0,00033X^2$	***	*	0,99
CMS (g/PC <sup>0,75</sup> )	104,9	110,5	102,3	93,54	0,01	$\hat{Y} = 105,2+0,3908X-0,00839X^2$	***	**	0,98
CMO (kg)	1,09	1,21	1,13	1,03	0,02	$\hat{Y} = 1,090+0,0071X-0,00012X^2$	ns	*	0,97
CMM (kg)	0,08	0,07	0,06	0,05	0,01	$\hat{Y} = 0,086-0,0004X$	***	ns	0,95
CPB (kg)	0,20	0,20	0,17	0,15	0,01	$\hat{Y} = 0,209-0,0008X$	***	ns	0,90
CEM (Mcal)	2,65	2,78	2,71	2,67	0,05	$\hat{Y} = 2,7038$	ns	ns	-
CEE (kg)	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	$\hat{Y} = 0,0254$	ns	ns	-
CFDN (kg)	0,33	0,35	0,32	0,28	0,01	$\hat{Y} = 0,328+0,0016X-0,00003X^2$	**	*	0,99
CCHOT (kg)	0,91	1,02	0,95	0,87	0,02	$\hat{Y} = 0,908+0,0066X-0,00011X^2$	ns	*	0,95
CCNF (kg)	0,51	0,68	0,63	0,59	0,01	$\hat{Y} = 0,580+0,0050X-0,00007X^2$	ns	*	0,91
<i>Água consumida</i>									
Da Dieta (L)	0,16	2,04	2,94	3,50	0,20	$\hat{Y} = 0,356+0,0491X$	***	***	0,97
De Bebida (L)	4,78	2,64	1,86	1,12	0,24	$\hat{Y} = 4,550-0,0531X$	***	**	0,99
Total (L)	4,95	4,68	4,80	4,62	0,11	$\hat{Y} = 4,7604$	ns	ns	-
L/kg CMS	4,14	3,60	4,00	4,25	0,19	$\hat{Y} = 4,112-0,0267X+0,00043X^2$	ns	***	0,87
L/kg PC <sup>0,75</sup>	0,44	0,40	0,41	0,41	0,01	$\hat{Y} = 0,4010$	ns	ns	-

CMS = consumo de matéria seca; PC = peso corporal; CMO = consumo de matéria orgânica; CMM = consumo de matéria mineral; CPB = consumo de proteína bruta; CEM = consumo de energia metabolizável; CEE = consumo de extrato etéreo; CFDN = consumo de FDN; CCHOT = consumo de carboidratos totais; CCNF = consumo de carboidratos não fibrosos; X = nível de palma; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; \* P<0,07; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001; ns = não significativo (P>0,07); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação

Por sua vez, o menor consumo observado entre as dietas experimentais, quando da inclusão de 67,9% de palma, pode ser justificado tanto pelo elevado conteúdo de água

proveniente da palma, quanto pelo teor de mucilagem na forma de pectina, que fermenta rapidamente, produzindo grande volume de gás e formação de espuma, levando à distensão física do rúmen (Van Soest, 1994; Gebremariam et al., 2006), a qual tem sido considerada como um dos principais fatores limitantes do consumo de alimento.

Para os consumos de matéria orgânica (CMO), carboidratos totais (CCHOT) e carboidratos não fibrosos (CCNF), foi observado comportamento quadrático, enquanto para o de fibra em detergente neutro (CFDN), verificou-se efeito linear e quadrático, com melhor ajuste ao modelo quadrático. O consumo máximo de cada nutriente foi 1,20; 1,01; 0,67 e 0,35 kg, respectivamente, para os níveis de 29,6; 30,0, 35,7 e 26,7% de palma na dieta.

A variação negativa no CMO ,a partir da inclusão de 29,6% de palma na dieta, refletiu a redução no CMS nas dietas com níveis mais elevados de palma. Por outro lado, o consumo 9,2% menor de matéria orgânica encontrado para a dieta com 0,0% de palma em relação à de maior consumo (28,6%), pode ser atribuído ao conteúdo de cinzas do feno de erva-sal, cujo consumo de matéria mineral (CMM) representou 6,7% do total de matéria seca consumido pelos animais neste tratamento, implicando em um incremento de 24,1% no CMM em relação àquele observado para o nível de 28,6% de palma (5,4%). A redução no CFDN, a partir do nível de 26,7% de palma na dieta, pode ter resultado do aumento da proporção de carboidratos não fibrosos, com a diminuição da concentração de feno de erva-sal na dieta.

Apesar de o conteúdo em carboidratos não fibrosos (CNF) das dietas (460,7 a 542,1 g/kg de MS; Tabela 2) exceder os valores máximos de 430,0 a 390,0 g/kg de MS, recomendados pelo NRC (2001), respectivamente, para dietas contendo fibra em detergente neutro, variando de 267,0 a 304,9 g/kg de MS, não foi registrado qualquer distúrbio (diarréia patológica e/ou timpanismo) durante o período experimental; observou-

se, apenas, nos animais com maior nível de palma na dieta (67,9%), o hábito de roçar a lateral esquerda na cerca divisória das baias, cerca de 15 minutos após o início da ingestão de alimento.

Para os consumos de matéria mineral (CMM) e proteína bruta (CPB), foram observadas reduções lineares de 37,5 e 25,0%, respectivamente, entre os níveis 0,0 e 67,9% de palma. De acordo com a equação de regressão, verifica-se diminuição de 0,4 e 0,8 g, respectivamente, no CMM e CPB, para cada unidade de aumento de palma na dieta, justificada pelo conteúdo mais elevado desses nutrientes nas dietas com maior proporção de erva-sal (0,0%). Swingle et al. (1996), Kraidees et al. (1998), Ben Salem et al. (2002b; 2004) e Thomas et al. (2007) relataram incrementos no CMM devido ao conteúdo elevado de minerais em *Atriplex* spp.

Os consumos de energia metabolizável (CEM) e extrato etéreo (CEE) não foram influenciados pelos níveis de palma, com médias de  $2,70 \pm 0,31$  Mcal e  $25,37 \pm 4,93$  g, respectivamente.

Verifica-se, na Tabela 3, que a dieta com maior nível de palma proveu 21,9 vezes mais água (3,5 L/dia) do que aquela com menor nível (0,16 mL/dia), demonstrando a importância dessa forrageira como fonte de água para animais em regiões áridas e semi-áridas. O consumo de água proveniente da dieta aumentou 49,1 mL para cada 1% de acréscimo de palma, enquanto o de água de bebida diminuiu 53,1 mL. Este último refletiu, provavelmente, a quantidade de sódio consumida devido ao incremento do feno de erva-sal na dieta e a necessidade dos rins em excretar o excesso, corroborando com resultados anteriores, que reportaram que a ingestão de *Atriplex* spp. encontra-se associada a elevados consumos de água (Swingle et al., 1996; Kraidees et al., 1998; Ben Salem et al., 2004; Ben Salem et al., 2005; Thomas et al., 2007). A água de bebida correlacionou-se negativamente ( $r = -0,91$ ) com o aumento da proporção de palma na dieta.

O consumo total de água ( $4,76 \pm 0,71$  L) não foi influenciado, todavia, pelo nível de palma, comprovando a capacidade dos animais em equilibrar a ingestão de nutrientes de forma a atender seus requerimentos nutricionais, evidenciada pela quantidade de água consumida em relação ao peso metabólico, a qual foi similar entre os tratamentos ( $0,41 \pm 0,05$  L/kg PC<sup>0,75</sup>), mesmo sendo observada variação positiva na quantidade consumida (L) por quilograma de matéria seca ingerida, a partir do nível de 31,0% de palma na dieta. A média de consumo do suplemento mineral foi de  $5,3 \pm 3,3$  g/dia, não sendo influenciada pelos tratamentos experimentais.

A avaliação do valor nutritivo dos alimentos consumidos é um desafio constante para a nutrição animal e tem por objetivo ajustar a quantidade e qualidade da dieta, baseando-se nas exigências dos animais. As digestibilidades aparentes (Tabela 4) da matéria seca (DAMS) e orgânica (DAMO) não foram influenciadas pelo nível de palma na dieta, com médias de  $58,6 \pm 5,7$  e  $60,6 \pm 5,6\%$ , respectivamente.

A digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) sofreu efeito linear decrescente, com variação de 18,4% entre o menor e maior coeficiente de digestibilidade; a equação de regressão demonstra que, para cada unidade de aumento no nível de palma, tem-se uma redução de 0,15% na DAPB. O sal, presente em níveis elevados nas folhas de erva-sal, pode ser diluído pela água estocada nos cladódios de palma ou através do consumo voluntário (Kraidees et al., 1998; Ben Salem et al., 2004). De acordo com Reffett & Boling (1985), sais de sódio podem aumentar a taxa de passagem; logo, a ingestão diária de sódio (2,4 a 13,0 g/kg de MS) e o concomitante aumento no consumo de água pelos cordeiros alimentados com níveis mais elevados de feno de erva-sal, além do incremento na concentração de proteína bruta com a redução do nível de palma, provavelmente, fizeram com que maior quantidade de proteína dietética escapasse da degradação ruminal e

alcançasse o intestino delgado, aumentando a absorção de aminoácidos de origem alimentar.

Tabela 4 - Digestibilidade aparente, índices de eficiência de utilização de nutrientes e taxa de crescimento em cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Variável	Nível de palma (% MS)				EPM	Equação de regressão	Probabilidade		R <sup>2</sup>
	0,0	28,6	50,5	67,9			L	Q	
<i>Digestibilidade aparente (%)</i>									
MS	58,98	54,70	58,42	62,10	1,42	$\hat{Y} = 58,5522$	ns	ns	-
MO	59,47	57,14	60,36	65,48	1,40	$\hat{Y} = 60,6133$	ns	ns	-
PB	72,16	62,77	63,06	60,94	1,73	$\hat{Y} = 70,405-0,1545X$	*	ns	0,81
FDN	26,67	21,28	21,82	37,75	2,76	$\hat{Y} = 27,231-0,5943X+0,0108X^2$	ns	*	0,91
<i>Índice de eficiência alimentar</i>									
CA	5,53	4,82	4,77	4,62	0,13	$\hat{Y} = 5,406-0,0128X$	*	ns	0,86
CAPB	0,98	0,73	0,69	0,64	0,03	$\hat{Y} = 0,974-0,0101X+0,00008X^2$	***	*	0,98
CAEM	12,77	10,32	10,78	11,38	0,29	$\hat{Y} = 12,714-0,1185X+0,0015X^2$	ns	***	0,96
<i>Taxa de crescimento</i>									
PCI (kg)	19,50	19,20	19,55	19,60	0,37	$\hat{Y} = 19,4611$	ns	ns	-
PCFi (kg)	31,41	34,39	33,67	32,87	0,50	$\hat{Y} = 31,483+0,1449X-0,0019X^2$	ns	*	0,95
GPD (kg/dia)	0,213	0,271	0,252	0,237	0,01	$\hat{Y} = 0,214+0,0028X-0,00004X^2$	ns	**	0,92

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; CA = conversão alimentar (CA = CMS/GPD); CAPB = conversão alimentar da proteína bruta (CAPB = CPB/GPD); CAEM = conversão alimentar da energia metabolizável (CAEM = CEM/GPD); PCI = peso corporal inicial; PCFi = peso corporal final; GPD = ganho em peso diário; EPM = erro padrão da média; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; \* P<0,07; \*\* P<0,01; \* P<0,001; ns = não significativo (P>0,07); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação

Thomas et al. (2007) reportaram que a redução do tempo de retenção, devido ao consumo elevado de água, diminui a eficiência de utilização de energia de uma dieta rica em sal, mas pode melhorar a digestão da proteína. Ben Salem et al. (2002a) descreveram

que o aumento na taxa de produção de carne, em resposta à suplementação protéica, encontra-se diretamente relacionado com o conteúdo de proteína não degradada no rúmen.

A digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro (DAFDN) variou de 21,3 a 37,8%, sendo observado comportamento quadrático, com digestibilidade mínima de 19,1% para o nível de 27,5% de palma na dieta. Os valores reduzidos podem ser devido ao aumento dos carboidratos não fibrosos (CNF), os quais diminuem os tempos de ruminação e mastigação, fermentam rapidamente no rúmen, contribuindo para reduzir o pH ruminal e aumentar a taxa de passagem, diminuindo a atividade celulolítica dos microrganismos e, por conseguinte, a digestão da fibra.

Ribeiro et al. (2008), trabalhando com ovinos adultos fistulados no rúmen e avaliando níveis de palma em dietas completas a base de feno de erva-sal, relataram variação de pH ruminal de 5,8 a 6,1. De acordo com Van Soest (1994), a degradação da fibra, de maneira geral, é prejudicada em pH abaixo de 6,2. Além disso, uma vez que níveis elevados de sal na dieta podem aumentar a taxa de passagem, a extensão da degradação ruminal da fibra pode ter sido comprometida.

Apesar de a palma ser um alimento rico em carboidratos não fibrosos, Ben Salem et al. (2004) descreveram que sua abundância em mucilagem e minerais pode melhorar a salivação, mantendo, dessa forma, o pH ruminal dentro de limites normais, o que pode explicar o maior valor observado para a DAFDN (37,8%) no nível de 67,9% de palma na dieta. Ben Salem et al. (2002b) relataram valor de 38,0% para a DAFDN em cordeiros alimentados com palma e erva-sal (folhas e ramos).

A inclusão de palma influenciou positivamente a conversão alimentar (CA), reduzindo linearmente o CMS em 12,8 g/kg de ganho em peso diário (GPD) para cada aumento em 1% no nível de palma na dieta. Os valores obtidos neste estudo (4,6 a 5,5) foram próximos ao relatados por Castro et al. (2007), trabalhando com cordeiros Santa Inês

alimentados com níveis crescentes de feno de maniçoba (4,0 a 5,7), e superiores àqueles observados por Cunha et al. (2008) em cordeiros de mesma raça, alimentados com níveis crescentes de caroço de algodão integral (6,01 a 7,62).

Para as conversões alimentares da proteína bruta (CAPB) e energia metabolizável (CAEM), a inclusão de palma promoveu efeito quadrático com valores mínimos de 0,66 kg/kg de GPD e 10,4 Mcal/kg de GPD, respectivamente, para os níveis de 63,1 e 39,5% de palma. A dieta com maior nível de palma (67,9%) foi 16,5; 34,7 e 10,9% mais eficiente, respectivamente, na conversão de MS, PB e EM em quilograma de ganho em peso do que aquela de menor inclusão (0,0%), demonstrando que o uso de palma forrageira, em dietas balanceadas, permitiu melhor utilização de nutrientes com elevada relação volumoso:concentrado (76:24, Tabela 2).

Cordeiros da raça Santa Inês têm demonstrado potencial para a produção de carne, com GPD variando de 0,149 a 0,296 kg, em dietas contendo 2,3 a 2,8 Mcal de EM/kg de MS (Furusho-Garcia et al., 2000; Alves et al., 2003; Castro et al., 2007; Louvandini et al., 2007; Cartaxo et al., 2008; Cunha et al., 2008).

O peso corporal final (PCFi) e o ganho em peso diário (GPD) sofreram comportamento quadrático, com valores máximos de 34,2 kg e 0,26 kg, respectivamente, para o nível de 38,1 e 35,0% de palma na dieta. Segundo o NRC (2007), as exigências em proteína bruta (PB) e energia metabolizável (EM) para cordeiros com peso corporal de 26,0 kg, objetivando um GPD de 250 g, são 135 g/kg de MS e 1,72 Mcal/dia, respectivamente. A relação entre a exigência do animal em EM e os níveis desse nutriente, na dieta, possibilita estimar o CMS. De acordo com a Tabela 3, verifica-se que o CMS efetuado pelos animais foi 54,5; 62,5; 57,9 e 55,7% superior ao estimado, respectivamente, para as dietas com 0,0; 28,6; 50,5 e 67,9% de palma, promovendo um incremento nos

consumos de proteína (33,6%) e energia (57,2%), o que resultou em maiores taxas de ganho em peso.

O menor GPD foi encontrado para a dieta com 0,0% de palma, sendo 21,4% inferior àquele observado para a dieta com maior taxa de crescimento (28,6%), apesar de o CMS (1,19 kg) ter sido 9,2% superior ao menor consumo verificado entre os tratamentos experimentais (1,09 kg, Tabela 3). Esse resultado refletiu a menor eficiência de utilização dos nutrientes demonstrada pelos valores de CA, CAPB e CAEM para esta dieta (Tabela 4). Kraidees et al. (1998) sugeriram que o declínio no GPD, em dietas com níveis mais elevados de halófitas, resulta da redução no consumo de alimento.

O custo de produção constitui ferramenta fundamental na avaliação do desempenho animal e rentabilidade do sistema de produção. Observa-se, na Tabela 5, que o peso de carcaça quente (PCQ) refletiu o maior GPD alcançado pelos animais alimentados com 28,6% de palma. Por sua vez, o custo da dieta apresentou comportamento similar ao da conversão alimentar (CA), sendo menor para a dieta com maior inclusão de palma.

A margem bruta apresentou tendência crescente em relação ao nível de palma da dieta, devido ao seu custo de produção ser menor (R\$ 0,02/kg de palma colhida) do que o do feno de erva-sal (R\$ 0,25/kg de feno produzido).

