**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Desempenho, características da carcaça, perfil de ácidos graxos e
parâmetros ruminais de ovinos alimentados com rações contendo
polpa cítrica úmida semi despectinada e/ou polpa cítrica desidratada**

Gustavo Henrique Rodrigues

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e
Pastagens

**Piracicaba
2009**

Gustavo Henrique Rodrigues
Zootecnista

Desempenho, características da carcaça, perfil de ácidos graxos e parâmetros ruminais de ovinos alimentados com rações contendo polpa cítrica úmida semi despectinada e/ou polpa cítrica desidratada

Orientadora:
Prof.^a. Dr.^a. **IVANETE SUSIN**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e
Pastagens

**Piracicaba
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Rodrigues, Gustavo Henrique

Desempenho, características da carcaça, perfil de ácidos graxos e parâmetros ruminais de ovinos alimentados com rações contendo polpa cítrica úmida semi despectinada e/ou polpa cítrica desidratada / Gustavo Henrique Rodrigues. - - Piracicaba, 2009.
152 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Ácidos graxos 2. Alimentação animal 3. Carnes e derivados 4. Leite 5. Ovinos
6. Rúmen 7. Subprodutos para animais I. Título

CDD 636.3085
R696p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais, Adalberto e Lucila, e minha irmã Renata pelo carinho, amor, formação e incentivo e, principalmente, pela compreensão para mais esta realização pessoal e profissional.

DEDICO

À minha querida Michele pelo apoio, companheirismo, respeito, compreensão e amor imensurável dedicado às nossas vidas.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por estar em todas as etapas da minha vida.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela formação profissional e pessoal.

À Escola Superior de “Agricultura Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de mestrado e doutorado.

À Prof^a Ivanete Susin, pelo profissionalismo e atendimento às minhas solicitações e dúvidas, pela orientação, conselhos e agradável convívio.

Ao Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires pelo aprendizado e amizade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro através da bolsa de estudo.

A todos os professores do departamento de Zootecnia que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial aos professores Wilson Roberto Soares Mattos e Luiz Gustavo Nussio, pelos conhecimentos passados durante o curso e pelos exemplos de pessoa e dedicação.

Ao Prof. Severino Matias Alencar pelos conhecimentos passados, pela amizade e atenção e à Ivani Aparecida Morena a boa vontade em ajudar nas análises de ácidos graxos.

À Prof^a Carla Maris Bittar e ao Carlos César Alves, pelo apoio, paciência e amizade.

Aos funcionários do SIPOC: Adílson, Alexandre, Dito, Joseval, Marcos, Roberto e Dona Ilda, pela ajuda na condução do experimento e convivência durante toda essa jornada.

A todo o pessoal do Departamento de Zootecnia, em especial a Creide, Vera e Eleonora por atenderem as incontáveis solicitações.

A todos os estagiários, alunos e, sobretudo, amigos do SIPOC: Adilson (Gasta), Clayton (Cirilo), Diego, Evandro, Fabiane, Fumi, Marcos, Mário, Marlon, Michelle, Rafael (Amaral), Rafael (Harry Potter), Rafael (K-neco), Renato, Luciana (Sfinge) e Susana pela pacífica convivência e amizade.

Ao pessoal da Biblioteca Central, em especial a Silvia Maria Zinsly e Eliana Maria Garcia, pelas correções científicas e boa vontade em ajudar;

À Empresa CP-Kelco S.A, pelo financiamento parcial do experimento com polpa úmida semi despectinada.

Enfim, a todos, que direta ou indiretamente colaboraram para a realização desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 Caracterização da polpa cítrica	23
2.2 Polpa cítrica como fonte de energia para ruminantes em lactação	26
2.3 Efeitos da polpa cítrica na composição lipídica do leite e da carne de ruminantes ..	28
2.4 Polpa cítrica úmida semi despectinada	32
2.5 SRNS (Small Ruminant Nutrition System).....	35
Referências	37
3 PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE E DESEMPENHO DAS CRIAS DE OVELHAS SANTA INÊS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO POLPA CÍTRICA SUBSTITUINDO O MILHO	45
Resumo	45
Abstract	46
3.1 Introdução	46
3.2 Material e métodos.....	47
3.2.1 Animais e instalações experimentais.....	47
3.2.2 Período experimental e tratamentos.....	48
3.2.3 Determinação do perfil de ácidos graxos no leite	51
3.2.4 Análise estatística	52
3.3 Resultados e discussão.....	53
3.4 Conclusões.....	70
Referências	71
4 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MÚSCULO LONGISSIMUS DORSI DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM POLPA CÍTRICA	79
Resumo	79
Abstract	80
4.1 Introdução	80

4.2	Material e métodos	82
4.2.1	Período experimental e tratamentos	82
4.2.2	Determinação do perfil de ácidos graxos e composição química da carne.....	83
4.2.3	Análise estatística	84
4.3	Resultados e discussão	84
4.4	Conclusões	90
	Referências.....	91
5	DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DA CARÇA, DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E PARÂMETROS RUMINAIS DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO POLPA CÍTRICA ÚMIDA SEMI DESPECTINADA E/OU POLPA CÍTRICA DESIDRATADA.....	97
	Resumo.....	97
	Abstract.....	98
5.1	Introdução	98
5.2	Experimento 1: Desempenho e características da carcaça	100
5.2.1	Material e métodos	100
5.2.1.1	Animais e instalações experimentais	100
5.2.1.2	Período experimental e tratamentos	100
5.2.1.3	Análises laboratoriais	101
5.2.1.4	Abate dos animais e medidas das carcaças	102
5.2.1.5	Análise estatística	103
5.3	Experimento 2: Digestibilidade dos nutrientes, parâmetros ruminais e metabolismo de nitrogênio	103
5.3.1	Material e métodos	103
5.3.1.1	Animais e instalações experimentais	103
5.3.1.2	Período experimental e tratamentos	104
5.3.1.3	Colheita de dados	105
5.3.1.4	Análises laboratoriais	106
5.3.1.5	Análise estatística	108
5.4	Resultados e discussão	108
5.5	Conclusões	118

Referências	118
6 UTILIZAÇÃO DE MONOAMÔNIO FOSFATO EM RAÇÕES COM ELEVADO TEOR DE POLPA CÍTRICA PARA CORDEIROS CONFINADOS	121
Resumo	121
Abstract	122
6.1 Introdução	122
6.2 Material e métodos	124
6.2.1 Animais e instalações experimentais.....	124
6.2.2 Período experimental e tratamentos.....	124
6.2.3 Abate dos animais e medidas das carcaças	125
6.2.4 Análises laboratoriais	126
6.2.5 Análise estatística	127
6.3 Resultados e discussão.....	127
6.4 Conclusões.....	131
Referências	131
7 PREDIÇÕES DO MODELO SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM (SRNS) PARA O DESEMPENHO DE CORDEIROS E OVELHAS EM LACTAÇÃO DA RAÇA SANTA INÊS.....	135
Resumo	135
Abstract	136
7.1 Introdução	136
7.2 Material e métodos.....	137
7.3 Resultados e discussão.....	142
7.4 Conclusões.....	151
Referências	151

RESUMO

Desempenho, características da carcaça, perfil de ácidos graxos e parâmetros ruminais de ovinos alimentados com rações contendo polpa cítrica úmida semi despectinada e/ou polpa cítrica desidratada

O objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho, o perfil de ácidos graxos e os parâmetros ruminais de ovinos alimentados com co-produtos da indústria citrícola em rações contendo alta proporção de concentrado. Adicionalmente, foram comparadas as estimativas de desempenho e de metabolismo obtidas nos experimentos com as previstas pelo modelo SRNS – Small Ruminant Nutrition System. No experimento I, 28 ovelhas foram alimentadas com ração composta por 55% de milho na matéria seca (MS), sendo o milho substituído em 33%, 67% e 100% pela polpa cítrica desidratada (PCD). Houve diminuição linear ($P < 0,02$) no consumo de matéria seca (CMS) à medida que a PCD substituiu o milho, entretanto, não houve efeito na produção de leite. Não houve alteração dos componentes do leite, com exceção do teor de uréia que diminuiu linearmente ($P < 0,01$). Em relação ao perfil de ácidos graxos (AG) no leite das ovelhas foi verificado aumento linear ($P < 0,05$) de C15:0, C16:0, C17:1, C18:3, AG de cadeia média e saturados, e diminuição linear ($P < 0,05$) de C18:0, C18:1, C18:2 t10,c12, AG monoinsaturados e de cadeia longa. Para o C18:2 c9,t11 houve aumento de 47% quando a PCD substituiu o milho em 33%. No experimento II, 32 cordeiros foram alimentados com ração contendo 90% de concentrado, sendo o milho substituído pela PCD em 33, 67 e 100%, respectivamente. A substituição total do milho pela PCD promoveu aumento ($P < 0,03$) de 177% na concentração de C18:3, enquanto que a substituição parcial (33%) resultou em aumento ($P < 0,02$) de 72% no C18:2 c9,t11. Adicionalmente, ocorreu diminuição linear ($P = 0,02$) do extrato etéreo com a adição de PCD na ração. No experimento III, na avaliação de desempenho, 64 cordeiros foram alimentados com rações contendo 69,5% de PCD, sendo esta substituída em 30% na MS pela polpa cítrica úmida semi despectinada *in natura* (PCUD), ensilada (PCUDS) ou ensilada com adição de benzoato de sódio (PCUDS+B). Não houve diferença no CMS e no ganho médio diário (GMD). No entanto, a eficiência alimentar foi maior para os cordeiros alimentados com PCUD comparados àqueles recebendo ração contendo PCD. Na avaliação da digestibilidade e de parâmetros ruminais, 16 cordeiros, canulados no rúmen foram alimentados com rações contendo 75,3% de PCD, sendo esta substituída em 30% na MS pela PCUD, PCUDS ou PCUDS+B. Não houve diferença nos coeficientes de digestibilidade para MS, MO e PB, com exceção para o da FDN que foi maior ($P < 0,05$) para a PCUD comparada à PCD. A concentração de amônia no fluido ruminal foi maior ($P < 0,01$) para as rações contendo PCD comparada à PCUDS e PCUDS+B. No experimento IV, 24 cordeiros foram alimentados com rações contendo 70% de PCD na MS e tiveram a adição de 0; 0,3; 0,6 e 0,9% de monoamônio fosfato (MAP). Houve diminuição linear ($P < 0,01$) no CMS e GMD com a inclusão de MAP na ração. No experimento V foi observada melhor predição de CMS para os cordeiros em relação às ovelhas.

Palavras-chave: Carne; Co-produtos; Leite; Ovinos; Pectina

ABSTRACT

Performance, carcass characteristics, fatty acids profile and ruminal measures in sheep fed diets containing wet low pectin citrus pulp and/or dried citrus pulp

The objective of this study was to evaluate the performance, fatty acids (FA) profile and ruminal measures of sheep fed citrus coproducts in diets containing high concentrate. Additionally, the performance and metabolic estimates from SRNS model - Small Ruminant Nutrition System were compared to experimental data. In Experiment I, 28 ewes were fed diet containing 55% of corn. Dried citrus pulp (DCP) was added at 18.1, 36.8 and 55% (diet DM) replacing corn by 33, 67 and 100%, respectively. There was a linear decrease ($P<0.02$) in dry matter intake (DMI) with DCP inclusion, however, there was no effect on milk production. Milk composition, was not affected by DCP inclusion, except for urea that showed a linear ($P<0.01$) decrease. Milk FA increased linearly for C15:0, C16:0, C17:1, C18:3, medium-chain and saturated FA and decreased linearly for C18:0, C18:1, C18:2 t10,c12, monounsaturated and long-chain FA when DCP replaced corn. There was a 47% increase for C18:2 c9,t11 when DCP replaced corn by 33%. In Experiment II, 32 Santa Ines lambs were fed a 90% concentrate. DCP was added at 23.7, 46.1 and 68.4% (on a DM basis) replacing corn by 33, 67 and 100%, respectively. Total replacement of corn by DCP promoted an increase ($P<0.03$) by 177% in linolenic acid (C18:3) while a partial replacement showed an increase ($P<0.02$) by 72% in conjugated linoleic acid (C18:2 c9,t11). In addition, ether extract decrease ($P=0.02$) as DCP increased in the diet. In Experiment III, 64 lambs were fed diets containing 69.5% DCP. A portion (30%) of DCP on a DM basis was replaced by wet low pectin citrus pulp (WLPCP), wet low pectin citrus pulp silage (WLPCPS) or wet low pectin citrus pulp silage with sodium benzoate (WLPCPS+B). There were no differences in DMI and average daily gain (ADG). However, feed efficiency was greater for lambs fed WLPCP compared to lambs fed DCP. In the digestibility trial, 16 lambs, cannulated in the rumen, were fed diets containing 75.3% DCP. A portion (30%) of the DCP was replaced by WLPCP, WLPCPS or WLPCPS+B. There was no difference ($P>0.05$) in dry matter, organic matter and crude protein apparent digestibilities, except for neutral detergent fiber digestibility (82.7 vs 73.3% for WLPCP and DCP, respectively). Additionally, ruminal ammonia concentration was higher ($P<0.01$) in diets containing DCP compared to WLPCPS and WLPCPS+B. In experiment IV, 24 Santa Ines lambs were fed diets containing 70% DCP and monoammonium phosphate (MAP) was added at 0, 0.3, 0.6, and 0.9% of the diet DM. There was a linear decrease ($P<0.01$) in DMI and ADG. In experiment V DMI predictions were better estimated for lambs compared to DMI of ewes.

Keywords: Coproducts; Meat; Milk, Pectin; Sheep

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Concentração de C18:3 no leite de ovelhas alimentadas com PCD em substituição ao milho.....	64
Figura 2 – Concentração de C18:2 c9,t11 no leite de ovelhas alimentadas com PCD em substituição ao milho.....	65
Figura 3 – Concentração de ácidos graxos saturados no leite de ovelhas alimentadas com PCD em substituição ao milho.....	69
Figura 4 – Concentração de ácidos graxos de cadeia longa no leite de ovelhas alimentadas com PCD em substituição ao milho	70
Figura 5 – Concentração de C18:3 no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros alimentados com PCD em substituição ao milho	86
Figura 6 – Concentração de C18:2 c9,t11 no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros alimentados com PCD em substituição ao milho	87
Figura 7 – pH do fluido ruminal de cordeiros Santa Inês em função da inclusão de PCUD, PCUDS e PCUDS+B nas rações em substituição parcial a PCD e das horas após a alimentação	116
Figura 8 – Consumo de MS de ovelhas observado a campo e estimado pelo SRNS®	143
Figura 9 – Ganho médio diário de peso de ovelhas observado a campo e estimado pelo SRNS®.....	144
Figura 10 – Consumo de MS de cordeiros observado a campo e estimado pelo SRNS®	146
Figura 11 – Ganho médio diário de peso de cordeiros observado a campo e estimado pelo SRNS®	147

Figura 12 – Consumo de MS de cordeiros observado a campo e estimado pelo SRNS®

..... 149

Figura 13 – Ganho médio diário de peso de cordeiros observado a campo e estimado pelo SRNS®

150

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% na MS)	48
Tabela 2 – Peso corporal, consumo de matéria seca e produção de leite de ovelhas Santa Inês alimentadas com polpa cítrica em substituição ao milho.....	54
Tabela 3 – Composição do leite de ovelhas Santa Inês alimentadas com polpa cítrica em substituição ao milho	59
Tabela 4 – Peso corporal, consumo de concentrado inicial e desempenho das crias em função da inclusão de polpa cítrica em substituição ao milho na ração das matrizes	61
Tabela 5 – Perfil de ácidos graxos no leite de ovelhas alimentadas com teores crescentes de polpa cítrica em substituição ao milho, expresso em mg/g de lipídeo	63
Tabela 6 – Perfil de ácidos graxos do milho e da polpa cítrica, expressos em % e mg/g de lipídeo.....	66
Tabela 7 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% na MS)	83
Tabela 8 – Perfil de ácidos graxos no músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros alimentados com teores crescentes de polpa cítrica em substituição ao milho, expresso em mg/g de lipídeo.....	85
Tabela 9 – Composição do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros alimentados com teores crescentes de polpa cítrica em substituição ao milho, expresso em %....	89
Tabela 10 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% na MS) do experimento de desempenho.....	101

Tabela 11 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% na MS) do experimento de digestibilidade 104

Tabela 12 – Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com rações contendo polpa cítrica úmida semi despectinada *in natura*, ensilada com ou sem benzoato em substituição parcial a polpa cítrica desidratada..... 110

Tabela 13 – Parâmetros de carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com polpa úmida semi despectinada *in natura*, ensilada com ou sem benzoato em substituição parcial a polpa cítrica desidratada 111

Tabela 14 – Digestibilidade dos nutrientes de rações contendo polpa úmida semi despectinada *in natura*, ensilada com ou sem benzoato em substituição parcial a polpa cítrica desidratada fornecidas para cordeiros 113

Tabela 15 – Parâmetros ruminais de cordeiros Santa Inês alimentados com polpa úmida semi despectinada *in natura*, ensilada com ou sem benzoato em substituição parcial a polpa cítrica desidratada 114

Tabela 16 – Consumo e balanço de nitrogênio de cordeiros Santa Inês alimentados com polpa úmida semi despectinada *in natura*, ensilada com ou sem benzoato em substituição parcial a polpa cítrica desidratada..... 117

Tabela 17 – Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das rações experimentais (% MS)..... 125

Tabela 18 – Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com adição crescente de MAP nas rações..... 128

Tabela 19 – Consumo de matéria seca (CMS) e ganho de peso médio diário (GMD) observados e estimados pelo modelo SRNS..... 142

Tabela 20 – Ganho de peso médio (GMD) e consumo de matéria seca (CMS) diário observados e estimados pelo modelo SRNS..... 145

Tabela 21 – Consumo de matéria seca diário (CMS) e digestibilidade aparente do trato digestório total (DATT) dos nutrientes observados e estimados pelo modelo SRNS	148
---	-----

Tabela 22 – Ganho de peso médio (GMD) e consumo de matéria seca (CMS) diário observados e estimados pelo modelo SRNS	149
--	-----

1 INTRODUÇÃO

O êxito de sistemas de produção de carne de cordeiros que utilizam rações contendo elevado teor de concentrado está diretamente ligado ao custo e qualidade dos ingredientes utilizados na formulação das rações. Portanto, o aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação animal substituindo parcial ou totalmente alimentos que compõe significativamente o custo de produção, ganha importância nesse contexto.

Tendo como característica o seu excelente valor nutricional e a sua produção coincidindo na entressafra de grão e escassez de forragens, o resíduo da indústria citrícola é um exemplo que a utilização dessas fontes alimentares alternativas energéticas pode viabilizar sistemas intensivos de produção de ruminantes. Porém, é necessário lembrar que esses resíduos possuem importância regional pelo fato da proximidade das indústrias processadoras, e isso é um fator importante em determinar a viabilidade na aquisição desses co-produtos.

A polpa cítrica desidratada (PCD), obtida no processo de extração de suco, tem sido há algum tempo utilizada com sucesso em confinamento de bovinos e ovinos substituindo totalmente ou parcialmente o milho. Pelo fato de ser um co-produto submetido ao processo de desidratação com auxílio de hidróxido de cálcio, este possui quantidade considerável do mineral, o que leva a necessidade de uma fonte suplementar de fósforo. O monoamônio fosfato (MAP) é uma fonte mineral que pode ajustar o balanceamento entre cálcio e fósforo em rações ricas em PCD, porém é necessário o esclarecimento no que se refere aos níveis de inclusão dessa fonte mineral.

O processo de extração da pectina, a partir do resíduo da indústria citrícola processadora de suco, gera outro resíduo denominado polpa cítrica úmida semi despectinada. Esse co-produto possui um bom potencial de aproveitamento pelos ruminantes, com a vantagem de um custo inferior comparado ao produto desidratado por justamente não ser submetido ao oneroso processo de secagem. Outro importante aspecto na utilização do co-produto é o relativo sucesso em ensilá-lo, o que torna atraente a sua aquisição, no entanto, não há informações sobre a inclusão deste no

desempenho e características da carcaça de cordeiros alimentados com alta proporção de concentrado.

Apesar da potencialidade econômica e do desempenho satisfatório dos animais, pouco é conhecido sobre o impacto da utilização desses co-produtos na composição lipídica da carne e leite de ruminantes. Em uma sociedade atualmente reconhecida como sedentária e com sobrepeso, o perfil de ácidos graxos como parâmetro para a avaliação de um alimento torna-se de utilidade pública e possivelmente um item adicional na decisão de compra do consumidor.

A necessidade de informações mais precisas e seguras, em uma cadeia produtiva, torna a utilização de modelos matemáticos na produção animal, uma ferramenta preciosa. Diante disso, o modelo SRNS – *Small Ruminant Nutrition System* baseado no CNCPS (*Cornell Net Carbohydrate and Protein System*) – SHEEP está sendo desenvolvido baseado na predição de exigência nutricional com ênfase para ovelhas lactantes, e mais recentemente para caprinos. Contudo, há escassez de informações da eficiência do modelo na predição das respostas de desempenho e consumo de alimentos nas regiões tropicais.

Portanto, objetivou-se nesse estudo avaliar a polpa cítrica desidratada e a polpa cítrica úmida semi despectinada, na alimentação de ovinos recebendo dietas contendo grande proporção de concentrado, sobre o desempenho, digestibilidade e parâmetros ruminais, bem como o perfil de ácidos graxos no leite e na carne. Adicionalmente, foram avaliados os teores de inclusão de MAP em rações contendo grande proporção de PCD e as estimativas obtidas do SRNS em relação aos resultados colhidos nos ensaios experimentais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização da polpa cítrica

Atualmente, o Brasil é o principal produtor de citros, sendo detentor de 24% da produção mundial (BAMPIDS; ROBINSON, 2006). A produção na safra de 2007 é correspondente a aproximadamente 15 mil toneladas, sendo o Estado de São Paulo responsável por 70% da produção nacional (IEA, 2008).

A fruta cítrica contém na sua composição quantidade limitada de nitrogênio, lipídeos (ácidos graxos oléico, linoléico, linolênico, palmítico e esteárico, além de glicerol e fitoesterol), açúcares (glicose, frutose e sucrose), ácidos (cítrico, málico, tartárico, benzóico, oxálico e succínico), carboidratos insolúveis (celulose e pectina), enzimas (pectinoesterase, fosfatase e peroxidase), flavonóides (hesperidina e naringina), substâncias amargas (limolina e isolimolina), óleo presente na casca (d-limoleno), constituintes voláteis (alcoóis, aldeídos, cetonas, ésteres, hidrocarbonetos e ácidos), pigmentos (carotenos e xantofilas), vitaminas (ácidos ascórbico, vitaminas do complexo B e carotenóides) e minerais (principalmente cálcio e potássio) (BAMPIDS e ROBINSON, 2006). A variação dessa composição é influenciada pela condição de crescimento da planta, maturidade, variedade e clima, bem como a composição nutricional do co-produto e a forma de processamento (AMMERMAN et al., 1965).

Após a extração do suco de laranja, o resíduo remanescente, correspondendo entre 49,2 a 69,2% da fruta cítrica fresca contém de 60 a 65% de casca, de 30 a 35% de polpa e de 0 a 10% de semente, sendo a polpa cítrica desidratada (PCD) resultante da prensagem e secagem desses componentes, formando um co-produto contendo 92% de MS (MARTINEZ; FERNÁNDEZ, 1980).

A dificuldade da desidratação PCD está relacionada à natureza hidrofílica da unidade básica da pectina, o ácido galacturônico (HENTGES JUNIOR et al., 1966). Hidróxido de cálcio ou óxido de cálcio é freqüentemente adicionado para o auxílio do processo, implicando na obtenção de um produto rico em cálcio e desbalanceado em relação ao fósforo. Segundo Bath et al. (1980) isso pode aumentar a incidência de hipocalcemia em bovinos, sugerindo que a suplementação de fósforo em ração contendo grandes quantidades de PCD torna-se importante no adequado balanceamento dessas. Além disso, Bueno et al. (2002), trabalhando com caprinos em

crescimento, verificaram redução na absorção de minerais (Ca, P e Mg) em rações contendo relação cálcio:fósforo de 4,2:1 quando houve substituição total de milho por PCD.

A PCD possui 79% de nutrientes digestíveis totais (NDT) na MS, 7% de proteína bruta (PB), 21% de fibra em detergente neutro (FDN), 18% de fibra em detergente ácido (FDA), 2,2% de extrato etéreo (EE) e 7% de cinzas (NRC, 2007). Apesar da PCD apresentar teor energético 10% inferior ao do milho (NRC, 2007), essa proporciona melhor padrão de fermentação ruminal com rações mistas (concentrado entre 30 e 50%) do que as fontes de amido tradicionais, devido ao menor conteúdo de amido e maior concentração de pectina (VAN SOEST, 1994). Devido a essas características, a PCD pode ser considerada um alimento concentrado energético, com características sob o aspecto de fermentação ruminal que a colocam como um produto intermediário entre volumosos e concentrados (FEGEROS et al., 1995).

A pectina é um polissacarídeo rico em ácido galacturônico encontrado na lamela média da parede celular, podendo perfazer aproximadamente 45% dessa parede (SUNVOLD et al., 1995). A pectina apresenta degradabilidade no rúmen quase que total (90–100%) (NOCECK; TAMMINGA 1991), no entanto, em comparação com o amido sua fermentação produz pouco ou nenhum lactato causando menor declínio do pH no rúmen (STROBEL; RUSSELL, 1986; BARRIOS-URDANETA; FONDEVILA; CASTRILLO, 2003) propiciado um ambiente ruminal mais favorável as bactérias celulolíticas.

Em dietas mistas, a substituição de alimentos ricos em amido por PCD, evita parcialmente efeito negativo da digestibilidade da forragem provocada por rações contendo alta proporção de amido (BARRIOS-URDANETA; FONDEVILA; CASTRILLO, 2003). BEN-GHEDALIA et al. (1989) sugere que rações contendo PCD propiciam condições favoráveis para a degradação da celulose no rúmen e promove um efeito positivo no suprimento de nitrogênio para o intestino. Isso é evidenciado em vários trabalhos citados a seguir que determinaram a eficiência de síntese microbiana comparando PCD e alimentos ricos em amido.

A maior eficiência microbiana evidenciada em rações contendo PCD, provavelmente se deve a maior quantidade de carboidratos rapidamente

fermentescíveis presente nesse co-produto, juntamente em dietas com a presença de nitrogênio prontamente disponível. Isso foi verificado por Highfil et al. (1987), comparando casca de soja, milho grão, farelo de glúten de milho e PCD, que encontraram maior fluxo de matéria orgânica microbiana (1765 versus 1252 g/d) para o abomaso e eficiência de síntese de proteína microbiana (22.4 g versus 19.3 g de N microbiano/kg de MO digestível) para PCD em relação aos outros tratamentos, respectivamente. Similarmente, Taniguchi et al. (1999) demonstraram maior eficiência microbiana em novilhos alimentados com PCD peletizada comparado àqueles sendo alimentados com dietas contendo farelo de trigo. O maior suprimento de proteína microbiana para o duodeno evidenciado em dietas contendo PCD pode ser explicada pelo aumento da taxa de passagem, como constatado por Fonseca, Dias-da-Silva e Lourenço (2001) em cordeiros alimentados com rações contendo até 40% de PCD na MS.

Outro parâmetro utilizado para a avaliação da PCD é a digestibilidade dos nutrientes. Os trabalhos conduzidos em pequenos ruminantes, geralmente, demonstraram aumento na digestibilidade da fração fibrosa da dieta, provavelmente pelo ambiente ruminal mais favorável a atividade das bactérias celulolíticas e diminuição da digestibilidade da fração protéica.

Bhattacharya e Harb (1973) calcularam a digestibilidade aparente dos nutrientes da PCD, quando esta foi incluída em 20, 40 e 60% na MS substituindo o milho na ração de cordeiros Awasi. Os autores observaram digestibilidade de MS similar entre os tratamentos, e menor digestibilidade de PB para rações contendo 60% de PCD, enquanto que para a digestibilidade de extrato etéreo e energia foi menor para as rações contendo 40 e 60% de PCD. Fegeros et al. (1995) observaram maior digestibilidade da fibra bruta, e nenhum efeito para a digestibilidade dos demais nutrientes nas dietas para cordeiros da raça Karagouniko, quando a PCD foi incluída em até 30%. Martínez e Fernández (1980) avaliaram rações de cordeiros constituídas de 10% de feno de alfafa e 90% de concentrado, contendo 0, 15, 30, 45 e 60% de PCD na MS, e concluíram aumento na digestibilidade de FDA e tendência na diminuição da digestibilidade da MS, extrato etéreo e proteína bruta com o aumento de PCD na ração.

Bueno et al. (2002) avaliaram os efeitos da substituição de milho grão com PCD na digestibilidade aparente, metabolismo de nitrogênio na ração de cabritos da raça Saanen. O balanço de nitrogênio e a digestibilidade de matéria orgânica não diferiram entre os tratamentos, entretanto, foi verificado com o aumento do teor de PCD efeito quadrático na digestibilidade da MS, aumento linear na digestibilidade de FDN e FDA e diminuição linear na de extrato etéreo.

Henrique et al. (2003), utilizando ovinos mestiços com 9 meses de idade e 35 kg de peso vivo, alimentados com teores crescentes de PCD (0, 25, 40 e 55% da MS) em rações contendo 20% de silagem de milho, verificaram aumento linear nos coeficientes de digestibilidade da PB e nenhuma alteração na digestibilidade da MS. Os autores sugerem que esses resultados tenham sido obtidos pelo efeito associativo entre os ingredientes nas rações com a inclusão de PCD, melhorando o ambiente ruminal e o aproveitamento dos nutrientes.

Rodrigues et al. (2008), trabalhando com cordeiros da raça Santa Inês, observaram decréscimo linear na digestibilidade da MS e da PB e aumento crescente para a FDN. Adicionalmente, não houve diferença entre os tratamentos na digestibilidade aparente da MO e na quantidade de nitrogênio nas fezes e na urina quando a PCD foi adicionada na ração em 23,7; 46,1 e 68,4% em rações contendo 10% de feno de "coastcross" e 90% de concentrado.

Sumarizando a literatura citada, quando a PCD substitui fontes de amido, geralmente, a digestibilidade de MS e MO não é afetada, enquanto há aumento de digestibilidade para as proporções de FDA e FDN e diminuição na de PB. A diminuição da digestibilidade da PB da PCD, segundo Lanza (1984), provavelmente se deve a altas temperaturas de desidratação para a obtenção do co-produto.

2.2 Polpa cítrica como fonte de energia para ruminantes em lactação

Considerando as características físicas e químicas e a avaliação nutricional dos resíduos agroindustriais, a PCD vem recebendo grande atenção como recurso alimentício potencial a ser incorporado nas rações de ovinos, substituindo parcial ou totalmente o milho, podendo reduzir os custos da alimentação.

Poucos estudos sobre a substituição do milho por PCD na ração de ovelhas em lactação são encontrados na literatura. Fegeros et al. (1995) estudaram a produção e a composição do leite de 26 ovelhas da raça Karagouniko alimentadas com feno de alfafa, palha de trigo e a PCD adicionada em 30% substituindo o milho grão, a cevada e o farelo de trigo. A ingestão de energia líquida de lactação, MS, PB e EE, a produção e composição do leite (gordura, proteína e lactose) não foram afetadas pelas dietas. Entretanto, Volanis, Zoiopoulos e Tzerakis (2004), utilizando a silagem de laranja incluída na proporção de 40% na MS, substituindo parcialmente o feno de aveia e uma mistura de concentrado, verificaram diminuição da produção e concentração de proteína no leite das ovelhas e aumentou no teor de gordura. Segundo os autores, esse efeito foi atribuído a redução de síntese de proteína microbiana e fluxo para o intestino, e o aumento da concentração de gordura provavelmente foi devido ao efeito de diluição. Porém, no terço final da lactação as ovelhas retornaram a produção similar àquela do grupo controle, provavelmente pela adaptação da microflora do rúmen.

A maioria dos trabalhos conduzidos utilizando vacas leiteiras, também demonstra resultados satisfatórios com a inclusão de PCD na ração em relação à produção de leite.

Van Horn et al. (1975) concluíram que ingestão de MS, produção e concentração de proteína no leite não foram afetadas pelos tratamentos, mas observaram maior ganho de peso para as vacas alimentadas com milho e maior concentração de gordura e sólidos desengordurados para os animais recebendo PCD.

Belibasakis e Tsirgogianni (1996) avaliaram os efeitos da inclusão de PCD (20%) em substituição a ração controle (milho e polpa de beterraba). A ingestão de MS, energia metabolizável e PB, bem como a produção e a concentração de proteína, lactose, sólidos totais e sólidos desengordurados não foram afetados pelas dietas. Entretanto, a suplementação de PCD aumentou a concentração e produção de gordura. Da mesma forma Santos et al. (2001), Nussio et al. (2002), Santos et al. (2006) e Eifert et al. (2006a) não verificaram diferença no consumo e na produção de leite de vacas alimentadas com PCD, substituindo o milho moído. O aumento da degradabilidade ruminal dos carboidratos não estruturais da dieta verificada nesses estudos, através da substituição do milho por PCD, resultou em efeito benéfico no desempenho dos

animais. Solomon et al. (2000) estudaram a inclusão de fontes de carboidratos não estruturais, comparando o amido (milho) e a pectina (PCD) e observaram que a produção e a porcentagem de gordura no leite não foram afetadas pela fonte de carboidrato não estrutural.

Leiva, Hall e Van Horn (2000) avaliaram o desempenho de vacas leiteiras alimentadas com dietas constituídas de 20,5% de PCD e 9,2% de milho moído ou 19,5% de milho moído e 9,6% de PCD. As produções de leite, de gordura e de proteína no leite diminuíram, enquanto a concentração de gordura e a uréia contida no leite foram maiores nas dietas contendo maior proporção de PCD. Da mesma forma, Cabrita et al. (2007) estudaram os efeitos do amido e da concentração de proteína em dietas de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho, e verificaram diminuição no CMS, na produção leite e na concentração de proteína do leite de animais recebendo 18,6% de polpa cítrica em substituição aos ingredientes contendo amido.

2.3 Efeitos da polpa cítrica na composição lipídica do leite e da carne de ruminantes

A modificação da gordura do leite, no intuito de diminuir o consumo de gorduras saturadas, pela manipulação nutricional animal é um conceito muito discutido desde o início da década de 70 (GRUMMER, 1991). A síntese de ácidos graxos no leite de ruminantes tem como origem os produtos da fermentação ruminal (acetato e hidroxibutirato), os lipídios circulantes no sangue e os ácidos graxos não esterificados (AGNE). É estimado que 50% da gordura contida no leite são derivadas dos lipídios contidos no plasma e segundo Palmquist e Mattos (1978) 88% dos ácidos graxos do sangue são provenientes da dieta e 12% de origem endógena. Isso justifica a importância da dieta na composição da gordura do leite.

Além disso, recentes descobertas na área de alimentos funcionais indicam que certos ácidos graxos produzidos no rúmen e sintetizados na glândula mamária podem apresentar efeitos benéficos na saúde humana. Com isso, há grande interesse na possibilidade no desenvolvimento de produtos naturais com teores elevados desses ácidos graxos (BAUMAN; CORL; PETERSON, 2003).

A redução na incidência e no crescimento de tumores, combate à obesidade, fortalecimento do sistema imune e habilidade na prevenção de diabetes são alguns efeitos benéficos na saúde humana atribuídos ao ácido linoléico conjugado (CLA) (BELURY, 2002; PARODI, 1997).

Esta substância tem sido associada à redução de gordura corporal, aumento do metabolismo e ganho de massa muscular, porém suas atribuições vão muito mais além. O CLA também é indicado na proteção contra o câncer, combate ao colesterol e controle do diabetes (LIN; LIN; LEE, 1999).

Acredita-se que a suplementação com CLA promova modificações na membrana do tecido adiposo, alterando assim a expressão gênica do adipócito, através da diminuição da atividade da enzima estearoil-CoA desaturase (LEE; PARIZA; NTAMBI, 1998). Alguns autores propõem que os efeitos do CLA sobre a composição corporal estejam relacionados à redução do tecido adiposo pelo aumento da lipólise (PARK et al., 1997).

O consumo diário de CLA no homem ocidental é estimado em apenas 1 g, embora esteja sendo recomendada a ingestão de 3,5 g de CLA/dia para um homem adulto de 70 kg. Assim, a suplementação de CLA na dieta do ser humano faz-se necessária para alcançar essa recomendação (IP et al., 1994). Na atualidade, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos para incorporar ou elevar alguns princípios benéficos à saúde humana nos alimentos, em especial nos de origem animal, como é o caso do CLA cujas vastas propriedades benéficas estão sendo amplamente estudadas, conforme revisão de McGuire e McGuire (2000). O aumento na concentração de CLA nos alimentos provenientes de ruminantes (leite e carne) pode ser benéfico para a saúde pública promovendo aumento no consumo destes alimentos.

O CLA é um ácido graxo poliinsaturado encontrado em produtos lácteos (grande parte na gordura do leite) e carne de ruminantes (bovinos, bubalinos, ovinos e caprinos), as quais representam as duas maiores fontes de CLA na alimentação dos seres humanos.

Embora Khanal e Dhiman (2004) reconheçam mais de uma dúzia de isômeros de CLA presente no leite e no tecido adiposo de ruminantes, Parodi (2003), avaliou que apenas dois desses isômeros desempenhavam importantes atividades fisiológicas. O

isômero C18:2 c9,t11 aparece em maior concentração nos produtos originários dos ruminantes, podendo atingir até 90% do montante de CLA presente, e o C18:2 t10,c12, apresenta-se em pequenas quantidades, representando apenas 3 a 5% do CLA total.

O ácido c9,t11 octadienóico principal isômero CLA, correspondendo a 75 a 90% do total da gordura de ruminantes, foi identificado na década de 70 (Parodi, 1977). Segundo Chin et al. (1992), este isômero constitui de 76 a 92% de total de CLA, enquanto Badiani et al. (2004) reporta valor de 78%.

Inicialmente, sua síntese foi descrita como intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico, no entanto, somente pequenas quantidades de CLA não são biohidrogenadas no rúmen. A maior parte deles é hidrogenada, primeiramente a ácido vacênico e, em seguida, a ácido esteárico. O acúmulo de ácido vacênico é devido à inibição da sua hidrogenação a ácido esteárico, sob certas condições ruminais (presença de ácido linoléico) e a partir deste os CLAs são sintetizados pelos tecidos dos animais (GRIINARI et al., 2000).

A síntese endógena é realizada mediante ao complexo enzimático Δ^9 -desaturase, que dessatura o ácido vacênico a C18:2 c9,t11 (BAUMAN et al., 1999). Knight, Kowles e Death (2003) concluíram que a dessaturação do ácido vacênico é a principal fonte de CLA na gordura intramuscular de bovinos.

Devido à intensa atividade da microbiota ruminal sobre os ácidos graxos insaturados da dieta, os produtos oriundos de ruminantes apresentam as maiores concentração de CLA na natureza, variando, conforme avaliação de Khanal e Olson (2004), de menos de 0,2% a mais de 2% na carne e no leite desses animais, verificando também que o leite apresenta maior concentração que a carne, como decorrência da síntese intramamária.

Os ácidos graxos linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3), os principais ácidos graxos dos vegetais, podem ser encontrados em quantidades muito pequenas na gordura corporal dos ruminantes e são tidos como essenciais, por não serem sintetizados pelos animais, devendo fazer parte da dieta dos mesmos. Esses ácidos estão presentes em abundância em óleos vegetais como os de girassol, canola, soja e linhaça e sua concentração no leite e na carne de bovinos pode ser elevada se os

animais forem alimentados com dietas ricas em óleo de cereais e sementes (DEMEYER; DOREAU, 1999).

Dados sobre o perfil de ácidos graxos da PCD e informações sobre seu efeito na composição de lipídeos na carne e no leite de ruminantes são escassos. Fernandes (2004) reporta valores de 26,8% para C16:0, 0,3% para C16:1c9, 2,7% para C18:0, 4,9% para C18:1c9, 21,9% para C18:2c9t12 e 41,5% para C18:3 na composição da PCD.

Solomon et al. (2000), estudando a concentração de CLA na gordura do leite de vacas recebendo dietas com alta proporção de milho ou polpa cítrica (PCD) com a adição de soja extrusada, verificaram aumento de 8% na concentração de CLA, aumento de C4:0, C6:0, C16:0, C17:0, C18:1 t e C18:3 e diminuição de C10:0, C12:0, C14:0, C18:0 e C18:1 c9 no leite das vacas alimentadas com rações contendo PCD.

Segundo Ben-Ghedalia et al. (1989), a alta proporção de PCD (pectina) na ração cria ambiente favorável para a atividade celulolítica através de maior pH ruminal em relação ao amido na digestão de ovinos.

O pH ruminal é influenciado pelo tipo da dieta, podendo apresentar valores altos quando a dieta é composta exclusivamente por forragens e valores baixos quando a dieta é constituída de grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentescíveis (VAN SOEST, 1994). Mudanças no ambiente ruminal podem levar às alterações na atividade microbiana e conseqüentemente às modificações na formação dos produtos finais da fermentação ruminal.

Portanto, vários fatores (pH, tipos e concentrações de substrato e taxas de diluição) podem exercer efeito na formação de CLA pela população microbiana ruminal. Martin e Jenkins (2002) sugeriram que o pH tem influência na produção de C18:1 t11 e isômeros de CLA em estudo “in vitro”.

O pH ruminal apresenta importante papel nas alterações dos lipídeos no rúmen, onde taxas de lipólise e biohidrogenação são menores em situações de alta concentração de carboidratos não estruturais na dieta decorrente da queda de pH (VAN NEVEL; DEMEYER, 1996), resultando em maior escape de ácidos graxos insaturados. O baixo pH do rúmen pode afetar a etapa final da biohidrogenação, onde o C18:1 trans é convertido a ácido esteárico (DEMEYER; DOREAU, 1999). Provavelmente, quando o

pH ruminal é baixo, ocorre alteração no ecossistema microbiano que favorece a síntese de ácidos monoenoícos t10, ou ácidos dienos conjugados, ou ambos (PALMQUIST; MATTOS, 2006). Portanto, mudanças no pH, concentração e tipo de substrato podem ter efeito na formação de CLA pela população microbiana ruminal (MARTIN; JENKINS, 2002).

A inclusão de PCD em 11% na MS substituindo grãos de cereais em rações de ovelhas em lactação foi estudada por Fegeros et al. (1995) e apesar de que não verificarem efeito da PCD na concentração de gordura no leite e nos ácidos graxos de cadeia longa, observaram diminuição na quantidade dos ácidos graxos C6:0, C8:0 e C10:0. Adicionalmente, Cabrita et al. (2007) verificaram no leite de vacas alimentadas com PCD (18,6%) em substituição ao milho, diminuição dos ácidos graxos C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C16:1 t9, C17:0, C18:1 t11, C18:1 t16, C18:1 c15, C18:2 n-6 e C18:2 c9,t11 e aumento de C15:0, C15:1, C16:0, C16:1 c9, C17:0 anteiso, C17:1 c8, C18:1 c13 e C18:3 n-3.

Eifert et al. (2006b) observaram, apesar de pouca magnitude, aumento de C18:2 c9,t11 e diminuição de C18:2 t10,c12 no leite de vacas alimentadas com 21,8% de PCD em substituição ao milho e farelo de trigo. Os autores sugerem que a PCD mantém a rota de biohidrogenação favorável ao acúmulo de C18:1 t11 como principal ácido graxo C18:1 t no rúmen, aumentando o fornecimento para a síntese endógena de CLA. Por outro lado, a substituição do milho por PCD pode evitar a formação de C18:1 t10 e de C18:2 t10,c12 e, assim manter a gordura do leite.

2.4 Polpa cítrica úmida semi despectinada

A PCD foi estabelecida como uma fonte alternativa à utilização de milho, devido ao seu custo inferior e propiciar desempenho semelhante ao ingrediente energético tradicional, promovendo assim a sua popularização nos sistemas de produção animal. Isso resultou em maior procura por esse co-produto e conseqüentemente custos mais elevados para sua aquisição. Nesse contexto, surge a possibilidade do uso da polpa cítrica úmida semi despectinada, como uma nova fonte alimentar alternativa para ruminantes.

O alto custo de secagem para a obtenção da PCD cria a necessidade das empresas ligadas à indústria citrícola em desenvolver mercados para a polpa cítrica úmida. No entanto, devido ao reduzido teor de MS (15 a 20%) do resíduo, torna-se necessária a sua utilização de forma rápida ou a estocagem na propriedade sob a forma de silagem, que facilita a logística de alimentação dos animais e representa uma estratégia na compra desse co-produto em época de preço favorável (Santos et al., 2001).

A polpa de citros úmida semi despectinada (PCUD), comercialmente chamada de Braspolpa[®], é um produto oriundo do processamento industrial da laranja e/ou do limão após a extração da porção aquosa pela indústria produtora de suco. Durante seu processamento, este material primeiramente é lavado com água durante 50 minutos e em seguida submetido ao tratamento com vapor à temperatura que varia entre 60 e 90°C, dependendo do tipo de pectina que será produzida. Ao mesmo tempo, ocorre adição de ácido nítrico na massa até que o pH em solução da mesma, no final do processo, atinja aproximadamente 2,4. A PCUD é o produto que fica retido na primeira prensagem e filtragem do processo industrial, quando a pectina é parcialmente extraída em solução. Este co-produto apresenta 15% MS, 7,5% PB, 69% FDN e 22% de pectina em sua composição bromatológica (SARTURI, 2008), ou seja, apesar do material passar por um processo de extração de pectina aproximadamente 65% dessa fração ainda está contida no resíduo, daí a expressão “semi despectinada” utilizada nesse trabalho.

Pelo fato deste produto passar por fortes processos de hidrólise (ácido nítrico), existe a possibilidade de estes constituintes fibrosos estarem arrançados de forma mais disponível para a digestão pelos ruminantes. Sarturi (2008), trabalhando com bovinos confinados da raça Canchim e Nelore alimentados com rações constituídas de 75% de PCD e ou contendo 53% de PCD adicionada de 23% de PCUD não verificou alteração do consumo de matéria seca, ganho diário de peso e conversão alimentar. Os resultados do autor justificam a potencialidade de utilização do co-produto na nutrição de ruminantes.

O reduzido teor de MS da polpa cítrica úmida, possivelmente seria um fator limitante para sua ensilagem, devido ao alto teor de umidade diminuir o controle da fermentação (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Adicionalmente, o alto valor nutricional

desse co-produto, representado por até (80,4%) de nutrientes digestíveis totais (NDT) (NRC, 2001), pode proporcionar rápida deterioração, caso a massa ensilada não seja estabilizada rapidamente.

Por outro lado, a polpa de laranja reúne características desejáveis para fermentação anaeróbia, como alto teor de carboidratos, presença de ácido láctico, pequena proporção de N-NH₃ e baixo pH na massa ensilada e, portanto, pode ser ensilada com relativo sucesso (RIVAS et al., 1991; MEGIAS, et al., 1993; ÍTAVO et al., 2000a). O alto teor de açúcar solúvel presente na polpa de laranja úmida garante condições para que este produto seja armazenado na forma de silagem, já que a fermentação no silo depende de uma quantidade adequada de carboidratos solúveis para que os microrganismos os utilizem como substrato para a produção de ácido láctico, o que é necessário para a estabilização da massa ensilada (MCDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Duas características muito importantes encontradas na polpa cítrica úmida semi despectinada é o baixo pH do produto (2,4 a 3,0) e a apresentação física do material que auxilia no processo de auto compactação que ocorre quando o produto é acomodado no momento em que é descarregado, o que indica a possibilidade de boas condições para a estocagem do mesmo sob a forma de silagem (SARTURI, 2008).

Ashbell (1992) destacou que o principal tipo de microrganismo responsável pelas perdas de MS na polpa de laranja são as leveduras, causando consumo de grande parte dos carboidratos solúveis, produção de etanol e perdas elevadas do material, em especial na fase de exposição aeróbia. Esse fato cria a necessidade de desenvolver metodologias para melhorar a conservação do co-produto em questão e manter o seu valor nutricional para promover condições de desempenho satisfatório dos animais. O benzoato de sódio (C₇H₅O₂Na), produzido a partir da neutralização de ácido benzóico com hidróxido de sódio é um aditivo de efeito antimicrobiano. Apesar de estar na forma não dissociada, esse composto possui solubilidade 200 vezes maior que o ácido benzóico apresentando conhecida atividade contra fungos e leveduras.

Justificando as características desejáveis para a ensilagem do resíduo, segundo Ítavo et. al (2000a), o bagaço de laranja pode ser eficientemente conservado sob a forma de silagem, pois a aplicação de aditivos (ácido fórmico, propiônico e acético) não melhorou os parâmetros da fermentação da silagem em silos laboratoriais, devido ao

fato de o bagaço de laranja possuir algumas características intrínsecas, como acidez, baixa concentração de N amoniacal e mediana capacidade tamponante, que contribuem para que seja armazenado na forma de silagem. Da mesma forma, Sarturi (2008) verificou que silagens de polpa cítrica úmida semi despectinada aditivadas ou não com benzoato de sódio apresentaram variáveis bromatológicas semelhantes às encontradas na polpa de citros úmida despectinada “*in natura*”. Nesse mesmo estudo, o autor trabalhando com tourinhos *tricross* alimentados com rações contendo 15% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, sendo a ração controle constituída de 75% de polpa cítrica peletizada e duas rações contendo 53% de polpa cítrica peletizada adicionada de 23% de silagem de PCUD adicionada ou não de benzoato de sódio não verificou efeito dos tratamentos sobre o consumo de matéria seca, ganho diário de peso e conversão alimentar. Esse fato confere a este co-produto características positivas quanto à capacidade de armazenamento na forma de silagem.

Ítavo et al. (2000b), em ensaio de digestibilidade com ovinos sem raça definida, utilizaram aditivos na ensilagem de polpa de laranja (15% de MS) e não verificaram alteração no valor nutricional da silagem no momento da abertura dos silos experimentais, inclusive a do tratamento controle. A digestibilidade aparente da matéria seca, da matéria orgânica e dos carboidratos não estruturais foi alta, variando entre 83 e 90%, no entanto, sem diferenças entre os tratamentos. No estudo relativo aos parâmetros ruminais, Ítavo et al. (2000c), avaliaram os teores de N-NH₃ e ácidos graxos voláteis, assim como o pH ruminal. Os animais foram alimentados com silagem de polpa de laranja, representando 30% da ração total (ensiladas com os mesmos aditivos do estudo anterior) e feno de aveia (70%). Da mesma forma não foi verificado efeito dos tratamentos sobre as variáveis analisadas. No entanto, dados referentes a digestibilidade de nutrientes e parâmetros ruminais de PCUD na forma *in natura* ou ensilada são inexistentes.

2.5 SRNS (Small Ruminant Nutrition System)

Considerando que os recursos como alimento, terra e água potável são limitados e até mesmo escassos em algumas partes do mundo, a determinação precisa e

acurada das exigências de energia e nutrientes de pequenos ruminantes é de extrema importância no intuito de minimizar os resíduos provenientes desses recursos. Nesse contexto, modelos matemáticos tem sido uma ferramenta valiosa para melhorar o desempenho animal e ao mesmo tempo reduzir a excreção de nutrientes (TEDESCHI et al., 2006).

Vários modelos matemáticos têm sido desenvolvidos para estimar ganho de peso, composição de carcaça de ovinos em crescimento (ARC, 1980; NRC, 2007; INRA, 1989; CSIRO, 1990; AFRC, 1995), recentemente o Small Ruminant Nutrition System (SRNS) desenvolvido por Cannas et al. (2004), entretanto, o maior desafio dessas entidades tem sido a acurácia nas estimativas de consumo.

O consumo é provavelmente o fator determinante do desempenho animal e está normalmente relacionado ao teor e digestibilidade de nutrientes, o conforto térmico, o sistema de manejo da alimentação, a seletividade animal, o estado fisiológico e sanitário do animal, além dos fatores físicos como o tamanho médio de partícula e a capacidade de retenção de água (ELLIS; POPPI; MATIS 2000; ROMMEY GILL, 2000).

O Cornell Net Carbohydrate Protein System (CNPCS-Cattle) otimiza o uso de energia metabolizável em relação a diferentes condições fisiológicas e do ecossistema de produção. Esse sistema foi organizado no início da década de 90, sendo à base para a elaboração do modelo CNCPs – Sheep na mesma universidade no ano de 2002/2003. E, como objetivo de estudo dessa pesquisa temos o sistema (SRNS) – Small Ruminant Nutrition System para ovinos e caprinos que foi criado em 2005 por esforços de três universidades, Texas A&M University na Itália, baseado na estrutura do CNCPs – Sheep. Estes programas geralmente são fundamentados em cálculos de nutrientes disponíveis, mas ajustam fatores como densidade energética do alimento, raça, sexo, atividade física, temperatura, estado nutricional prévio, etc. Estes sistemas, através de sofisticadas equações empíricas, geram modelos e análises fatoriais que implicam em grande número de parâmetros de entrada e produzem saídas de alto valor teórico e de manejo.