O ponto de equilíbrio refere-se à quantidade de venda do produto (kg de carcaça) necessária para cobrir o total dos custos (lucro = zero). Verifica-se que a dieta com 67,9% de palma foi 30,7; 30,5 e 15,1% mais eficiente, respectivamente, do que aquelas com 0,0; 28,6 e 50,5%, uma vez que apenas 4,38 kg de carcaça/animal foram necessários para cobrir os custos de produção, em comparação com os 6,32; 6,30 e 5,15 kg das demais dietas. Consequentemente, os custos (R\$) por quilograma de carcaça produzida foram de 2,96; 3,41; 4,03 e 4,52, respectivamente, para as dietas com 0,0; 28,6; 50,5 e 67,9% de palma.

Tabela 5 - Rentabilidade da terminação de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira em sistema de confinamento

Variável	Nível de palma (% MS)			
	0,0	28,6	50,5	67,9
Peso de carcaça quente (kg)	13,396	14,897	14,370	14,113
<i>Custos</i>				
Dieta (R\$/dia)	0,82	0,82	0,62	0,49
Vacina (R\$/animal)	0,20	0,20	0,20	0,20
Vermífugo (R\$/animal)	0,18	0,18	0,18	0,18
Mão-de-obra (R\$/animal)	13,81	13,81	13,81	13,81
<i>Avaliação econômica</i>				
Total da Receita (R\$) <sup>1</sup>	127,26	141,52	136,52	134,08
Total dos Custos (R\$) <sup>1</sup>	60,02	59,86	49,00	41,61
Margem Bruta (R\$) <sup>2</sup>	67,24	81,66	87,52	92,46
Ponto de Equilíbrio (kg) <sup>3</sup>	6,32	6,30	5,16	4,38
Custo por quilograma de carcaça (R\$/kg) <sup>4</sup>	4,52	4,03	3,41	2,96
Custo:Benefício <sup>5</sup>	0,48	0,42	0,36	0,31

<sup>1</sup> Valor médio por animal; <sup>2</sup> Total da receita (R\$) – total dos custos (R\$); <sup>3</sup> Total dos custos (R\$) ÷ Preço pago/quilograma da carcaça (R\$); <sup>4</sup> Total dos custos (R\$) ÷ Peso de carcaça quente (kg); <sup>5</sup> Total dos custos (R\$) ÷ Total da receita (R\$)

R\$ 1,00 = U\$ 2,38 (Fonte: Banco Central do Brasil)

A relação custo:benefício demonstrou que para cada R\$ 0,31 do custo total de produção da dieta com 67,9% de palma, obteve-se uma receita de R\$ 1,00. Apesar de essa dieta não ter proporcionado o maior GPD (Tabela 4), ela demonstrou ser mais viável em relação ao preço de mercado, destacando-se como melhor opção de retorno financeiro (69,0% de lucro) e de relação volumoso:concentrado (76:24).

## Conclusões

O padrão de crescimento e de utilização de nutrientes observado neste estudo indica que a palma forrageira, associada ao feno de erva-sal em dietas balanceadas, exerce impacto positivo sobre o desempenho de cordeiros, reduzindo o uso de alimentos concentrados e, por conseguinte, os custos de produção. O nível de 35,0% de palma, na dieta, resultou em maior taxa de crescimento, todavia, do ponto de vista econômico, a inclusão de 67,9% promoveu melhor retorno financeiro, com rentabilidade de 69,0%. Os resultados indicam que a utilização de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) nos níveis estudados, em dietas completas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.), apresenta-se como alternativa viável para a produção de cordeiros em confinamento.

## Literatura Citada

- ABOU EL NASR, H.M.; KANDIL, H.M.; EL KERDAWY, A. et al. Value of processed saltbush and acacia shrubs as under the arid conditions of Egypt. **Small Ruminant Research**, v. 24, p.15-20, 1996.
- ABU-ZANAT, M.M.W.; TABBAA, M.J. Effect of feeding *Atriplex* browse to lactating ewes on milk yield and growth rate of their lambs. **Small Ruminant Research**, v. 64, p.152–161, 2006.
- AGRICULTURAL FOOD AND RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. An Advisory Manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford, UK, 159 pp. 1993.
- ALAZZEH, A.Y.; ABU-ZANAT, M.M. Impact of feeding saltbush (*Atriplex* sp.) on some mineral concentrations in the blood serum of lactating Awassi ewes. **Small Ruminant Research**, v.54, p.81–88, 2004.
- ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; CHÁVES, A.S.C. et al. Dietary Levels of Energy for Santa Inês Sheep: Performance. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 32, p.1937-1944, 2003.
- ARAÚJO, R.F.S.S. **Avaliação nutricional e função renal de ovinos alimentados com feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.) e farelo de milho em substituição a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill)**. 2009. 47f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Disponível em: < <http://pgz.ufrpe.br/files/dissertacoes09/renaldofernandessalesdasilvaaraujo.pdf> > Acesso em: 23/03/2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), Washington, DC, 1990. pp. 69–88.
- BARROSO, D.D.; ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, D.S. et al. Performance of sheep in feedlot termination fed with dried grapes residue diets associated with different energy sources. **Ciência Rural**, v. 36, p.1553-1557, 2006.
- BEN SALEM, H.; ABDOULI, H.; NEFZAQUI, A. et al. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) pads. **Small Ruminant Research**, v. 59, p.229–237, 2005.
- BEN SALEM, H.; NEFZAQUI, A.; ABDOULI, H. et al. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep fed straw-based diets. **Animal Science**, v. 62, p.293–299, 1996.
- BEN SALEM, H.; NEFZAQUI, A.; BEN SALEM, L. Nitrogen supplementation improves the nutritive value of *Opuntia ficus-indica* F. *Inermis*-based diet and sheep growth. **Acta Horticulturae**, v. 581, p.317:321, 2002a.

- BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. Spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) and oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. **Small Ruminant Research**, v. 51, p.65–73, 2004.
- BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus indica* f. *inermis* and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.96, p.15–30, 2002b.
- BERCHIELLI, T.T.; PIREZ, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Second edition. UFV. 2006. 376 pp.
- BISPO, S.V.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Spineless cactus in replacement of elephantgrass hay. Effect on intake, apparent digestibility and ruminal fermentation characteristics in sheep. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 36, p.1902-1909, 2007.
- CARTAXO, F.Q.; SOUSA, W.H.; CEZAR, M.F. et al. Effects of genotype group and of the body condition on the performance of lambs finished in feedlot. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 37, p.1483-1489, 2008.
- CASTRO, J.M.C.; SILVA, D.S.; MEDEIROS, A.N. et al. Performance of Santa Inês lambs fed total mixed rations containing different ratios of concentrate to ceara rubber tree hay. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 36, p.674-680, 2007.
- CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C. et al. Performance and apparent digestibility of feedlot sheep fed with different dietary whole cotton seed levels. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 37, p.1103-1111, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Dados climáticos**. Disponível em: < <http://www.cpatia.embrapa.br/servicos/dadosmet/ceb-chuva.html> > Acesso em 23/01/2009.
- FENTON, T. W.; FENTON, M. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. **Canadian Journal of Animal Science**, v.59, p.631, 1979.
- FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; TEIXEIRA, J.C.T. et al. Performance of Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês and purebred Santa Inês Lambs, finished in confinement, with coffee hull as part of the diet. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 29, p.564-572, 2000.
- GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) strawbased feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p.43-52, 2006.
- KRAIDEES, M.S.; ABOUHEIF, M.A.; AL-SAIADY, M.Y. et al. The effect of dietary inclusion of halophyte *Salicornia bigelovii* Torr on growth performance and carcass characteristics of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.76, p.149-159, 1998.
- LOUVANDINI, H.; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S. et al. Performance, carcass characteristics and body measurements of Santa Inês sheep fed diets with different proportions of sunflower meal and soybean meal. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 36, p.603-609, 2007.

- MARQUES, A.V.M.S.; COSTA, R.G.; SILVA, A.M.A. et al. Yield, tissue composition and carcass muscularity of Santa Inês lambs fed diets with different ratios of forage sorghum hay to silk flower hay. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 36, p.610-617, 2007.
- MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Partial replacement of soybean meal for urea and forage cactus in lactating cows diets. I. Performance. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 32, p. 727-736, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, DC, USA. National Academy Press. 2007. 362p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of the dairy cattle**. 7.ed. Washigton: D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- PEREIRA, M.S.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Carcass and non-carcass components of lambs fed with pressed citrus pulp replacing corn silage. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 29, p.57-62, 2007.
- REFFETT, J.K.; BOLING, J.A. Nutrient utilization in lambs fed diets high in sodium or potassium. **Journal of Animal Science**, v.61, p.1004-1009, 1985.
- RIBEIRO, V.L.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A. et al. [2008]. Avaliação do pH, temperatura, sal e condutividade no líquido ruminal de ovinos recebendo dietas a base de palma forrageira e feno de *Atriplex*. In: **V Congresso Nordestino de Produção Animal**, Aracajú. 2008. Disponível em: <  
[http://www.cpsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB2135.pdf](http://www.cpsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB2135.pdf)> Acesso em 23/03/2009.
- SILVA, D.S.; CASTRO, J.M.C.; MEDEIROS, A.N. et al. Maniçoba hay in diets for sheep: intake, apparent digestibility and nitrogen balance. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 36, p.1685-1690, 2007.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p.3562-3577, 1992.
- SOUTO, J.C.R.; ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, D.S. et al. Performance of sheep fed diets with increasing levels of herb salt hay (*Atriplex nummularia* Lindl.). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 36, p.376-381, 2005.
- SOUZA, E.J.O. **Substituição de casca de soja por feno de Tifton (*Cynodon dactylon*) em dietas a base de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, mill) para caprinos**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Disponível em: <  
<http://www.pgz.ufrpe.br/files/dissertacoes08/Evaristo%20Jorge%20Oliveira%20Souza.pdf>> Acesso em 26/03/2009.
- SWINGLE, R.S.; GLENN, E.P.; SQUIRES, V. Growth performance of lambs fed mixed diets containing halophyte ingredients. **Animal Feed Science and Technology**, v. 63, p.137- 148, 1996.
- THOMAS, D.T.; RINTOUL, A.J.; MASTERS, D.G. Sheep select combinations of high and low sodium chloride, energy and crude protein feed that improve their diet. **Applied Animal Behaviour Science**, v.105, p.140–153, 2007.

- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutrition Ecology of the Ruminant**. Comstock Publishing Associates. A division of Cornell University Press, Ithaca and London. 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p.3583–3597, 1991.
- VIEIRA, E.L.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A. et al. Effects of hay inclusion on intake, *in vivo* nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 14, p.354-357, 2008.



## **CAPÍTULO II**

### **Características de Carcaça e Ácidos Graxos**

**Desempenho produtivo e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em dietas completas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.)**

**Resumo**

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desempenho ao abate, características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). Quarenta cordeiros não castrados, com peso corporal inicial de  $19,46 \pm 2,35$  kg e quatro meses de idade, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro dietas e 10 repetições. Os níveis de palma não influenciaram o peso corporal ao abate e os rendimentos de carcaça quente e fria, encontrando-se efeito quadrático para peso corporal final, de carcaça quente e de carcaça fria, com valores máximos de 34,25; 14,76 e 14,44 kg, respectivamente, para os níveis de 38,13; 38,17 e 38,22% de inclusão de palma. As medidas lineares não foram influenciadas pelos níveis de palma. O índice de compactidade de carcaça apresentou valor máximo de 0,26 kg/cm no nível de 49,50% de inclusão de palma na dieta. Não houve influência dos níveis de palma sobre o rendimento dos principais cortes (paleta, costilhar, lombo e perna). Na composição tecidual da perna, encontrou-se 64,19% de rendimento de músculo, com incremento linear de 0,03% para cada unidade de aumento de palma. Os rendimentos de gordura e osso sofreram efeito quadrático, como também a relação músculo:gordura. A composição dos ácidos graxos foi determinada no *Longissimus dorsi*. Os ácidos graxos insaturados (AGI) somaram 53,57% e os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) variaram de 0,6 a 1,9. Os resultados demonstram que a inclusão de palma em dietas balanceadas possibilita obter carcaças cujos pesos favorecem maior proporção de cortes nobres. A maior representatividade dos AGI e os valores encontrados para IA e IT sugerem um perfil lipídico mais consistente para a nutrição e saúde dos consumidores.

*Palavras-chave:* ácidos graxos, características de carcaça, composição tecidual, confinamento, medidas lineares, ovinos

**Productive performance and meat quality of Santa Ines lambs fed with increasing levels of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) in oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) hay-based total mixed diets**

**Abstract**

This study was carried out to evaluate slaughtering performance, carcass characteristics and meat quality of Santa Ines lambs fed with increasing levels of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill). Forty lambs non-castrated, with initial body weight of  $19.46 \pm 2.35$  kg and four months of age were distributed in a randomized design with four diets and 10 replicates. The levels of spineless cactus did not influence the slaughter body weight and both, hot and cold carcass dressing, while was found quadratic effect for final live weight, and hot and cold carcass weight, with maximum values of 34.25, 14.76 and 14.44 kg, respectively, in the level of 38.13, 38.17, and 38.22% of cactus inclusion. There was no influence of spineless cactus on carcass linear measurements. The carcass compactness index showed maximum value of 0.26 kg/cm at 49.50% of spineless cactus level. There was no influence of cactus levels on major joints percentages (shoulder, ribs, loin, and leg). In the leg dissection the muscle percentage was 64.19%, with linear increase of 0.03% for each unit of enhance in spineless cactus. Percentages of fat and bone showed a quadratic effect, as well as muscle:fat ratio. The fatty acids composition was determined on *Longissimus dorsi*. Unsaturated fatty acids (UFA) totaled 53.57% and, atherogenicity (AI) and thrombogenicity (TI) indexes ranged from 0.6 to 1.9. The results showed that the inclusion of spineless cactus in total mixed diets allows obtaining carcasses whose weights produce greater proportion of noble joints. The largest representation of UFA, as well as IA and IT values suggest a more consistent fatty profile for nutrition and health of consumers.

**Keywords:** fatty acid, carcass traits, tecidual composition, feedlot, linear measurements, sheep

## 1. Introdução

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, a carne ovina é um alimento tradicional, mas o déficit alimentar durante o período de escassez de forragem e a falta de manejo adequado limitam a produção animal, sendo ofertadas carcaças de animais com idade avançada e características indesejáveis, com baixo rendimento das porções comestíveis. Todavia, em decorrência do maior consumo de carne ovina no Brasil, o abate de animais jovens tem despertado o interesse de criadores.

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e a erva-sal (*Atriplex nummularia* L.) têm sido indicadas como fontes de alimentos complementares (Ben Salem, Nefzaoui, e Ben Salem, 2004), uma vez que a primeira contém níveis elevados de carboidratos solúveis, cinzas, cálcio e potássio, mas é pobre em proteína e fibra efetiva, e a folhagem da segunda é rica em proteína, cinzas e sal, mas pobre em energia. Além disso, a palma por ser rica em água (80-90%) pode contribuir para minimizar o problema de água, para o consumo dos animais, em regiões semiáridas e diluir a elevada salinidade da erva-sal.

Regiões semiáridas apresentam forte tendência para salinização dos solos. Nesse sentido, Hopkins e Nicholson (1999) sugeriram que *Atriplex* spp. pode ser mais apropriado para reflorestar solos salinos com a vantagem de ser fonte de alimento para o rebanho. É inegável a importância da palma e erva-sal como fontes produtoras de forragem em zonas áridas e semiáridas do mundo (Melo et al., 2003; Ben Salem et al., 2004; Ben Salem, Abdouli, Nefzaoui, El-Mastouri e Ben Salem, 2005; Souto, Araújo, Silva, Porto, Turco e Medeiros, 2005; Abu-Zanat e Tabbaa, 2006; Costa, Batista, Azevedo, Queiroga, Madruga e Araújo Filho, 2009).

A avaliação da carcaça é essencial para determinar a eficiência dos animais na conversão do alimento em tecido animal. Por conseguinte, o estudo de suas características quantitativas, por meio da determinação dos rendimentos, composição regional e tecidual,

é de fundamental importância para o processo produtivo, por possibilitar a produção de cordeiros cujos pesos ao abate proporcionarão carcaças com elevada proporção de carne e adequada distribuição de gordura, uma vez que sua quantidade e qualidade afetam, diretamente, as características nutricionais, sensoriais e de conservação da carne.

A utilização de raças nativas adaptadas ao ambiente como a Santa Inês, que se destaca por sua velocidade de crescimento, resistência a parasitas, elevada fertilidade e prolificidade e acentuada habilidade materna (Marques, Costa, Silva, Pereira Filho, Madruga e Lira Filho, 2007), aliada à necessidade de buscar alternativas de produção de alimentos mediante o uso de plantas relevantes ao desenvolvimento da região semiárida e que apresentam potencial forrageiro, visando reduzir os custos de produção, principalmente, pela diminuição dos gastos com alimentos concentrados, motivaram a realização deste estudo, cujo objetivo foi avaliar o desempenho ao abate, características de carcaça e composição em ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em dietas completas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.).

## **2. Material e Métodos**

### *2.1. Animais e manejo*

O experimento foi conduzido na EMBRAPA Semiárido (09°09'S 40°22'O) de acordo com as leis brasileiras em vigor. Quarenta cordeiros da raça Santa Inês, não castrados, com idade de quatro meses e peso corporal inicial de 19,46±2,35 kg, foram alojados em baias individuais (1,0 x 2,0 m) com piso de chão batido e sombreadas artificialmente com tela de polietileno (sombrite) com 30% de transmitância de luz, em regime de confinamento durante 71 dias, sendo 15 para adaptação.

Os tratamentos experimentais foram formados pela inclusão de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) triturada, nas proporções de 0,0; 28,6; 50,5 e 67,9%, em dietas contendo feno (folhas e ramos de até sete milímetros de diâmetro) de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.), grão de milho moído, farelo de soja e uréia (Tabelas 1 e 2).

As análises químicas dos alimentos foram realizadas de acordo com procedimentos padrões da AOAC (1990): matéria seca (índice nº 934.01), N (índice nº 984.13), matérias orgânica e mineral (item número 942.05). O conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991) e o de carboidratos não fibrosos (CNF), de acordo com o NRC (2001).

As dietas foram ofertadas na forma de mistura completa, às 10 e 15:00 h. O ajuste da oferta foi realizado diariamente, e as sobras mantidas em 20%, em função do consumo do dia anterior. Água limpa e fresca foi disponibilizada à vontade durante todo o período experimental, assim como suplemento mineral, e as baias mantidas sob rígida higiene e manejo uniforme.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes

Ingrediente	MS (%)	MM (%MS)	MO (%MS)	PB (%MS)	EE (%MS)	FDN (%MS)	FDA (%MS)	CHOT (%MS)	CNF (%MS)
Grão de milho moído	86,84	10,23	89,77	7,18	4,15	10,48	4,35	78,44	67,96
Farelo de soja	88,68	4,87	95,13	48,81	1,88	10,62	7,41	44,44	33,82
Palma forrageira	17,62	5,20	94,80	3,35	1,56	29,26	22,12	89,89	60,63
Feno de erva-sal	85,02	5,56	94,44	9,77	0,67	52,31	32,72	84,00	31,69

Tabela 2 – Ingredientes e composição química

<i>Ingredientes (% MS)</i>	<i>Nível de palma (%)</i>			
	0,0	28,6	50,5	67,9
Grão de milho moído	40,2	25,5	15,1	7,2
Farelo de soja	10,3	13,6	15,3	16,3
Palma forrageira ( <i>Opuntia ficus-indica</i> Mill)	0,0	28,6	50,5	67,9
Uréia	1,3	0,9	0,6	0,3
Feno de erva-sal ( <i>Atriplex nummularia</i> L.)	48,1	31,4	18,5	8,3
<i>Composição Química</i>				
Matéria Seca (g/kg)	862,9	408,8	291,1	236,9
Matéria Mineral (g/kg de MS)	72,9	65,1	59,5	55,2
Matéria Orgânica (k/kg de MS)	913,8	926,0	935,0	942,0
Proteína Bruta (g/kg de MS)	160,9	148,2	135,0	123,0
Extrato Etéreo (g/kg de MS)	21,8	19,7	18,3	17,2
FDN (g/kg de MS de MS)	304,9	289,0	276,6	267,0
Carboidratos Totais (g/kg de MS)	765,6	781,2	796,0	809,1
Carboidratos não Fibrosos (g/kg de MS)	460,7	492,2	519,4	542,1
<i>Composição em Ácidos Graxos (% do total dos ácidos graxos)</i>				
C <sub>14:0</sub>	2,61	1,95	1,12	0,03
C <sub>16:0</sub>	34,64	34,79	34,95	35,06
C <sub>18:0</sub>	7,31	9,92	13,36	18,26
C <sub>18:1</sub>	15,17	13,39	11,09	7,93
C <sub>18:2</sub>	28,63	28,54	28,36	28,01
C <sub>18:3</sub>	6,29	6,73	7,29	8,00
Ácidos graxos saturados (AGS)	46,63	48,21	50,33	53,39
Ácidos graxos insaturados (AGI)	53,37	51,79	49,67	46,61
Ácidos graxos monoinsaturados (AGMI)	17,55	15,47	12,79	9,14
Ácidos graxos poli-insaturados (AGPI)	35,82	36,32	36,88	37,47

## 2.2 Procedimentos do abate e avaliações na carcaça

Findo o período de confinamento, os animais foram pesados para obtenção do peso corporal final (PCFi) e transportados para o abatedouro municipal. Após jejum de sólidos de 17 horas, foram pesados para registro do peso corporal ao abate (PCA) e, em seguida, abatidos de acordo com o regulamento brasileiro relativo à proteção dos animais utilizados para fins experimentais ou outros fins científicos.

A perda de peso decorrente do jejum imposto foi obtida pela expressão  $PJ (\%) = (PCFi - PCA)/PCFi$ . As carcaças quentes foram pesadas, para obtenção do rendimento de carcaça quente ( $RCQ (\%) = PCQ/PCA \times 100$ ), e levadas à câmara fria por 24 horas, em temperatura de 4°C, com as articulações tarso-metatarsianas distanciadas por meio de ganchos. Após o período de 24 horas, foram registradas as medidas lineares tomadas nas carcaças de acordo com Colomer-Rocher, Morand-Fehr, Kirton, Delfa e Sierra Alfranca (1988). Foram calculados índices de compacidade de carcaça ( $ICC (\text{kg/cm} = \text{peso da carcaça fria/comprimento interno da carcaça})$ ) e de perna ( $ICP (\text{kg/cm}) = \text{peso da perna/comprimento da perna}$ ).

Posteriormente, o peso da carcaça fria (PCF) foi registrado, obtendo-se a perda por resfriamento ( $PR (\%) = (PCQ - PCF)/PCQ$ ) e rendimento de carcaça fria ou comercial ( $RC (\%) = PCF/PCA \times 100$ ).

Retiradas as caudas, as carcaças foram divididas longitudinalmente e as meias-carcaças pesadas e seccionadas em seis regiões, pescoço, paleta, costilhar, lombo, perna e serrote, segundo metodologia adaptada a partir da EMBRAPA (1994). O peso individual de cada corte, composto pelos cortes efetuados nas meias-carcaças esquerda e direita, foi registrado para cálculo da sua proporção em relação à soma das duas meias-carcaças, obtendo-se, assim, o rendimento comercial dos cortes da carcaça.

### *2.3 Composição tecidual da perna*

Por se constituir um corte nobre, as pernas esquerdas foram seccionadas na articulação tibiotársica, à semelhança dos cortes especiais ofertados no mercado local e, em seguida, identificadas, embaladas a vácuo, acondicionadas em recipiente de poliestireno (isopor) para evitar efeito direto de iluminação e frio e armazenadas em câmara frigorífica

a -20°C para posterior análise de sua composição tecidual, segundo Colomer-Rocher et al. (1988).

A toaleta feita no corte, no início da dissecação, foi mínima, a fim de que a quantidade de tecido comestível (músculo e gordura) fosse similar àquela obtida pelo consumidor no momento do preparo culinário. O rendimento dos principais constituintes (músculo, osso e gordura) foi calculado pela relação entre o peso registrado para cada tecido e o peso da perna no início da dissecação.

#### 2.4 Análises de ácidos graxos

O músculo *Longissimus dorsi* (1ª a 12ª costela) foi removido das meias-carcaças esquerdas e seccionado em três porções, sendo a porção central selecionada para composição da carne em ácidos graxos. As amostras foram identificadas, embaladas a vácuo, acondicionadas em recipientes de poliestireno (isopor) e armazenadas a -20°C, em câmara frigorífica.

A extração lipídica foi realizada conforme metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959), enquanto a metilação dos ácidos graxos seguiu o procedimento proposto por Hartman e Lago (1986). A identificação e quantificação dos ésteres de ácidos graxos foram obtidas por cromatografia gasosa acoplada ao espectrofotômetro de massas (CG/EM), modelo Shimadzu CG 17A, com detector seletivo de massa, modelo QP 5000 (Shimadzu). As separações foram realizadas utilizando coluna capilar de sílica fundida (60 m x 0,25 mm) com fase estacionária DB-5, tendo hélio como gás de arraste, pressão interna de 126 kPa, razão de split de 1:20, fluxo de gás de 1,2 mL/min e temperaturas do injetor e detector, respectivamente, de 240 e 260°C. A temperatura inicial da coluna foi de 140°C durante cinco minutos, seguida de um incremento de 4°C/min até atingir 240°C, sendo mantida constante por 15 minutos. Os ácidos graxos foram identificados por meio de

comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos do padrão (Supelco). Os resultados foram expressos em porcentagem em relação à área total ocupada pelos ácidos graxos.

Índices de dessaturação dos ácidos C<sub>16</sub> ( $ID_{C_{16}} = [C_{16:1}/(C_{16:0}+C_{16:1})] \times 100$ ) e C<sub>18</sub> ( $ID_{C_{18}} = [C_{18:1} \text{ n-9}/(C_{18:0}+C_{18:1} \text{ n-9})] \times 100$ ) e de alongação (  $IE = (C_{18:0}+C_{18:1} \text{ n-9})/(C_{16:0}+C_{16:1}+C_{18:0}+C_{18:1} \text{ n-9}) \times 100$ ) foram calculados segundo De Smet, Raes e Demeyer (2004).

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada pelos índices de aterogenicidade ( $IA = (C_{12:0}+(4 \times C_{14:0})+C_{16:0})/\Sigma AGMI+\Sigma n6+\Sigma n3$ ) e trombogenicidade [ $IT = (C_{14:0}+C_{16:0}+C_{18:0})/(0,5 \times \Sigma AGMI)+(0,5 \times \Sigma n6)+(3 \times \Sigma n3)+(\Sigma n3/\Sigma n6)$ ], conforme Ulbricht e Southgate (1991), em que AGMI = todos os ácidos monoinsaturados.

## 2.5 Análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 10 repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando o efeito dos tratamentos foi significativo ( $P < 0,07$ ), realizou-se análise de regressão em função dos níveis de palma na dieta. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi calculado pela relação entre a soma de quadrado da dieta e a soma de quadrado devido à regressão. Foram realizadas análises de correlação entre as variáveis. Os dados foram analisados com o auxílio computacional do programa SAEG (UFV, 2001).

## 3. Resultados e Discussão

O peso corporal ao abate (PCA) não foi influenciado pelos níveis de palma, com média de  $29,40 \pm 2,98$  kg (Tabela 3). Para o peso corporal final (PCFi), o de carcaça quente (PCQ) e o de carcaça fria (PCF), foi observado comportamento quadrático com valores

máximos de 34,25; 14,76 e 14,44 kg, respectivamente, para os níveis de 38,13; 38,17 e 38,22% de palma. Os resultados refletiram a média de consumo de matéria seca 9,24; 8,33 e 19,27% superior dos animais alimentados com 28,6% de palma (1,30±0,12 kg) em relação àqueles alimentados, respectivamente, com os níveis de 0,0; 50,5 e 67,9%. Mattos et al. (2006) afirmaram que o aporte nutricional, decorrente do maior consumo de matéria seca, promove melhor desempenho, enquanto Cunha, Carvalho, Gonzaga Neto e Cezar (2008) relataram que o peso corporal correlaciona-se positivamente com o de carcaça.

Tabela 3 – Desempenho ao abate de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Variável	Nível de palma (% MS)				EPM	Equação de regressão	Probabilidade		R <sup>2</sup>
	0,0	28,6	50,5	67,9			L	Q	
PCFi (kg)	31,41	34,39	33,67	32,87	0,50	$\hat{Y} = 31,483+0,1449X-0,0019X^2$	ns	*	0,95
PCA (kg)	27,89	30,95	29,51	29,26	0,47	$\hat{Y} = 29,4025$	ns	ns	-
PJ (%)	11,20	10,15	12,14	11,09	0,45	$\hat{Y} = 11,1467$	ns	ns	-
PCQ (kg)	13,40	14,90	14,37	14,11	0,24	$\hat{Y} = 13,449+0,0687X-0,0009X^2$	ns	*	0,88
PCF (kg)	13,08	14,57	14,06	13,78	0,23	$\hat{Y} = 13,130+0,0688X-0,0009X^2$	ns	*	0,89
PR (%)	2,38	2,19	2,17	2,36	0,06	$\hat{Y} = 2,2771$	ns	ns	-
RCQ (%)	47,96	48,16	48,71	48,28	0,25	$\hat{Y} = 48,2766$	ns	ns	-
RC (%)	47,29	47,11	47,65	47,14	0,22	$\hat{Y} = 47,2972$	ns	ns	-

PCA = peso corporal ao abate; PJ = perda por jejum; PCQ = peso de carcaça quente; PCF = peso de carcaça fria; PR = perda por resfriamento; RCQ = rendimento de carcaça quente; RC = rendimento comercial; EPM = erro padrão da média; X = nível de palma; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; \* P<0,07; ns = não significativo (P>0,07); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

O efeito do PCA, sobre os rendimentos de carcaça, pode ser alterado pelo conteúdo gastrintestinal, o qual é influenciado pelo jejum pré-abate e tipo de dieta. Apesar de os PCQ e PCF terem respondido positivamente até o nível de inclusão de 38,2% de palma, a perda por jejum não foi influenciada pelas dietas, apresentando média de 11,15±2,83%, e as diferenças entre os tratamentos não foram suficientes para promover mudanças em seus rendimentos.

A perda por resfriamento (PR), decorrente de perdas em umidade da carcaça na câmara fria, apresentou média de  $2,28 \pm 0,36\%$ , não sendo influenciada pelos tratamentos. Em ovinos, a média de perda por resfriamento é de 2,5%, podendo variar entre um e 7%, de acordo com a uniformidade da cobertura de gordura, sexo, temperatura e umidade relativa da câmara fria (Martins, Oliveira, Osório e Osório, 2000).

Os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e comercial (RC) não foram influenciados pelas dietas, alcançando médias de  $48,28 \pm 1,57$  e  $47,30 \pm 1,37\%$ , respectivamente. Alves et al. (2003), avaliando três níveis de energia metabolizável em dietas para cordeiros Santa Inês com PCQ de 16,13 kg, encontraram valores de 45,53 a 50,08% e 44,80 a 49,27%, respectivamente, para RCQ e RC. Trabalhando com diferentes níveis de caroço de algodão integral para cordeiros Santa Inês, Cunha et al. (2008) relataram médias de 15,35 e 15,02 kg, 47,64 e 46,60%, respectivamente, para PCQ e PCF, RCQ e RC.

As medidas lineares obtidas na carcaça caracterizam diferenças quantitativas entre si e são uma maneira indireta, mas econômica, de avaliar características e obter índices de compacidade, que têm sido utilizados para estimar objetivamente a conformação.

Observa-se, na Tabela 4, que nenhuma das medidas realizadas na carcaça foi influenciada pelos níveis de palma na dieta. A similaridade entre os pesos corporais ao abate (27,89 a 30,95 kg) foi confirmada, de maneira geral, pela semelhança entre as medidas biométricas. Pereira, Ribeiro, Mizubuti, Turini, Noro e Pinto (2007), trabalhando com cordeiros Santa Inês abatidos aos cinco meses de idade, relataram médias de 25,85; 20,70 e 59,44 cm, respectivamente, para profundidade de tórax, largura de garupa e comprimento externo de carcaça, valores superiores aos encontrados neste estudo.

Apesar de não ter sido influenciado pela dieta, o perímetro torácico apresentou elevado coeficiente de correlação com o PCA ( $r = 0,79$ ) e PCF ( $r = 0,84$ ), quando

comparado com as demais medidas lineares, podendo ser utilizado para estimá-los com maior precisão.

O índice de compacidade de carcaça (ICC) sofreu efeito quadrático, com valor máximo de 0,26 kg/cm para o nível de inclusão de 49,50% de palma. Índices de compacidade mostram a relação entre peso e comprimento, permitindo a avaliação da quantidade de tecido depositado por unidade de comprimento; com o aumento do PCFi, verificou-se incremento no grau de conformação e, concomitantemente, no ICC, uma vez que planos musculares e adiposos crescem mais em espessura do que rádios ósseos em comprimento (Hammond e Appleton (1932) citados por Lawrence e Fowler, 2002).

Tabela 4 – Medidas lineares da carcaça e índices de compacidade de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Variável	Nível de palma (% MS)				EPM	Probabilidade	
	0,0	26,8	50,5	67,9		L	Q
Comprimento de perna (cm)	41,05	41,75	40,95	40,81	0,25	ns	ns
Comprimento interno de carcaça (cm)	54,61	56,33	55,17	55,53	0,34	ns	ns
Largura de tórax (cm)	18,20	19,00	19,46	18,88	0,22	ns	ns
Largura de garupa (cm)	14,52	15,46	15,06	14,75	0,19	ns	ns
Perímetro de tórax (cm)	66,94	69,11	69,13	68,33	0,45	ns	ns
Profundidade de tórax (cm)	23,96	24,33	23,61	24,56	0,21	ns	ns
Comprimento externo da carcaça (cm)	56,05	56,80	56,20	55,41	0,31	ns	ns
<i>Índices</i>							
Compacidade de carcaça (ICC, kg/cm)	0,24	0,26	0,25	0,25	0,34	ns	*
Compacidade de perna (ICP, kg/cm)	0,05	0,06	0,05	0,05	0,08	ns	ns

<sup>a</sup>  $\hat{Y} = 0,2393 + 0,00099X - 0,00001X^2$ ;  $R^2 = 0,97$ .

EPM = erro padrão da média; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; \*  $P < 0,07$ ; ns = não significativo ( $P > 0,07$ ); X = nível de palma;  $R^2$  = coeficiente de determinação.