O SRNS utiliza fatores ambientais e relacionados ao animal para prever a exigência de energia metabolizável, proteína, cálcio e fósforo. Os valores biológicos dos alimentos são preditos baseados nas frações de proteína e carboidrato, nas taxas de

fermentação ruminal, no crescimento microbiano e nas taxas de passagem de líquidos, concentrado e forragem (TEDESCHI; CANNAS; FOX, 2008). Dessa forma, quanto maior o banco de dados que compõem esses modelos matemáticos, melhores serão as estimativas dos mesmos e conseqüentemente maiores as respostas obtidas na produção animal com mínima excreção dispendiosa de resíduos ao meio ambiente.

Referências

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallington: CAB International, 1995. 159 p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Farnham Royal: CAB, 1980. 351 p.

AMMERMAN, C.B.; HENDRICKSON, R.; HALL, G.M.; EASLEY, J.F.; LOGGINS, P.E. The nutritive value of various fractions of citrus pulp and the effect of drying temperature on the nutritive value of citrus pulp. In: FLORIDA STATE HORTICULTURAL SOCIETY, 1965. Miami. **Proceedings...** Miami: s.ed., 1965. p.307-311.

ASHBELL, G. Conservation of citrus peels by ensiling for ruminant feed. In: UTILIZAÇÃO DE SUB-PRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA, 1992. p.189.

BADIANI, A.; MONTELLATO, L.; BOCHICCHIO, D.; ANFOSSI, P.; ZANARDI, E.; MARANESI, M. Selected nutrient contents, fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, and retention values in separable lean from lamb rib loins as affected by external fat and cooking method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 52, p. 5187–5194, 2004.

BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.128, p.175-217, 2006.

BARRIOS-URDANETA, A.; FONDEVILA, M.; CASTRILLO, C. Effect of supplementation with different proportions of barley grain or citrus pulp on the digestive utilization of ammonia-treated straw by sheep. **Animal Science**, East Lothian, v 76, p.309–317, 2003.

BATH, D.L.; DUNBAR, J.R.; KING, J.M.; BERRY, S.L.; LEONARD, R.O.; OLBRICH, S.E. **By-products and unusual feedstuffs in livestock rations**. Washington, DC:USDA-ARS, 1980.22p. (Western Regional Extension Publication, 39).

BAUMAN, D.E.; CORL, B.A.; PETERSON, D.G. The biology of conjugated linoleic acids in ruminants. In: SEBEDIO, J.L.; CHRISTIE, W.W.; ADLOF, R.O. (eds). **Advances in conjugated linoleic acid research**, Champaign: AOCS Press, 2003. v.2, p. 146-173.

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

BELIBASAKIS, N.G.; TSIRGOGIANNI, D. Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.60, p. 87-92, 1996.

BELURY, M.A. Dietary conjugated linoleic in health: physiological effects and mechanisms of action. **Annual Review Nutrition**, Palo Alto, v. 22, p. 505-531, 2002.

BEN-GHENDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J.; EST, Y. The effects of starch and pectin rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 289-298, 1989.

BHATTACHARYA, A.N.; HARB, M. Dried citrus pulp as grain replacement for Awassi lambs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 36, n. 6, p. 1175-1180, 1973.

BUENO, M.S.; FERRARI E.; BIANCHINI, D.; LEINZ, F.F.; RODRIGUES, C.F.C. Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 46, p.179-185, 2002.

CABRITA, A.R.J.; BESSA, R.J.B.; ALVES, S.P.; DEWHURST, R.J.; FONSECA, A.J.M. Effects of dietary protein and starch on intake, milk production, and milk fatty acid profiles of dairy cows fed corn silage-based diets. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.90, p.1429-1439, 2007.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; VAN SOEST, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological value for sheep. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 82, p. 149-169, 2004.

CHIN, S.F.; LIU, W.; STORKSON, J.M.; HA, Y.L.; PARIZA, M.W. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v.5, p. 185-197. 1992.

CSIRO. **Feeding Standards for Australian Livestock Ruminants**. Melbourne, Australia: Commonwealth Scientific and Industrial Research, 1990. 266 p.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Wallingford, v. 58, p. 593-607, 1999.

EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D; LEOPOLDINO, W.M.; OLIVEIRA, M.V.M.; ARCURI, P.B.; CAMPOS, J.M.S.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p.211-218, 2006a.

EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D; LEOPOLDINO, W.M.; TEIXEIRA, R.M.A.; ARCURI, P.B.; CAMPOS, J.M.S.; LEÃO, M.I.; OLIVEIRA, M.V.M.; VALADARES FILHO, S.C. Perfil de ácidos graxos e conteúdo de ácido linoléico conjugado no leite de vacas alimentadas com a combinação de óleo de soja e fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p.1829-1837, 2006b.

ELLIS, W.C.; POPPI, D.; MATIS, J.H. Feed intake in ruminants: kinetic aspects. In: D'MELLO, J.P.F. (Ed.). **Farm animal metabolism and nutrition**. Wallingford: CAB International, 2000. chap. 16, p. 355-364.

FEGEROS, K.; ZERVAS, S.; STAMOULI, S.; APOSTOLAKI, E. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 78, n. 5, p. 1116-1121, 1995.

FERNANDES, S.A.A. **Levantamento exploratório da produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de búfalas em cinco fazendas do Estado de São Paulo**. 84p. Tese. (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.

FONSECA, A.J.M.; DIAS-DA-SILVA, A.A.; LOURENÇO, A.L.G. Effects of maize and citrus-pulp supplementation of urea-treated wheat straw on intake and productivity in female lambs. **Animal Science**, East Lothian, v. 73, p. 123 – 136, 2001.

GRIINARI, J.M.; CORL, B.A.; LACY, S.H.; CHOUINARD, P.Y.; NURMELA, K.V.V.; BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9 – desaturase. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 30, n. 9, p. 2285-2291. 2000.

GRUMMER, R.R. Effect of feed on the composition of milk fat. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 9, p. 3244-3256, 1991.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D.P.D.; MALHEIROS, E.B. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.2007-2015, 2003 (supl.2)

HENTGES JUNIOR, J.F.; MORE, J.E.; PALMER, A.Z.; CARPENTER, J.W. Replacement value citrus meal for corn meal in beef cattle diets. Florida Agricultural Experimental Station, Gainesville, p.22, 1966. (Bulletin. 708).

HIGHFILL, B.D.; BOGGS, D.L.; AMOS, H.E.; CRICKMAN, J.G. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and in vivo and in situ digestibilities of low quality fescue hay. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 65, p. 224–234, 1987.

INTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Ruminant nutrition, recommended allowances and feed tables**: libbey eurotext, Paris, 1989. 389 p.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Previsões e estimativas das safras agrícolas do Estado de São Paulo, ano agrícola 2007/2008**: segundo levantamento. São Paulo, 2008, 4p.

IP, C.; SINGH, M.; THOMPSON, H. J.; SCIMECA, J. A. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. **Cancer Research**, Baltimore, v. 54: p. 1212–1215, 1994.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; VOLTOLINI, T.V.; BORTOLASSI, J.R.; FERREIRA, C.C.B. Aditivos na conservação do bagaço de laranja in natura na forma de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1474-1484, 2000a.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; VOLTOLINI, T.V.; FARIA, K.P.; FERREIRA, C.C.B. Composição e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1485-1490, 2000b.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; VOLTOLINI, T.V.; FERREIRA, C.C.B. Avaliação da silagem de bagaço de laranja com diferentes aditivos por intermédio dos parâmetros de fermentação ruminal de ovinos e contribuição energética dos ácidos graxos voláteis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1491-1497, 2000c.

KHANAL, R.C.; DHIMAN, T.R. Biosynthesis of conjugated linoleic acid (CLA): a review. **Pakistan Journal of Nutrition**, Lahore, v. 3, n. 2, p. 72-81, 2004.

KHANAL, R.C.; OLSON, K.C. Factors affecting conjugated linoleic acid (CLA) content in milk, meat and egg: a review. **Pakistan Journal of Nutrition**, Lahore, v. 3, n.2, p. 82-98, 2004.

KNIGHT, T.W.; KNOWLES, S.; DEATH, A. F. Factors affecting the variation in fatty acid concentrations in lean beef from grass-fed cattle in New Zealand and the implications for human health. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 46, p.83–95, 2003.

LANZA, A. Dried citrus pulp in animal feeding. In: Holló, J. (Ed.). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOOD INDUSTRIES AND THE ENVIRONMENT, 1984. Budapest. **Proceedings...** New York: Elsevier Pulishers, 1984. p. 189–198.

LEE, K.N.; PARIZA, M.W.; NTAMBI, J.M. Conjugated linoleic acid decreases hepatic stearoyl-CoA desaturase mRNA expression. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, Orlando, v. 248, p.817-821, 1998.

LEE, S.H.; HOSSNER, K.L. Coordinate regulation of ovine adipose tissue gene expression by propionate. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, p. 2840–2849, 2002.

LEIVA, E.; HALL, M.B.; Van HORN, H.H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as source of neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, p.2866-2875, 2000.

LIN, T.Y.; LIN, C.W.; LEE, C.H. Conjugated linoleic acid concentration as affected by lactic cultures and added linoleic acid. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 67, p.1–5, 1999.

MARTIN, S.A.; JENKINS, T.C. Factors affecting conjugated linoleic acid and *trans*-C18:1 fatty acid production by mixed ruminal bacteria. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, n.12, p.3347-3352, 2002.

MARTINEZ, P.J.; FERNÁNDEZ, C.J. Citrus pulp in diets for fattening lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 11-22, 1980.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. Merlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

McGUIRE, M.A.; McGUIRE, M.K. Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant with beneficial effects on human health. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Albany, 1999. Disponível em: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0938.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2006.

MEGIAS, M.D.; TEREL, A.M.; GALLEGO, J.A.; NÚÑEZ, J.M. Chemical changes during the ensiling of orange peel. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.43, p.269-274, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th.ed. Washington: National Academic Press, 2001. 408p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academic Press, 2007. 292p.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3598, 1991.

NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.P.; PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C; ZOPOLLATTO, M. Fontes de amido de diferentes degradabilidades e sua substituição por polpa de citrus em dietas para vacas leiteiras. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.4, p.1079-1086, 2002.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Turnover of lipoproteins and transfer to milk fat of dietary (1-carbon-14) linoleic acid in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.61, p.561, 1978.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 10, p. 287-309.

PARK, Y.; ALBRIGHT, K; LIU, W.; STORKSON, J.; COOK, M.; PARIZA, M. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. **Lipids**, Heidelberg, v. 32, n. 8,p. 853-858, 1997.

PARODI, P.W. Conjugated octadecienoic acids of milk fat. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 60, p. 1550-1553, 1977.

PARODI, P.W. Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 127, p. 1055–1060, 1997.

PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid in food. In J. Sebedio, CHRISTIE, W.W.; ADOLF, R. (Ed.). **Advances in Conjugated Linoleic Acid Research**, Champaign. v. 2, p. 101-121, 2003.

RIVAS, M.M.D.; BARRERA, G.J.A.; TERUEL, M.A.; CASTRO, G.A.G. Silage of byproducts of orange. Evolution and modification of quality of fermentation. **Options Méditerranéenes**, Paris, n.16, p.145-147, 1991.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; ARAUJO, R.C. de; PACKER, I.U.; RIBEIRO, M.F.; GERAGE, L.V. Substituição do milho por polpa cítrica em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 789-794, 2008.

ROMMEY, D.L.; GILL, M. Intake of forage. In: GIVENS, D.I.; OWENS, E.; AXFORD, R.F.E.; OMED, M.M. (Ed.). **Foragem evaluation in ruminant nutrition**. Wallingford: CAB Publ. 2000. chap. 3, p. 43-62.

SANTOS, F.A.P.; CARMO, C.A.; MARTINEZ, J.C.; PIRES, A.V.; BITTAR, C.M.M. Desempenho de vacas em lactação recebendo dietas com diferentes teores de amido total, acrescidas ou não de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1568-1575, 2006.

SANTOS, F.A.P.; MENEZES JR., M.P.; SIMAS, J.M.C.; PIRES, A.V.; NUSSIO, C.M.B. Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citros peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p.923-931, 2001.

SANTOS, G.T.; ÍTAVO, L.C.V.; MODESTO, E.C.; JOBIM, C.C.; DAMASCENO, J.C. Silagens alternativas de resíduos agroindustriais. JOBIM, C.C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T. (Ed.) In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001. Maringá. **Anais...** Maringá, UEM/CCA/DZO, 2001. 319 p.

SARTURI, J.O. **Polpa cítrica úmida despectinada em substituição à polpa peletizada no desempenho de bovinos de corte confinados**. 2008. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SOLOMON, R.; CHASE, L.E.; BEN-GHEDALIA, D.; BAUMAN, D.E. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, n.6, p.1322-1329, 2000.

STROBEL, H.J.; RUSSELL, J.B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.69, p.2941–2947, 1986.

SUNVOLD, G.D.; HUSSEIN, H.S.; FAHEY JR., G.C.; MERCHEN, N.R.; REINHART, G.A. In vitro fermentation of cellulose, beet pulp, citrus pulp, and citrus pectin using fecal inoculum from cats, dogs, horses, humans, and pigs and ruminal fluid from cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, p. 3639–3648, 1995.

TANIGUCHI, K.; ZHAO, Y.; UCHIKAWA, H.; OBITSU, T. Digestion site and extent of carbohydrate fractions in steers offered by-product diets, as determined by detergent and enzymatic methods. **Animal Science**, East Lothian, v. 68, p. 173–182, 1999.

TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A.; FOX, D.G. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, suplemento especial, p. 178-190, 2008.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G; SAINZ, R.D; BARIONI, L.G.; MEDEIROS, S.R.; BOIN, C. Mathematical models in ruminant nutrition. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n.1, p.76-91, 2006.

VAN HORN, H.H.; MARSHALL, S.P.; WILCOX, C.J.; RANDEL, P.F.; WING, J.M. Complete rations for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality, and citrus pulp-corn substitutions. **Journal of Dairy Science**. Savoy, v. 58, p. 1101–1108, 1975.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. **Reproduction, Nutrition and Development**, Les Ulis, v.36, n. 3, p. 53-63, 1996.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd ed. Ithaca: Cornell University press., 1994. 476p.

VOLANIS, M., ZOIOPOULOS, P., TZERAKIS, K. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 53, p. 15–21, 2004.

3 PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE E DESEMPENHO DAS CRIAS DE OVELHAS SANTA INÊS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO POLPA CÍTRICA SUBSTITUINDO O MILHO

Resumo

O objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos da substituição do milho pela polpa cítrica desidratada (PCD) sobre a produção, composição e perfil de ácidos graxos (AG) do leite, bem como o desempenho das crias de ovelhas Santa Inês. Vinte e oito ovelhas ($58,7 \pm 5,5$ kg) com suas respectivas crias foram individualmente alojadas em baias cobertas e distribuídas em delineamento de blocos completos casualizados. Os blocos foram definidos pelo número (múltiparas ou primíparas), tipo e data do parto, além do sexo das crias. As ovelhas foram alimentadas com ração composta por 55% de milho na matéria seca (MS), sendo o milho substituído em 33%, 67% e 100% pela PCD, correspondendo a 18,1; 36,8 e 55% de PCD na MS da ração, respectivamente. As ovelhas foram ordenhadas manualmente, uma vez por semana, da segunda até a oitava semana de lactação (data do desmame), sendo colhidas amostras para a determinação da composição e perfil de ácidos graxos do leite. A produção diária de leite foi estimada pelo cálculo do total produzido durante o intervalo de 3h. Houve diminuição linear ($P < 0,02$) no consumo de MS (2,1; 2,2; 2,0 e 1,7 kg de MS/dia) à medida que a PCD substituiu o milho. Entretanto, não houve efeito dos tratamentos sobre a produção de leite e o desempenho das crias. Dentre os componentes do leite, gordura, proteína, lactose e sólidos totais não foram alterados pelos tratamentos, porém o teor de uréia diminuiu linearmente ($P < 0,01$) (22,3; 20,5; 20,2 e 18,5 mg/dL). Em relação ao perfil de ácidos graxos no leite foi verificado aumento ($P < 0,05$) linear de C15:0, C16:0, C17:1, C18:3, AG de cadeia média e saturados, e diminuição ($P < 0,05$) linear de C18:0, C18:1, C18:2 t10,c12, de AG monoinsaturados e de cadeia longa. Para o C18:2 c9,t11 houve aumento de 47% quando o milho foi substituído em 33% pela PCD.

Palavras-chave: Amido;CLA; Co-produtos; Pectina

MILK YIELD, MILK COMPOSITION, MILK FATTY ACIDS PROFILE AND LAMB PERFORMANCE OF SANTA INES EWES FED DIETS CONTAINING DRIED CITRUS PULP REPLACING CORN

Abstract

The objective of this experiment was to evaluate the effects of replacing corn by dried citrus pulp (DCP) on milk production, composition, and fatty acids profile of Santa Ines ewes and also on performance of their lambs. Twenty eight ewes (initial body weight 58.7 ± 5.5 kg) were penned individually and used in a complete randomized block design according to parity, type of rearing, offspring gender and lambing date. The control diet contained 55% of corn. DCP was added at 18.1, 36.8 and 55% (diet DM) replacing corn by 33, 67 and 100%, respectively. The ewes were hand milked, once a week, from the second to the eight week of lactation (weaning time). Milk production was estimated in a 3h-interval and recorded and sampled for composition and fatty acids profile determination. There was a linear decrease ($P < 0.02$) in dry matter intake (2.1, 2.2, 2.0, and 1.7 kg/day) with DCP inclusion, however, there was not effect of experimental diets on milk production and lamb performance. Milk composition (fat, protein, lactose, and total solids), was not affected by DCP inclusion, except for urea that showed a linear ($P < 0.01$) decrease (22.3, 20.5, 20.2, and 18.5 mg/dL). In milk fatty acids there was linear increase to C15:0, C16:0, C17:1, C18:3, medium-chain and saturated FA and linear decrease to C18:0, C18:1, C18:2 t10,c12, monounsaturated and long-chain FA when DCP replaced corn. There was increase by 47% to C18:2 c9,t11 when DCP replaced corn by 33%. The inclusion of DCP replacing corn no affected the milk production, however, changed the milk fatty acids profile of ewes.

Keywords: Coproducts; Feedlot; Pectin; Santa Inês; Starch

3.1 Introdução

A polpa cítrica desidratada (PCD) é o co-produto da extração do suco de laranja e apresenta alto valor energético, alto teor de carboidratos solúveis (24,6%) e grande quantidade de pectina (22,3%) (BAMPIDS; ROBINSON, 2006), fornecendo energia rapidamente disponível aos microrganismos ruminais. Além disso, contêm teor de amido reduzido e teor médio de fibra em detergente neutro (FDN) altamente digestível (NOCEK; TAMMINGA, 1991).

A pectina presente nesse co-produto é um carboidrato estrutural complexo de alta e rápida degradação ruminal (VAN SOEST, 1994) e tem como unidade formadora o ácido galacturônico. Essas características tornam a PCD uma boa fonte energética e

também uma alternativa para substituição de volumosos, quando estes são pouco disponíveis ou de baixa qualidade.

Adicionalmente, quando fermentada no rúmen, a PCD propicia ambiente adequado para a atividade celulolítica através de pH ruminal mais favorável em relação a digestão do amido em ovinos (BEN-GHEDALIA et al., 1989). Aliada a essas características nutricionais, a época de produção da PCD é favorável, abrangendo justamente a entressafra de grãos como o milho.

Considerando que o milho tradicionalmente é o ingrediente que desempenha a função de suprir energeticamente animais em lactação, a utilização de fontes alternativas de alimentos, como por exemplo, a PCD, pode substituir o milho parcial ou totalmente e viabilizar sistemas intensivos de produção.

Mudanças no ambiente ruminal resultante da utilização da PCD podem levar a alterações dos produtos finais da fermentação (ARIZA et al, 2001) e a manipulação nutricional do ecossistema do rúmen é uma estratégia para alterar o conteúdo e composição dos lipídeos da carne e do leite de ruminantes (DEMEYER; DOREAU, 1999). Portanto, o estudo do efeito de determinada dieta ou ingrediente na alimentação animal torna-se importante para a saúde humana.

Há na literatura vários estudos avaliando a inclusão de PCD sobre o desempenho e composição do leite na ração de vacas leiteiras, porém, são as escassas informações para ovelhas em lactação, bem como dos efeitos da PCD na composição da gordura do leite. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a inclusão de PCD substituindo o milho sobre a produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de ovelhas da raça Santa Inês, bem como o desempenho das crias.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Animais e instalações experimentais

O experimento foi conduzido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ /USP). Vinte e oito ovelhas da raça Santa Inês ($58,7 \pm 5,5$

kg) com suas respectivas crias foram individualmente alojadas em baia coberta provida de piso de concreto, cocho para ração total, saleiro e bebedouro. Todas as matrizes foram everminadas no dia do parto com 1 mL de moxidectina 1% (Fort Dodge Saúde Animal).

3.2.2 Período experimental e tratamentos

O experimento ocorreu da segunda até a oitava semana de lactação, época do desmame dos (as) cordeiros (as). As rações experimentais foram formuladas para serem isonitrogenadas ($17,3 \pm 0,3\%$ de PB). A polpa cítrica foi incluída em 18,1; 36,8 e 55% na MS, correspondendo aos teores de substituição de 33%, 67% e 100%, respectivamente, em relação ao milho (Tabela 1). Adicionou-se ao concentrado 25 mg de monensina sódica (Elanco Saúde Animal LTDA) por kg de matéria original.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% na MS)

Ingredientes	Tratamentos ¹			
	0PC	33PC	67PC	100PC
Bagaço de cana <i>in natura</i>	20,0	20,0	20,0	20,0
Polpa cítrica desidratada	-	18,1	36,8	55,0
Milho	55,0	36,8	18,1	-
Farelo de soja	14,6	15,5	16,7	16,6
Uréia	0,5	0,5	0,5	0,5
Farelo de trigo	6,3	6,5	6,3	5,1
Calcário	2,0	1,0	-	-
Monoamônio fosfato (MAP)	-	-	-	1,2
Mistura mineral ²	1,6	1,6	1,6	1,6
Composição Química				
Matéria seca	81,9	81,2	83,0	83,4
Proteína bruta	17,7	17,4	17,2	17,0
Matéria orgânica	94,9	94,5	94,9	93,4
Matéria mineral	5,2	5,5	5,1	6,6
Fibra em detergente neutro	32,4	33,9	36,0	34,9
Extrato etéreo	3,0	2,7	2,3	1,9

¹ Tratamentos: 0PC: sem substituição do milho pela polpa cítrica; 33PC: 33% de substituição do milho pela polpa cítrica; 67PC: 67% de substituição do milho pela polpa cítrica; 100PC: substituição total do milho pela polpa cítrica na MS da dieta;

² Composição: 7,5% P, 13,4% Ca; 1% Mg; 7% S; 14,5% Na; 21,8% Cl; 500ppm Fe; 300ppm Cu; 4600 ppm Zn; 1100 ppm Mn; 55 ppm I; 40 ppm Co; 30 ppm Se.

A alimentação das ovelhas foi fornecida *ad libitum*, e as sobras pesadas semanalmente para a determinação do consumo diário de MS por baia. Foi colhida uma amostra de cada partida das rações ofertadas e retirada uma alíquota semanal de 10% da sobra de cada baia (unidade experimental) e conservadas a -10°C. Posteriormente, as sobras foram descongeladas e compostas por baia e posteriormente por tratamento.

As amostras das rações experimentais foram analisadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. Depois de descongeladas, as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley (Modelo Thomas) com peneiras de crivos de 1 mm. As determinações de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) foram realizadas de acordo com a AOAC (1990) e a de fibra em detergente neutro (FDN) segundo Van Soest; Robertson e Lewis (1991) utilizando-se α -amilase (Ankom Technology, Tecnoglobo Equipamentos LTDA) e sulfito de sódio. As determinações de FDN foram corrigidas para cinza e a matéria orgânica (MO) das amostras foi calculada pela diferença entre a MS e a MM.

Todas as ovelhas foram pesadas, por três dias consecutivos e sem jejum alimentar, no início (segunda semana pós-parto) e no fim (oitava semana pós-parto) do experimento para posterior avaliação da variação do peso corporal.

Uma vez por semana, as ovelhas foram separadas de suas crias e ordenhadas manualmente após a aplicação intravenosa (i.v.) de seis unidades internacionais (UI) de ocitocina sintética injetável. O leite obtido nesta ordenha foi descartado. Decorridas três horas desta primeira ordenha, as ovelhas recebiam nova aplicação de ocitocina e, em seguida, ordenhadas pela segunda vez. O total de leite produzido por ovelha, nesse intervalo, foi pesado e registrado (SUSIN; LOERCH e McCQUIRE, 1995). Uma amostra de leite (15 mL) por animal foi colhida semanalmente e conservada em bronopol Broad Spectrum Microtabs® II (D&F Control Systems®, Inc., Califórnia – EUA) para posterior quantificação de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, uréia e contagem de células somáticas (CCS) no Laboratório de Análise de Leite da Clínica do Leite do Departamento de Zootecnia da ESALQ – USP. As concentrações de gordura, proteína, lactose e sólidos totais foram determinadas por absorção infravermelha, utilizando-se o equipamento Bentley 2000® (BENTLEY INSTRUMENTS, 1995a). A contagem de

células somáticas, expressa em log₁₀, foi feita por citometria de fluxo com o equipamento Somacount 300® (BENTLEY INSTRUMENTS, 1995b).

Foram realizados os cálculos de produção (kg) de leite corrigida para gordura (6,5%) e produção de leite corrigida para gordura (6,5%) e proteína (5,8%), de acordo com Pulina e Nudda (2002). As equações utilizadas foram:

$$\text{LCG (6,5\%)} = \text{Produção} \times (0,37 + 0,097 \times \text{gordura})$$

$$\text{LCGP (6,5 e 5,8\%)} = \text{Produção} \times (0,25 + 0,085 \times \text{gordura} + 0,035 \times \text{proteína})$$

Sendo:

LCG = Leite corrigido para gordura (1020 kcal/kg).

LCGP = Leite corrigido para gordura e proteína (1047 kcal/kg).

Produção de leite expressa em kg.

Teor de gordura e proteína expresso em %.

Conjuntamente com o experimento de produção e composição de leite foi avaliado o desempenho das crias, visando verificar o efeito da inclusão de PCD na alimentação das mães sobre o ganho médio diário (GMD) e consumo de concentrado inicial (CCI) das crias. Em cada baia, um alimentador privativo metálico medindo 1,0 m x 0,80 m permitia que somente as crias, amarradas a uma corda, tivessem acesso ao concentrado inicial e não tivessem acesso ao alimento das ovelhas.