Siqueira e Fernandes (2000) reportaram valores de 0,25 kg/cm e 0,47 respectivamente, para ICC e ICP; todavia, o ICP foi calculado pela relação entre largura da garupa e comprimento da perna. O ICC de 0,26 kg/cm obtido neste estudo foi similar ao relatado por Pinheiro, Silva Sobrinho, Marques e Yamamoto (2007), salientando que tais

autores trabalharam com cordeiros Ile de France, raça reconhecidamente produtora de carne. Vacca et al. (2008) encontraram valores para a compacidade da perna de 0,035 kg/cm em cordeiros lactentes, abatidos aos 40 dias de idade. A média apenas 51,43% maior alcançada pelos cordeiros Santa Inês ( $0,053 \pm 0,01$  kg/cm) abatidos com seis meses de idade, demonstra a necessidade de selecionar animais com melhor desenvolvimento de posterior, uma vez que animais de maior hipertrofia muscular proporcionam cortes com melhor aparência para o consumidor.

Os distintos cortes possuem diferentes valores econômicos, e sua proporção constitui importante índice para a avaliação comercial da carcaça (Pilar, Pérez e Santos, 2002). O peso do pescoço (Tabela 5) sofreu efeito linear, com aumento de 2,4 g para cada unidade de palma adicionada à dieta. Foi observada variação positiva para os pesos de paleta, costilhar e serrote, com valores máximos de 2,84; 2,49 e 1,63 kg, respectivamente, nos níveis de inclusão de 36,39; 39,69 e 38,82%, enquanto os pesos de lombo ( $1,36 \pm 0,15$  kg) e perna ( $4,39 \pm 0,56$  kg) não foram influenciados pelos níveis de palma.

A proporção dos cortes em relação à soma das duas meias-carcaças apresentou comportamento diferente daquele encontrado para os pesos. Os níveis de palma não promoveram alteração nos rendimentos de paleta ( $19,79 \pm 0,68\%$ ), costilhar ( $17,35 \pm 0,75\%$ ), lombo ( $9,93 \pm 0,44\%$ ) e perna ( $31,89 \pm 1,93\%$ ). Observou-se efeito linear crescente para pescoço e quadrático para serrote, reforçando a lei da harmonia anatômica (Boccard e Dumont (1960) citados por Siqueira, Simões e Fernandes, 2001) de que, em carcaças com pesos e quantidades de gordura similares, quase todas as regiões corporais se encontram em proporções semelhantes, independentemente da conformação dos genótipos.

Tabela 5 – Pesos e rendimentos dos cortes de carcaças de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Variável	Nível de palma (% MS)				EPM	Equação de regressão	Probabilidade		R <sup>2</sup>
	0,0	28,6	50,5	67,9			L	Q	
<i>Peso dos cortes (kg)</i>									
Pescoço	1,19	1,35	1,36	1,37	0,03	$\hat{Y} = 1,225+0,0024X$	*	ns	0,76
Paleta	2,59	2,86	2,76	2,67	0,05	$\hat{Y} = 2,599+0,0131X-0,00018X^2$	ns	*	0,92
Costilhar	2,23	2,49	2,44	2,37	0,04	$\hat{Y} = 2,237+0,0127X-0,00016X^2$	ns	*	0,96
Lombo	1,28	1,42	1,38	1,37	0,02	$\hat{Y} = 1,3635$	ns	ns	-
Perna	4,16	4,64	4,39	4,38	0,09	$\hat{Y} = 4,3910$	ns	ns	-
Serrote	1,38	1,62	1,59	1,48	0,04	$\hat{Y} = 1,377+0,0132X-0,00017X^2$	ns	*	0,99
<i>Rendimento (% SDMC)</i>									
Pescoço	9,16	9,36	9,74	9,99	0,14	$\hat{Y} = 9,102+0,0125X$	*	ns	0,97
Paleta	20,02	19,85	19,75	19,56	0,11	$\hat{Y} = 19,7930$	ns	ns	-
Costilhar	17,23	17,33	17,52	17,33	0,12	$\hat{Y} = 17,3529$	ns	ns	-
Lombo	9,87	9,87	9,93	10,04	0,07	$\hat{Y} = 9,9266$	ns	ns	-
Perna	31,82	32,16	31,49	32,09	0,31	$\hat{Y} = 31,8912$	ns	ns	-
Serrote	10,58	11,24	11,34	10,82	0,16	$\hat{Y} = 10,56+0,0412X-0,00055X^2$	ns	*	0,97

SDMC = soma das duas meias-carcaças; EPM = erro padrão da média; X = nível de palma; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; \* P<0,07; ns = não significativo (P>0,07); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

A contribuição dos cortes, na composição das carcaças, permite sua avaliação qualitativa, já que elas devem apresentar a melhor proporção possível de cortes com maior conteúdo de carne ou, ainda, a melhor proporção possível de cortes de interesse para o consumidor. A perna, considerada o corte mais nobre das carcaças ovinas, apresentou maior rendimento (31,89%), sendo similar ao relatado por Marques et al. (2007) e Cunha et al. (2008), de 32,00 e 31,63%, respectivamente. A soma da porcentagem dos cortes de maior valor comercial (perna, costilhar e paleta) totalizou 69,04%, evidenciando a qualidade das carcaças dos cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma em dietas à base de feno de erva-sal. Mattos et al. (2006) reportaram que na região Nordeste do Brasil, o costilhar é muito valorizado pelo mercado consumidor, alcançando valores semelhantes ao quilograma da perna.

Cunha et al. (2008) encontraram médias de 7,65; 20,00; 17,36; 10,65 e 11,91%, respectivamente, para os rendimentos de pescoço, paleta, costilhar, lombo e serrote em cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de caroço de algodão integral. Yamamoto et al. (2004), incluindo fontes de gordura em rações para cordeiros Santa Inês e Santa Inês x Dorset, abatidos com 30 kg de peso corporal, também não observaram diferenças significativas nos rendimentos de perna, paleta e lombo.

A composição tecidual da perna tem grande importância na avaliação da qualidade da carcaça. O peso da gordura (Tabela 6) foi influenciado pelo nível de palma, com valor máximo de 0,32 kg para a inclusão de 32,50% de palma, enquanto os pesos de músculo ( $1,24 \pm 0,13$  kg) e osso ( $0,32 \pm 0,04$  kg) não foram influenciados.

Tabela 6 – Composição e rendimento tecidual da perna de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Variável	Nível de palma (% MS)				EPM	Equação de regressão	Probabilidade		R <sup>2</sup>
	0,0	28,6	50,5	67,9			L	Q	
Perna (kg) <sup>a</sup>	1,85	2,01	1,93	1,93	0,03	-	-	-	-
<i>Constituinte (kg)</i>									
Músculo	1,17	1,28	1,25	1,26	0,02	$\hat{Y} = 1,2393$	ns	ns	-
Gordura	0,27	0,33	0,29	0,28	0,01	$\hat{Y} = 0,274 + 0,0026X - 0,00004X^2$	ns	*	0,70
Osso	0,33	0,33	0,31	0,31	0,01	$\hat{Y} = 0,3213$	ns	ns	-
<i>Rendimento (% do peso da perna)</i>									
Músculo	63,44	63,50	64,76	65,07	0,25	$\hat{Y} = 63,216 + 0,02653X$	**	ns	0,85
Gordura	14,66	16,50	14,78	14,42	0,19	$\hat{Y} = 14,794 + 0,0782X - 0,0013X^2$	ns	*	0,70
Osso	17,74	16,54	16,12	16,29	0,27	$\hat{Y} = 17,745 - 0,0593X + 0,0005X^2$	**	*	0,99
<i>Relações</i>									
M:G	4,36	3,87	4,44	4,60	0,09	$\hat{Y} = 4,321 - 0,0217X + 0,0004X^2$	ns	*	0,76
M:O	3,59	3,85	4,03	4,02	0,05	$\hat{Y} = 3,626 + 0,0067X$	**	ns	0,91

<sup>a</sup> Peso da perna no início da dissecação.

M:G = relação músculo:gordura; M:O = relação músculo:osso; EPM = erro padrão da média; X = nível de palma; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; \* P<0,07; \* P<0,01; ns = não significativo (P>0,07); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

O aumento no consumo de matéria seca (CMS) foi refletido no peso corporal final (PCFi), promovendo maior deposição de gordura na perna, ainda que o peso e rendimento do corte não tenham sido influenciados pela dieta (Tabela 5). A partir dos dados das Tabelas 3 e 6, verifica-se incremento de 30 g na gordura da perna para cada quilograma de aumento no PCFi. O fato de a toaleta, quando da dissecação, ter sido mínima, pode ter influenciado o valor absoluto encontrado para o peso deste constituinte e, conseqüentemente, sua proporção em relação ao peso da perna.

O músculo consiste no componente tecidual de maior importância da carcaça, e o nível de palma, na dieta, influenciou positivamente sua proporção na perna, sendo encontrado um aumento de 0,03% em seu rendimento para cada unidade de aumento no nível de palma. De acordo com Osório et al. (2002), diferenças no rendimento de carne encontram-se associadas às variações no rendimento de gordura, uma vez que o tecido ósseo apresenta proporção relativamente constante.

O rendimento de osso, todavia, sofreu efeitos linear e quadrático, com melhor ajuste ao modelo quadrático. Foi encontrado valor mínimo de 15,99% para o nível de 59,30% de palma, promovendo um incremento na relação carne:osso de 0,007 para cada unidade de aumento de palma na dieta. Por se tratar de um alimento rico em minerais, principalmente, sódio, potássio, cloro e enxofre, além de cálcio e magnésio (Ben Salem, Nefzaoui e Ben Salem, 2002; Thomas et al., 2007), a adição de feno de erva-sal, na dieta dos cordeiros, contribuiu para elevar a deposição de minerais nos ossos, tendo em vista o maior rendimento observado para os animais alimentados com o nível de 0,0% de palma (17,74%). Para o rendimento de gordura, foi observado valor máximo de 15,97% no nível de 30,08% de palma.

O rendimento de músculo correlacionou-se negativamente com os de gordura ( $r = -0,78$ ) e osso ( $r = -0,30$ ), e a relação M:G atingiu valor mínimo de 4,05 quando da adição de

27,13% de palma, demonstrando que sua inclusão na dieta contribui para reduzir a quantidade de gordura da perna aumentando, concomitantemente, a relação M:G no corte de maior valor comercial em cordeiros.

Valores de 63,41; 25,00 e 6,99% foram relatados por Marques et al. (2007) para os rendimentos, respectivamente, de carne, osso e gordura da perna de cordeiros Santa Inês, enquanto Pereira et al. (2007) encontraram médias de 64,62; 21,76 e 13,61%. A inclusão de níveis crescentes de palma na dieta produziu médias de 64,19; 16,67 e 15,09%, respectivamente, para rendimento de carne, osso e gordura; no entanto, comparação entre os resultados deve ser feita de forma criteriosa, considerando que, neste estudo, as pernas foram seccionadas na articulação tibiotársica e a toailete no corte foi mínima, a fim de que a quantidade de tecido comestível fosse similar àquela obtida pelo consumidor no momento do preparo culinário e consumo do prato.

A qualidade da carne tem deixado de ser exclusivamente quantitativa (qualidade da carcaça) para incluir parâmetros qualitativos, principalmente, no que diz respeito à quantidade e qualidade dos componentes gordurosos, devido à sua relação com a saúde humana. A composição em ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 7) foi representada pela soma dos ácidos graxos presentes nos fosfolipídios e fração lipídica neutra, constituída por triglicerídeos e pequenas quantidades de ácidos graxos livres.

Tabela 7 – Composição em ácidos graxos da gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Variável	Nível de palma (% MS)				EPM	Equação de regressão	Probabilidade		R <sup>2</sup>
	0,0	28,6	50,5	67,9			L	Q	
<i>Ácidos graxos (% do total de ácidos graxos)</i>									
C <sub>14:0</sub>	1,89	1,99	1,85	1,92	0,09	$\hat{Y} = 1,9152$	ns	ns	-
C <sub>15:0</sub>	0,01	0,02	0,12	0,10	0,02	$\hat{Y} = 0,007+0,0016X$	*	ns	0,77
C <sub>15:1</sub>	1,72	1,25	1,36	1,12	0,16	$\hat{Y} = 1,3617$	ns	ns	-
C <sub>16:0</sub>	27,42	28,62	26,24	26,34	0,61	$\hat{Y} = 27,1570$	ns	ns	-
C <sub>16:1</sub>	1,41	1,60	1,92	1,81	0,09	$\hat{Y} = 1,431+0,0069X$	*	ns	0,81
C <sub>17:0</sub>	0,32	0,60	0,88	1,01	0,06	$\hat{Y} = 0,318+0,0105X$	***	ns	0,99
C <sub>17:1</sub>	0,71	0,30	0,55	0,63	0,12	$\hat{Y} = 0,5480$	ns	ns	-
C <sub>18:0</sub>	17,77	16,98	15,22	16,39	0,27	$\hat{Y} = 17,90-0,0744X+0,0007X^2$	**	*	0,71
C <sub>18:1<sup>t</sup></sub>	1,95	2,22	1,96	1,68	0,06	$\hat{Y} = 1,960+0,0167X-0,0003X^2$	*	*	0,97
C <sub>18:1</sub>	42,09	42,88	45,56	45,75	0,76	$\hat{Y} = 41,88+0,0600X$	*	ns	0,91
C <sub>18:2<sup>t</sup></sub>	3,65	2,26	1,65	1,40	0,28	$\hat{Y} = 3,479-0,0336X$	**	ns	0,95
C <sub>18:2</sub>	0,00	0,32	1,43	0,99	0,22	$\hat{Y} = 0,010+0,0185X$	*	ns	0,71
C <sub>18:3 n6</sub>	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	$\hat{Y} = 0,0118$	ns	ns	-
C <sub>18:3 n3</sub>	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	$\hat{Y} = 0,0073$	ns	ns	-
C <sub>20:1</sub>	0,17	0,18	0,17	0,17	0,04	$\hat{Y} = 0,1724$	ns	ns	-
C <sub>20:2</sub>	0,90	0,75	1,04	0,63	0,11	$\hat{Y} = 0,8306$	ns	ns	-
<i>Soma</i>									
AGS	47,41	48,22	44,31	45,77	0,70	$\hat{Y} = 46,4291$	ns	ns	-
AGI	52,59	51,78	55,69	54,23	0,70	$\hat{Y} = 53,5711$	ns	ns	-
AGMI	48,05	48,43	51,53	51,18	0,66	$\hat{Y} = 47,80+0,0550X$	*	ns	0,80
AGPI	4,55	3,35	4,16	3,05	0,32	$\hat{Y} = 3,7747$	ns	ns	-
AGNIC	1,76	2,18	2,91	2,86	0,25	$\hat{Y} = 2,6767$	ns	ns	-
<i>Índices</i>									
IA	0,68	0,74	0,61	0,63	0,03	$\hat{Y} = 0,6645$	ns	ns	-
IT	1,74	1,90	1,55	1,64	0,06	$\hat{Y} = 1,7100$	ns	ns	-

AGS = ácidos graxos saturados; AGI = ácidos graxos insaturados; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poli-insaturados; AGNIC = ácidos graxos com número ímpar de átomos de carbono; IA = índice de aterogenicidade; IT = índice de trombogenicidade; EPM = erro padrão da média; X = nível de palma; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; \* P<0,07; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001; ns = não significativo (P>0,07); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

Os ácidos C<sub>16:0</sub>, C<sub>18:0</sub> e C<sub>18:1</sub> totalizaram 87,82% do total dos ácidos graxos, sendo o C<sub>18:1</sub> o ácido graxo insaturado (AGI) que mais contribuiu para o perfil, enquanto os ácidos C<sub>16:0</sub> e C<sub>18:0</sub> representaram, respectivamente, 58,49 e 35,73%, do total dos ácidos graxos saturados (AGS). A predominância desses ácidos foi reportada em trabalhos anteriores (Perez, Bressan, Bragagnolo, Prado, Lemos e Bonagurio, 2002; Velasco, Cañeque, Lauzurica, Pérez e Huidobro, 2004; Atti, Mahouachi e Rouissi, 2006; Madruga et al., 2008a; Madruga, Vieira, Cunha, Pereira Filho, Queiroga e Sousa, 2008b; Bessa, Lourenço, Portugal e Santos-Silva, 2008).

A média de 53,57% da soma dos AGI confirma a qualidade da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com palma forrageira (0,0 a 67,9% da MS). Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) totalizaram 49,80% do total dos ácidos graxos, perfazendo 92,96% dos AGI.

Os ácidos C<sub>14:0</sub> (mirístico) e C<sub>16:0</sub> (palmítico), responsáveis pelo aumento do colesterol sanguíneo (Ulbricht e Southgate, 1991), não foram influenciados pelos níveis de palma apresentando, respectivamente, média de 1,91±0,53 e 27,16±3,81%. Cifuni, Napolitano, Pacelli, Riviezzi e Girolami (2000) encontraram, em cordeiros de 45 e 90 dias de idade, teores menores de C<sub>16:0</sub> (23,18 e 24,83%, respectivamente), considerando pequena a proporção e afirmando que o consumo da carne desses animais poderia reduzir o risco de doenças cardíacas. Divergindo do resultado encontrado neste estudo, Pérez et al. (2002) reportaram incremento no conteúdo do C<sub>16:0</sub> com o aumento do peso corporal.

Observou-se para o C<sub>18:0</sub> (esteárico) efeitos linear e quadrático, com melhor ajuste ao modelo quadrático. Com variação positiva, a partir de 53,14% de inclusão de palma e valor mínimo de 15,92%, foi o terceiro ácido graxo mais abundante no perfil lipídico. Apesar de ser um AGS, não promove aumento na concentração plasmática de colesterol (Rhee,

1992), por ser pobremente digerido e facilmente dessaturado a C<sub>18:1</sub> (Bonanome e Grundy, 1988); portanto, pode ser considerado um componente desejável na dieta.