O concentrado inicial oferecido às crias continha 70% de milho; 23,9% de farelo de soja; 1,5% de calcário; 1% de mistura mineral e 3,7% de melaço de cana, todos em base da MS. O concentrado foi fornecido a partir segunda semana de idade da cria, sempre que necessário e em quantidade regulada de acordo com a ingestão observada, permitindo-se consumo *ad libitum*. As sobras foram pesadas semanalmente e descartadas. O peso corporal das crias, sem jejum alimentar, e o CCI foram acompanhados semanalmente, até as crias completarem oito semanas de vida. Na oitava semana pós parto (56 dias) os animais foram desmamados, sendo que o PV das crias e o CCI foram acompanhados por mais duas semanas. Dessa forma, visou-se acompanhar o GMD e o CCI das crias, antes e duas semanas após a desmama.

Amostras de sangue foram colhidas da veia jugular em tubos Vacutainer® com gel separador inerte para soro e ativador de coágulo. As colheitas ocorreram na segunda, quinta e oitava semana pós parto. Após a colheita, os tubos foram

centrifugados durante 12 minutos em centrífuga Fanem® modelo Excelsa Baby II 206-R a 3000 rpm. Foram retiradas duas alíquotas de soro sanguíneo de 1,5 mL cada, sendo armazenadas em tubos Eppendorf® de 1,5 mL. Em seguida, todas as amostras de soro sanguíneo foram conservadas a -20°C.

Os teores de ácidos graxos não esterificados (AGNE) foram determinados enzimaticamente usando "kits" comerciais (NEFA-C Wako Chemicals®, Richmond, Virginia – USA) modificado por Johnson e Peters (1993). As determinações de AGNE foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP). As determinações foram feitas em triplicata, usando-se leitor de microplacas Bio-Rad Modelo 3550 com leituras em 550 nm.

3.2.3 Determinação do perfil de ácidos graxos no leite

Uma segunda alíquota de leite foi armazenada a -20°C e posteriormente analisada para a determinação do perfil de AG por meio da técnica de cromatografia gasosa. As amostras foram descongeladas em banho maria a uma temperatura de 40°C, sendo 50 mL de cada amostra centrifugada a 12.000 x g por 30 minutos a 4°C. Aproximadamente 65 a 70 mg da gordura foram removidas das amostras para serem metiladas em duas etapas com 2 mL de 0,5M de metóxido de sódio (10 minutos a 50°C), seguido da adição de 3 mL de HCl metanólico (10 minutos a 80°C) como descrito por Kramer et al. (1997).

Com a finalidade de detectar possíveis perdas de ácidos graxos durante o processo de esterificação foi utilizado o ácido esteárico (18:0) como padrão externo e o ácido nonadecanóico (19:0) como padrão interno para quantificação dos AG. A análise cromatográfica indicou que mais de 94% dos ácidos graxos foram recuperados. Os lipídeos, já metilados, foram armazenados a -20°C em frasco âmbar contendo nitrogênio para evitar possível oxidação. Os lipídeos metilados foram armazenados por no máximo 1 mês antes da leitura em cromatógrafo. Para a extração e metilação dos lipídeos do milho e da PC foram utilizadas as metodologias descritas por Folch, Lees e Stanley (1957) e Kramer et al. (1997), respectivamente.

Para a quantificação e determinação dos ácidos graxos foi utilizado um cromatógrafo HP 5890 SERIE II equipado com um detector de ionização de chama; coluna capilar de sílica fundida de 100 m de comprimento x 0,25mm de diâmetro interno, contendo 0,2 mm de polietileno glicol (Supelco). A aquisição de dados foi feita pelo software GC Solution (Shimadzu Co.), utilizando uma interface CBM 102 (Shimadzu Co.), a qual permitiu obtenção de sinal digital. As condições cromatográficas foram: temperatura inicial da coluna de 140°C por 2 minutos aumentando 4°C por minuto até 240°C, sendo esta mantida por 15 minutos; gás de arraste hélio numa vazão de 1,5 mL/min.; temperatura do injetor de 250°C e temperatura do detector de 260°C. A identificação dos ácidos graxos foi realizada pela comparação do tempo de retenção de ésteres metílicos dos ácidos graxos dos padrões (Supelco mix C4-C24/n. 18919). O padrão utilizado para a identificação de C18:2 c9,t11 e C18:2 t10,c12 foi da marca Nu-Chek Prep (Elysian, MN)

3.2.4 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados com quatro tratamentos e 7 repetições, sendo os blocos definidos pelo número de lactações (primípara ou múltípara), tipo de parto (simples ou gemelar), data do parto e sexo das crias. Um controle leiteiro foi realizado na primeira semana pós-parto, antes das ovelhas receberem as rações experimentais, sendo esses dados utilizados como covariável para as variáveis de produção e composição do leite.

O modelo estatístico utilizado para as variáveis de produção de leite, composição de leite e CMS (kg/dia) foi:

$$Y_{ijk} = M + B_i + T_j + S_k + S_k \times T_j + E_{ijk}$$

Onde:

M = Média geral

B_i = Efeito de bloco

T_j = Efeito de tratamento

S_k = Efeito de semana de lactação

S_k x T_j = Interação entre semana de lactação e tratamento

E_{ijk} = Efeito aleatório

Para as variáveis de peso corporal (PC) inicial, final e variação do peso ao longo do experimento utilizou-se como covariável o valor do PC no momento do parto. Para todas as variáveis relacionadas ao desempenho das crias utilizou-se a baia como unidade experimental.

O modelo estatístico utilizado para CMS (kg PC/dia e kg PC^{0,75}/dia), PC inicial, PC final e variação do PC ao longo do experimento foi:

$$Y_{ijk} = M + B_i + T_j + E_{ij}$$

Onde:

M = Média geral

B_i = Efeito de bloco

T_j = Efeito de tratamento

E_{ij} = Efeito aleatório

O modelo estatístico utilizado para a variável AGNE foi:

$$Y_{ijk} = M + B_i + T_j + D_k + D_k \times T_j + E_{ijk}$$

Onde:

M = Média geral

B_i = Efeito de bloco

T_j = Efeito de tratamento

D_k = Efeito de dias-pós-parto

$D_k \times T_j$ = Efeito de interação entre dias pós-parto e tratamento

E_{ijk} = Efeito aleatório

Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do SAS (2002). As médias apresentadas foram obtidas pelo comando LSMEANS. Testes para polinômios ortogonais (linear e quadrático) para todas as variáveis analisadas foram aplicados quando detectado efeito de tratamento ($P < 0,05$).

3.3 Resultados e discussão

Houve redução linear ($P < 0,02$) do consumo de matéria seca (CMS) com a inclusão de PCD em substituição ao milho (Tabela 2).

Tabela 2 – Peso corporal, consumo de matéria seca e produção de leite de ovelhas Santa Inês alimentadas com polpa cítrica em substituição ao milho

Variáveis	Tratamentos ¹				EPM ²	Efeito ³			
	0PC	33PC	67PC	100PC		L	Q	Sem	Trat Sem
Peso Corporal									
Inicial, kg	58,4	57,7	58,8	57,7	1,34	-	-	-	-
Final, kg	61,6	60,4	62,5	56,9	1,41	0,21	0,77	-	-
Variação, g/d	57	48	67	-16	18,04	0,05	0,08	-	-
AGNE	0,19	0,19	0,19	0,20	<0,01	0,48	0,74	-	-
CMS									
kg/dia	2,1	2,1	2,0	1,7	0,11	<0,02	0,16	<0,01	0,94
%PV	3,2	3,4	3,3	3,1	0,11	0,36	0,08	-	-
g/kg PV ^{0,75}	91	95	92,7	85,2	2,73	0,17	<0,05	-	-
Produção, g/3h									
Leite	134,5	136,1	122,3	119,9	8,32	0,17	0,80	<0,01	0,49
LCG ⁵	150,6	154,4	132,9	139,0	10,30	0,27	0,91	0,25	0,44
LCGP ⁶	144,5	147,3	127,3	132,5	9,72	0,25	0,91	0,24	0,38
EA ⁷	0,57	0,58	0,57	0,55	0,06	0,86	0,81	0,99	0,79

¹ Tratamentos: 0PC: sem inclusão de PCD na dieta; 33PC: 33% de substituição do milho pela PCD; 67PC: 67% de substituição do milho pela PCD; 100PC: substituição total do milho pela PCD na dieta;

² Erro padrão da média;

³ Efeito do tratamento: Valor de P para o teste de polinômio ortogonal apresentar resposta linear (L) ou quadrática (Q); Sem= Efeito de semana; Trat*Sem= Efeito de interação entre tratamento e semana.

⁴ AGNE = Ácidos graxos não esterificados, expresso em mEq/L.

⁵ Leite corrigido para gordura (6,5%) conforme Pulina e Nudda (2002).

⁶ Leite corrigido para gordura (6,5%) e proteína (5,8%) conforme Pulina e Nudda (2002).

⁷ Eficiência Alimentar= LCG/CMS.

A PCD possui em sua composição aproximadamente 25% de pectina e baixo teor de lignina (1%) (ORSKOV, 1987), além de não ter sido ainda demonstrado nenhuma ligação covalente entre ambas (HALL, 1994). Isso é comprovado pela sua alta solubilidade em água e em detergente neutro, sem a necessidade de clivagem enzimática, e pela rápida e extensa degradação ruminal (VAN SOEST, 1994), que segundo Chesson e Monro (1982) pode atingir de 30 a 45% por hora, portanto, não sendo considerado fator limitante de CMS.

Alguns estudos avaliando a inclusão de PCD em substituição ao milho, nas rações de ruminantes em lactação, não observaram alteração no CMS, reforçando a idéia que a fração fibrosa da PCD não limita o CMS. Porém, é necessário considerar o teor de inclusão da PCD utilizado nesses trabalhos a fim de obter-se uma comparação sensata com os resultados do presente estudo. Fegeros et al. (1995) não observaram efeito da inclusão de PCD no CMS, ao trabalharem com ovelhas da raça Karagouniko,

entretanto, o teor máximo de inclusão foi 10% na MS. Da mesma forma isso foi verificado nos trabalhos de Santos et al. (2006), Nussio et al. (2002), Eifert et al. (2006a), Assis et al. (2004), Leiva, Hall e Van Horn (2000); Santos et al. (2001), Belibasakis e Tsirgogianni (1996) utilizando os teores de inclusão 12,3; 14,3; 20,6; 20,4; 20,5; 14 e 20% de PCD, respectivamente, substituindo alimentos ricos em amido na dieta de vacas em lactação. A queda de 19% observada no CMS quando houve a completa substituição do milho pela PCD, representado pelo tratamento 100PC, pode ser atribuída à grande quantidade do co-produto (55% na MS) na ração. O elevado teor de cálcio encontrada na PCD determina a necessidade de utilização de uma fonte de fósforo para o adequado balanceamento dos minerais quando o teor de inclusão é elevado. No presente estudo foi utilizado monoamônio fosfato (MAP) no tratamento 100PC, o que pode ter sido responsável pela redução do CMS em relação à ração controle. Isto corrobora com Durand et al. (1976) que verificaram redução no CMS em cordeiros recebendo ração contendo 4% de MAP e com os resultados apresentados na página 128 (Tabela 18), sendo observado redução linear do CMS em cordeiros recebendo rações com elevada proporção de PCD contendo 0; 0,3; 0,6 e 0,9% de MAP.

Outros estudos também demonstraram redução no CMS quando a PCD foi incluída em teores mais elevados. Leiva, Hall e Van Horn (2000) observaram queda no consumo médio de 184 vacas leiteiras quando a dieta controle com 19,5% de milho moído e 9,6% de polpa cítrica foi substituída por outra com 9,2% de milho e 20,5% de polpa cítrica. Da mesma forma Salvador et al. (2008a) verificaram redução de 1 kg no CMS de vacas alimentadas com ração contendo 33% de PCD em relação aquelas recebendo ração composta por 24% de milho moído fino e 11,8% de PCD. A alta capacidade de retenção de água de co-produtos fibrosos poderia aumentar o peso e o volume da digesta úmida (RAMANZIN; BAILONI; BITTANTE, 2004). Essa hipótese é ratificada por estudo de Voelker e Allen (2003) que verificaram aumento da massa de digesta no rúmen de vacas leiteiras contendo 24% de polpa de beterraba, alimento com velocidade de hidratação alta e similar à polpa cítrica (BHATTI; FIRKINS, 1995), em relação a dieta contendo 0% de polpa de beterraba. Portanto, a hidratação das partículas alimentares e aumento do volume da digesta pode ser o mecanismo pela

qual a inclusão de PCD em substituição ao milho na ração resultou na redução do consumo das ovelhas no presente estudo (Tabela 2).

Outra hipótese a ser considerada na diminuição do CMS é a digestão pós ruminal da PCD. Vacas leiteiras alimentadas com silagem de alfafa diminuíram o CMS em 1,7 kg de MS quando essas foram suplementadas com PCD na proporção de 19% em comparação ao milho quebrado (BRODERICK; MERTENS; SIMONS, 2002). Os autores verificaram volumes ruminais similares entre as dietas, sugerindo que possa ter ocorrido efeito de enchimento intestinal conforme descrito por Mertens (1996).

Além disso, a redução linear no CMS pode ter sido resultado da grande quantidade de carboidrato fermentescível (pectina) no rúmen combinado com um inadequado suprimento de proteína degradável no rúmen. Isso é suportado por Cabrita et al. (2007) ao observarem redução de CMS em vacas alimentadas com PCD substituindo o milho em dietas com baixo teor de proteína. Porém, quando houve aumento da concentração de proteína na dieta não ocorreu diminuição do CMS e da produção de leite, provavelmente devido ao atendimento da exigência de proteína degradável no rúmen.

Embora o NRC (2001) e o NRC (2007) considerem o valor energético da PCD inferior ao do milho, provavelmente possa estar ocorrendo uma subestimação desses valores, como verificado por Pereira et al. (2007) ao avaliarem a estimativa de energia metabolizável de rações com PCD em substituição ao milho para tourinhos em terminação. Reflexo disso é o fato da PCD substituir com relativa eficiência o milho em dietas de ruminantes, como verificado no presente estudo. Segundo Santos et al. (2006), a ausência do efeito negativo da PCD em diversos estudos no desempenho dos animais, pode ser explicado pelo melhor ambiente ruminal, favorecendo a digestibilidade de nutrientes e maior digestibilidade ruminal dos carboidratos não fibrosos da PCD em comparação ao do milho.

Apesar do menor CMS observado, a manutenção da produção de leite (Tabela 2) das ovelhas recebendo PCD pode ser devido à melhora na sincronização de energia e de proteína disponível no rúmen. Isso corrobora com o fato da PCD aumentar o pH ruminal concomitantemente ao aumento de fluxo de proteína microbiana para o intestino de ovinos (BEN GHEDALIA et al., 1989) e maior eficiência de síntese de proteína

microbiana, justificado pelo maior fluxo da fase líquida nas dietas contendo maior proporção de PCD (FONSECA; DIAS-DA-SILVA; LOURENÇO, 2001).

Poucos estudos sobre a substituição do milho por PCD na ração de ovelhas em lactação são encontrados na literatura. Fegeros et al. (1995) não observaram alteração na produção de leite em 26 ovelhas da raça Karagouniko alimentadas com feno de alfafa, palha de trigo e a PCD adicionada em 30% substituindo o milho grão, a cevada e o farelo de trigo. Entretanto, Volanis, Zoiopoulos e Tzerakis (2004) estudaram o uso de silagem de laranja sendo incluído na proporção de 40% na MS, substituindo parcialmente o feno de aveia e uma mistura de concentrado e observaram diminuição da produção de leite. Segundo os autores esse efeito foi atribuído a redução de síntese de proteína microbiana e fluxo para o intestino. Porém, no terço final desse experimento as ovelhas retornaram a produção similares àquelas do grupo controle, provavelmente pela adaptação da microflora do rúmen.

Os trabalhos conduzidos utilizando vacas leiteiras também demonstram resultados satisfatórios com a inclusão de PCD na ração em relação à produção de leite. O aumento da degradabilidade ruminal dos carboidratos não estruturais da dieta verificada nesses estudos, através da substituição do milho por PCD, resultou em efeito benéfico no desempenho dos animais (BELIBASAKIS; TSIRGOGIANNI, 1996, SANTOS et al., 2001; NUSSIO et al., 2002; SANTOS et al., 2006, SOLOMON et al., 2000 e EIFERT et al., 2006a).

Altas concentrações de amônia ruminal (N-NH_3) resultam em absorção líquida de nitrogênio via parede do rúmen, conversão a uréia e perda de nitrogênio por meio de excreção urinária e/ou aumento do teor de uréia no leite (NOUSIAINEN; SHINGFIELD; HUHTANEN, 2004). Foi verificada diminuição linear ($P < 0,01$) no teor de uréia no leite das ovelhas com a adição de PCD em substituição ao milho (Tabela 3). Esse resultado pode ser explicado pela diminuição linear do CMS. Uma vez que as dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, o menor suprimento de nitrogênio via dieta para o rúmen resultou em menor produção e absorção de NH_3 e conseqüentemente menor teor de uréia no leite.

Outra explicação para o resultado é proposta por Santos et al. (2006) ao verificarem o mesmo efeito em vacas alimentadas com rações contendo 12,3% de PCD

substituindo 50% do milho moído fino. Segundo os autores, o uso de fontes de carboidratos de alta degradabilidade ruminal pode favorecer o menor teor de nitrogênio uréico no leite, em razão da menor perda de N-NH_3 e do melhor perfil dos aminoácidos essenciais na proteína metabolizável, decorrente da maior participação da proteína microbiana. Uma hipótese levantada pelos autores, para o efeito positivo da PCD em reduzir as concentrações de uréia no leite seria a alta disponibilidade de carboidratos rapidamente degradáveis no rúmen (açúcar e pectina), o que favoreceria a utilização do nitrogênio amoniacal pelos microrganismos ruminais. Isso é suportado por Ariza et al. (2001), ao observarem em sistemas de fermentação contínua, menor concentração de nitrogênio amoniacal e degradação de proteína nas culturas contendo polpa cítrica em comparação a outro co-produto rico em amido. Adicionalmente, os autores concluíram que a síntese de proteína microbiana no tratamento polpa cítrica foi mais eficiente, sugerindo que o uso dessa fonte de carboidrato não estrutural pode substituir o amido como fonte de energia.

Não foi verificada alteração ($P>0,05$) na concentração de ácidos graxos não esterificados (AGNE) entre os tratamentos (Tabela 2). A concentração de AGNE é negativamente correlacionada com o balanço energético animal (ERFLE; FISHER; SAUER, 1974) e o aumento na concentração de AGNE é indicador de mobilização de gordura corporal (BLAUWIEKEL; KINCAID, 1986). No entanto, nesse estudo a variação de peso corporal foi pequena, concluindo que as ovelhas apresentaram excelente estado nutricional durante o período experimental, apesar da redução linear ($P<0,02$) de CMS com a inclusão de PCD na ração.

Apesar da pectina contida na PCD ser rapidamente fermentável no rúmen e gerar acetato como produto final (VAN SOEST, 1994), era esperado que houvesse aumento na gordura do leite, como verificado por Santos et al. (2001), Leiva, Hall e Van Horn (2000) e Belibasakis e Tsirgogianni (1996) utilizando vacas leiteiras e por Volanis, Zoiopoulos e Tzerakis (2004) trabalhando com ovelhas em lactação. Por outro lado, Jaramillo et al. (2008) verificaram efeito oposto no teor de gordura do leite, ou seja, diminuição com a inclusão 30% de fruta cítrica inteira na ração de ovelhas da raça Guirra. No entanto, nenhuma alteração foi verificada neste estudo (Tabela 3), concordando com Fegeros et al. (1995) que obtiveram valor médio de 7,2% para essa

variável no leite de ovelhas Karagouniko. Da mesma forma, Salvador et al. (2008b) não observaram resposta da inclusão de PCD na ração de vacas leiteiras sobre o teor de gordura no leite, argumentando que esse resultado pode ser atribuído ao fato de a substituição de milho por polpa cítrica ter sido realizada em dietas não deficientes em fibra efetiva. Alteração na gordura do leite quando da inclusão de subprodutos fibrosos à dieta é normalmente detectada quando estes substituem milho em dietas deficientes em FDN oriundas de forragem, sabidamente acidogênicas (ARMENTANO; PEREIRA, 1997).

Tabela 3 – Composição do leite de ovelhas Santa Inês alimentadas com polpa cítrica em substituição ao milho

Variáveis	Tratamentos ¹					Efeito ³			
	0PC	33PC	67PC	100PC	EPM ²	L	Q	Sem	Trat Sem
Teor, %									
Gordura	7,50	8,00	7,56	7,84	0,46	0,78	0,85	<0,01	0,29
Proteína	4,79	4,66	4,59	4,60	0,12	0,26	0,54	<0,01	0,41
Lactose	4,62	4,91	4,90	4,83	0,11	0,23	0,10	0,14	0,20
ST ⁴	18,65	18,70	18,53	18,71	0,42	0,99	0,88	<0,01	0,13
ESD ⁵	11,02	11,11	11,05	10,89	0,13	0,47	0,38	<0,01	0,88
Uréia, mg/dL	22,34	20,52	20,21	18,50	0,66	<0,01	0,97	0,09	0,86
CCS ⁶	2,76	2,62	2,53	2,56	0,12	0,22	0,49	<0,01	0,69

¹ Tratamentos: 0PC: sem inclusão de PCD na dieta; 33PC: 33% de substituição do milho pela PCD; 67PC: 67% de substituição do milho pela PCD; 100PC: substituição total do milho pela PCD na dieta;

² Erro padrão da média;

³ Efeito do tratamento: Valor de P para o teste de polinômio ortogonal apresentar resposta linear (L) ou quadrática (Q); Sem= Efeito de semana; Trat*Sem= Efeito de interação entre tratamento e semana;

⁴ Sólidos Totais

⁵ Extrato Seco Desengordurado;

⁶ CCS= Contagem de células somáticas, expressa na unidade log₁₀/mL, correspondendo a 1097, 698, 657 e 622 x 10³/mL de leite para os Tratamentos 0PC, 33PC, 67PC e 100PC, respectivamente.

Adicionalmente, Pulina et al. (2006) sugerem ainda que ovinos sejam menos propensos a depressão de gordura no leite devido a maior eficiência em ruminar e possuir um funcionamento normal do rúmen quando essa espécie é submetida a rações ricas em grãos finamente moídos, as quais causam acidose ruminal em vacas. Esses resultados sugerem que as rações experimentais apresentam teor de FDN fisicamente efetivo adequado, apesar de serem constituídas de 80% de concentrado. Apesar de Santos et al. (2006) verificarem diminuição de gordura no leite de vacas alimentadas com PCD, os autores sugerem que o efeito positivo da PCD no teor de gordura somente

é pronunciado em situações em que os teores são abaixo de 3,5%, justificando os resultados obtidos.

Além disso, a redução na síntese de ácidos graxos pela glândula mamária é decorrente de inibições impostas pelo isômero C18:2 t10,c12 (PETERSON; BAUMGARD; BAUMAN, 2002), hipótese pouco provável nesse estudo, uma vez que foi verificado diminuição linear desse ácido graxo (Tabela 5) e nenhuma variação no teor de gordura do leite. Um argumento que pode explicar a ausência do efeito esperado são diferenças entre bovinos e ovinos em relação ao mecanismo fisiológico descrito (CHILLIARD et al., 2003). No entanto, a melhor explicação para o fenômeno é a baixa quantidade desse isômero no leite de ovelhas comparado ao de vaca, o que é respaldado por um experimento conduzido por Lock et al. (2006) ao verificarem redução de síntese de gordura no leite de ovelhas quando essas foram suplementadas com C18:2 t10,c12 sintético. Essa evidência indica que o mecanismo de depressão de gordura em ovelhas é aparentemente similar ao de vacas.

Os demais componentes do leite não foram influenciados ($P>0,05$) pela adição de PCD na ração (Tabela 3). De acordo com Walker, Dunshea e Doyle (2004) para ocorrer alterações na concentração de proteína do leite haveria necessidade de mudanças extremas na ingestão de energia metabolizável e/ou na de proteína total da ração, condições não verificadas nesse experimento, o que justifica não ter sido encontrado efeito dos tratamentos sobre essa variável. Esses resultados estão de acordo com Jaramillo et al. (2008); Fegeros et al. (1995) e Volanis et al. (2006).

A concentração de lactose também não foi influenciada ($P>0,05$) pela inclusão de PCD (Tabela 3). Essa invariabilidade na concentração de lactose pode ser respaldada pelo estudo realizado por Sutton e Morant (1989) sobre a potencialidade de alteração de componentes do leite via nutrição, quando concluíram que essa ferramenta era ineficaz para tal objetivo. Eifert et al. (2006a) verificaram menor conteúdo de lactose em dietas de vacas leiteiras contendo farelo de trigo quando comparado a PCD. Os autores atribuem isso a uma possível deficiência de precursores de glicose desse ingrediente em relação à PCD avaliada nesse estudo.

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) no desempenho das crias em relação ao peso corporal e ganho médio diário de peso ao desmame (56 dias) e 15 dias após o desmame (Tabela 4).

Tabela 4 – Peso corporal, consumo de concentrado inicial e desempenho das crias em função da inclusão de polpa cítrica em substituição ao milho na ração das matrizes

Variáveis	Tratamentos ¹				EPM ²	Efeito	
	0PC	33PC	67PC	100PC		L	Q
Peso corporal (kg)							
Nascimento	4,14	4,14	4,73	3,79	0,17	0,55	<0,02
2ª semana	8,07	8,49	8,79	7,79	0,47	0,80	0,22
8ª semana	17,18	19,59	19,29	16,30	0,98	0,51	0,03
15 dias pós desmame	19,71	23,29	22,64	18,33	1,27	0,41	<0,02
Ganho médio diário (g/d)							
2ª - 8ª semana	163	198	188	152	12,35	0,46	<0,03
15 dias pós desmame	169	246	223	135	37,30	0,47	0,08
Consumo (g MS)							
2ª - 8ª semana	113	134	182	132	35,31	0,52	0,41
15 dias pós desmame	529	648	597	481	66,18	0,52	0,15

¹ Tratamentos: 0PC: sem inclusão de PCD na dieta; 33PC: 33% de substituição do milho pela PCD; 67PC: 67% de substituição do milho pela PCD; 100PC: substituição total do milho pela PCD na dieta;

² Erro padrão da média;

³ Efeito do tratamento: Valor de P para o teste de polinômio ortogonal apresentar resposta linear (L) ou quadrática (Q).

O comportamento dos dados segue o efeito quadrático ($P < 0,02$) observado no peso corporal ao nascimento entre os tratamentos designados às ovelhas, o que geralmente está relacionado ao desenvolvimento da cria, justificando os resultados obtidos (LAWRENCE; FOWLER, 2002).