O teor de AGMI aumentou linearmente 0,06% para cada 1% de adição de palma na dieta. O C<sub>18:1</sub> (oléico) foi seu principal representante (88,5% dos AGMI) e sua proporção foi incrementada na mesma proporção, sendo o principal ácido graxo do perfil lipídico, em concordância com Madruga et al. (2008a,b), Vacca et al. (2008) e Costa et al., (2009). Por reduzir os níveis de colesterol e triglicerídeos plasmáticos, seu elevado teor, na gordura intramuscular, incrementa o valor nutricional da carne. O C<sub>18:1</sub> *trans* (vacênico), produto da biohidrogenação ruminal dos ácidos C<sub>18:2</sub> (linoléico) e C<sub>18:3</sub> (linolênico), apresentou melhor ajuste à curva quadrática, com valor máximo de 2,19% para o nível de 27,83% de palma.

A variabilidade observada para os ácidos C<sub>16:0</sub> e C<sub>18:1</sub> decorreu, possivelmente, da atividade da  $\Delta^9$ -dessaturase, cujo índice de dessaturação dos ácidos C<sub>16</sub> e C<sub>18</sub> foi de, respectivamente, 5,86 e 73,30, ou da atividade de enzimas elongases, confirmada pelo índice de alongação de 68,48. De Smet et al. (2004) descreveram que a  $\Delta^9$ -dessaturase é o passo final na dessaturação e conversão dos ácidos C<sub>14:0</sub>, C<sub>16:0</sub> e C<sub>18:0</sub>, respectivamente, nos ácidos C<sub>14:1</sub> (miristoléico), C<sub>16:1</sub> (palmitoléico) e C<sub>18:1</sub> (oléico).

A soma dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) totalizou 3,77±1,20%, não sendo influenciada pelos níveis de palma, enquanto o conteúdo de C<sub>18:2</sub> aumentou linearmente (0,02%) e de seu isômero, C<sub>18:2</sub> *trans* diminuiu 0,03% para cada 1% de acréscimo de palma na dieta. Wood et al. (2008) relataram que a proporção de isômeros de C<sub>18:2</sub> aumentou com o incremento de gordura na carcaça, como ocorreu com o C<sub>18:1</sub> *trans*.

Os teores dos ácidos C<sub>18:3</sub> n3 ( $\alpha$ -linolênico) e C<sub>18:3</sub> n6 ( $\gamma$ -linolênico), de 0,01±0,03 e 0,02±0,26%, respectivamente, não foram influenciados pela dieta, sendo menores do que os relatados para ovinos (0,64%) por Wood et al. (2003), provavelmente, devido à biohidrogenação ruminal dos AGPI a AGMI e AGS. Wood et al. (2008) relataram que

apenas pequena porção de C<sub>18:2</sub> (cerca de 10%) encontra-se disponível para incorporação nos tecidos, enquanto Doreau e Ferlay (1994) verificaram que 85 a 100% dos ácidos C<sub>18:3</sub> são biohidrogenados no rúmen e, assim, muito pouco encontra-se disponível para incorporação nos tecidos.

A soma dos ácidos graxos com número ímpar de átomos de carbono (AGNIC) não foi influenciada pela dieta, com média de 2,68±1,57%, valor inferior aos relatados por Velasco et al. (2004), que variaram de 4,47 a 5,77%. Os ácidos C<sub>15:0</sub> (pentadecanóico) e C<sub>17:0</sub> (heptadecenóico) sofreram aumento, respectivamente, de 0,002 e 0,011% para cada unidade de aumento de palma, provavelmente, devido à maior quantidade de carboidratos não fibrosos nas dietas com maior conteúdo de palma. AGNIC são sintetizados pelos microrganismos ruminais, sendo importantes na manutenção da fluidez da membrana celular microbiana (Or-Rashid, Odongo e McBride, 2007) e, de acordo com Berthelot, Bas, Schimidely e Duvaux-Ponter (2001), o propionato é importante precursor desses ácidos.

A composição da carne, em ácidos graxos, tem recebido muita atenção pelos pesquisadores por suas implicações para a saúde humana. Segundo Raes, De Smet e Demeyer (2004), muitas pesquisas têm sido realizadas, com diferentes espécies e raças, buscando obter valores para as relações AGPI:AGS e n6:n3 da carne mais próximos daqueles recomendados (>0,7 e <5,0, respectivamente). Vacca et al. (2008) descreveram que o efeito de cada ácido graxo sobre a saúde humana não é completamente expresso por essas relações, uma vez que elas consideram cada classe de ácidos graxos, mas não os ácidos graxos individualmente. Dessa forma, a qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada pelos índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT).

A inclusão de níveis crescentes de palma na dieta não influenciou o IA nem o IT, os quais apresentaram médias de 0,66±0,18 e 1,71±0,35, respectivamente; para uma dieta saudável, recomendam-se valores reduzidos. Ulbricht e Southgate (1991) reportaram

valores de 1,0 e 1,33 a 1,58, respectivamente, para IA e IT na carne de cordeiros. Vacca et al. (2008), em cordeiros abatidos aos 40 dias de idade, encontraram valores de 1,0 e 1,1, respectivamente, para IA e IT, enquanto Costa et al. (2009) reportaram valor de IA de 0,68 em cordeiros Santa Inês, confirmando a qualidade nutricional da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com palma forrageira em dietas completas à base de feno de erva-sal.

Na indústria cárnea, a carcaça apresenta características quantitativas e qualitativas relacionadas às exigências de demanda e do animal. Conseqüentemente, na sua avaliação, é necessária a compreensão dos segmentos da cadeia produtiva da carne ovina, para que se possa oferecer o grau de satisfação esperado pelo consumidor.

#### **4. Conclusões**

A inclusão de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em dietas completas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.), para cordeiros Santa Inês em confinamento, permite expressar seu desempenho produtivo através da obtenção de carcaças cujos pesos favorecem maior proporção de cortes nobres. No que concerne à qualidade dos componentes gordurosos, a maior representatividade dos ácidos graxos insaturados, juntamente com os valores obtidos para os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, sugerem um perfil mais consistente para a nutrição e saúde dos consumidores.

## Referências bibliográficas

- Abu-Zanat, M. M. W., & Tabbaa, M. J. (2006). Effect of feeding *Atriplex* browse to lactating ewes on milk yield and growth rate of their lambs. *Small Ruminant Research*, 64, 152–161.
- Alves, K. S., Carvalho, F. F. R., Ferreira, M. A., Vêras, A. S. C., Medeiros, A. N., Nascimento, J. F., Nascimento, L. R. S., & Anjos, A. V. A. (2003). Dietary energy levels for Santa Inês sheep: carcass characteristics and body constituents. *Brazilian Journal of Animal Science*, 32(6), 1927-1936.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. (1990). *Official Methods of Analysis* (15<sup>th</sup> ed.). Washington, DC: AOAC., 1990. pp. 69–88.
- Atti, N., Mahouachi, M., & Rouissi, H. (2006). The effect of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) supplementation on growth, carcass, meat quality and fatty acid composition of male goat kids. *Meat Science*, 73, 229–235.
- Ben Salem, H., Abdouli, H., Nefzaoui, A., El-Mastouri, A., & Ben Salem, L. (2005). Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) pads. *Small Ruminant Research*, 59, 229–237.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., & Ben Salem, L. (2002). Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus indica* f. *inermis* and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 96, 15–30.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., & Ben Salem, L. (2004). Spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) and oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. *Small Ruminant Research*, 51, 65–73.
- Berthelot, V., Bas, P., Schmidely, P., & Duvaux-Ponter, C. (2001). Effect of dietary propionate on intake patterns and fatty acid composition of adipose tissues in lambs. *Small Ruminant Research*, 40, 29–39.
- Bessa, R. J. B., Lourenço, M., Portugal, P. V., & Santos-Silva, J. (2008). Effects of previous diet and duration of soybean oil supplementation on light lambs carcass composition, meat quality and fatty acid composition. *Meat Science*, 80(4), 1100-1105.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method for total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-917.
- Bonanome, A., & Grundy, S. M. (1988). Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *New England Journal of Medicine*, 318, 1244-1247.
- Cifuni, G. F., Napolitano, F., Pacelli, C., Riviezzi, A. M., & Girolami, A. (2000). Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs. *Small Ruminant Research*, 35, 65-70.
- Colomer-Rocher, F., Morand-Fehr, P., Kirton, A. H., Delfa, R. & Sierra Afranca, I. (1988). *Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas*. Madrid: Ministerio da Agricultura, Pesca y Alimentación. 1988, p. 41. (Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, Cuadernos 17).

- Costa, R. G., Batista, A. S. M., Azevedo, P. S., Queiroga, R. C. R. E., Madruga, M. S., & Araújo Filho, J. T. (2009). Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. *Brazilian Journal of Animal Science*, 38(3), 532-538.
- Cunha, M. G. C., Carvalho, F. F. R., Gonzaga Neto, S., & Cezar, M. F. (2008). Effect of feeding whole cottonseed levels on carcass quantitative characteristics of feedlot Santa Inez sheep. *Brazilian Journal of Animal Science*, 37(6), 1112-1120.
- De Smet, S., Raes, K., & Demeyer, D. (2004). Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Animal Research*, 53, 81-98.
- Doreau, M. & Ferlay, A. (1994). Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 45, 379-396.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (1994). *Produção de carne ovina: planejamento para o mercado*. Sobral: Embrapa Caprinos. (Folheto).
- Hartman, L., & Lago, R. C. A. (1986). *Rapid preparation of fatty acids methyl esters*. London: Laboratory Practice. v. 22, p. 475-476.
- Hopkins, D. L., & Nicholson, A. (1999). Meat quality of wether lambs grazed on either saltbush (*Atriplex nummularia*) plus supplements or lucerne (*Medicago sativa*). *Meat Science*, 51, 91-95.
- Lawrence, T. L. J.; & Fowler, V. R. (2002). *Growth of Farm Animals*. (2nd. Ed.) CAB International. 346 p.
- Madruga, M. S., Costa, R. G., Silva, A. M., Marques, A. V. M. S., Cavalcanti, R. N., Narain, N., Albuquerque, C. L. C., & Lira Filho, G. L. (2008a). Effect of silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) feeding on the physical and chemical quality of Longissimus dorsi muscle of Santa Ines lambs. *Meat Science*, 78 (4), 469-474.
- Madruga, M. S., Vieira, T. R. L., Cunha, M. G. C., Pereira Filho, J. M., Queiroga, R. C. R. E., & Sousa, W. H. (2008b). Effect of diets with increasing levels of whole cotton seed on chemical composition and fatty acid profile of Santa Inez (Santa Inês) lamb meat. *Brazilian Journal of Animal Science*, 37(8), 1496-1502.
- Marques, A. V. M. S., Costa, R. G., Silva, A. M. A., Pereira Filho, J. M., Madruga, M. S., & Lira Filho, G. E. (2007). Yield, tissue composition and carcass muscularity of Santa Inês lambs fed diets with different ratios of forage sorghum hay to silk flower hay. *Brazilian Journal of Animal Science*, 36 (3), 610-617.
- Martins, R. R. C., Oliveira, N. M., Osório, J. C. S., & Osório, M. T. M. (2000). *Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal*. Bagé: Embrapa Pecuária Sul. 2000. 29 p. (Boletim de Pesquisa, 21).
- Mattos, C. W., Carvalho, F. F. R., Dutra Júnior, W. M., Vêras, A. S. C., Batista, A. M. V., Alves, K. S., Ribeiro, V. L., Silva, M. J. M. S., Medeiros, G. R., Vasconcelos, R. M. J., Araújo, A. O., & Miranda, S. B. (2006). Characteristics of carcass and non-carcass components of Moxotó and Canindé male kids under two feeding levels. *Brazilian Journal of Animal Science*, 35(5), 2125-2134.
- Melo, A. A. S., Ferreira, M. A., Vêras, A. S. C., Lira, M. A., Lima, L. E., Vilela, M. S., Melo, E. O. S., & Araújo, P. R. B. (2003). Partial replacement of soybean meal for urea and forage cactus in lactating cows diets. I. Performance. *Brazilian Journal of Animal Science*, 32 (3), 727-736.
- NRC (National Research Council). 2001. Nutrient requirements of the dairy cattle. 7.ed. Washigton: D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.

- Or-Rashid, M. M., Odongo, N. E., & McBride, B. W. (2007). Fatty acid composition of ruminal bacteria and protozoa, with emphasis on conjugated linoleic acid, vacenic acid, and odd-chain and branched-chain fatty acids. *Journal of Animal Science*, 85, 1228–1234.
- Osório, J. C. S., Osório, M. T. M., Oliveira, N. M., & Siewerdt, L. (2002). *Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças*. Pelotas: Editora Universitária da UFPEL, 2002. 196p.
- Pereira, M. S., Ribeiro, E. L. A., Mizubuti, I. Y., Turini, T., Noro, L. Y., & Pinto, A. P. (2007). Carcass and non-carcass components of lambs fed with pressed citrus pulp replacing corn silage. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 29(1), 57-62.
- Perez, J. R. O., Bressan, M. C., Bragagnolo, N., Prado, O. V., Lemos, A. L. S., & Bonagurio, S. (2002). Effects of different lamb breeds and their slaughter weights on cholesterol, fatty acids and proximate composition. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(1), 11-18.
- Pilar, R. C., Pérez, J. R. O., & Santos, C. L. (2002) *Considerações sobre produção de cordeiros*. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. 19p. (Boletim Técnico).
- Pinheiro, R. S.B., Silva Sobrinho, A. G., Marques, C. A. T., & Yamamoto, S. M. 2007. *In vivo* and carcass biometric on housed lambs. *Archivos de Zootecnia*, 56(216), 955-958.
- Raes, K., De Smet, S., & Demeyer, D. (2004). Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 113, 199–221.
- Rhee, K.S. (1992). Fatty acids in meats and meat products. In C. K. Chow, *Fatty acids in foods and their health implications* (pp. 65-93). New York: Marcel Dekker Inc.
- Siqueira, E. R. & Fernandes, S. (2000). Effect of objective and subjective measurements of carcasses from lambs finished in feedlot. *Brazilian Journal of Animal Science*, 29(1), 306-311.
- Siqueira, E. R., Simões, C. D., & Fernandes, S. (2001). Sex and slaughter weight effects on meat production of lambs: carcass morphometric evaluation, cuts weights, tissues and offals percentages. *Brazilian Journal of Animal Science*, 30(4), 1299-1307.
- Souto, J. C. R., Araújo, G. G. L., Silva, D. S., Porto, R. R., Turco, S. H. N., & Medeiros, A. N. (2005). Performance of sheep fed diets with increasing levels of herb salt hay (*Atriplex nummularia* Lindl.). *Revista Ciência Agronômica*, 36(3), 376-381.
- Thomas, D., Blache, D., Revell, D., Norman, H., Vercoe, P., Durmic, Z., Digby, Mayberry, D., Chadwick, M., Sillence, M., & Masters, D. (2007). *Management of livestock fed high salt diets*, < URL: [http://www.agric.wa.gov.au/content/aap/ALU\\_2007\\_DeanThomasv2.pdf#search='csiro'](http://www.agric.wa.gov.au/content/aap/ALU_2007_DeanThomasv2.pdf#search='csiro') > [on-line] [09/07/2008].
- Ulbricht, T. L. V., & Southgate, D. A. T. (1991). Coronary heart disease: Seven dietary factors. *The Lancet*, 338, 985–992.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. (2001). *Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG*. Viçosa, MG: UFV, 301p
- Vacca, G. M., Carcangiu, V., Dettori, M. L., Pazzola, M., Mura, M. C., Luridiana, L., & Tilloca, G. (2008). Productive performance and meat quality of Mouflon x Sarda and Sarda x Sarda suckling lambs. *Meat Science*, 80(2), 326-334.

- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*, 74(55), 3025–3034.
- Velasco, S., Cañeque, V., Lauzurica, S., Pérez, C., & Huidobro, F. (2004). Effect of different feeds on meat quality and fatty acid composition of lambs fattened at pasture. *Meat Science*, 66, 457–465.
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I.; Hughes, S. I., & Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science* 78, 343–358.
- Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P. R., & Enser, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66, 21–32.
- Yamamoto, S. M., Macedo, F. A. F., Mexia, A. A., Zundt, M., Sakaguti, E. S., Rocha, G. B. L., Regaçoni, K. C. T., & Macedo, R. M. G. (2004). Dressing of cuts and non-carcass components of lambs fed diets containing different sources of vegetal oil. *Ciência Rural*, 34(6), 1909-1913.



### **CAPÍTULO III**

## **Características de Qualidade da Carne**

**Características de qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em dietas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.)**

**Resumo**

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito de níveis crescentes de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) sobre a composição química, qualidade da fração lipídica e características sensoriais do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês em confinamento. Quarenta cordeiros não castrados, com peso corporal inicial de 19,46±2,35 kg e quatro meses de idade, foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro dietas e 10 repetições. Os níveis de palma não influenciaram o conteúdo de lipídeos, enquanto, para umidade e cinzas, foi observado efeito linear crescente e decrescente, respectivamente, com a inclusão de palma. O conteúdo de proteína sofreu efeito quadrático, com valor mínimo de 22,2% para o nível de 35,7% de palma na dieta. A soma dos ácidos graxos insaturados, essenciais e desejáveis não foi influenciada pela dieta, assim como, as relações AGPI:AGS,  $(C_{18:0}+C_{18:1})/C_{16:0}$  e ácidos graxos hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos. Por sua vez, foi verificado efeito linear decrescente para a soma de ácidos graxos *trans*. Os atributos sensoriais não foram influenciados pelos níveis de palma na dieta, com médias de 3,47±1,03; 2,19±1,01; 2,67±0,84; 5,81±0,77; 3,66±1,25 e 5,68±0,66, respectivamente para odor, cor, dureza, suculência, sabor e avaliação global. Os resultados indicam que, do ponto de vista nutricional, a palma forrageira pode ser utilizada para a terminação de cordeiros em confinamento até o nível de 67,9% da matéria seca, em dietas balanceadas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.), apresentando-se como alternativa para produzir carnes sem comprometer sua composição centesimal, qualidade da fração lipídica e características sensoriais.