A ausência de diferença ($P > 0,05$), no consumo de concentrado inicial (CCI) dos cordeiros antes e pós desmama, justifica as produções de leite similares das ovelhas (Tabela 2) observada entre os tratamentos. O comportamento das crias em compensar o CCI em função da produção de leite da mãe foi verificado por Araujo et al. (2008), ao estudar o desempenho de cordeiros de ovelhas Santa Inês alimentadas com teores crescentes de casca de soja em substituição ao feno de “coastcross”.

O consumo médio de CCI até o desmama foi de 140 g, superior ao valor de 47 g observado por Araujo et al. (2008). A diferença provavelmente pode ser explicada pela

limitação do acesso das crias à ração das ovelhas realizada no presente estudo. Os autores do trabalho citado descreveram diminuição no CCI dos cordeiros das ovelhas alimentadas com rações contendo maior inclusão de casca de soja ou coincidentemente de menor tamanho de partícula, sugerindo consumo das dietas experimentais por parte das crias. Por outro lado, Mendes et al. (2003), apesar do livre acesso das crias à ração das ovelhas, verificaram CCI médio de 127 g, entretanto, as dietas das ovelhas continham 50% de silagem de milho, o que pode ter limitado o consumo das crias em relação a dieta das mães.

A concentração total dos ácidos graxos de cadeia curta (C10 a C13) no leite não foi alterada pela inclusão da PCD ($P>0,05$), apesar de a concentração do C13 ter variado ($P<0,05$) e a de C10 e C12 não serem afetadas ($P>0,05$) pela inclusão da PCD (Tabela 5). Possivelmente, isso se deve ao fato de a substituição não ter interferido na síntese mamária de ácidos graxos, uma vez que segundo Annison (1983), estes ácidos graxos são provenientes exclusivamente da síntese neste tecido. A dissonância quanto ao comportamento do C13, é proveniente de possíveis alterações nos padrões de fermentação no ambiente ruminal, uma vez ácidos graxos de cadeia ímpar são de origem microbiana (HARTFOOT; HAZLEWOOD, 1988). Tal suposição é ratificada pelo fato de as concentrações de C15:0, C15:1 e C17:1 terem sido afetadas pelos tratamentos. As alterações no ambiente ruminal foram decorrentes do fato de que a introdução da PCD propiciou à flora ruminal maior quantidade de pectina.

Tabela 5 – Perfil de ácidos graxos no leite de ovelhas alimentadas com teores crescentes de polpa cítrica em substituição ao milho, expresso em mg/g de lipídeo

Ácido Graxo	Tratamento ¹				EPM ²	Efeito	
	0PC	33PC	67PC	100PC		L	Q
C10:0	135,31	144,98	145,71	136,15	13,87	0,96	0,50
C12:0	78,22	83,76	85,18	76,17	6,06	0,86	0,25
C13:0	1,32	1,15	1,19	1,89	0,15	0,01	<0,01
C14:0	128,83	133,86	137,46	139,27	5,02	0,14	0,75
C14:1	7,36	7,50	7,45	6,40	0,40	0,16	0,18
C15:0	11,88	12,56	13,00	13,58	0,46	0,02	0,92
C15:1	2,58	2,53	2,49	3,06	0,09	<0,01	<0,01
C16:0	268,02	270,32	295,65	322,32	9,25	<0,01	0,20
C16:1	5,91	4,61	4,67	3,90	0,77	0,10	0,74
C17:1	1,64	2,21	2,41	2,64	0,32	0,04	0,60
C18:0	84,27	71,94	64,65	59,01	4,90	<0,01	0,50
C18:1 cis	235,27	221,07	201,17	195,30	12,40	0,02	0,74
C18:2 cis	22,75	23,46	22,55	22,05	1,76	0,70	0,73
C18:3 cis	0,22	0,63	0,84	1,28	0,14	<0,01	0,92
C18:2 c9,t11	5,12	7,55	7,40	6,32	0,81	0,36	<0,05
C18:2 t10,c12	2,56	2,03	1,69	1,48	0,09	<0,01	0,17
C20	1,1	1,0	0,9	0,7	0,14	0,06	0,72
C20:2 n-3	1,4	1,2	1,3	1,3	0,32	0,76	0,74
C20:3	2,3	1,9	2,2	2,1	0,34	0,83	0,73
Outros	34,4	26,1	23,9	21,2	5,60	0,11	0,63
Saturados	713,4	725,1	747,9	754,7	15,07	<0,05	0,87
Monoinsaturados	253,8	239,3	218,0	211,2	12,82	<0,02	0,77
Poliinsaturados	32,8	35,5	35,0	34,2	3,1	0,79	0,57
P:S ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,90	0,82
AGCC ³	214,85	229,89	232,08	214,22	19,22	0,99	0,40
AGCM ³	302,45	305,95	329,25	356,83	9,14	<0,01	0,20
AGCL ³	353,86	330,20	308,35	289,67	18,30	0,02	0,89

¹ Tratamentos: 0PCD: sem inclusão de PCD na dieta; 33PCD: 33% de substituição do milho pela PCD; 67PCD: 67% de substituição do milho pela PCD; 100PCD: substituição total do milho pela PCD na dieta;

² Erro padrão da média;

³ P:S= relação ácidos graxos poliinsaturados:saturados; AGCC= Ácidos graxos de cadeia curta (Σ C₁₀-C₁₃); AGCM= Ácidos graxos de cadeia média (Σ C₁₄-C₁₇); AGCL= Ácidos graxos de cadeia longa (Σ C_{>18}).

A inclusão da PCD elevou linearmente (P<0,01) (Figura 1) a concentração de ácido linolênico (C18:3) no leite, conforme a PCD substituiu o milho na dieta das ovelhas. O aumento de C18:3 é esperado, pois de acordo com o perfil dos ácidos

graxos da PCD determinado nesse estudo (Tabela 6), esse co-produto possui concentração de C18:3 superior ao do milho e isso explica o aumento do AG. A elevação da concentração de C18:3 é desejável do ponto de vista da nutrição humana, pelo fato deste ser precursor de ácidos graxos poliinsaturados n-3, incluindo o ácido eicosapentanóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), os quais estão relacionados à atividades anti-aterogênica, anti-trombótica e anti-inflamatória, além do menor risco de doenças cardiovasculares (VON SCHACKY, 2000), tornando interessante o estudo de alimentos ricos em C18:3 (GIVENS; KLIEM; GIBS, 2006).

Figura 1 – Concentração de C18:3 no leite de ovelhas alimentadas com PCD em substituição ao milho

Outro AG que foi alterado foi o ácido linoléico conjugado (CLA), mais especificamente o isômero C18:2 c9,t11, sendo verificada sua maior ($P < 0,05$) concentração no leite dos animais que receberam a dieta experimental 33PC (Tabela 5), representado pela Figura 2. Em parte o aumento é explicado pela elevada proporção de milho na ração, representado pela predominância de C18:2 nesse cereal, o qual participou com 41% nesse estudo (Tabela 6). Uma das justificativas desse aumento é que a adição de fontes ricas em C18:2 na ração promove aumento de CLA no leite (BAUMAN et al., 1999).

Figura 2 – Concentração de C18:2 c9,t11 no leite de ovelhas alimentadas com PCD em substituição ao milho

Apesar de não ter sido verificado efeito na concentração de C18:2 no leite das ovelhas (Tabela 5), a alta ingestão de C18:2 reduz a taxa de conversão de C18:2 a C18:0 com o acúmulo de intermediários trans, como por exemplo, o C18:1 t11 e o C18:2 c9, t11 (HARFOOT; NOBLE; MOORE, 1973). Portanto, a utilização de dietas ricas em grãos, como a utilizada nesse experimento pode explicar parcialmente o aumento de CLA no tratamento 33PC, uma vez que Jenkins (1993) aponta que essas dietas ocasionam redução na biohidrogenação devido a sua atividade inibidora sobre bactérias lipolíticas.

O acúmulo desses intermediários está relacionado diretamente com a concentração de CLA no leite ou nos tecidos de ruminantes, via absorção do C18:2 c9, t11 produzido no rúmen ou pela síntese endógena realizada nos tecidos tendo como precursor o C18:1 t11 via atividade da enzima Δ -9 desaturase (GRILINARI et al., 2000). Entretanto, neste estudo não foi detectado C18:1 t11, possivelmente pelo fato da não utilização de uma fonte de óleo nas dietas experimentais, e isso não ter sido suficiente para promover alterações significativas deste composto.

Tabela 6 – Perfil de ácidos graxos do milho e da polpa cítrica, expressos em % e mg/g de lipídeo

Ácido Graxo ¹	Milho		Polpa Cítrica	
	%	mg/g lipídeo	%	mg/g lipídeo
C 10:0	0,0	0,0	0,2	2,3
C 12:0	0,0	0,0	0,5	4,6
C 14:0	1,1	11,4	0,7	6,8
C 16:0	15,6	160,1	27,8	285,6
C 17:0	0,0	0,0	0,4	4,1
C 17:1	0,0	0,0	0,2	1,9
C 18:0	4,6	47,2	5,3	54,6
C 18:1	34,4	352,6	26,3	269,8
C 18:2	40,8	417,6	29,8	306,0
C 18:3	1,1	11,2	5,9	60,2
C 20:0	0,0	0,0	0,4	4,1
Outros	2,4	24,2	2,5	26,0
Saturados	21,3	218,6	35,3	362,1
Monoinsaturados	34,4	352,6	26,5	271,7
Poliinsaturados	41,9	428,8	35,7	366,2
AGCC	0,0	0,0	0,7	6,9
AGCM	16,7	171,4	29,1	298,3
AGCL	80,9	828,6	67,7	694,7

¹ AGCC= Ácidos graxos de cadeia curta (Σ C₁₀-C₁₃); AGCM= Ácidos graxos de cadeia média (Σ C₁₄-C₁₇); AGCL= Ácidos graxos de cadeia longa (Σ C_{>18}).

Alterações no ambiente ruminal podem levar a mudanças na atividade microbiana e também na formação dos produtos finais da fermentação ruminal. Segundo Ariza et al. (2001), a eficiência de síntese microbiana pode aumentar com a adição de pectina, carboidrato encontrado em alta concentração na PCD, em relação ao amido, sugerindo um adequado ambiente ruminal beneficiando as bactérias celulolíticas (*Butyrivibrio fibrisolvens*), principais responsáveis pela biossíntese de CLA (BAUMAN et al., 1999). Essa constatação é respaldada pelo fato de que, segundo Van Soest (1994) a fermentação de pectina não causa queda acentuada no pH ruminal, ao contrário do

amido, conservando-o próximo à neutralidade, característica que propicia o desenvolvimento do *Butyrivibrio fibrisolvens*. Segundo Solomon et al. (2000) essa espécie bacteriana gram-negativa pertencente ao grupo responsável por converter o ácido linoléico em CLA é bastante versátil em relação à fermentação de substratos, podendo fermentar pectina ou amido, todavia gera diferentes produtos finais da fermentação a partir destes substratos.

Quando houve a substituição em 33% de milho por PCD ocorreu possivelmente melhoria no ambiente ruminal, combinado com maior suprimento de C18:2 proveniente do milho, justificando a maximização de CLA no tratamento 33PC. Este resultado é condizente com Solomon et al. (2000), quando compararam a composição lipídica do leite de vacas recebendo dietas com alta proporção de milho ou PCD e soja extrusada, e verificaram aumento de 8% na concentração de CLA para os animais recebendo PCD.

Resultado semelhante foi verificado por Eifert et al. (2006b), que ao compararem fontes de carboidratos (milho, farelo de trigo e polpa cítrica) na proporção de 20,6 a 29,0% com a adição ou não de óleo de soja na ração de vacas leiteiras de média produção, verificaram maior quantidade de C18:2 c9,t11 para a PCD, tanto com a adição ou não de óleo de soja. Os autores justificaram esse resultado pelo ambiente ruminal propiciado pela PCD favorecendo o acúmulo de C18:1 t11, ou seja, substrato para a síntese endógena de CLA.

Além disso, a combinação entre C18:2 e C18:3 do tratamento 33PC aumentou a produção de CLA, concordando com Lock e Garnworthy (2002), que verificaram maior eficiência na síntese de C18:2 c9,t11 em dietas contendo ambos os AG do que os mesmos utilizados separadamente.

O declínio verificado para os tratamentos 67PC e 100PC sugere que a diminuição de C18:2 na dieta, resultante da menor participação do milho, contribuiu para a redução de C18:2 c9,t11 nesses teores de substituição. Resultado similar foi obtido por Bu et al. (2007) quando estudaram a efetividade de óleos ricos em C18:2 e C18:3 sobre a produção de CLA, e verificaram aumento de C18:2 c9,t11 no leite de vacas recebendo dietas ricas em C18:2, quando comparada àquelas contendo C18:3, e produção intermediária para dietas contendo 50% de cada ácido graxo. Apesar de

alguns trabalhos (CHILLIARD et al., 2007; MAIA et al., 2007) mostrarem que dietas ricas em C18:3 promoverem aumento da concentração de CLA, Dhiman et al. (2000) encontraram redução desse AG no leite de vacas alimentadas com dietas contendo 4,4% de óleo de linhaça, fonte rica em C18:3, comparado a dietas contendo 2,2%. Esse resultado sugere limitação na síntese de CLA quando da utilização de grande quantidade de C18:3, ratificando o declínio verificado para os tratamentos 67PC e 100PC em relação ao 33PC observados no presente estudo.

Considerando que o CLA t10,c12 e o C18:1, t10 são formados no rúmen a partir da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico, a diminuição linear ($P < 0,01$) de t10 c12 com a substituição do milho por PCD já era esperada, uma vez que o milho possui maior quantidade de linoléico na sua composição comparado à PCD. Da mesma forma, Eifert et al. (2006b) verificaram diminuição desse AG na dieta contendo PCD comparado àquelas contendo milho e farelo de trigo adicionadas de óleo de soja. Entretanto, segundo Baumgard, Sangter e Bauman (2002), produção de t10 c12 está relacionada à inibição da síntese *de novo* na glândula mamária por reduzir a atividade de enzimas chave responsáveis pelo aumento na gordura do leite, como a acetil-CoA carboxilase e a ácido graxo sintetase, isso afetaria a porcentagem de gordura no leite, entretanto, não foi verificado na presente pesquisa, como discutido anteriormente.

O aumento linear ($P < 0,05$) da concentração de AG saturados (Figura 3) no leite das ovelhas pode estar relacionado ao aumento do pH do rúmen propiciado pelo aumento da participação da PCD na ração das ovelhas, como verificado por Leiva, Hall e Van Horn (2000). A relação entre pH ruminal e atividade microbiana é diretamente proporcional (BEN-GHEDALIA et al., 1989), como consequência disso a velocidade de biohidrogenação dos AG no rúmen é aumentada, resultando na incorporação destes componentes no leite. O aumento de C16 ($P < 0,01$) (Tabela 5), ácido graxo com maior proporção na composição lipídica do leite, é reflexo do aumento de AG saturados no leite. Outra explicação seria a composição lipídica da PCD, uma vez que nesse estudo a PCD apresenta grande quantidade AG saturado em comparação ao milho (Tabela 6).

Figura 3 – Concentração de ácidos graxos saturados no leite de ovelhas alimentadas com PCD em substituição ao milho

A concentração total dos ácidos graxos de cadeia média (AGCM) (C14- C17) foi influenciada ($P < 0,05$) pela introdução da PCD, em decorrência especialmente da oscilação da concentração daqueles oriundos da síntese microbiana (C15:0 e C17:1), embora também tenha havido alteração na concentração do C16:0. Esses resultados corroboram com o trabalho de Palmquist, Beaulieu e Barbano (1993), os quais concluíram que ocorre a inibição de síntese de AGCM na glândula mamária decorrente dos ácidos graxos de cadeia longa na dieta, o que pode ser explicado pela composição lipídica do milho e da PCD (Tabela 2). O aumento na concentração de AGCM não é de interesse, uma vez que os principais responsáveis pela promoção do desenvolvimento das doenças cardiovasculares são o ácido láurico (C12:0), o mirístico (C14:0) e o palmítico (C16:0) (PALMQUIST; MATTOS 2006), tendo o último aumentado linearmente (Tabela 5) no presente estudo. Além disso, AGCM têm sido referenciados como a porção hipercolesterolêmica do leite (NEY, 1991).

Conforme ilustrado na Figura 4, a concentração total de ácidos graxos de cadeia longa (AGCL) ($C > 18$) foi reduzida linearmente ($P < 0,05$) pela introdução da PCD, em consequência da redução ($P < 0,05$) da concentração de isômeros desse grupo (C18:0, C18:1c e C18:2 t10,c12) e provavelmente esse comportamento pode estar relacionado a maior concentração de ácidos graxos de cadeia longa no milho em relação a PCD

(829 vs 695 mg/g lipídeo) determinado nesse estudo (Tabela 6). Adicionalmente, a concentração dos ácidos graxos monoinsaturados diminuiu linearmente ($P < 0,02$) pela adição de PCD na ração, devido a redução da concentração do ácido oléico (C18:1) no leite, o que não é desejável para a saúde humana.

Figura 4 – Concentração de ácidos graxos de cadeia longa no leite de ovelhas alimentadas com PCD em substituição ao milho

3.4 Conclusões

A inclusão de polpa cítrica desidratada (PCD) em substituição ao milho na ração de ovelhas em lactação diminuiu o consumo de matéria seca, entretanto, sem afetar a produção de leite. A composição do leite, com exceção do teor de uréia, não foi alterada pelo fornecimento de PCD.

Adicionalmente, a inclusão de PCD promoveu alterações indesejáveis no perfil de ácidos graxos no leite, favorecendo a elevação de ácidos graxos relacionados às doenças cardiovasculares, como C16:0 e saturados e diminuição de monoinsaturados. Embora tenha aumentado C18:3 e C18:2 c9,t11 com a substituição parcial do milho pela PCD.

Referências

- ANNISON, E.F. Metabolite utilization by the ruminant mammary gland. In: MEPHAN, T.B. **Biochemistry of lactation**. Amsterdam: Elsevier, 1983. chap. 13, p. 399-436.
- ARAUJO, R.C.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; PACKER, I.U.; EASTRIDGE, M.L. Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (*Cynodon species*) hay. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 86, p. 3511-3521, 2008.
- ARIZA, P.; BACH, A.; STERN, M.D.; HALL, M.B. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, p. 2713-2718, 2001.
- ARMENTANO, L.E.; PEREIRA, M.N. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.80, p.1416-1425, 1997.
- ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P.; EUCLYDES, R.F.; NETO, J.M.; MAGALHÃES, A.L.R.; MENDONÇA, S.S. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação. 1. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n.1, p. 242-250, 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15th.ed. Washington, D.C., 1990. 1298p
- BAMPIDIS, V.A.; ROBINSON, P.H. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.128, p.175-217, 2006.
- BHATTI, S.A.; FIRKINS, J.L. Kinetics of hydration and functional specific gravity of fibrous feed byproducts. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, p.1449-1458, 1995.
- BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A.; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminant. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 1-15, 1999.
- BAUMGARD, L.H.; SANGTER, J.K.; BAUMAN, D.E. Milk fat synthesis in dairy cows progressively reduced by increasing supplemental amounts of trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid (CLA). **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 131, n. 6, p. 1764-1769, 2002.
- BELIBASAKIS, N.G.; TSIRGOGIANNI, D. Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.60, p. 87-92, 1996.
- BEN-GHENDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J.; EST, Y. The effects of starch and pectin rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 289-298, 1989.

BENTLEY INSTRUMENTS. **Bentley 2000**: operator's manual. Chaska, 1995a. 77p.

BENTLEY INSTRUMENTS. **Somacount 300**: operator's manual. Chaska, 1995b. 12p.

BLAUWIEKEL, R.; KINCAID, R.L. Effect of crude protein and solubility on performance and blood constituents of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 69, n. 8, p. 2091-2098, 1986.

BRODERICK, G.A.; MERTENS, D.R.; SIMONS, R. Efficacy of carbohydrate sources for milk production by cows fed diets based on alfalfa silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 85, p. 1767–1776, 2002.

BU, D.P.; WANG, J.Q.; DHIMAN, T.R.; LIU, S.J. Effectiveness of oils rich in linoleic and linolenic acids to enhance conjugated linoleic acid in milk from dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.90, n.2, 2007.

CABRITA, A.R.J.; BESSA, R.J.B.; ALVES, S.P.; DEWHURST, R.J.; FONSECA, A.J.M. Effects of dietary protein and starch on intake, milk production, and milk fatty acid profiles of dairy cows fed corn silage-based diets. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.90, p.1429-1439, 2007.

CHESSON, A.; MONRO, J. Legume pectic substances and their degradation in the ovine rumen. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 33, p.852-859, 1982.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, A.; LAMBERET, G. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 5, p. 1751-1770, 2003.

CHILLIARD, Y.; GLASSER, F.; FERLAY, A.; BERNARD, L.; ROUEL, A.; LAMBERET, G.; DOREAU, M. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 109, n. 8, p. 828-855, 2007.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v.58, p.593-607, 1999.

DHIMAN, T.R.; SATTER, L.D.; PARIZA, M.W.; GALLI, M.P.; ALBRIGHT, K.; TOLOSA, M.X. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 83, p. 1016–1027, 2000.

DURAND, M.; FORET, R.; DUMAY, C.; GUÉGUEN, L. Utilisation du phosphate monoammonique chez le mouton. II.- Influence sur le métabolisme azoté de la microflore du rúmen. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v. 25, p. 119-134, 1976.

EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D.; LEOPOLDINO, W.M.; OLIVEIRA, M.V.M.; ARCURI, P.B.; CAMPOS, J.M.S.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p.211-218, 2006a.

EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D.; TEIXEIRA, R.M.A.; ARCURI, P.B.; LEÃO, M.I.; OLIVEIRA, M.V.M.; VALADARES FILHO, S.C. Perfil de ácidos graxos e conteúdo de ácido linoléico conjugado no leite de vacas alimentadas com a combinação de óleo de soja e fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p.1829-1837, 2006b.

ERFLE, J.D.; FISHER, L.J.; SAUER, F.D. Interrelationships between blood metabolites and an evaluation of their use as criteria of energy status of cows in early lactation. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 54, n. 3, p. 293-303, 1974.

FEGEROS, K.; ZERVAS, S.; STAMOULI, S.; APOSTOLAKI, E. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 78, n. 5, p. 1116-1121, 1995.

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

FONSECA, A.J.M.; DIAS-DA-SILVA, A.A.; LOURENÇO, A.L.G. Effects of maize and citrus-pulp supplementation of urea-treated wheat straw on intake and productivity in female lambs. **Animal Science**, East Lothian, v. 73, p. 123– 136, 2001.

GIVENS, D.I.; KLIEM, K.E.; GIBS, R.A. The role of meat as a source of n₃ polyunsaturated fatty acids in the human diet. **Meat Science**, Barking, v.74, p. 209– 218, 2006.

GRIINARI, J.M.; CORL, B.A.; LACY, S.H.; CHOUINARD, P. Y.; NURMELA, K.V.V.; BAUMAN, D. E. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9 -desaturase. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 2285–229, 2000.

HALL, M.B. Pectin: the structural non structural carbohydrate. In: Cornell Nutrition Conference for Manufacturers, 1994, Rochester, NY. **Proceedings...** Rochester, NY: Cornell University Press, 1994. p. 28-36.

HARFOOT, C.G.; NOBLE, R.C.; MOORE, J.H. Factors influencing the extent of biohydrogenation of linoleic acid by rumen microorganisms in vitro. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.24, p. 961-970, 1973.

HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the ruminant. In: HOBSON, P.N. **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier Applied Science, 1988. chap.9, p. 285-322.

JARAMILLO, D.P.; GARCÍA, T.; BUFFA, M.; RODRÍGUEZ; GUAMIS, B.; TRUJILLO, A. Effect of the inclusion of whole citrus in the ration of lactating ewes on the properties of milk and cheese characteristics during ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p.469-476, 2008.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.76, p.3851-3863, 1993.

JOHNSON, M.M.; PETERS, J.P. Technical note: An improved method to quantify nonesterified fatty acids in bovine plasma. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, n. 3, p. 753-764, 1993.

KRAMER, J.K.G.; FELLNER, V.; DUGAN, M.E.R.; SAUER, F.D.; MOSSOBA, M.M.; YURAWECZ, M.P. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. **Lipids**, Chicago, v. 32, p. 1219-1228, 1997.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Prenatal and postnatal growth. In: LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. Wallingford: CABI Pub., 2002. p. 193-215.

LEIVA, E.; HALL, M.B.; Van HORN, H.H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as source of neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, p.2866-2875, 2000.

LOCK, A.L.; GARNSWORTHY, P.C. Independent effects of dietary linoleic and linolenic fatty acids on the conjugated linoleic acid content of cow's milk. **Animal Science**, East Lothian, v. 74, p. 163-176, 2002.

LOCK, A.L.; TELES, B.M.; PERFIELD, J.W.; BAUMAN, D.E.; SINCLAIR, L.A. A conjugated linoleic acid supplement containing 18:2 t10,c12 reduces milk fat synthesis in lactating sheep. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 89, n. 5, p. 1525-1532, 2006.

MAIA, M.R.G.; CHAUDHARY, L.C.; FIGUERES, L.; WALLACE, R.J. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek**, Amsterdam, v. 91, p. 303-314, 2007.

MENDES, C.Q.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MARTINS, T.T. Estimativa da produção e composição do leite de ovelhas da raça Santa Inês. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 11., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ. 2003. 1 CD-ROM.

MERTENS, D.R. Methods in modeling feeding behavior and intake in herbivores. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v. 45, p. 153–164, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th. ed. Washington: National Academic Press, 2001. 408p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academic Press, 2007. 292p.

NEY, D.M. Potential for enhancing the nutritional properties of milk fat. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 4002–4012, 1991.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, p. 3598, 1991.

NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 87, p. 386–398, 2004.

NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.P.; PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C; ZOPOLLATTO, M. Fontes de amido de diferentes degradabilidades e sua substituição por polpa de citrus em dietas para vacas leiteiras. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.4, p.1079-1086, 2002.

ORSKOV, E.R. **The feeding of ruminants**: principles and practice. Lincoln: Rowett Research Institute: Chalcombe Publications. 1987. 110p.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 10, p. 287-309.

PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, A.D.; BARBANO, D.M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 76, p.1753–1771, 1993.

PEREIRA, E.M.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.M.; COSTA, D.F.A.; IMAIZUMI, H.; BITTAR, C.M.M. Estimativa de energia metabolizável de rações com polpa cítrica em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.36, n.1, p.216-224, 2007.

PETERSON, D.G.; BAUMGARD, L.H.; BAUMAN, D.E. Short communication: milk fat response to low doses of *trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid (CLA). **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 85, n. 7, p. 1764-1766, 2002.

PULINA, G.; NUDDA, A. Milk production. In: PULINA, G. (Ed.). **Dairy sheep feeding and nutrition**. Bologna: Avenue media, 2002. chap. 1, p. 11-27.

PULINA, G.; NUDDA, A; BATTACONE, G.; CANNAS, A. Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 131, p.255–291, 2006.

RAMANZIN, M.; BAILONI, L.; BITTANTE, G. Solubility, water-holding capacity and specific gravity of different concentrates. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.77, p.774-781, 1994.

SALVADOR, S.C.; PEREIRA, M.N.; SANTOS, J.F.; MELO, L.Q.; CHAVES, M.L. Resposta de vacas leiteiras à substituição do milho por polpa cítrica e à suplementação com microminerais orgânicos I: Consumo e digestão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n.3, p.682-690, 2008a.

SALVADOR, S.C.; PEREIRA, M.N.; SANTOS, J.F.; MELO, L.Q.; CHAVES, M.L. Resposta de vacas leiteiras à substituição do milho por polpa cítrica e à suplementação com microminerais orgânicos II: Desempenho e economia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n.5, p.1142-1149, 2008b.

SANTOS, F.A.P.; CARMO, C.A.; MARTINEZ, J.C.; PIRES, A.V.; BITTAR, C.M.M. Desempenho de vacas em lactação recebendo dietas com diferentes teores de amido total, acrescidas ou não de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1568-1575, 2006.

SANTOS, F.A.P.; MENEZES JR., M.P.; SIMAS, J.M.C.; PIRES, A.V.; NUSSIO, C.M.B. Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citros peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p.923-931, 2001.

SAS INSTITUTE. **SAS systems for windows**: version 9. Cary, 2002.

SOLOMON, R.; CHASE, L.E.; BEN-GHEDALIA, D.; BAUMAN, D.E. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, n.6, p.1322-1329, 2000.

SUSIN, I.; LOERCH, S.C.; MCCLURE, K.E. Effects of feeding a high-grain diet at a restricted intake on lactation performance and rebreeding of ewes. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 73, n. 11, p. 3199-3205, 1995.

SUTTON, J.D; MORANT, S.V. A review of the potential of nutrition to modify milk fat and protein. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 23, n. 3/4, p. 219-237, 1989.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd ed. Ithaca: Cornell University press, 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**, Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VOELKER, J.A.; ALLEN, M.S. Pelleted beet pulp substituted for high-moisture corn: 1. Effects on feed intake, chewing behavior, and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.86, p.3542-3552, 2003.

VOLANIS, M.; ZOIOPOULOS, P.; TZERAKIS, K. Effects of feeding ensiled sliced oranges to lactating dairy sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 53, p. 15–21, 2004.

VOLANIS, M.; ZOIOPOULOS, P.; PANAGOU, E.; TZERAKIS, C. Utilization of an ensiled citrus pulp mixture in the feeding of lactating dairy ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 64, p. 190-195, 2006.

VON SHACKY, C. n-3 Fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. **American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v.71, p.224S–227S, 2000

WALKER, G.P.; DUNSHEA, F.R.; DOYLE, P.T. Effects of nutrition and management on the production and composition of milk fat and protein: a review. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v. 55, n. 8, p. 1009-1028, 2004.

4 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MÚSCULO LONGISSIMUS DORSI DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM POLPA CÍTRICA

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da substituição do milho por polpa cítrica (PC) na composição química e no perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de trinta e dois cordeiros, não castrados, da raça Santa Inês, abatidos com idade de 141 dias e peso médio de 33 kg. Os cordeiros foram alimentados com ração contendo 90% de concentrado (milho moído e/ou PC, farelo de soja e minerais) e 10% de feno de “coastcross” (*Cynodon* spp). A PC foi adicionada em 23,7; 46,1; e 68,4% da matéria seca substituindo o milho em 33, 67 e 100%, respectivamente. A substituição total do milho pela PC promoveu aumento ($P<0,03$) de 177% na concentração de ácido linolênico (C18:3), enquanto que a substituição parcial resultou em aumento ($P<0,02$) de 72% no ácido linoléico conjugado (C18:2 c9,t11). Adicionalmente, não houve alteração ($P>0,05$) na concentração total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. Entretanto, a quantidade de gordura intramuscular do *Longissimus dorsi* diminuiu ($P<0,02$) com o aumento de PC na ração, sem afetar o teor de umidade, proteína e cinzas. Esses resultados sugerem que a substituição do milho por PC na ração modifica a quantidade e o perfil de lipídios do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros.

Palavras – chave: Co-produtos; CLA; Ovinos; Pectina; Santa Inês

FATTY ACIDS PROFILE AND CHEMICAL COMPOSITION OF LONGISSIMUS MUSCLE OF LAMBS FED CITRUS PULP

Abstract

The objective of this study was to determine the effects of replacing corn by dried citrus pulp (DCP) on the chemical composition and the fatty acids profile in *Longissimus dorsi* muscle of thirty two Santa Ines lambs (BW= 33 kg and 141 days old). Lambs were fed a 90% concentrate (ground corn and/or DCP, soybean meal and minerals) and 10% coastcross hay (*Cynodon* spp) diet. DCP was added at 23.7, 46.1 and 68.4% (on a DM basis) replacing corn by 33, 67 and 100%, respectively. Total replacement of corn by DCP resulted in 177% increase ($P<0.03$) in linolenic acid (C18:3) while a partial replacement showed 72% increase ($P<0.02$) in conjugated linoleic acid (C18:2 c9,t11). In addition, there was no change ($P>0.05$) in total saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids concentration. However, the intramuscular fat content of *Longissimus* muscle decreased ($P=0.02$) as DCP increased in the diet, with no effect on moisture, protein and mineral percentage. These results suggest that the replacement of corn by DCP in high concentrate diets fed to lambs promote changes on amount and profile of lipids in *Longissimus* muscle.

Keywords: Coproducts; CLA; Lamb; Pectin; Santa Inês

4.1 Introdução

Estudos epidemiológicos sugerem que o tipo e não a quantidade de ácidos graxos consumido está relacionado à concentração de colesterol no sangue e ao risco de doenças coronarianas (HU; MANSON; WILLET, 2001). No entanto, ainda não está claro o real efeito dos ácidos graxos na saúde humana, exemplo disso são os ácidos graxos saturados, os quais possuem ação aterogênica questionada (GERMAN; DILLARD, 2004).

Ao contrário dos ácidos graxos trans gerados pela indústria alimentícia, aqueles oriundos de ruminantes não possuem qualquer ligação com o risco de doenças coronarianas em homens, além de apresentarem relação inversa entre consumo e doenças cardiovasculares em mulheres (JAKOBSEN et al., 2008). Na última década, o ácido graxo linoléico conjugado (CLA) vem sendo bastante pesquisado por serem atribuídas a esse ácido graxo propriedades benéficas para a saúde humana (BELURY, 2002). A redução na incidência e no crescimento de tumores, combate à obesidade, fortalecimento do sistema imune e habilidade na prevenção de diabetes são algumas

das propriedades apresentadas por este ácido (BELURY, 2002; PARODI, 1997). A partir desses resultados, o aumento na concentração de CLA nos alimentos provenientes de ruminantes (leite e carne) pode ser de utilidade para a saúde humana.

Adicionalmente, o consumo de fontes ricas em ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) ou alimentos que possuem maior relação de ácidos graxos poliinsaturado:saturados (P:S), também é desejável do ponto de vista nutricional (WOOD et al., 2003). A carne ovina é caracterizada pela alta concentração de ácidos graxos saturados e baixa relação P:S (COOPER et al., 2004), entretanto, segundo Enser et al. (1996) a carne ovina é rica em ácido linolênico (C18:3), possuindo baixa relação n-6:n-3 quando comparada a carne bovina e suína. As propriedades anti-aterogênica, anti-trombótica e anti-inflamatória atribuídas ao C18:3 (VON SCHACKY, 2000) podem ser influenciadas pelo ácido linoléico (C18:2), devido à competição desses ácidos graxos na síntese de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa (GARG et al., 1989), sugerindo que uma baixa relação de ácidos graxo n-6:n-3 é característico de um alimento saudável.

A manipulação nutricional do ecossistema do rúmen é uma estratégia para alterar o conteúdo e composição dos lipídeos da carne e leite de ruminantes (DEMEYER; DOREAU, 1999). Portanto, o estudo do efeito de determinada dieta ou ingrediente na alimentação animal torna-se importante para a saúde humana e também para as qualidades nutricionais, sensoriais e de conservação da carne. Além disso, os ácidos graxos podem modificar a textura da gordura e a vida-útil dos cortes, sabor e aroma (WOOD et al., 2003).

A polpa cítrica (PC) peletizada é utilizada na alimentação de ruminantes, por sua vantagem econômica em substituir parcialmente ou totalmente o milho, especialmente na ração para cordeiros (BHATTACHARYA; HARB, 1973; MARTINEZ; FERNÁNDEZ, 1980; RODRIGUES et al., 2008). Adicionalmente, quando fermentada no rúmen, a PC propicia ambiente adequado para a atividade das bactérias celulolíticas através de pH ruminal mais favorável em relação a digestão do amido em ovinos (BEN-GHEDALIA et al., 1989).

Mudanças no ambiente ruminal resultante da utilização da PC podem levar a modificações na microbiota e resultar em alterações dos produtos finais da fermentação

(ARIZA et al, 2001). Além disso, vários fatores (pH, tipo e concentração de substrato e taxas de diluição) podem exercer efeito na produção de CLA pela população microbiana ruminal (QIU; EASTRIDGE; GRISWOLD, 2004). O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química e o perfil de ácidos graxos do Longissimus dorsi de cordeiros Santa Inês alimentados com PC.

4.2 Material e métodos

4.2.1 Período experimental e tratamentos

O experimento foi realizado no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

Foram utilizados 32 músculos *Longissimus dorsi* de cordeiros, não castrados, da raça Santa Inês, com peso médio inicial de 18,3 ($\pm 1,9$) kg e idade média de 70 (± 7) dias, quando do início do fornecimento das dietas experimentais.

As rações foram formuladas para serem isonitrogenadas (16% PB), constituídas de 10% de volumoso (feno de “coastcross”) e 90% de concentrado na matéria seca (MS). A polpa cítrica foi incluída na proporção de 23,7; 46,1 e 68,4% da MS na ração, constituindo os tratamentos experimentais OPC, 33PC, 67PC e 100PC, o que corresponde à substituição do milho nos teores de 0, 33, 67 e 100%, respectivamente (Tabela 7).

Em função da característica da ração (90% MS), a alimentação foi fornecida três vezes/semana, *ad libitum*, e as sobras pesadas semanalmente para a determinação do consumo diário de MS por baia (RODRIGUES et al., 2008). As dietas experimentais OPC, 33PC, 67PC e 100PC foram fornecidas aos cordeiros pelo período de 65, 64, 72 e 79 dias, respectivamente, antes de realizar o abate.

Tabela 7 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% na MS)

	Tratamentos ¹			
	0PC	33PC	67PC	100PC
Ingredientes				
Feno de “coastcross”	10,0	10,0	10,0	10,0
Milho moído	70,4	47,2	23,4	-
Polpa cítrica moída	-	23,7	46,1	68,4
Farelo soja (49%)	16,0	17,2	18,0	18,2
Cloreto de amônio	0,5	0,5	0,5	0,5
Calcário calcítico	1,5	-	-	-
Monoamônio fosfato (MAP)	-	-	0,5	1,3
Sal mineral ²	1,6	1,6	1,6	1,6
Composição bromatológica				
Matéria seca	88,76	89,37	89,93	91,43
Matéria mineral	8,45	6,05	7,07	8,33
Matéria orgânica	91,55	93,95	92,93	91,67
Proteína bruta	17,53	17,13	17,92	17,25
Fibra em detergente neutro (FDN)	19,47	20,35	24,20	24,60

¹ Tratamentos: 0PC: sem inclusão de PCD na dieta; 33PC: 33% de substituição do milho pela PCD; 67PC: 67% de substituição do milho pela PC; 100PC: substituição total do milho pela PCD na dieta;

² Composição: 7,5% P; 13,4% Ca; 1% Mg; 7% S; 14,5% Na; 21,8% Cl; 500ppm Fe; 300ppm Cu; 4600 ppm Zn; 1100 ppm Mn; 55 ppm I; 40 ppm Co; 30 ppm Se.

4.2.2 Determinação do perfil de ácidos graxos e composição química da carne

Oito animais de cada tratamento foram abatidos assim que atingiram peso corporal médio de 33 kg. Os animais foram pesados após jejum de sólidos de 16 horas e, em seguida, abatidos segundo as normas descritas no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1997). Depois de 24 horas em câmara fria de resfriamento foram retirados os músculos *Longissimus dorsi* de cada meia carcaça esquerda e armazenados a -18⁰C pelo período de 4 meses, para posterior determinação do perfil de ácidos graxos. As determinações de umidade, cinzas, proteína e gordura foram realizadas segundo metodologia da AOAC (1990).

Aproximadamente 100 g do músculo íntegro foi descongelado em temperatura de 4⁰C por 12 horas e foi homogeneizada em um processador de carne, sendo utilizado 10 g da amostra para a extração dos lipídeos (BLIGH; DYER, 1959; CHRISTIE 1982; SMEDES; THOMASEN, 1996). Uma alíquota (100 mg) do extrato de lipídeos de cada

repetição (animal) foi metilado pelo método de Hartman e Lago (1973) e armazenada a -20°C em frasco âmbar contendo nitrogênio para evitar possível oxidação. Os lipídeos metilados foram armazenados por, no máximo 1 mês, antes da leitura em cromatógrafo. Para a extração e metilação dos lipídeos do milho e da PC foram utilizadas as metodologias descritas por Folch, Lees e Stanley (1957) e Kramer et al. (1997), respectivamente (Tabela 6).

Para a quantificação e determinação dos ácidos graxos foi utilizado um cromatógrafo HP 5890 SERIE II equipado com um detector de ionização de chama; coluna capilar de sílica fundida de 100 m de comprimento x 0,25mm de diâmetro interno, contendo 0,2 mm de polietileno glicol (Supelco). A aquisição de dados foi feita pelo software GC Solution (Shimadzu Co.), utilizando uma interface CBM 102 (Shimadzu Co.), a qual permitiu obtenção de sinal digital. As condições cromatográficas foram: temperatura inicial da coluna de 140°C por 2 minutos aumentando 4°C por minuto até 240°C , sendo esta mantida por 15 minutos; gás de arraste hélio numa vazão de 1,5 mL/min.; temperatura do injetor de 250°C e temperatura do detector de 260°C . A identificação dos ácidos graxos foi realizada pela comparação do tempo de retenção de ésteres metílicos dos ácidos graxos dos padrões (Sigma - n. 189-20). O padrão utilizado para a identificação do C18:2 c9,t11 foi da marca Nu-Chek Prep (Elysian, MN).

4.2.3 Análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro tratamentos e oito repetições, sendo os blocos definidos previamente pelo peso e idade dos animais no início do experimento de desempenho (RODRIGUES et al., 2008). Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do pacote estatístico SAS (2002). As médias das tabelas foram obtidas pelo comando LSMEANS. Para as variáveis que obtiveram respostas significativas, utilizou-se o teste de polinômios ortogonais ($P < 0,05$) e análise de regressão simples.

4.3 Resultados e discussão

De acordo com a Tabela 8, os ácidos graxos (AG) identificados com as maiores proporções na carne dos cordeiros foram o C18:1, C16:0 e C18:0, estando de acordo com trabalhos reportados por Zapata et al. (2001); Perez et al. (2002;) e Madruga et al. (2006) que utilizaram cordeiros da raça Santa Inês.

Tabela 8 – Perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com teores crescentes de polpa cítrica em substituição ao milho, expresso em mg/g de lipídeo

Ácido Graxo	Tratamento ^a				EPM ^b	P ^c	
	0 PC	33 PC	67 PC	100 PC		Linear	Quadrático
C 14:0	24,9	26,7	27,1	26,7	3,2	0,68	0,72
C 15:0	3,6	3,0	3,0	3,2	0,9	0,74	0,67
C 16:0	241,5	249,8	254,3	261,9	11,21	0,21	0,97
C 16:1	28,2	27,5	31,6	28,4	2,31	0,65	0,58
C 17:0	20,0	16,6	14,3	16,4	1,61	0,09	0,10
C 18:0	165,1	158,5	151,3	161,7	7,86	0,63	0,29
C 18:1 c	443,0	456,5	449,2	436,9	13,2	0,67	0,34
C 18:2 c	62,4	50,7	53,7	47,8	5,6	0,12	0,61
C 18:3 c ^d	1,3	1,3	1,2	3,6	0,6	0,02	0,07
C 18:2 c9,t11 ^e	4,3	7,4	5,2	3,7	0,6	0,16	<0,01
C 22:0	1,7	0,8	2,1	3,0	0,8	0,18	0,27
Saturados	456,7	455,3	452,0	472,8	11,4	0,39	0,34
Monoinsaturados	471,2	484,0	480,8	465,3	12,1	0,71	0,25
Poliinsaturados	67,9	59,4	60,1	55,1	6,1	0,18	0,77
P:S	0,15	0,13	0,13	0,11	0,01	0,13	0,96

^a Tratamentos: 0PC: sem inclusão de PC na dieta; 33PC: 33% de substituição do milho pela PC; 67PC: 67% de substituição do milho pela PC; 100PC: substituição total do milho pela PC na dieta;

^b Erro padrão da média;

^c Probabilidade de haver efeito linear e quadrático ($P < 0,05$);

^d $y = 0,8179 + 0,026x$ ($R^2 = 0,18$);

^e $y = 4,5923 + 0,092x - 0,001x^2$ ($R^2 = 0,33$).

A inclusão da PC elevou linearmente ($P = 0,02$) a concentração de ácido linolênico ($0,8179 + 0,026x$; $R^2 = 0,18$) no músculo quando a PC substituiu totalmente o milho na dieta dos cordeiros (Figura 6). Esse resultado é reflexo do perfil de ácidos graxos dos ingredientes (Tabela 6). A PC possui elevada concentração de C18:3 na sua composição lipídica em comparação ao milho e isso explica o aumento desse AG quando houve substituição total do milho pela PC, representada pelo tratamento 100PC. A elevação da concentração de C18:3 é desejável, pelo fato deste ser precursor de ácidos graxos poliinsaturados *n*-3, incluindo o ácido eicosapentanoico (EPA) e

docosahexaenóico (DHA), os quais estão relacionados à atividades anti-aterogênica, anti-trombótica e anti-inflamatória, além do menor risco de doenças cardiovasculares (von SCHACKY, 2000), tornando interessante o estudo de alimentos ricos em C18:3 (GIVENS; KLIEM; GIBS, 2006).

Figura 5 – Concentração de C18:3 no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com PCD em substituição ao milho

Outro AG de interesse que foi alterado ($P < 0,01$) de forma quadrática ($y = 4,5923 + 0,092x - 0,001x^2$; $R^2 = 0,33$) foi o ácido linoléico conjugado c9,t11, sendo verificada sua maior concentração no tratamento 33PC, como observado na Tabela 8 e na Figura 7. Quando houve a substituição em 33% de milho por PC ocorreu possivelmente melhoria no ambiente ruminal, combinado com maior suprimento de C18:2 proveniente do milho, o que pode justificar a maximização de CLA no tratamento 33PC.

Figura 6 – Concentração de C18:2 c9,t11 no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com PCD em substituição ao milho

A explicação para o aumento de CLA no tratamento 33PC é a grande proporção de milho na ração, representado pela predominância de C18:2 nesse cereal, como demonstrado na Tabela 6. Uma das justificativas desse aumento é que a adição de fontes ricas em C18:2 na ração promove aumento de CLA no tecido de ruminantes (IVAN et al., 2001; MADRON et al., 2002). Apesar de não ter sido verificado efeito na concentração de C18:2 cis no músculo dos cordeiros, a alta ingestão de C18:2 reduz a taxa de conversão de C18:2 a C18:0 com o acúmulo de intermediários trans, como por exemplo, o C18:1 t11 e o C18:2 c9,t11 (HARFOOT; NOBLE; MOORE, 1973; KELLENS; GODERIS; TOBBACK, 1986). Portanto, a utilização de dietas contendo grande quantidade de milho, como a utilizada nesse experimento pode explicar parcialmente o aumento de CLA no tratamento 33PC, uma vez que Jenkins (1993) aponta que essas dietas ocasionam redução na biohidrogenação devido a sua atividade inibidora sobre bactérias lipolíticas. O acúmulo desses intermediários está relacionado diretamente com a concentração de CLA no leite ou nos tecidos de ruminantes, via absorção do C18:2 c9,t11 produzido no rúmen ou pela síntese endógena realizada nos tecidos tendo como precursor o C18:1 t11 via atividade da enzima Δ -9 desaturase (GRIINARI et al., 2000).

Além disso, a combinação entre C18:2 e C18:3 do tratamento 33PC pode ter contribuído para o aumento da produção de CLA, concordando com Lock e

Garnsworthy (2002), que verificaram maior eficiência na síntese de C18:2 c9,t11 em dietas contendo ambos os AG do que utilizados separadamente. O declínio de C18:2 c9,t11 verificado para os tratamentos 67PC e 100PC sugere que a diminuição de C18:2 na dieta, resultante da menor participação do milho, contribuiu para a redução de C18:2 c9,t11 nesses teores de substituição. Adicionalmente, os resultados do presente trabalho diferem de Raes, De Smet e Demeyer (2004), os quais concluíram que dietas ricas em C18:3 (característica da PC), promovem aumento da concentração de CLA na carne de ruminantes.

De acordo com Parodi (2003), apenas dois isômeros do CLA desempenham importantes atividades fisiológicas, que são: o C18:2 c9,t11, que pode atingir até 80% do total de CLA presente nos produtos oriundos de ruminantes, e o C18:2 t10,c12, que representa apenas 3 a 5% do CLA total (GRIINARI; BAUMAN, 1999). No presente trabalho, não foi o isômero t10,c12, portanto, concordando com Raes, De Smet e Demeyer (2004) que verificaram poucos trabalhos relatando a ocorrência desse isômero. O valor médio de C18:2 c9,t11 (5,2 mg/g de lipídeo) encontrado nesse estudo (Tabela 8) está condizente com aqueles relatados na revisão de Schmid et al (2006), que verificaram que a concentração na carne de cordeiro pode variar de 4,3 a 19 mg/g de lipídeo.

Apesar de não ter sido verificado diferença na relação P:S com a substituição do milho pela PC (Tabela 8), o reduzido valor médio encontrado de 0,13 é característico de carne proveniente de ruminantes devido à baixa concentração de C18:2 quando comparado à carne suína (ENSER et al., 1996).

De acordo com a Tabela 9, não foi verificada alteração ($P > 0,05$) de umidade, cinzas e proteína no músculo *Longissimus dorsi* dos cordeiros. Entretanto, foi verificado decréscimo linear ($P < 0,05$) para o teor de gordura ($y = 5,7927 - 0,0237x$; $R^2 = 0,17$) com a adição de PC na ração.

A diminuição do teor de gordura pode estar relacionada aos resultados de ganho de peso dos animais no período de confinamento (RODRIGUES et al., 2008). A inclusão de polpa cítrica, a partir do teor de 23,7% em substituição ao milho, diminuiu o consumo de matéria seca e; conseqüentemente, o ganho médio diário de peso, o que pode ter ocasionado a diminuição de extrato etéreo no músculo dos cordeiros abatidos

com pesos similares. Murphy et al. (1994), ao avaliarem a restrição alimentar (85 e 75% da ingestão) em cordeiros abatidos ao mesmo peso, também verificaram diminuição linear na quantidade de extrato etéreo do músculo *Longissimus dorsi*, juntamente com o ganho e o consumo de matéria seca. No mesmo trabalho, os autores não observaram alteração na umidade e proteína conforme restrição alimentar crescente, concordando com os resultados do presente estudo (Tabela 9). Uma possível explicação para a alteração na deposição de gordura é a atividade enzimática. Schoonmaker, Fluharty e Loerch (2004) demonstraram aumento da atividade das enzimas citrato ATP liase e glucose 6 fosfato desidrogenase (enzimas envolvidas na transformação de glicose em acetil CoA) na gordura intramuscular de novilhos, abatidos aos 153 dias de confinamento, alimentados *ad libitum* com concentrado comparado àqueles submetidos à consumo restrito ou recebendo forragem *ad libitum*. Segundo os autores, isso possivelmente explica a maior quantidade de gordura no músculo *Longissimus dorsi* dos animais com maior consumo de matéria seca ou de energia. Adicionalmente, a maior quantidade de produção de propionato proveniente dessas rações pode ter contribuído para o aumento da produção de glicose e subsequente aumento na atividade das enzimas mencionadas.

Tabela 9 – Composição do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com teores crescentes de polpa cítrica em substituição ao milho, expresso em %

Variáveis	Tratamento ^a				EPM ^b	P ^c	
	0 PC	33 PC	67 PC	100 PC		Linear	Quadrático
Umidade	71,7	71,9	72,9	72,5	0,80	0,38	0,74
Cinzas	1,1	1,1	1,1	1,7	0,04	0,13	0,41
Extrato etéreo ^d	5,5	5,8	3,6	3,6	0,67	<0,02	0,75
Proteína bruta	21,4	21,0	22,2	22,5	0,59	0,12	0,56

^a Tratamentos: 0PC: sem inclusão de PC na dieta; 33PC: 33% de substituição do milho pela PC; 67PC: 67% de substituição do milho pela PC; 100PC: substituição total do milho pela PC na dieta;

^b Erro padrão da média;

^c Probabilidade de haver efeito linear e quadrático (P<0,05);

^d $y = 5,7927 - 0,0237x$ ($R^2 = 0,17$).

Uma explicação complementar à diminuição do extrato etéreo no músculo dos cordeiros alimentados com PC pode ser a diferença no padrão de fermentação da PC e do milho, com conseqüente alteração do padrão da síntese de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen. Fontes energéticas ricas em pectina, a exemplo de rações contendo PC

substituindo alimentos ricos em amido, resultam na diminuição da concentração de propionato e aumento de acetato (ARIZA et al., 2001) e isso tem relação direta com a concentração de insulina no plasma, como observado por Sano et al. (1993), que ao infundirem propionato em ovelhas verificaram aumento na concentração plasmática de insulina. Desta forma, as rações contendo maior quantidade de milho neste estudo, podem ter induzido a liberação desse hormônio. Considerando que a insulina estimula a captura de glicose pelos tecidos periféricos, é verificado conseqüente aumento no suprimento de substratos (acetil e glicerol-3-fosfato) para lipogênese nestes tecidos. Adicionalmente, a insulina é um potente estimulador da atividade do complexo enzimático ácido graxo sintetase (HILLGARTNER; SALATI; GOODRIDGE 1995), complexo responsável pela síntese de ácidos graxos. Lee e Hossner (2002) verificaram que a infusão de propionato em ovinos induziu a expressão de genes responsáveis pela síntese de lipídeos nos tecidos.