*Palavras-chave:* ácidos graxos, análise sensorial, composição química, lipídeos, *Longissimus dorsi*, ovinos

**Meat quality characteristics of Santa Inês lambs fed with increasing levels of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) in oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) hay-based total mixed diets**

**Abstract**

The study was carried out to evaluate the effect of increasing levels of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) on chemical composition, fatty quality, and sensory characteristics of *Longissimus dorsi* muscle from Santa Ines lambs, raised in fedlot system. Forty lambs not castrated, with initial body weight of  $19.46 \pm 2.35$  kg and four months of age were distributed in a randomized design with four diets and 10 replicates. Fat content was not affected by levels of spineless cactus, while moisture and ash contents showed linear effect, and for protein concentration was observed effect quadratic, with minimal value of 22.2% at the 35.68% level of spineless cactus inclusion. The sum of unsaturated, essential, and desirable fatty acids was not influenced by diet, as well as PUFA:SFA,  $(C_{18:0}+C_{18:1})/C_{16:0}$ , and hypocholesterolemic:hypercholesterolemic fatty acid ratios. In turn, decreasing linear effect was found for *trans* fatty acid content. Sensory attributes were not influenced by diet, presenting averages of  $3.47 \pm 1.03$ ,  $2.19 \pm 1.01$ ,  $2.67 \pm 0.84$ ,  $5.81 \pm 0.77$ ,  $3.66 \pm 1.25$ , and  $5.68 \pm 0.66$  respectively, for odor, color, hardness, juiciness, taste, and overall assessment. The results indicate that from a nutritional point of view, spineless cactus may be used for finishing lambs in fedlot up to 67.9% of dry matter, in oldman saltbush hay-based mixed diets, presenting as an alternative to produce meat without compromising its centesimal composition, fatty quality, and sensory characteristics.

*Keywords:* chemical composition, fatty acids, lipid, *Longissimus dorsi*, sensory analysis, sheep

## Introdução

O consumo de carne ovina no Brasil tem crescido significativamente como resultado do aumento da demanda nos grandes centros urbanos, embora a cadeia produtiva não se encontre totalmente organizada. Grande número de produtores desconhece a necessidade de produzir carne de qualidade, disponibilizando, no mercado, carcaças de animais com idade avançada (acima de 12 meses), com prejuízo para suas características físicas, químicas e organolépticas, dificultando o estabelecimento do hábito de consumo.

A carne de animais ruminantes, devido à fração lipídica que a caracteriza, tem sido associada a alimentos pouco saudáveis. De fato, os ácidos graxos poli-insaturados, quando chegam ao rúmen, tendem a ser hidrogenados pelos microrganismos ruminais, levando à formação de ácidos graxos saturados e monoinsaturados-*trans* os quais, posteriormente, se depositam nos tecidos desses animais (Demeyer e Doreau, 1999). Todavia, tem sido demonstrado que o conteúdo excessivo e o tipo de gordura e não o consumo de carne é quem constitui fator de risco para as doenças características do estilo de vida Ocidental. Além disso, nem todos os ácidos graxos saturados exercem efeitos negativos à saúde; de acordo com Rhee (1992), o ácido esteárico não promove aumento na concentração plasmática de colesterol como ocorre com os ácidos mirístico e palmítico. Mahgoub et al. (2002) afirmaram que as qualidades nutricional e sensorial da carne são diretamente influenciadas pela composição em ácidos graxos dos lipídeos.

Perez et al., (2002), Alfaia et al. (2006) e Bessa et al. (2008) relataram que dietas ricas em carne vermelha magra podem efetivamente diminuir a colesterolemia, além de ser fonte de ácidos graxos essenciais, ferro, zinco e vitamina B<sub>12</sub>.

O desequilíbrio alimentar e a falta de manejo adequado nas regiões áridas e semi-áridas são os principais fatores para a baixa produtividade animal. No Brasil, pesquisas com alimentos concentrados em proporções elevadas (acima de 70% da matéria seca) para

suplementar forragens de baixa qualidade, na terminação de cordeiros, têm sido realizadas; todavia, por apresentarem custo elevado, sua utilização torna-se inviável. Assim, o emprego apropriado de alimentos alternativos deve ser encorajado a fim de prover os animais, criados em condições adversas, com os principais nutrientes.

Em regiões áridas e semiáridas, é rara a produção de forragem verde ao longo do ano; uma das exceções consiste na palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill), a qual se encontra amplamente distribuída no Nordeste brasileiro, sendo utilizada na alimentação animal, especialmente, durante as estações secas. O conteúdo elevado de água da palma representa importante alternativa para suprir o requerimento de água dos animais nessas regiões, onde a água pode ser um fator limitante para a produção animal.

A palma caracteriza-se como alimento suculento, rico em mucilagem, carboidratos solúveis, cinzas, cálcio e potássio. Apresenta elevado coeficiente de digestibilidade, porém baixos percentuais de parede celular e proteína bruta (Ben Salem et al., 1996; Batista et al., 2003; Atti et al., 2006). Fornecida como volumoso único, pode promover diarreia e timpanismo (Ben Salem et al., 1996; De Kock, 2001; Nefzaoui e Ben Salem, 2001). Por sua vez, quando associada à outra fonte de fibra, verificam-se aumento no consumo de matéria seca e manutenção das condições normais do rúmen, evitando, assim, efeitos indesejáveis (Mattos et al., 2000).

Nesse sentido, Ben Salem et al. (2002b) sugeriram que palma (*Opuntia ficus-indica* Mill) e erva-sal (*Atriplex nummularia* L) eram espécies complementares, uma vez que o baixo conteúdo de energia da erva-sal pode ser compensado pelos carboidratos solúveis da palma, além do seu teor de água, que pode diluir o sal presente nas folhas de *Atriplex*. Da mesma forma, o desequilíbrio da relação energia:proteína bruta, na palma, pode ser melhorado com a erva-sal como fonte de nitrogênio.

O consumo, digestibilidade e desempenho de cordeiros alimentados com palma e/ou erva-sal vêm sendo avaliados ao longo dos anos (Nefzaoui, 1996; Hopkins e Nicholson, 1999; Ben Salem et al., 2002a,b; du Toit et al., 2004; Souto et al., 2004; Ben Salem et al., 2005; Abu-Zanat e Tabbaa, 2006; Atti et al., 2006; Tegegne et al., 2007; Costa et al., 2009a,b); todavia, não foi encontrada referência com relação ao efeito da inclusão de palma forrageira sobre os produtos animais e, particularmente, sobre a qualidade da carne.

Tendo em vista a importância da alimentação na produção e características gerais da carne dos ruminantes, objetivou-se com este trabalho avaliar a composição química, qualidade da fração lipídica e atributos sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill), em dietas completas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.).

## **Material e Métodos**

Quarenta cordeiros da raça Santa Inês, não castrados, com peso corporal inicial de  $19,46 \pm 2,35$  kg, foram alojados em baias individuais (1,0 x 2,0 m), com piso de chão batido, e sombreadas artificialmente com tela de polietileno, com 30% de transmitância de luz, em regime de confinamento, durante 71 dias, sendo 15 para adaptação.

Os tratamentos experimentais foram formados pela inclusão de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) triturada nas proporções de 0,0; 28,6; 50,5 e 67,9%, em dietas contendo feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.), grão de milho moído, farelo de soja e uréia (Tabela 1), e ofertadas às 10 e 15 h, na forma de mistura completa.

Tabela 1

Ingredientes e composição química das dietas experimentais

	Nível de palma (%)			
	0,0	28,6	50,5	67,9
<i>Ingredientes (% MS)</i>				
Grão de milho moído	40,2	25,5	15,1	7,2
Farelo de soja	10,3	13,6	15,3	16,3
Palma forrageira ( <i>Opuntia fícus-indica</i> )	0,0	28,6	50,5	67,9
Uréia	1,3	0,9	0,6	0,3
Feno de erva-sal ( <i>Atriplex nummularia</i> )	48,1	31,4	18,5	8,3
<i>Composição química</i>				
Matéria seca (g/kg)	862,9	408,8	291,1	236,9
Proteína bruta (g/kg)	160,9	148,2	135,0	123,0
Extrato etéreo (g/kg)	21,8	19,7	18,3	17,2
FDN (g/kg)	304,9	289,0	276,6	267,0
Matéria Mineral (g/kg)	72,9	65,1	59,5	55,2
<i>Composição em ácidos graxos (% do total dos ácidos graxos)</i>				
Ácidos graxos saturados (AGS)	53,4	50,3	48,2	46,6
Ácidos graxos insaturados (AGI)	46,6	49,7	51,8	53,4
Ácidos graxos monoinsaturados (AGMI)	9,1	12,8	15,5	17,5
Ácidos graxos poli-insaturados (AGPI)	37,5	36,9	36,3	35,8
Ácidos graxos desejáveis (AGD)	62,2	60,1	58,6	57,4
Ácidos graxos essenciais (AGE)	36,0	35,7	35,3	34,9

Após o abate, as carcaças foram levadas à câmara fria e mantidas por 24 horas em temperatura de 4°C. Decorridas 24 horas *post mortem*, o músculo *Longissimus dorsi* (1ª a 12ª costela) foi retirado das meias-carcaças esquerdas e dividido em três pedaços para a realização das análises de composição química, sensorial e perfil dos ácidos graxos. As amostras foram identificadas, embaladas a vácuo, acondicionadas em recipientes de poliestireno expandido (isopor), a fim de evitar efeito direto de iluminação e frio, e armazenadas a -20°C, em câmara frigorífica.

Para a análise da composição química, as amostras foram descongeladas em geladeira convencional por 24 horas e após toaleta, com a retirada de tecido conectivo, realizou-se trituração em liquidificador doméstico até a obtenção de uma massa homogênea. Foram determinados os teores de umidade por secagem em estufa a 105°C por 24 horas, cinzas por incineração em mufla a 550°C durante 10 horas, e nitrogênio, pelo método de Kjeldahl, utilizando-se o fator 6,25 para a conversão do nitrogênio em proteína. Todos os constituintes foram quantificados segundo metodologia descrita pela AOAC (2000). A gordura foi extraída com clorofórmio e metanol de acordo com Folch et al. (1957).

Na determinação do perfil dos ácidos graxos, a extração lipídica foi realizada conforme metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959), enquanto a metilação dos ácidos graxos seguiu o procedimento proposto por Hartman e Lago (1986). A identificação e quantificação dos ésteres de ácidos graxos foram obtidas por cromatografia gasosa acoplada ao espectrofotômetro de massas (CG/EM), modelo Shimadzu CG 17A, com detector seletivo de massa, modelo QP 5000 (Schimadzu). As condições de operação do cromatógrafo a gás foram: coluna capilar de sílica fundida (60 m x 0,25 mm) com fase estacionária DB-5, tendo hélio como gás de arraste, pressão interna da coluna de 126 kPa, razão de split de 1:20, fluxo de gás na coluna de 1,2 mL/min, temperatura do injetor e do detector, respectivamente, de 240 e 260°C. A temperatura inicial da coluna foi de 140°C durante cinco minutos, seguida de um incremento de 4°C/min até atingir 240°C, sendo mantida constante por 15 minutos. Os ácidos graxos foram identificados por meio de comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos com os obtidos a partir do padrão (Supelco). Os resultados foram expressos em porcentagem em relação à área total ocupada pelos ácidos graxos.

A soma dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), essenciais (AGE) e desejáveis (AGD), além das relações AGPI:AGS,  $(C_{18:0}+C_{18:1}):C_{16:0}$  e h:H foram utilizadas como índices de qualidade nutricional da gordura intramuscular da carne. Os AGD correspondem à soma dos ácidos  $C_{18}$  (Rhee, 1992), enquanto os AGE referem-se à soma dos ácidos linoléico ( $C_{18:2}$ ) e linolênico ( $C_{18:3}$ ). A relação h:H refere-se aos ácidos graxos hipocolesterolêmicos (h) e hipercolesterolêmicos (H) e foi obtida pela equação,  $h:H = (C_{18:1} \text{ cis} + C_{18:2} + C_{18:3} + C_{20:1} + C_{20:2} + C_{22:1}) / (C_{14:0} + C_{16:0})$ .

A avaliação sensorial foi efetuada por meio de análise descritiva quantitativa (ADQ), sendo escolhidos importantes atributos para descrever a qualidade da carne cozida, a saber: odor, cor, dureza, suculência, sabor e avaliação global. Os testes sensoriais foram efetuados por equipe de 10 provadores treinados conforme metodologia adaptada de Chaves (2005), e formada por cinco homens e cinco mulheres, com dois indivíduos entre 15 e 20 anos, seis entre 21 e 30, um entre 31 e 40 e um com idade superior a 41 anos. Cada atributo foi avaliado por meio de uma escala não estruturada de nove centímetros, ancorada nas extremidades com termos que expressaram intensidade (pouco e muito).

Após o descongelamento, as amostras foram cortadas em pedaços de, aproximadamente, dois a três centímetros, e assadas em *grill* elétrico pré-aquecido a 120°C, até que a temperatura, monitorada por um termômetro digital (Delta OHM modelo HD 9218, Caselle di Selvazzano, Itália), atingisse 71°C no centro geométrico da carne, fato ocorrido após oito minutos de permanência das amostras no *grill* (quatro minutos para cada lado). As amostras, após cozimento, foram envolvidas em papel alumínio, colocadas em béqueres e conservadas em banho-maria, à temperatura de 56°C até o momento da avaliação pelos provadores. Não houve adição de condimentos ou sal.

Cada provador submeteu-se a três sessões, recebendo, em cada uma delas, uma amostra de cada tratamento experimental (níveis de palma forrageira) em recipientes

plásticos providos de tampa, codificados com números aleatórios de quatro dígitos e distribuídos ao acaso na cabine. Os testes foram realizados em cabines individuais, sob condições de temperatura ambiente e iluminação controlada. Fichas de avaliação (Quadro1) e definição de cada atributo (Quadro 2) foram entregues, nas três sessões, juntamente com as amostras.

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2008

Você está recebendo um pedaço de uma amostra de carne OVINA. Por favor, abra o recipiente e colocando um traço vertical

- Avalie o ODOR da carne na escala correspondente.
- Avalie as amostras em relação à COR na escala correspondente.
- Coloque o pedaço entre os dentes molares e dê a 1ª mordida. Avalie a intensidade percebida para DUREZA na escala correspondente.
- Depois continue mastigando e, após a 5ª mastigada, avalie a SUCULÊNCIA.
- Avalie a intensidade do SABOR percebida na escala correspondente.
- Por fim, na AVALIAÇÃO GLOBAL, classifique as amostras quanto à sua preferência na escala correspondente.

ODOR | \_\_\_\_\_ |  
fraco | | forte

COR | \_\_\_\_\_ |  
marrom pardo | | marrom pardo  
claro | | escuro

DUREZA | \_\_\_\_\_ |  
macia | | dura

SUCULÊNCIA | \_\_\_\_\_ |  
seca | | succulenta

SABOR | \_\_\_\_\_ |  
fraco | | forte

AVALIAÇÃO GLOBAL | \_\_\_\_\_ |  
desgosto | | gosto  
extremamente | | extremamente

Comentários: \_\_\_\_\_

Quadro 1. Modelo da ficha para a avaliação dos atributos da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Atributo	Definição	Referência	
		Pouca	Muita
Odor	Propriedade organoléptica perceptível pelo órgão olfativo quando certas substâncias voláteis são aspiradas.		
Dureza	Força necessária para comprimir um pedaço de carne entre os dentes molares, avaliada na primeira mordida.	Filé mignon	Peito bovino
Suculência	Percepção da quantidade de líquido liberado da amostra de carne na boca, após a 5ª mastigada.	Lagarto	Filé mignon
Sabor	É a experiência mista, mas unitária, de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação.		Picanha Alcatra Costela
Avaliação Global	Soma dos atributos de qualidade que contribuirão na determinação do grau de aceitação do produto.	Peito bovino	Picanha Maminha

Quadro 2. Modelo da ficha de instrução para a avaliação dos atributos

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando o efeito dos tratamentos foi significativo ( $P < 0,07$ ), realizou-se análise de regressão em função dos níveis de palma na dieta. Na análise sensorial, foi calculada a média de cada atributo por provador para cada uma das dietas, totalizando 10 repetições (10 provadores) para cada nível de inclusão de palma. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi calculado pela relação entre a soma de quadrado da dieta e a soma de quadrado devido à regressão. Foram realizadas análises de correlação entre as variáveis. Os dados foram analisados com o auxílio computacional do programa SAEG (UFV, 2001).

## Resultados e Discussão

A avaliação da composição química assume importância fundamental no aspecto qualitativo, tendo em vista que a carne é um componente de elevado valor biológico na dieta humana. Foi observado efeito linear crescente do nível de palma sobre a concentração de água no músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 2), com aumento de 13,7 mg/100 g para

cada unidade de aumento de palma na dieta. Madruga et al. (2005), avaliando quatro volumosos em dietas para cordeiros Santa Inês, observaram que a carne dos animais alimentados com palma forrageira apresentaram maior conteúdo em umidade e menor em gordura.