Em suma, a baixa concentração de insulina diminui a atividade de acetil-CoA carboxilase no tecido animal resultando no aumento da taxa de oxidação dos ácidos graxos ou diminuição do armazenamento de lipídeos, sugerindo uma possível explicação para o decréscimo de extrato etéreo no músculo dos cordeiros à medida que a PC foi incluída na dieta.

Concordando com os resultados desse experimento, Henrique et al. (2004) observaram em tourinhos Santa Gertrudes, menor deposição de tecido adiposo com o aumento dos teores de PC nas rações (7,0; 6,0; 5,3 e 4,7 mm para 0, 25, 40 e 55% de PC na MS, respectivamente). Da mesma forma, Caparra et al. (2007) ao trabalharem com cordeiros da raça Merino Italiano verificaram diminuição de 27% na deposição de gordura intramuscular para a ração contendo maior quantidade de PC (40% na MS) em relação a dieta controle.

4.4 Conclusões

A inclusão de polpa cítrica na ração de cordeiros confinados ocasionou aumento linear na concentração de ácido linolênico (C18:3). Por outro lado, a concentração de ácido linoléico conjugado (C18:2 c9,t11) foi maior quando o co-produto substituiu o milho

em 33%, não sendo observada alteração na concentração total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. Concomitantemente, foi observada diminuição linear na quantidade de gordura. Esses resultados sugerem que a substituição do milho por PC na ração modifica a quantidade e o perfil de lipídios do músculo *Longissimus* de cordeiros.

Referências

ARIZA, P.; BACH, A.; STERN, M.D. HALL, M.B. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, p. 2713-2718, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15th.ed. Washington, D.C, 1990. 1298p

BELURY, M.A. Dietary conjugated linoleic in health: physiological effects and mechanisms of action. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 22, p. 505-531, 2002.

BEN-GHENDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J.; EST, Y. The effects of starch and pectin rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 289-298, 1989.

BHATTACHARYA, A.N.; HARB, M. Dried citrus pulp as grain replacement for Awassi lambs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.36, n.6, p.1175-1180, 1973.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto lei n. 2.244, 5 jun., 1997. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília, 1997. 204p.

CAPARRA, P.; FOTI, F.; SCERRA, M.; SINATRA, M.C; SCERRA, V. Solar-dried citrus pulp as an alternative energy source in lamb diets: Effects on growth and carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 40, n. 3, p. 303-311, 2007.

CHRISTIE, W.W. Chromatographic and Spectroscopic analysis of lipids: general principles. In: CHRISTIE, W.W. **Lipid Analysis**. Oxford: Pergamon Press, 1982. cap.3, p.25-49.

COOPER, S.L.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G.; HALLET, K.G.; ENSER, M.; WOOD, J.D. Manipulation of the n – 3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 82, p. 1461–1470, 2004.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Wallingford, v. 58, p. 593-607, 1999.

ENSER, M.; HALLETT, K.; HEWITT, B.; FURSEY, G.A.J.; WOOD, J.D. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. **Meat Science**, Barking, v. 42, n. 4, p. 443-456, 1996.

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

GARG, M.L.; WIERZBICKI, A.A.; THOMSON, A.B.R.; CLANDININ, M.T. Dietary saturated fat level alters the competition between alpha-linolenic and linoleic acid. **Lipids**, Heidelberg, v. 24, p.334–339, 1989.

GERMAN, J.B.; DILLARD, C.J. Saturated fats: what dietary intake? **American Journal of Clinical Nutrition**, Houston, v. 80, p.550-559, 2004.

GIVENS, D.I.; KLIEM, K.E.; GIBS, R.A. The role of meat as a source of n₃ polyunsaturated fatty acids in the human diet. **Meat Science**, Barking, v.74, p. 209–218, 2006.

GRIINARI, J.M.; CORL, B.A.; LACY, S.H.; CHOUINARD, P.Y.; NURMELA, K.V.V.; BAUMAN, D. E. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9 -desaturase. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 2285–229, 2000.

GRIINARI, J.M.; BAUMAN, D.E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: YURAWCEZ, M.P.; MOSSOBA, M M.; KRAMER, K.G.; PARIZA, M.W.; NELSON, E.G.J (ED.). **Advances in conjugated linoleic acid research**, Champaign: AOCS Press, 1999. 1v.

HARFOOT, C.G.; NOBLE, R.C; MOORE, J.H. Factors influencing the extent of biohydrogenation of linoleic acid by rumen micro-organisms *in vitro*. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v. 24, n. 8, p. 961-970, 1973.

HARTMAN, L.; LAGO, R.C. A rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, London, v.22, p.475-476, 1973.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; LANNA, P.D.; ALLEONI, G.F.; FILHO, J.L.V.C. Desempenho e características da carcaça de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo dietas com alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, p. 463-470, 2004.

HILLGARTNER, F.B.; SALATI, L.M.; GOODRIDGE, A.G. Physiological and molecular mechanisms involved in nutritional regulation of fatty acid synthesis. **Physiological Reviews**, Baltimore, v. 75, p. 47–76, 1995.

HU, F.B.; MANSON, J.E.; WILLET, W.C. Types of dietary fat and risk of coronary disease: a critical review. **Journal of the American College of Nutrition**, Clearwater, v. 20, n.1, p.5–19, 2001.

IVAN, M.; MIR, P.S.; KOENING, K.M.; RODE, L.M.; NEILL, L.; ENTZ, T.; MIR, Z. Effect of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 41, 215–227, 2001.

JAKOBSEN, M.U.; OVERVAD, K.; DYERBERG, J.; HEITMANN, B.L. Intake of ruminant trans fatty acids and risk of coronary heart disease. **International Journal of Epidemiology**, Oxford, v. 37, p.173-182, 2008.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.76, p.3851-3863, 1993.

KELLENS, M.J.; GODERIS, H.L.; TOBBACK, P.P. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by mixed culture of rumen microorganism. **Biotechnology and bioengineering**, Hoboken, v. 28, p. 1268-1276, 1986.

KRAMER, J.K.G.; FELLNER, V.; DUGAN, M.E.R.; SAUER, F.D.; MOSSOBA, M.M.; YURAWECZ, M.P. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. **Lipids**, Heidelberg, v. 32, p. 1219-1228, 1997.

LEE, S.H.; HOSSNER, K.L. Coordinate regulation of ovine adipose tissue gene expression by propionate. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, p. 2840–2849, 2002.

LOCK, A.L.; GARNSWORTHY, P.C. Independent effects of dietary linoleic and linolenic fatty acids on the conjugated linoleic acid content of cow's milk. **Animal Science**, East Lothian, v. 74, p. 163-176, 2002.

MADRON, M.S.; PETERSON, D.G.; DWYER, D.A.; CORL, B.A.; BAUMGARD, L.H.; BEERMANN; D.H.; BAUMAN, D.E. Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular and subcutaneous fat in beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, p.1135–1143, 2002.

MADRUGA, M.S.; ARAÚJO, W.O.; SOUSA, W.H.; CÉZAR, M.F.; GALVÃO, M.S.; CUNHA, M.G.G. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4 (supl.), p.1838-1844, 2006.

MARTINEZ, P.J.; FERNÁNDEZ, C.J. Citrus pulp in diets for fattening lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 11-22, 1980.

MURPHY, T.A.; LOERCH, S.C.; McCLURE, K.E.; SOLOMON, M.B. Effects of restricted feeding on growth performance and carcass composition of lambs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 72, p. 3131-3137, 1994.

PARODI, P.W. Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 127, p. 1055-1060, 1997.

PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid in food. In J. Sebedio, CHRISTIE, W.W.; ADOLF, R. (Ed.) **Advances in Conjugated Linoleic Acid Research**, Champaign, v. 2, p. 101-121, 2003.

PEREZ, J.R.O.; BRESSAN, M.C.; BRAGNOLO, N.; PRADO, O.V.; LEMOS, A.L.S.C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.1, p.11-18, 2002.

QIU, X.; EASTRIDGE, M.L.; GRISWOLD, K.E. Effects of substrate, passage rate, and pH in continuous culture on flows of conjugated linoleic acid and *trans* 18:1. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 87, p.3473-3479, 2004.

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

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; ARAUJO, R.C. de; PACKER, I.U.; RIBEIRO, M.F.; GERAGE, L.V. Substituição do milho por polpa cítrica em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 789-794, 2008.

SANO, H.; HATTORI, N.; TODOME, Y.; TSURUOKA, TAKAHASHI, H.; TERASHIMA, Y. Plasma insulin and glucagon responses to intravenous infusion of propionate and their autonomic control in sheep. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, p.3414-3422, 1993.

SAS INSTITUTE. **SAS systems for windows**: version 9. Cary, 2002.

SCHMID, A.; COLLOMB, M.; SIEBER, R; BEE, G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. **Meat Science**, Barking, v. 73, p. 29-41, 2006.

SCHOONMAKER, J.P.; FLUHARTY, F.L.; LOERCH, S.C. Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on adipocyte and lipogenic enzyme activity in the intramuscular and subcutaneous fat depots of Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 82, p. 137-148, 2004.

SMEDES, F.; THOMASEN, T.K. Evaluation of the Bligh and Dyer lipid determination method. **Marine Pollution Bulletin**, Oxford, v.32, n.8/9, p.681-688, 1996.

VON SHACKY, C. n-3 Fatty acids and the prevention of coronary atherosclerosis. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v.71, p.224S–227S, 2000.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; NUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, P.R.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. Effect of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Barking, v.60, p.21-32, 2003.

ZAPATA, J.F.F.; NOGUEIRA, C.M.; SEABRA, L.M.J.; BARROS, N.N.; BORGES, A.S. Composição centesimal e lipídica da carne de ovinos do Nordeste brasileiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.4, p.691-695, 2001.

5 DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA, DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES E PARÂMETROS RUMINAIS DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM RAÇÕES CONTENDO POLPA CÍTRICA ÚMIDA SEMI DESPECTINADA E/OU POLPA CÍTRICA DESIDRATADA

Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da substituição parcial da polpa cítrica desidratada (PCD) pela polpa cítrica úmida semi despectinada *in natura* (PCUD), silagem de polpa cítrica úmida semi despectinada (PCUDS) ou silagem de polpa cítrica úmida semi despectinada adicionada de benzoato de sódio (PCUDS+B) sobre o desempenho e características da carcaça de cordeiros Santa Inês. Adicionalmente foram avaliados a digestibilidade aparente dos nutrientes, os parâmetros ruminais e o metabolismo de nitrogênio das rações. Na avaliação de desempenho, 64 cordeiros (17 ± 2 kg de peso corporal e 75 ± 5 dias de idade) foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos completos casualizados, definidos de acordo com o peso e a idade no início do experimento. Os cordeiros foram alimentados com rações contendo 95% de concentrado e 5% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* por 56 dias. A dieta controle continha 69,5% de PCD, sendo substituída em 30% na matéria seca pela PCUD, PCUDS ou PCUDS+B. Não houve diferença ($P>0,05$) no consumo de matéria seca (960, 828, 88 e 889 g) e ganho médio diário de peso (226, 216, 218 e 224 g) para a PCD, PCUD, PCUDS e PCUDS+B, respectivamente. No entanto, a eficiência alimentar foi maior ($P=0,03$) para cordeiros alimentados com PCUD comparado aqueles alimentado com PCD (0,265 vs 0,235). O rendimento de carcaça quente, a perda por resfriamento, a espessura de gordura e a área de olho de lombo apresentaram médias de 49%, 3,7%, 1,7 mm e $13,4 \text{ cm}^2$, respectivamente e não foram afetados ($P>0,05$) pelas dietas experimentais. Na avaliação da digestibilidade dos nutrientes e dos parâmetros ruminais, 16 cordeiros, canulados no rúmen com peso médio inicial de $40,6 \pm 8$ kg e aproximadamente 8 meses de idade, foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos completos casualizados. Os cordeiros foram alimentados com rações contendo 85% de concentrado e 15% de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*. A dieta controle continha 75,3% de PCD, sendo substituída em 30% na matéria seca pela PCUD, PCUDS ou PCUDS+B. Não houve diferença ($P>0,05$) nos coeficientes de digestibilidade para matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta, com exceção para o da fibra em detergente neutro que foi maior ($P<0,05$) para a PCUD comparado a PCD, as quais apresentaram valores de 82,7 e 73,3%, respectivamente. A concentração de amônia no fluido ruminal foi maior ($P<0,01$) para as rações contendo PCD, comparado a PCUDS e PCUDS+B, com concentrações de 4,6; 2,4 e 2,5 mg/dL, respectivamente. No entanto, para os demais parâmetros ruminais não foi verificado efeito dos tratamentos. Esses resultados sugerem que a PCUD *in natura* ou ensilada pode substituir parcialmente a PCD em rações contendo alta proporção de concentrado para cordeiros confinados.

Palavras - chave: Co-produtos; Confinamento; Pectina; Santa Inês; Silagem

PERFORMANCE, CARCASS CHARACTERISTICS, APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS, RUMINAL PARAMETERS AND NITROGEN METABOLISM OF LAMBS FED DIETS CONTAINING WET LOW PECTIN CITRUS PULP REPLACING DRIED CITRUS PULP

Abstract

The objective of this study was to determine the effects of partial replacement of dried citrus pulp (DCP) by wet low pectin citrus pulp (WLPCP), wet low pectin citrus pulp silage (WLPCPS) or wet low pectin citrus pulp silage with sodium benzoate (WLPCPS+B) on performance and carcass characteristics of Santa Ines ram lambs. Additionally were determinate the apparent digestibility of nutrients, ruminal parameters and nitrogen metabolism of diets. In the performance trial, 64 lambs (initial body weight 17 ± 2 kg and 75 ± 5 d old) were allotted in a complete randomized block design according to body weight (BW) and age at beginning of the trial. Lambs were fed 95% concentrate and 5% sugarcane bagasse diets during 56 days. The control diet contained 69.5% DCP while in the other treatments fresh or ensiled WLPCP replaced DCP by 30% on a DM basis. There were no differences ($P>0.05$) in daily dry matter intake (960, 828, 880, and 889 g) and average daily gain (226, 216, 218, and 224 g) for DCP, WLPCP, WLPCPS and WLPCPS+B, respectively. However, feed efficiency was greater for lambs fed WLPCP compared to lambs fed DCP (0.265 vs 0.235, $P=0.03$). Dressing percentage, chilling losses, back fat depth and Longissimus muscle area averaged 49%, 3.7%, 1.7 mm and 13.4 cm^2 , respectively and were unaffected ($P>0.05$) by experimental diets. In the digestibility trial, 16 lambs, cannulated in the rumen (40.6 ± 8 kg of BW), were assigned to a complete randomized block design defined by BW. Lambs were fed diets containing 85% of concentrate and 15% of sugarcane bagasse. The control diet contained 75.3% DCP. A portion (30%) of the DCP DM was replaced by WLPCP, WLPCPS or WLPCPS+B. There was no difference ($P>0.05$) in dry matter, organic matter and crude protein apparent digestibilities, except for neutral detergent fiber digestibility (82.7 vs 73.3% for WLPCP and DCP, respectively). Additionally, ruminal ammonia concentration was higher ($P<0.01$) in diets containing DCP compared to WLPCPS and WLPCPS+B (4.6; 2.4 e 2.5 mg/dL, respectively), however, others ruminal parameters were not different among treatments. These results suggest that fresh or ensiled WLPCP can partially replace DCP in high concentrate lamb diets.

Keywords: Coproducts; Feedlot; Pectin; Santa Ines; Silage

5.1 Introdução

A demanda por carne de cordeiro é notada nos grandes centros consumidores do País, principalmente, como produto diferenciado comparado às carnes tradicionais. Entretanto, apesar do grande potencial de crescimento do setor, evidenciado pelo fato

da maior parte dessa carne ser importada da Argentina, Uruguai e Nova Zelândia, sua oferta ainda é sazonal e incipiente. Uma forma de amenizar esses entraves e atender o mercado é a utilização de sistemas intensivos de produção. Particularmente no Estado de São Paulo, essa prática pode ser justificada pelo preço elevado da terra e reduzidas áreas de pastagens, as quais ainda competem com outras culturas.

A rentabilidade de sistemas intensivos de produção de cordeiros está diretamente ligada ao custo e qualidade dos ingredientes utilizados na formulação das rações. O aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação animal tem por objetivo reduzir o custo de produção e em muitos casos evitar danos ao meio ambiente. Tendo como característica o seu excelente valor nutricional e a sua produção coincidindo com a entressafra de grãos e a escassez de forragens, o resíduo da indústria citrícola é um exemplo que a utilização de fontes alimentares alternativas energéticas pode viabilizar sistemas intensivos de produção.

A extração de pectina a partir do resíduo de citros obtido da indústria processadora de suco resulta na polpa cítrica úmida semi despectinada. Este produto apresenta custo inferior comparado ao produto desidratado por justamente não ser submetido ao oneroso processo de secagem. Outro importante aspecto favorável a utilização deste co-produto é a possibilidade de conservá-lo na forma de silagem, o que torna atraente a sua aquisição. No entanto, é conhecido que a pectina apresenta alto valor energético para animais ruminantes, sendo o principal carboidrato responsável pelo sucesso na utilização de polpa cítrica desidratada como ingrediente energético. Diante disso, torna-se importante estudar os impactos que a redução na concentração de pectina na polpa cítrica pode causar em seu valor alimentício para animais ruminantes. Soma-se a isso o fato que são inexistentes estudos com a utilização deste co-produto como fonte energética em rações de alto concentrado para cordeiros confinados

Deste modo, objetivou-se nesse estudo avaliar a polpa cítrica úmida semi despectinada *in natura* ou ensilada, substituindo parcialmente a polpa cítrica desidratada, sobre o desempenho, características da carcaça, digestibilidade aparente dos nutrientes, parâmetros ruminais e metabolismo de nitrogênio de cordeiros confinados.

5.2 Experimento 1: Desempenho e características da carcaça

5.2.1 Material e métodos

5.2.1.1 Animais e instalações experimentais

O experimento foi conduzido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ).

Foram utilizados 64 cordeiros da raça Santa Inês com peso médio inicial de 17 ($\pm$ 2) kg e idade média inicial de 75 ($\pm$ 5) dias. Os animais foram confinados em baias cobertas com piso de concreto, cocho e bebedouros, sendo distribuídos dois animais por baia e oito baias por tratamento.

Todos os animais foram, vacinados contra clostridioses e receberam aplicação de suplemento vitamínico ADE antes do início do experimento.

5.2.1.2 Período experimental e tratamentos

O período experimental teve duração de 56 dias sendo os animais pesados em balança eletrônica da marca Marte[®] modelo LC 100, com precisão de 20 g, nos dias 0 e 56 do período experimental após jejum alimentar de 16 horas. Os tratamentos foram definidos pela substituição de 30% da polpa de citros desidratada (PCD) pela polpa de citros úmida semi despectinada (PCUD) *in natura*, a silagem de PCUD (PCUDS) ou a PCUDS com adição de benzoato de sódio (PCUDS+B). As rações foram formuladas para serem isonitrogenadas (16,4 $\pm$ 0,5% PB) e constituídas de 5% de volumoso (bagaço de cana-de-açúcar *in natura*) e 95% de concentrado (% da MS). (Tabela 10).

A PCUD foi fornecida pela CPkelco S.A. (Limeira, SP) em duas remessas, uma no início do ensaio de desempenho e outra no início do ensaio de digestibilidade, sendo o co-produto *in natura* acondicionado em tambores plásticos com capacidade de 200 litros.

Tabela 10 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% na MS) do experimento de desempenho

	Tratamentos ¹			
	PCD	PCUD	PCUDS	PCUDS+B
Ingredientes				
Bagaço de cana <i>in natura</i>	5,0	5,0	5,0	5,0
PCD	69,5	47,7	47,7	47,7
PCUD	-	20,3	-	-
PCUDS	-	-	20,3	-
PCUDS+B	-	-	-	20,3
Farelo de algodão	22,9	24,4	24,4	24,4
Uréia	0,5	0,5	0,5	0,5
Sal mineral ²	1,6	1,6	1,6	1,6
Cloreto de amônio	0,5	0,5	0,5	0,5
Composição química				
Matéria seca	86,3	46,1	43,8	44,1
Matéria mineral	7,3	3,6	3,8	3,9
Matéria orgânica	92,7	96,4	96,2	96,1
Proteína bruta	17,1	16,2	15,9	16,4
Fibra em detergente neutro	28,7	50,1	53,1	53,9
Extrato etéreo	2,1	3,8	2,1	2,7

¹ Tratamentos: PCD: polpa cítrica desidratada; PCUD: polpa cítrica úmida semi despectinada; PCUDS: polpa cítrica úmida semi despectinada ensilada; PCUDS+B: polpa cítrica úmida semi despectinada ensilada com a adição de benzoato de sódio.

² Composição: 7,5% P; 13,4% Ca; 1% Mg; 7% S; 14,5% Na; 21,8% Cl; 500ppm Fe; 300ppm Cu; 4600 ppm Zn; 1100 ppm Mn; 55 ppm I; 40 ppm Co; 30 ppm Se.

A PCUDS e PCUDS+B foram confeccionadas em janeiro de 2006 e começaram a ser utilizadas para a alimentação dos animais em janeiro de 2007. O benzoato de sódio utilizado na PCUDS+B foi aplicado na superfície da silagem na proporção de 0,18% da matéria verde.

5.2.1.3 Análises laboratoriais

As amostras de ração fornecida, sobras e ingredientes individuais da ração foram pré-secadas em estufa com ventilação de ar forçada, reguladas à temperatura de 55°C, pelo período de 72 horas. (CAMPOS; NUSSIO; NUSSIO, 2004). Em seguida, todas as amostras foram moídas em moinho do tipo Wiley provido de peneira de crivos de 1 mm de diâmetro. O teor de matéria seca (MS) foi determinado em estufa a 105°C por 12 horas, e o teor de cinzas em mufla à temperatura de 550°C durante 3 horas (AOAC,

1990). A matéria orgânica (MO) das amostras foi calculada pela diferença entre a MS e a MM. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado com o uso de sulfito de sódio com a adição de enzima amilase termoestável (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991), com auxílio do analisador de fibra modelo ANKON Fiber Analyser (ANKON® Technology Corp.), descrito por Holden (1999). Os valores obtidos foram corrigidos para o teor de matéria seca a 105°C das amostras e cinzas, após a incineração dos saquinhos.

A determinação de nitrogênio total foi realizada com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO® (WILES; GRAY; KISSLING, 1998), modelo FP-528 com temperatura para combustão de 835°C. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25.

5.2.1.4 Abate dos animais e medidas das carcaças

Os animais foram pesados após jejum de sólidos de 16 horas e, em seguida, foram abatidos segundo as normas descritas no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1997). As carcaças foram pesadas individualmente, obtendo-se o peso de carcaça quente e após 24 horas à temperatura de 2°C o peso de carcaça fria. Para a determinação do rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF) e quebra por resfriamento (QR) foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$RCQ = (PCQ/PVA) \times 100,$$

$$RCF = (PCF/PVA) \times 100,$$

$$QR = [(PCQ - PCF) / PCQ] \times 100.$$

Onde:

PCQ = peso da carcaça quente

PVA = peso vivo de abate

PCF = peso da carcaça fria

A tomada da medida de espessura de gordura (EG) e da área de olho de lombo (AOL) foi realizada na meia carcaça direita e a medida da EG obtida entre a 12ª e 13ª costela da parte posterior da meia carcaça através de um paquímetro digital graduado

em milímetros. A AOL foi desenhada no músculo exposto *Longissimus* mediante papel vegetal e posteriormente mensurada por meio de um planímetro graduado em cm².

5.2.1.5 Análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro tratamentos e oito repetições, sendo os blocos definidos previamente pelo peso e idade dos animais no início do experimento.

Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do pacote estatístico SAS (2002). As médias foram obtidas pelo comando LSMEANS e comparadas pelo teste de Tukey, sendo as diferenças declaradas significativas quando $P < 0,05$. O seguinte modelo estatístico foi utilizado:

$$Y_{ijk} = M + B_i + T_j + E_{ijk}$$

Onde:

M = Média geral

B_i = Efeito do bloco

T_j = Efeito do tratamento

E_{ijk} = Efeito aleatório

5.3 Experimento 2: Digestibilidade dos nutrientes, parâmetros ruminais e metabolismo de nitrogênio

5.3.1 Material e métodos

5.3.1.1 Animais e instalações experimentais

O experimento foi conduzido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ). Foram utilizados 16 borregos da raça Santa Inês, com peso médio inicial de 41,3 kg e idade média de oito meses em um delineamento experimental de blocos completos casualizados com 4 tratamentos e 4 repetições. Os animais foram

alojados individualmente em gaiolas metálicas para ensaios de metabolismo com dimensões de 1,3 x 0,55 m, providas de cochos e bebedouros e sistema para separação de fezes e urina.

5.3.1.2 Período experimental e tratamentos

Os tratamentos foram definidos pela substituição de 30% da polpa de citros desidratada (PCD) pela polpa de citros úmida semi despectinada (PCUD) *in natura*, a silagem de PCUD (PCUDS) ou a PCUDS com adição de benzoato de sódio (PCUDS+B). As rações foram formuladas para serem isonitrogenadas ($15,6 \pm 0,9\%$ PB) e constituídas de 15% de volumoso (bagaço de cana-de-açúcar *in natura*) e 85% de concentrado (% da MS) (Tabela 11).

Tabela 11 – Proporção dos ingredientes e composição química das rações experimentais (% na MS) do experimento de digestibilidade

	Tratamentos ¹			
	PCD	PCUD	PCUDS	PCUDS+B
Ingredientes				
Bagaço de cana <i>in natura</i>	15,1	15,1	15,1	15,1
PCD	75,3	52,5	52,5	52,5
PCUD	-	22,5	-	-
PCUDS	-	-	22,5	-
PCUDS+B	-	-	-	22,5
Farelo de algodão	5,1	5,2	5,2	5,2
Uréia	1,9	2,1	2,1	2,1
Sal mineral ²	1,7	1,7	1,7	1,7
Bicarbonato de sódio	0,9	0,9	0,9	0,9
Composição química				
Matéria seca	82,3	39,5	38,3	37,0
Matéria mineral	8,8	7,5	7,6	7,1
Proteína bruta	15,4	15,7	16,3	15,0
Fibra em detergente neutro	39,1	45,4	47,5	47,9

¹ Tratamentos: PCD: polpa cítrica desidratada; PCUD: polpa cítrica úmida semi despectinada; PCUDS: polpa cítrica úmida semi despectinada ensilada; PCUDS+B: polpa cítrica úmida semi despectinada ensilada com a adição de benzoato de sódio.