O conteúdo de proteína sofreu efeito quadrático com valor mínimo de 22,14% no nível de 36,25% de inclusão de palma. Quando comparado com o peso corporal final, verifica-se comportamento inverso, ou seja, à medida que o peso corporal aumenta (valor máximo de 34,25 kg para o nível de 38,13% de palma na dieta), observa-se uma redução no teor de proteína, corroborando com Bonagurio et al. (2004) e Silva Sobrinho (2008) os quais reportaram que, com o aumento do peso corporal, constata-se uma redução no conteúdo de proteína.

Tabela 2

Composição química do músculo (g/100 g) *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira na dieta

Variável	Nível de palma (% MS)				EPM	Equação de regressão	Probabilidade		R <sup>2</sup>
	0,0	28,6	50,5	67,9			L	Q	
Umidade	73,96	73,53	75,07	74,51	0,20	$\hat{Y} = 73,7801 + 0,01366X$	*	ns	0,37
Proteína	24,04	21,99	22,78	23,53	0,31	$\hat{Y} = 23,9824 - 0,1015X + 0,0014X^2$	ns	*	0,93
Lipídeos	3,42	3,60	3,42	3,39	0,07	$\hat{Y} = 3,4586$	ns	ns	-
Cinzas	1,10	1,05	1,04	1,01	0,01	$\hat{Y} = 1,0953 - 0,0012X$	**	ns	0,96

EPM = erro padrão da média; X = nível de palma na dieta; L = efeitos linear; Q = efeito quadrático; \* P<0,07; \*\* P<0,01; ns = não significativo (P>0,07); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

As cinzas foram influenciadas negativamente pela inclusão de palma, apresentando o maior nível de inclusão (67,9%), um conteúdo 8,18% inferior ao menor (0,0%). A equação

de regressão demonstra que houve uma redução de 1,2 mg de cinzas/100 g para cada unidade de aumento no nível de palma na dieta. Uma vez que a erva-sal é um alimento rico em sódio, potássio, cloro e enxofre, além de cálcio e magnésio (Ben Salem et al., 2002b; Thomas et al., 2007), sua maior participação, na dieta sem palma (48,1% da matéria seca), contribuiu para elevar o conteúdo de minerais da carne.

O conteúdo de lipídeos não foi influenciado pelos níveis de palma, provavelmente, devido aos pesos corporais finais (PCFi) terem apresentado pouca variação, ou seja, 9,49% (31,41 a 34,39 kg), sendo insuficientes para promover diferenças na deposição de gordura, especialmente, intramuscular (marmoreio). De acordo com Garcia et al. (2000), existem evidências de que cordeiros da raça Santa Inês, quando terminados em confinamento, apresentam potencial para produção de carne com reduzida quantidade de gordura, o que pode explicar as concentrações totais de lipídeos encontrados neste estudo.

O músculo *Longissimus dorsi* apresentou valores de composição química de  $74,28 \pm 1,25$ ,  $23,11 \pm 1,99$ ,  $1,05 \pm 0,07$  e  $3,45 \pm 0,45$  g/100 g, respectivamente, para umidade, proteína, cinzas e lipídeos, sendo semelhantes aos encontrados por Madruga et al. (2006) em cordeiros Santa Inês alimentados à vontade, com uma dieta constituída por feno de maniçoba, milho, farelo de soja e suplemento mineral ( $75,03 \pm 0,58$ ;  $22,12 \pm 0,47$ ;  $1,10 \pm 0,05$  e  $2,86 \pm 0,46$  g/100 g, respectivamente).

A qualidade da carne não é determinada, todavia, apenas por sua composição tecidual ou química. Nos dias atuais, além da quantidade de gordura, a qualidade, no que se refere ao conteúdo em ácidos graxos, tem sido motivo de grande interesse por suas implicações para a saúde humana e característica do produto. Verifica-se, na Tabela 3, que das somas e relações avaliadas, apenas a soma dos ácidos graxos *trans* foi influenciada pelo nível de palma na dieta.

Observando as Tabelas 1 e 3, tem-se que a proporção dos ácidos graxos insaturados (AGI) e desejáveis (AGD), no músculo *Longissimus dorsi*, aumentou levemente em relação à da dieta, justificado pelo incremento no conteúdo de C<sub>18:1</sub> n9, resultante da dessaturação e conversão, no rúmen, do ácido C<sub>18:0</sub> pela enzima Δ<sup>9</sup>-dessaturase, assim como pela elongação dos ácidos C<sub>16:0</sub> e C<sub>16:1</sub> (De Smet et al., 2004) . Por sua vez, foi encontrada redução em torno de 91,2% no conteúdo dos ácidos graxos essenciais (AGE), como resultado da biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI).

Tabela 3

Qualidade nutricional da gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira

Variável	Nível de palma (%MS)				EPM	Equação de regressão	Probabilidade		R <sup>2</sup>
	0,0	28,6	50,5	67,9			L	Q	
<i>Soma dos ácidos graxos (% do total de ácidos graxos)</i>									
Insaturados	52,59	51,78	55,69	54,23	0,70	$\hat{Y} = 53,571$	ns	ns	-
Essenciais	3,65	2,60	3,12	2,42	0,22	$\hat{Y} = 2,944$	ns	ns	-
Desejáveis	65,45	64,68	65,86	66,23	0,59	$\hat{Y} = 65,556$	ns	ns	-
<i>Trans</i>	5,60	4,48	3,61	3,07	0,30	$\hat{Y} = 5,574 - 0,038X$	**	ns	0,99
<i>Relações</i>									
(C <sub>18:0</sub> + C <sub>18:1</sub> )/C <sub>16:0</sub>	2,32	2,26	2,41	2,44	0,06	$\hat{Y} = 2,357$	ns	ns	-
AGPI:AGS	0,10	0,07	0,09	0,07	0,01	$\hat{Y} = 0,084$	ns	ns	-
h:H	1,68	1,59	1,79	1,74	0,05	$\hat{Y} = 1,702$	ns	ns	-

AGPI = ácidos graxos poli-insaturados; AGS = ácidos graxos saturados; h = ácidos graxos hipocolesterolêmicos ; H = ácidos graxos hipercolesterolêmicos; EPM = erro padrão da média; X = nível de palma na dieta; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; \*\* P<0,001; ns = não significativo (P>0,07); R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

$$h:H = (C_{18:1} \textit{ cis} + C_{18:2} + C_{18:3} + C_{20:1} + C_{20:2} + C_{22:1}) / (C_{14:0} + C_{16:0}).$$

Os AGI totalizaram mais da metade do total dos ácidos graxos identificados ( $53,57 \pm 4,34\%$ ). As médias obtidas, neste estudo, foram superiores às reportadas por Perez et al. (2002) e Madruga et al. (2008b) para cordeiros Santa Inês, cujos valores variaram de 52,52 a 53,70% e 44,54 a 51,22%, respectivamente.

As médias dos AGD (64,68 a 66,23%) foram inferiores às relatadas por Madruga et al. (2005; 2008b) em cordeiros Santa Inês, cuja variação foi de 70,27 a 72,48% e 67,79 a 75,41%, respectivamente. Rhee (1992) classificou algumas carnes pelas concentrações de ácidos graxos indesejáveis (elevam potencialmente o colesterol plasmático) e desejáveis (apresentam efeitos neutros ou reduzem o colesterol) e relatou que os AGD, na carne de ovinos, variaram de 64 a 72%.

Os AGE apresentaram valores entre 2,42 e 3,65% do total dos ácidos graxos identificados, bastante inferiores aos reportados por Partida et al. (2007), Bessa et al. (2008) e Madruga et al. (2008b), de 8,37 a 9,16%; 11,01 a 17,41% e 10,40 a 13,53%, respectivamente. De acordo com Beam et al. (2000), para a maioria das dietas, 70 a 95% e 85 a 100%, respectivamente, dos ácidos linoléico e linolênico são biohidrogenados no rúmen. A média obtida neste trabalho, para os AGE ( $2,94 \pm 1,39\%$ ), mediante a utilização de até 52,0% de concentrado da dieta, está de acordo com Doreau e Ferlay (1994), que relataram que o grau de hidrogenação dos ácidos linoléico e linolênico é quase total em dietas com menos de 70% de concentrado.

A porcentagem de ácidos graxos *trans* (AGT) correlacionou-se negativamente ( $r = -0,52$ ) com o nível de palma, apresentando redução de 0,04% para cada unidade de inclusão de palma na dieta. Entre as dietas com nível mínimo (0,0%) e máximo (67,9%) de palma, foi observada diminuição de 45,2% no conteúdo de AGT, e as médias obtidas estão dentro

dos limites relatados por Doyle (1997), de que, aproximadamente, três a 5% dos ácidos graxos do leite e carne de bovinos, ovinos e caprinos são isômeros *trans*.

O conteúdo de forragem da dieta influi na quantidade e proporção de isômeros C<sub>18:1</sub> *trans* que alcançam o intestino delgado. Quando a proporção de forragem diminui, ocorre aumento do fluxo de isômeros C<sub>18:1</sub> *trans* para o intestino (Piperova et al., 2002), fato confirmado pela maior representatividade de AGT (5,60%) na dieta com menor participação de volumoso (0,0% de palma).

O consumo de ácidos graxos *trans* tem sido associado ao aumento do colesterol ligado às lipoproteínas de baixa densidade (LDL); Nuernberg et al. (2005), no entanto, descreveram que não foi demonstrado, até o momento, qual isômero seria o responsável pelos efeitos negativos sobre os lipídeos sanguíneos, havendo alguma evidência de que o isômero dominante nos produtos de animais ruminantes (C<sub>18:1</sub> *trans*) não constitui fator de risco significativo para as doenças cardiovasculares, comparado com os ácidos graxos *trans* provenientes do processo de hidrogenação de óleos. Semma (2002) relatou que a quantidade de ácidos graxos *trans*, em alimentos que contêm óleos hidrogenados, varia de zero a 34,9%. Além disso, o C<sub>18:1</sub> *trans* é o substrato para a síntese *de novo* de ácido linoléico conjugado (ALC) em homens e animais (Grinari et al., 2000).

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada pelas relações obtidas a partir da composição da carne em ácidos graxos. Rhee (1992) e Banskalieva et al. (2000) defendem que a relação (C<sub>18:0</sub>+C<sub>18:1</sub>)/C<sub>16:0</sub> descreve os prováveis efeitos benéficos dos diferentes lipídeos encontrados na carne, com valores de 2,1 a 2,8 para a carne ovina. No presente trabalho, essa relação variou de 2,32 a 2,44. Madruga et al. (2005; 2008a), trabalhando com diferentes dietas para cordeiros da raça Santa Inês encontraram valores superiores, de 2,53 a 2,76 e 3,02 a 3,84, respectivamente, enquanto Costa et al. (2009a)

relataram média inferior de 2,20, em cordeiros Santa Inês alimentados com dois níveis diferentes de energia metabolizável (2,5 e 3,0 Mcal /kg de MS).

A relação AGPI:AGS apresentou média de  $0,08 \pm 0,05$ , inferior à recomendada pelo *Department of Health* (1994) para a dieta humana ( $> 0,45$ ). Gorduras que apresentam baixa relação AGPI:AGS têm sido consideradas desfavoráveis porque podem induzir a hipercolesterolemia. Todavia, a relação h:H (hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos), baseada nos efeitos funcionais dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol, permite uma melhor avaliação, uma vez que o ácido esteárico ( $C_{18:0}$ ), apesar de saturado, não incrementa o colesterol sanguíneo; além disto, também considera benéficos os efeitos dos ácidos graxos monoinsaturados. Os resultados encontrados para essa relação (1,59 a 1,79) foram menores do que o mencionado por Santos-Silva et al. (2003) para o *Longissimus thoracis* (2,11), mas demonstram que a inclusão de palma nas dietas resultou em carne de qualidade para o consumo humano, uma vez que a média dos ácidos graxos hipocolesterolêmicos foi 70,2% superior àquela observada para os hipercolesterolêmicos.

Na avaliação sensorial, nenhum dos atributos foi influenciado pelo nível de palma (Tabela 4) e, de maneira geral, apresentaram-se homogêneos, provavelmente, devido à similaridade no conteúdo de lipídeos, o qual se encontra associado a características sensoriais relevantes para o consumidor, tais como maciez e suculência (Costa et al., 2008; Muchenje et al., 2008).

Maciez e suculência são atributos considerados fundamentais na determinação da qualidade da carne, fato que pode ser comprovado pela correlação positiva encontrada entre suculência e avaliação global ( $r = 0,62$ ) e os valores atribuídos à dureza da carne (2,42 a 2,84). Monte et al. (2007) observaram que o sabor e aroma característicos da carne de cada espécie relacionam-se com o teor de gordura no músculo, e Costa et al. (2008), avaliando o perfil sensorial da carne de cabritos da raça *Blanca Serrana Andaluza*,

relataram que o odor foi mais evidente nas amostras de carne com maior conteúdo de lipídeos.

Tabela 4

Avaliação sensorial do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira na dieta

Atributo	Nível de palma (%MS)				EPM	Equação de regressão	Probabilidade	
	0,0	26,8	50,5	67,9			L	Q
Odor	3,81	3,59	3,29	3,17	0,16	$\hat{Y} = 3,465$	ns	ns
Cor	2,65	2,07	2,10	1,94	0,16	$\hat{Y} = 2,189$	ns	ns
Dureza	2,73	2,42	2,68	2,84	0,13	$\hat{Y} = 2,669$	ns	ns
Suculência	5,73	5,87	5,88	5,76	0,12	$\hat{Y} = 5,811$	ns	ns
Sabor	3,66	3,80	3,94	3,22	0,20	$\hat{Y} = 3,655$	ns	ns
Avaliação global	5,79	5,64	5,68	5,61	0,10	$\hat{Y} = 5,683$	ns	ns

Escala variando de 0 (pouco) a 9 (muito).

EPM = erro padrão da média; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; ns = não significativo ( $P > 0,07$ ).

A cor da carne cozida foi o atributo que apresentou maior variação (36,6%), mas dentro do padrão de cozimento adequado, o qual, segundo King e White (2006), produz a cor marrom e suas tonalidades. Animais selecionados para maior espessura de gordura, tendem a produzir uma gordura mais clara (Sañudo et al., 1998), refletindo, assim, sobre a impressão visual do avaliador.

Partida et al. (2007) propuseram que o efeito da gordura sobre a maciez poderia estar relacionado com a quantidade de gordura intramuscular. Segundo esses autores, se a quantidade for pequena e não exceder 10 g/kg, pode comprometer a qualidade sensorial da

carne. O conteúdo de lipídeos obtido neste trabalho variou de 33,9 a 36,0 g/kg de carne; considerando que os atributos sensoriais foram avaliados por meio de uma escala de nove centímetros, onde, quanto mais próximo do zero, menos intensa é a característica avaliada, os valores médios conferidos para odor, cor, dureza, suculência, sabor e avaliação global permitem classificar a carne como macia, suculenta, sem odor e sabor fortes, e inferir que os níveis de palma em dietas completas à base de feno de erva-sal, para cordeiros Santa Inês em confinamento, no que concerne a aspectos sensoriais, possibilitaram a produção de carne com atributos decisivos na aceitabilidade do produto pelo consumidor, em especial, maciez, suculência e avaliação global.

Resultados anteriores evidenciaram que ovinos alimentados com erva-sal, com ou sem suplementação, produziram carne com aroma mais forte (Hopkins e Nicholson, 1999), ou ainda, mais magra, saborosa e suculenta (Pearce et al., 2008a), fato não observado para a dieta sem palma forrageira, a qual foi constituída por 48,1% de feno de erva-sal na matéria seca. Pearce et al. (2008b) relataram que a oferta de erva-sal, na forma de feno, pode ter reduzido ou alterado os compostos responsáveis por variações no sabor e aroma ou, ainda, que a duração do período experimental não tenha sido suficiente para ter havido deposição de compostos aromáticos na gordura e carne magra.

Ressalta-se, todavia, que amostras de carne provenientes da dieta, com maior inclusão de feno de erva-sal (0,0% de palma), foram assinaladas por alguns provadores como tendo o conteúdo de sal adequado, apesar de não ter havido adição de condimentos ou de sal em seu preparo.

O consumo alimentar dos países desenvolvidos está se caracterizando por incluir, entre suas principais preocupações, a salubridade alimentar, entendida como a preocupação dos consumidores pela influência que sua alimentação pode exercer sobre a saúde. No Brasil, essa inquietação é menor, pelo menos em alguns setores; todavia, sua tendência é

incrementar-se, como está ocorrendo nos países de elevado poder econômico. De fato, já começou a manifestar-se, em termos gerais, o aumento da demanda por produtos alimentícios de qualidade e, de forma particular, em alguns setores produtivos como o de carne fresca.

## **Conclusões**

A carne, especialmente de animais ruminantes, continua sendo um tipo de alimento atraente para o consumidor, principalmente, devido às características de qualidade sensorial, como cor, maciez e suculência. A utilização de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) para terminação de cordeiros em confinamento até o nível de 67,9% da matéria seca, em dietas balanceadas à base de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.), apresenta-se como alternativa para produzir carnes, sem comprometer aspectos de qualidade relacionados à composição centesimal, fração lipídica e características sensoriais.

## Referências Bibliográficas

- Abu-Zanat, M.M.W., Tabbaa, M.J., 2006. Effect of feeding *Atriplex* browse to lactating ewes on milk yield and growth rate of their lambs. *Small Rumin. Res.* (64) 152–161.
- Alfaia, C.M.M., Ribeiro, V.S.S., Lourenço, M.R.A., Quaresma, M.A.G., Martins, S.I.V., Portugal, A.P.V., Fontes, C.M.G.A., Bessa, R.J.B., Castro, M.L.F., Prates, J.A.M., 2006. Fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and cholesterol in beef from crossbred bullocks intensively produced and from Alentejana purebred bullocks reared according to Carnalentejana-PDO specifications. *Meat Sci.* (72) 425-436.
- Association of Official Analytical Chemists - AOAC., 2000. Official methods of analysis. 19. ed., Washington, D.C., 1219 pp.
- Atti, N., Mahouachi, M., Rouissi, H., 2006. The effect of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) supplementation on growth, carcass, meat quality and fatty acid composition of male goat kids. *Meat Sci.* (73) 229–235.
- Banskalieva, V., Sahlub, T., Goetsch, A.L., 2000. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. *Small Rumin. Res.* (37) 255-268.
- Batista, A.M., Mustafá, A.F., McAllister, T., Soita, H., McKinnon, J.J., 2003. Effects of variety of chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. *J. Sci. Food Agric.* (83) 440 – 445
- Beam, T.M., Jenkins, T.C., Moate, P.J., Kohn, R.A., Palmquist, D.L., 2000. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *J. Dairy Sci.* (83) 2564-2573.

- Ben Salem, H., Abdouli, H., Nefzaoui, A., El-Mastouri, A., Ben Salem, L., 2005. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) pads. *Small Rumin. Res.* (59) 229–237.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Abdouli, H., Orskov, E.R., 1996. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep fed straw-based diets. *Anim. Sci.* (62) 293–299.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, L., 2002a. *Opuntia ficus-indica* F. *inermis* and *Atriplex nummularia* L.: two complementary fodder shrubs for sheep and goats. In: A. Nefzaoui & P. Inglese (Eds.), *Proc. 4<sup>th</sup> IC on Cactus Pear and Cochineal*. *Acta Hort* (581) 333-341.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, L., 2002b. Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus indica* f. *inermis* and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.* (96) 15–30.
- Bessa, R.J.B., Lourenço, M., Portugal, P.V., Santos-Silva, J., 2008. Effects of previous diet and duration of soybean oil supplementation on light lambs carcass composition, meat quality and fatty acid composition, *Meat Sci.* (80) 1100-1105.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J., 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* (37) 911-917.
- Bonagurio, S., Pérez, J.R.O., Furusho-Garcia, I.F., Santos, C.L., Lima, A.L., 2004. Composição centesimal da carne de cordeiros Santa Inês puros e de seus mestiços com texel abatidos com diferentes pesos (Meat centesimal composition of purebred Santa Inês lambs and its crosses with texel, slaughtered at different weights). *Brazilian J. Anim. Sci.* (33) 2387-2393.

- Chaves, J.B.P., 2005. Métodos de diferença em avaliação sensorial de alimentos e bebidas. Caderno Didático 33, Editora UFV, 91 pp.
- Costa, R.G., Batista, A.S.M., Azevedo, P.S., Queiroga, R.C.R.E., Madruga, M.S., Araújo Filho, J.T., 2009a. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. *Brazilian J. Anim. Sci.* (38) 532-538.
- Costa, R.G., Beltrão Filho, E.M., Medeiros, A.N., Givisiez, P.E.N., queiroga, R.C.R.E., Melo, A.A.S., 2009b. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. *Small Rumin. Res.* (82) 62-65.
- Costa, R.G., Galán, H., Camacho, M.E.V., Vallecillo, A., Delgado, J.V.B., Argüello, A.H., 2008. Perfil sensorial de la carne de cabritos de la raza Blanca Serrana Andaluza (Sensorial characteristics of the Blanca Serrana Andaluza goat meat). *Arch. Zootec.* (57) 67-70.
- De Kock, G.C., 2001. The use of *Opuntia* as a fodder source in arid areas of South Africa. In: Mondragon, C., Gonzalez, S. (Eds.), *Cactus (Opuntia spp.) as Forage*, vol. 169. FAO Plant Production and Protection Paper, 73–90 pp.
- De Smet, S., Raes, K., Demeyer, D., 2004. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. *Anim. Research* (53) 81–98.
- Demeyer, D.; Doreau, M., 1999. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. *Proc.Nutr. Soc.* (58) 593-607.
- Department of Health, 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects, H.M. Stationery Office, London, nº 46.
- Doreau, M., Ferlay, A., 1996. Digestion and utilization of fatty-acids by ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* (45) 379-396.
- Doyle, E., 1997. *Trans Fatty Acids*. *J. Chem. Educ.* (74) 1030-1032.

- du Toit, C.J.L., van Niekerk, W.A., Rethman, N.F.G., Coertze, R.J., 2004. The effect of type and level of carbohydrate supplementation on intake and digestibility of *Atriplex nummularia* cv. De Kock. S. Afr. J. Anim. Sci. (34) 35-37.
- Folch, J., Fess, M., Stanley, G.H.S., 1957. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biolog. Chem. (226) 497-509.
- Garcia, I.F.F., Perez, J.R.O., Oliveira, M.V., 2000. Características de carcaça de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês Puros, terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta (Carcass characteristics of Texel x Bergamacia, Texel x Santa Inês and Pure Santa Inês Lambs, finished in confinement with coffee hull as a part of the diet). Brazilian J. Anim. Sci. (29) 253-260.
- Griinari, J.I., Corl, B.A., Lacy, S.H., Chouinard, P.Y., Nurmela, K.V.V., Bauman, D.E., 2000. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by  $\Delta^9$ -desaturase. J. Nut. (130) 2285-2291.
- Hartman, L., Lago, R.C.A., 1986. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. London: Laboratory Practice., (22) 475-476.
- Hopkins, D.L., Nicholson, A. 1999. Meat quality of wether lambs grazed on either saltbush (*Atriplex nummularia*) plus supplements or lucerne (*Medicago sativa*). Meat Sci. (51) 91-95.
- King, N.J., Whyte, R., 2006. Does It Look Cooked? A review of factors that influence cooked meat color. J. Food Sci. (71) 31-40.
- Madruga, M.S., Araújo, W.O., Sousa, W.H., César, M.F., Galvão, M.S., Cunha, M.G.C., 2006. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros (Effect of genotype and sex on chemical composition and fatty acid profile of sheep meat). Brazilian J. Anim. Sci. (35) 1838-1844.

- Madruga, M.S., Costa, R.G., Silva, A.M., Marques, A.V.M.S., Cavalcanti, R.N., Narain, N., Albuquerque, C.L.C., Lira Filho, G.E., 2008a. Effect of silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) feeding on the physical and chemical quality of *Longissimus dorsi* muscle of Santa Inês lambs. *Meat Sci.* (78) 469-474.
- Madruga, M.S., Sousa, W.H., Rosales, M.D., Cunha, M.G.C., Ramos, J.L.F., 2005. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas (Quality of Santa Inês lamb meat terminated with different diets). *Brazilian J. Anim. Sci.* (34) 309-315.
- Madruga, M.S., Vieira, T.R.L., Cunha, M.G.G., Pereira Filho, J.M., Queiroga, R.C.R.E., Sousa, W.H., 2008b. 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 (Effect of diets with increasing levels of whole cotton seed on chemical composition and fatty acid profile of Santa Inês lamb meat). *Brazilian J. Anim. Sci.* (37) 1496-1502.
- Mahgoub, O., Khanb, A.J., Almaqbalya, R.S., Al-Sabahi, J.N., Annamalai, K., Al-Sakry, N.M., 2002. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. *Meat Sci.* (61) 381-387.
- Mattos, L.M.E., Ferreira, M.A., Santos, D.C., 2000. Association of cactus pear (*Opuntia ficus indica* Miller) with different fiber sources for feeding 5/8 Holstein/Zebu lactating cows. *Brazilian J. Anim. Sci.* (29) 2128–2134.
- Monte, A.L.S., Selaive-Villarroel, A.B., Garruti, D.S., Zapata, J.F.F., Borges, A.S., 2007. Parâmetros físicos e sensoriais de qualidade da carne de cabritos mestiços de diferentes grupos genéticos (Physical and sensory quality parameters of the meat of crossbred goat kids of different genetic groups). *Ciência e Tecnologia dos Alimentos* (27) 787-792.

- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo<sup>1</sup>, M., Strydom, P.E., Hugo, A., Raats, J.G., 2008. Sensory evaluation and its relationship to physical meat quality attributes of beef from Nguni and Bonsmara steers raised on natural pasture. *Animal* (2) 1700-1706.
- Nefzaoui, A. [1996]. The Integration of Fodder Shrubs and Cactus in the Feeding of Small Ruminants in the Arid Zones of North Africa. In: *Livestock Feed Resources within Integrated Farming Systems*, < URL: <http://www.fao.org/AG/againfo/resources/documents/frg/conf96pdf/nefzaoui.pdf> > [online]. Accessed Oct. 23, 2007.
- Nefzaoui, A., Ben Salem, H., 2001. *Opuntia* spp.: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the WANA region. In: Mondragon, C., Gonzalez, S. (Eds.), *Cactus (Opuntia spp.) as Forage*, vol. 169. FAO Plant Production and Protection Paper, pp.
- Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N.D., Wood, J.D., Nute, G.R., Richardson, R.I., 2005. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of *Longissimus* muscle in different cattle breeds. *Livest. Prod. Sci.* (94) 137– 147.
- Partida, J.A., Olleta, J.L., Sañudo, C., Albert, P., Campo, M.M., 2007. Fatty acid composition and sensory traits of beef fed palm oil supplements. *Meat Sci.* (76) 444– 454.
- Pearce, K.L., Norman, H.C., Wilmot, M., Rintoul, A., Pethick, D.W., Masters, D.G., 2008a. The effect of grazing saltbush with a barley supplement on the carcass and eating quality of sheepmeat. *Meat Sci.* (79) 344–354.
- Pearce, K.L., Pethick, D.W., Masters, D.G., 2008b. The effect of ingesting a saltbush and barley ration on the carcass and eating quality of sheepmeat. *Animal* (2) 479-490.

- Perez, J.R.O., Bressan, M.C. Bragagnolo, N., Prado, O.V., Lemos, A.L.S.C., Bonagurio, S., 2002. Efeito do peso ao abate de cordeiros santa inês e bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas (Effects of different lamb breeds and their slaughter weights on cholesterol, fatty acids and proximate composition). *Ciências e Tecnologia de Alimentos* (22) 11-18.
- Piperova, L.S., Sampugna, J., Teter, B.B., Kalscheur, K.F., Yurawecz, M.P., Ku, Y., Morehouse, K.M., Erdman, R.A., 2002. Duodenal and milk *trans* octadecenoic acid and conjugated linoleic acid (CLA) isomers indicate that postabsorptive synthesis is the predominant source of *cis*-9-containing CLA in lactating dairy cows. *J. Nut.* (132) 1235-1241
- Rhee, K.S., 1992. Fatty acids in meats and meat products. In: C. K. Chow, *Fatty acids in foods and their health implications*, New York: Marcel Dekker Inc. 65-93.
- Santos-Silva, J., Bessa, R.J.B., Mendes, I.A., 2003. The effect of supplementation with expanded sunflower seed on carcass and meat quality of lambs raised on pasture. *Meat Sci.* (65) 1301–1308.
- Sañudo, C., Sanchez, A., Alfonso, M., 1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Sci.* (49) S29-S64.
- Semma, M., 2002. Trans Fatty Acids: Properties, Benefits and Risks. *J. Health Sci.* (48) 7–13.
- Silva Sobrinho, A.G., Sañudo, C., Osório, J.C.S., 2008. *Produção de carne ovina*. Jaboticabal, Ed. Funep, 228 pp.

- Souto, J.C.R., Araújo, G.G.L., Moreira, J.N., Silva, D.S., Costa, R.G., Porto, E.R., 2004. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em dietas para ovinos, com diferentes níveis de feno de erva-sal (Intake and apparent digestibility of nutrients in the sheep diets with different levels of herb salt hay (*Atriplex nummularia* Lindl.). Revista Ciência Agronômica (35) 116-122.
- Tegegne, F., Kijora, C., Peters, K.J., 2007. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. Small Rumin. Res. (72) 157–164.
- Thomas, D; Blache, D.; Revell, D., Norman, H., Vercoe, P., Durnic, Z., Digby, S., Mayberry, Di, Chadwick, M., Sillence, M., Masters, D., [2007]. Management of livestock fed high salt diets, < URL: [http://www.agric.wa.gov.au/content/aap/ALU\\_2007\\_DeanThomasv2.pdf#search='csiro'](http://www.agric.wa.gov.au/content/aap/ALU_2007_DeanThomasv2.pdf#search='csiro') > [online]. Accessed Sep. 07, 2008.
- Universidade Federal de Viçosa - UFV., 2001. Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG. Viçosa, MG, Ed. UFV, 301pp.

## **Considerações Finais**

O potencial da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill), como alimento em dietas balanceadas para a produção de cordeiros em confinamento e, não mais, como alternativa de sobrevivência de animais ruminantes, foi demonstrado ao longo deste trabalho.

É importante ressaltar que o nível de palma na dieta de cordeiros, para a obtenção de produtos de qualidade, será diferente para cada estágio da cadeia produtiva, uma vez que, para aqueles que trabalham com terminação/acabamento, qualidade consiste no máximo rendimento de carcaça. Para frigoríficos, qualidade implica em um elevado rendimento em cortes, principalmente, perna e lombo, enquanto, no açougue, tal conceito incide em aparência e longevidade do produto na prateleira. Finalmente, para o consumidor brasileiro, qualidade é, principalmente, preço, embora já se perceba uma demanda por sanidade e aspectos organolépticos como cor, maciez e sabor.

As relações entre nutrição e saúde humana têm sido estudadas extensamente nos últimos anos, como consequência da crescente preocupação dos consumidores dos países ocidentais por salubridade alimentar e, também, pelas possibilidades de utilização da dieta como veículo para a ingestão de nutrientes que têm demonstrado efeitos favoráveis na prevenção e controle de enfermidades. Desse ponto de vista, a carne de animais ruminantes tem sido muitas vezes, indevidamente relacionada apenas com obesidade, incidência de problemas cardiovasculares e alguns tipos de tumores devido ao seu conteúdo em ácidos graxos saturados. Na verdade, o conteúdo de lipídeos na carne magra é baixo (2-3%); além disso, deve-se considerar que os lipídeos não são apenas fonte concentrada de energia para o organismo; na carne, são responsáveis pelo sabor, aroma e textura. Quando ingeridos, são também carreadores de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais, importantes para o crescimento e manutenção das funções do organismo.

Além de fatores que determinam a aceitação do produto no momento do consumo, como maciez e suculência, a oferta de uma carne que, além da qualidade nutricional, apresentar cor, maciez, suculência e sabor assegurados, e que seja apresentada pré-cortada, corretamente embalada, com certificado de origem e indicações de preparo culinário, irá influenciar o consumidor no momento da compra, suscitando confiança e fidelidade. Para isso, as pesquisas deverão ser dirigidas para toda a cadeia produtiva, a fim de gerar resultados e escolhas, além de oportunidades para produzir consistência nos aspectos qualitativos da carne ovina disponível para comercialização, mediante a utilização de alimentos adaptados à região.

No Brasil, pesquisas com feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.) ainda são incipientes; todavia, os resultados têm sido promissores. Devido ao metabolismo de minerais e à necessidade de excretar o excesso de sódio nas dietas com maiores proporções de feno de erva-sal (0,0 e 28,6% de palma na MS), foram verificados problemas de isquemia e pielonefrite (Figuras 1 e 2) nos rins dos animais alimentados com essas dietas (48,1 e 31,4% de feno, respectivamente), apesar de não ser observada sintomatologia clínica durante o período experimental, fazendo-se necessária a avaliação de sistemas alternativos de utilização de erva-sal de maneira a assegurar que seu uso não promova efeitos deletérios sobre a saúde dos cordeiros, assim como sobre a carcaça, componentes não carcaça e/ou qualidade da carne.



Figura 1 – Isquemia renal apresentada por cordeiros alimentados com dietas contendo feno de erva-sal na proporção de 31,4 e 48,1% (% da MS).

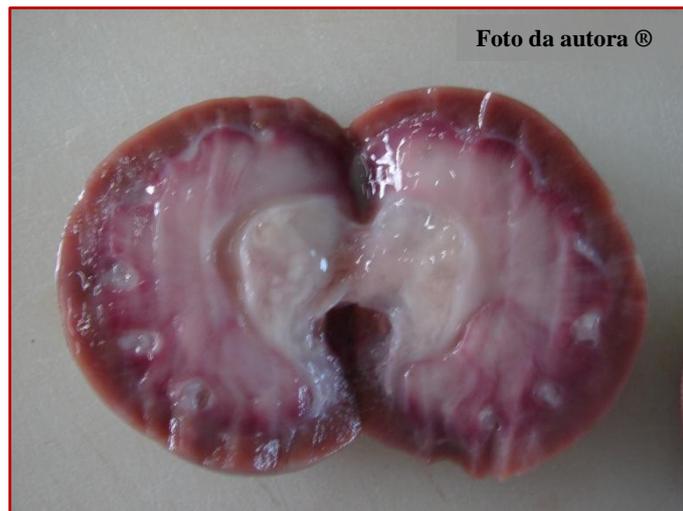


Figura 2 – Quadro de pielonefrite apresentado por cordeiros alimentados com dietas contendo feno de erva-sal na proporção de 31,4 e 48,1% (% da MS).