² Composição: 7,5% P, 13,4% Ca; 1% Mg; 7% S; 14,5% Na; 21,8% Cl; 500ppm Fe; 300ppm Cu; 4600 ppm Zn; 1100 ppm Mn; 55 ppm I; 40 ppm Co; 30 ppm Se.

O período experimental teve duração de 15 dias, dos quais 10 dias foram destinados à adaptação dos animais às rações experimentais e às instalações, 4 dias para medição do consumo de ração e colheita de amostras das rações ofertadas, das sobras, fezes e urina e 1 dia para colheita das amostras do fluido ruminal.

5.3.1.3 Colheita de dados

Todos os dias do período de colheita as rações foram pesadas em balança eletrônica com precisão de 5 g e ofertadas *ad libitum* às 7 horas da manhã. A quantidade de ração ofertada foi ajustada com base no consumo de ração obtido durante o período de adaptação dos animais, não sendo permitidas sobras superiores a 10% da quantidade ofertada. Durante os primeiros quatro dias do período de colheita, às 7 horas da manhã, foram pesadas as sobras de ração, para a obtenção do consumo de matéria seca (CMS) por animal. No mesmo horário, diariamente, as fezes foram quantificadas. Para a colheita de fezes, foram utilizados arreios, que continham uma bolsa colhedora de fezes, com o objetivo de evitar a mistura de fezes e urina. Amostras de 10% da ração ofertada, das sobras e das fezes foram colhidas, compostas por animal e armazenadas a -20 °C.

Posteriormente, as amostras foram descongeladas, compostas por animal e secas em estufas de ventilação forçada (55 – 60°C), por 72 horas, e procedidas as determinações de MS, MO, PB e FDN. A digestibilidade aparente dos nutrientes e o balanço de nitrogênio foram calculados pelas seguintes fórmulas:

$$1) \text{ Digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestório (DATT), \% = } ((\text{MSC} \times \text{NMS}) - (\text{MSF} \times \text{NMF}) \times 100) / (\text{MSC} \times \text{NMS})$$

Onde:

MSC = matéria seca consumida

MSF = material seca fecal

NMF = porcentagem do nutriente na matéria seca fecal

NMS = porcentagem do nutriente na matéria seca consumida.

$$2) \text{ Balanço de nitrogênio (N) (g/dia) = N consumido - N fezes - N urina}$$

3) Balanço de N (% N consumido) = $[(N \text{ consumido} - N \text{ fezes} - N \text{ urina}) / N \text{ consumido}] \times 100$

4) Balanço de N (% N digerido) = $[(N \text{ consumido} - N \text{ fezes} - N \text{ urina}) / (N \text{ consumido} \times \text{Digestibilidade aparente N})] \times 100$

A urina dos animais foi colhida automaticamente pelos colhedores das gaiolas metabólicas em vasilhames que continham de 20 a 60 mL de ácido clorídrico 6 N. O volume de ácido era o suficiente para manter o pH da urina abaixo 3. Diariamente no mesmo horário da colheita das fezes, 10% do volume total de urina foi amostrada e congelada a -20 °C, em seguida descongeladas, compostas por animal

Amostras do fluido ruminal foram colhidas no último dia do período experimental (15º dia), com intervalos de duas horas entre cada colheita. Os horários de colheita foram determinados com base no fornecimento da ração. A hora zero correspondeu ao momento antes do fornecimento da ração, sendo as demais colheitas realizadas 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas após o arraçoamento.

Uma amostra representativa do conteúdo ruminal de cada animal, foi colhida via cânula, sendo rapidamente filtrada em tecido de algodão, obtendo-se, aproximadamente 200 mL de fluido ruminal filtrado, que em seguida, foi utilizado para a mensuração imediata do pH em potenciômetro digital (DIGIMED® DM20). A fase sólida do conteúdo ruminal que permaneceu no tecido após a filtragem, foi devolvida ao rúmen.

Após a determinação do pH, retirou-se 2 alíquotas de 25 mL do fluido ruminal que foram armazenadas em frascos plásticos contendo 1,25 mL de ácido clorídrico, e congeladas a -20 °C para análise de ácidos graxos de cadeia curta e nitrogênio amoniacal.

5.3.1.4 Análises laboratoriais

As amostras da ração fornecida, das sobras, dos ingredientes individuais e das fezes dos animais foram pré-secadas em estufa com ventilação de ar forçada, reguladas à temperatura de 55°C, pelo período de 72 horas. (CAMPOS; NUSSIO; NUSSIO, 2004). Em seguida, todas as amostras foram moídas em moinho do tipo Wiley

provido de peneira de crivos de 1 mm de diâmetro. O teor de matéria seca (MS) foi determinado em estufa a 105°C por 12 horas, e o teor de cinzas em mufla à temperatura de 550°C durante 3 horas (AOAC, 1990). A matéria orgânica (MO) das amostras foi calculada pela diferença entre a MS e a MM. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados com o uso de sulfito de sódio com a adição de enzima amilase termoestável (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991), com auxílio do analisador de fibra modelo ANKON Fiber Analyser (ANKON® Technology Corp.), descrito por Holden (1999). Os valores obtidos foram corrigidos para o teor de matéria seca a 105°C das amostras e cinzas, após a incineração dos saquinhos.

A determinação de nitrogênio total da ração fornecida, das sobras, dos ingredientes individuais e das fezes dos animais foi realizada com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO® (WILES; GRAY; KISSLING, 1998), modelo FP-528 com temperatura para combustão de 835°C. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25. A determinação de nitrogênio total da urina foi realizada pelo método micro Kjeldahl descritas por Campos; Nussio e Nussio (2004).

Para a determinação do nitrogênio amoniacal (N-NH₃), a amostra de líquido ruminal foi descongelada e centrifugada a 12.000 x g a 4°C durante 20 minutos. A alíquota sobrenadante foi utilizada para a determinação, seguindo o método colorimétrico proposto por Chaney e Marbach (1962), adaptado para a leitura em microplaca (Bio-Rad, Hercules, EUA), utilizando-se filtro para absorvância de 550 nm como descrito por Campos, Nussio e Nussio (2004).

A outra alíquota sobrenadante foi utilizada para a determinação da concentração dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) em cromatógrafo líquido-gasoso, segundo Palmquist e Conrad (1971). O equipamento utilizado foi um CLG (Hewlett Packard Company® 5890 serie II), equipado com braço mecânico (HP integrator 3396 serie II, Hewlett Packard Company®). As amostras foram previamente preparadas e armazenadas sob refrigeração (-20°C) em recipientes apropriados ao equipamento, contendo 800 µL do extrato, 200 µL de ácido fórmico e 100 µL de padrão interno.

5.3.1.5 Análise estatística

Os dados relativos ao ensaio de digestibilidade e balanço de nitrogênio foram analisados pelo procedimento PROC GLM do pacote estatístico SAS (2002). As médias foram obtidas pelo comando LSMEANS e comparadas pelo teste de Tukey, sendo as diferenças declaradas significativas quando $P < 0,05$.

A análise de pH foi feita por parcela subdividida no tempo (hora das medidas) pelo procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (2002) e seguiu o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = M + B_i + T_j + H_j + TH_{ij} + E_{ijk}$$

Onde:

M = Média geral

B_i = Efeito do bloco

T_j = Efeito do tratamento

H_j = Efeito do horário de medição

TH_{ij} = Efeito da interação entre o efeito do tratamento e o horário de medição

E_{ijk} = Efeito aleatório

5.4 Resultados e discussão

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) da inclusão de PCUD na forma *in natura* ou ensilada em substituição parcial a PCD sobre o sobre o ganho médio diário de peso (GMD), consumo de matéria seca (CMS) e consumo de matéria orgânica (CMO), expresso em kg/dia ou em % do PV (Tabela 12).

As médias encontradas para o GMD e CMS foram de 221 e 889 g, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os comumente encontrados para cordeiros da raça Santa Inês alimentados com dietas contendo alto teor de concentrado (URANO et al, 2006; QUEIROZ et al., 2008), sendo o GMD verificado ligeiramente superior ao reportado por Rodrigues et al. (2008a) que também avaliaram dietas com alto teor de concentrado (90% da MS) contendo PCD (68,4% da MS) e observaram GMD de 167 g, reforçando a idéia que a PCUD *in natura* ou ensilada

apresenta grande potencial como ingrediente energético na ração de cordeiros em terminação.

O consumo de FDN foi superior para os animais alimentados com PCUD *in natura* ou na forma de silagens em relação à PCD (Tabela 12), fato atribuído a maior concentração de FDN na polpa cítrica úmida semi despectinada (Tabela 10). Os resultados demonstram que a FDN da PCUD na forma *in natura* ou ensilada apresenta baixa capacidade de enchimento ruminal, visto que mesmo os animais aumentando o CFDN com a substituição da PCD pela PCUD não resultou em redução no CMS. Esta idéia pode ser sustentada pela afirmação de Mertens (1992) de que o CMS está correlacionado negativamente com a concentração de FDN quando o enchimento ruminal limita à ingestão. Uma possível justificativa para esta resposta seria o fato de que a composição da FDN da PCUD tenha sido alterada em função do tratamento imposto durante o processamento, o que pode ter melhorado sua qualidade. Como suporte a esta idéia, Sarturi (2008) observou que a ração contendo PCD proporcionou maior tempo de ruminação e de mastigação por kg de FDN comparado a ração contendo PCUD, mesmo considerando que a última continha maior teor de FDN (36,1 vs. 45,3%). Esse efeito demonstra que a FDN da PCUD apresenta baixa efetividade física.

Tabela 12 – Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com rações contendo polpa cítrica úmida semi despectinada *in natura*, ensilada com ou sem benzoato em substituição parcial a polpa cítrica desidratada

Variáveis ¹	Tratamento ²				EPM ³	Efeito ⁴
	PCD	PCUD	PCUDS	PCUDS+B		
Número animais	16	16	16	16	-	-
Idade inicial, dias	76	76	75	74	-	-
Idade final, dias	131	133	132	133	-	-
Peso inicial, kg	17,6	16,9	17,0	17,1	-	-
Peso final, kg	30,8	29,2	29,4	29,9	0,68	0,35
GMD, g	226,1	216,3	217,9	224,0	10,5	0,89
Consumo de MS						
g/dia	960,0	827,5	880,0	888,8	34,0	0,08
% PV	4,0	3,6	3,8	3,8	0,1	0,11
g/kg PV ^{0,75}	87,8	78,2	82,8	83,1	2,5	0,10
CMO, g/dia	716,6	640,9	689,3	688,2	27,1	0,29
CPB, g/dia%	151,7 ^a	104,3 ^b	107,8 ^b	112,3 ^b	4,9	<0,01
CFDN, g/dia	228,2 ^b	347,2 ^a	391,2 ^a	397,6 ^a	14,2	<0,01
Eficiência alimentar	0,235 ^b	0,265 ^a	0,248 ^{ab}	0,253 ^{ab}	<0,01	0,03

¹ GMD= Ganho médio diário; MS = Matéria seca; PV = Peso vivo; PV^{0,75} = Peso metabólico; MO = Matéria orgânica; CMO = Consumo de matéria orgânica; CPB= Consumo de proteína bruta; CFDN= Consumo de fibra em detergente neutro; Eficiência alimentar= g de GMD/consumo de MS.

² Tratamentos: PCD: polpa cítrica desidratada; PCUD: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada; PCUDS: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada; PCUDS+B: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada com a adição de benzoato de sódio.

³ EPM = Erro padrão da média.

⁴ Efeito= Valor de P para efeito de tratamento.

^{a,b} Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

Um ponto que pode ter contribuído para o aumento no CFDN das rações contendo PCUD é o fato dela apresentar alta umidade (em média 44,7% de MS), o que contribui para redução da seleção pelos animais, conforme sugerido por Leonardi, Giannico e Armentano (2005).

Os resultados de digestibilidade aparente dos nutrientes verificado no presente experimento dão suporte aos resultados verificados sobre o GMD visto que a digestibilidade da MS, MO e PB não diferiu entre as rações experimentais (Tabela 14)

As silagens de polpa cítrica úmida semi despectinada apresentaram variáveis bromatológicas semelhantes às encontradas na polpa cítrica úmida semi despectinada *in natura* nos dois experimentos (Tabela 10 e 12). Esse fato confere a este co-produto características positivas quanto à capacidade de armazenamento na forma de silagem como verificado por Sarturi (2008).

Para a completa avaliação do sistema de produção, as características da carcaça são consideradas informações complementares aos resultados de desempenho animal. Não foi observado efeito ($P>0,05$) da substituição parcial da PCD pela PCUD sobre os parâmetros avaliados referentes às características da carcaça (Tabela 13).

Tabela 13 – Parâmetros de carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com polpa úmida semi despectinada *in natura*, ensilada com ou sem benzoato em substituição parcial a polpa cítrica desidratada

Variáveis ¹	Tratamento ²				EPM ³	P ⁴
	PCD	PCUD	PCUDS	PCUDS+B		
Peso de abate,kg	36,6	35,8	36,8	36,6	0,47	0,53
PCQ, kg	18,1	17,6	17,7	17,9	0,23	0,46
PCF, kg	17,4	17,0	17,1	17,2	0,23	0,46
RCQ, %	49,6	49,1	48,2	48,9	0,45	0,18
RCF, %	47,8	47,3	46,5	47,1	0,43	0,18
PR, %	3,6	3,9	3,6	3,7	0,14	0,31
AOL, cm ²	13,5	13,7	12,6	13,8	0,39	0,14
EG, mm	1,6	1,7	1,8	1,6	0,09	0,48

¹ PCQ = Peso de carcaça quente; PCF = Peso de carcaça resfriada; RCQ = Rendimento de carcaça quente; RCF = Rendimento de carcaça fria; PR = Perda por resfriamento; AOL = Área de olho de lombo; EG = Espessura de gordura.

² Tratamentos: PCD: polpa cítrica desidratada; PCUD: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada; PCUDS: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada; PCUDS+B: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada com a adição de benzoato de sódio.

³ EPM = Erro padrão da média.

⁴ P: Valor de P para efeito de tratamento.

Esses resultados corroboram com os de Sarturi (2008), trabalhando com bovinos alimentados com PCD e PCUD em rações contendo 15% de cana-de-açúcar *in natura* e 85% de concentrado. Da mesma forma Pereira et al. (2007) avaliaram a utilização de

polpa cítrica úmida prensada em substituição a silagem de milho em 0, 25, 50 e 75% da MS sobre o peso vivo de abate e rendimento de carcaça quente, utilizando cordeiros confinados e não verificaram efeito dos tratamentos sobre as variáveis. Esses resultados sugerem teor energético semelhante entre os co-produtos avaliados nesse estudo, justificado pelo desempenho similar apresentado pelos animais no período de confinamento.

Os valores médios verificados, para as variáveis: peso ao abate (PA), rendimento de carcaça quente (RCQ), perda por resfriamento (PR), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura (EG) foram: 36,5 kg; 48,9%; 3,7%, 13,4 cm² e 1,68 mm, respectivamente. Rodrigues et al. (2008b) avaliando esses parâmetros na carcaça de cordeiros alimentados com ração contendo 68,4% de PCD verificaram valores de 32,5 kg; 49,8%; 2,9%, 12,7 cm² e 1,5 mm, respectivamente. Caparra et al. (2007) encontraram valores menores para PA (28,8 kg) e PR (2,0%) e similar para RCQ (48,7%), avaliando as características das carcaças de cordeiros recebendo 45% de polpa cítrica desidratada ao sol. Pereira et al. (2007) encontraram 44,7% de RCQ para cordeiros Santa Inês abatidos com 32,7 kg alimentados com 45% de polpa cítrica úmida prensada. A diferença de valores em relação aos reportados na literatura, que também utilizaram cordeiros alimentados com co-produtos da indústria citrícola, provavelmente pode ser justificada pelo maior peso ao abate desse estudo comparado aos outros trabalhos.

A determinação dos coeficientes de digestibilidade é um importante parâmetro que contribui para o desenvolvimento de sistemas de avaliação, a fim de descrever o valor nutritivo do alimento avaliado (VAN SOEST, 1994).

Não foi verificado efeito ($P>0,05$) da adição de PCUD *in natura* ou na forma ensilada sobre os coeficientes de digestibilidade de MS, MO e PB (Tabela 14) o que explica os resultados semelhantes de GMD e CMS no experimento de desempenho. Entretanto, foi observado maior ($P<0,05$) digestibilidade de FDN para PCUD comparado a PCD. Esse resultado possivelmente deve estar associado ao processo de extração de pectina, uma vez que o material é submetido ao tratamento com vapor à temperatura que varia entre 60 e 90°C, dependendo do tipo de pectina que será produzida. Ao mesmo tempo, ocorre adição de ácido nítrico na massa até que o pH em solução da

mesma, no final do processo, atinja aproximadamente 2,4 (SARTURI, 2008). Isso provavelmente deve ter alterado a composição física da porção fibrosa do co-produto, promovendo maior acessibilidade dos microrganismos ruminais à digestão da fibra.

Os coeficientes de digestibilidade entre as silagens de PCUD e a PCUD *in natura* foram semelhantes ($P>0,05$), comprovando que o benzoato de sódio aplicado superficialmente a massa não alterou a composição química (Tabela 11) da silagem e que o co-produto possui características desejáveis para ser submetido ao processo de ensilagem.

Ítavo et al. (2000a) avaliaram silagem de bagaço de laranja, com ou sem aditivo enzimático microbiano e ácido fórmico ou acético na alimentação de cordeiros e não verificaram diferença entre os tratamentos para os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. Os valores encontrados para a digestibilidade da MS, MO, FDN e PB variaram de 82,7 a 90,1; 91 a 92,1; 67 a 71,2 e 69,2 a 71,1%, respectivamente. Provavelmente as diferenças de valores entre os obtidos no presente estudo e dos demais trabalhos sejam atribuídas às divergências na composição do produto, devido à qualidade da laranja, à variedade, à região, à época do ano, à quantidade de sementes e aos processos industriais.

Tabela 14 – Digestibilidade dos nutrientes de rações contendo polpa úmida semi despectinada *in natura*, ensilada com ou sem benzoato em substituição parcial a polpa cítrica desidratada fornecidas para cordeiros

Variáveis ¹	Tratamento ²				EPM ³	P ⁴
	PCD	PCUD	PCUDS	PCUDS+B		
DATT, % MS						
MS	79,7	80,8	78,5	76,0	0,87	0,13
MO	82,9	83,7	81,1	78,7	0,77	0,07
PB	68,5	73,0	73,3	72,2	2,10	0,60
FDN	73,3 ^b	82,7 ^a	76,7 ^{ab}	75,2 ^{ab}	1,65	<0,05

¹ DATT: Digestibilidade aparente no trato digestório total; MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; FDN: fibra em detergente neutro; PB: proteína bruta.

² Tratamentos: PCD: polpa cítrica desidratada; PCUD: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada; PCUDS: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada; PCUDS+B: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada com a adição de benzoato de sódio.

³ EPM: Erro padrão da média.

⁴ P: Valor de P para efeito de tratamento

^{a,b} Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem ($P<0,05$) pelo teste Tukey.

As concentrações de AGCC total, acetato, propionato, butirato e a relação acetato/propionato não foram alteradas ($P > 0,05$), não se verificou efeito de horas ($P > 0,05$) e nem de interação entre as rações experimentais e horas ($P > 0,05$) (Tabela 15). Conseqüentemente, o pH ruminal também não foi afetado pelos tratamentos ($P > 0,05$). Entretanto, para esta variável verificou-se efeito de horas ($P < 0,01$), não sendo verificada interação entre tratamentos e horas ($P > 0,05$).

Tabela 15 – Parâmetros ruminiais de cordeiros Santa Inês alimentados com polpa úmida semi despectinada *in natura*, ensilada com ou sem benzoato em substituição parcial a polpa cítrica desidratada

Variáveis ¹	Tratamentos ²				EPM ³	Efeito ⁴	H ⁵	T*H ⁶
	PCD	PCUD	PCUDS	PCUDS+B				
AGCC total, mM	74,7	74,1	71,2	61,2	4,2	0,20	0,99	0,68
Acetato, mM	56,8	55,6	54,7	48,9	2,1	0,29	0,99	0,72
Propionato, mM	9,6	10,2	8,9	6,2	1,1	0,16	0,85	0,77
Butirato, mM	7,2	7,1	6,2	4,8	0,7	0,17	0,85	0,95
A:P	7,9	6,8	8,2	11,1	1,5	0,35	0,96	0,65
pH	6,7	6,4	6,6	6,5	0,1	0,47	<0,01	0,63
NH ₃ , mg/dL	4,6 ^a	3,4 ^{ab}	2,4 ^b	2,5 ^b	0,4	0,01	0,04	0,19

¹ mM = milimol; A:P = relação acetato/propionato.

² Tratamentos: PCD: polpa cítrica desidratada; PCUD: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada; PCUDS: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada; PCUDS+B: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada com a adição de benzoato de sódio.

³ EPM = Erro padrão da média.

⁴ Efeito= Valor de P para efeito de tratamento.

⁵ H = efeito de horas;

⁶ T*H = efeito da interação entre tratamentos e hora.

^{a,b} Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Em conjunto estes dados sugerem que apesar da menor concentração de pectina na PCUD (22%) em relação à PCD (33%), ambos os co-produtos apresentam padrão de fermentação ruminal semelhante. Seguramente, o aumento na digestibilidade da FDN com a utilização da PCUD na ração compensou parcialmente sua menor concentração de pectina.

Estes resultados corroboram com os resultados de Ítavo et al. (2000b) avaliando o de bagaço de laranja aditivado com ácido fórmico e acético e aditivo enzimático microbiano na alimentação de cordeiros em rações contendo 70% de feno de aveia e 30% de bagaço de laranja.

Apesar da redução de pH nesses horários, pode-se considerar que há estabilização do ambiente ruminal ao decorrer das 12 horas avaliadas, sendo justificado pelo fato da maior proporção dos AGCC produzidos no rúmen ser o acetato (Tabela 15). O acetato é reconhecidamente menos eficiente em reduzir o pH ruminal (VAN SOEST, 1994). Os valores de pH estão de acordo com Rihani, Garret e Zinn (1993), os quais estudaram a utilização de bagaço de laranja desidratado e peletizado, em dietas isonitrogenadas, com ovinos em restrição de 80% do consumo voluntário.

Os resultados do presente estudo evidenciam o quanto a polpa de citros em todas suas formas avaliadas é eficiente em manter o pH ruminal para adequada digestibilidade da fração fibrosa das rações, visto que mesmo se tratando de rações com alto teor de concentrado, em todos os horários avaliados o pH ruminal nunca foi inferior a 6,04.

Esta constatação reforça a possibilidade da utilização destes co-produtos como ferramenta para formulação de rações de alto concentrado para cordeiros, reduzindo-se os riscos de ocorrência de distúrbios ruminais

Figura 7 – pH do fluido ruminal de cordeiros Santa Inês em função da inclusão de PCUD, PCUDS e PCUDS+B nas rações em substituição parcial a PCD e das horas após a alimentação

A concentração ruminal de nitrogênio amoniacal foi reduzida ($P < 0,01$) nas rações contendo PCUD na forma de silagens em relação à PCD e a PCUD *in natura*. Adicionalmente, para esta variável verificou-se efeito ($P < 0,05$) de horas após fornecimento das rações, não havendo interação entre tratamentos e horas ($P > 0,05$).

A concentração média de N amoniacal (3,2 mg/dL) no fluido ruminal do presente estudo (Tabela 15) foi inferior ao observado por Ítavo et al. (2000b) que verificaram valor de 6,8 mg/dL. Existe grande controvérsia em relação à concentração de N amoniacal ruminal exigida para o máximo crescimento microbiano. A menor concentração obtida nesse estudo (Tabela 15) foi 2,4 mg N/dL, valor abaixo dos citados por Mehrez, Orskov e McDonald (1977) e por Satter e Slyter (1974), os quais afirmaram que o máximo de atividade fermentativa ruminal foi obtido quando o N amoniacal alcançou valores entre 5 e 23 mg N/dL de líquido ruminal. Considerando a maior concentração de N amoniacal para o tratamento PCD em relação PCUDS e PCUDS+B, era esperado melhor desempenho dos animais recebendo PCD em consequência de uma possível maximização do crescimento microbiano ruminal, o que não foi observado nesse estudo. Possivelmente, a menor degradação ruminal nas rações contendo as silagens pode ter sido compensada por uma maior passagem de proteína para o intestino delgado igualando o total de proteína metabolizável entre as rações.

Adicionalmente, a redução da degradabilidade ruminal da proteína bruta das rações contendo as silagens pode ter sido compensada por uma maior digestibilidade intestinal, uma vez que a digestibilidade no trato digestório total não foi alterada.

O consumo e a excreção de nitrogênio nas fezes e na urina não foi alterada ($P > 0,05$) pelos tratamentos, conseqüentemente, não verificou-se efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre a retenção de N em todas as formas de expressão (Tabela 16). Estes resultados estão de acordo com os reportados por na literatura com a utilização de polpa cítrica em substituição ao milho em rações para ruminantes (ESTEVES; MANZANO; NOVAES, 1987; BUENO et al., 2002; RODRIGUES et al., 2008a). Por outro lado, os resultados observados por Henrique et al. (2003) mostraram melhor aproveitamento do nitrogênio em ovinos recebendo polpa cítrica, justificado pelo aumento da ingestão de MS com a adição de PC. Alguns trabalhos ainda demonstraram redução no nitrogênio retido como o aumento da participação da polpa cítrica na ração (BHATTACHARYA; HARB, 1973; PASCUAL; CARMONA, 1980). Apesar da falta de concordância entre os trabalhos, a ausência de efeito sobre o metabolismo de nitrogênio no presente estudo somente enfatiza a boa capacidade da PCUD ser armazenada em forma de silagem, além de substituir parcialmente a PCD.

Tabela 16 – Consumo e balanço de nitrogênio de cordeiros Santa Inês alimentados com polpa úmida semi despectinada *in natura*, ensilada com ou sem benzoato em substituição parcial a polpa cítrica desidratada

Variáveis	Tratamentos ¹				EPM ²	P ³
	PCD	PCUD	PCUDS	PCUDS+B		
Consumo de N (g/dia)	19,60	18,09	20,52	19,98	2,09	0,82
N nas fezes (g/dia)	5,83	4,75	5,28	5,45	0,33	0,20
N na urina (g/dia)	4,07	3,03	3,52	3,97	1,02	0,85
N retido						
g/dia	9,69	10,31	11,71	10,56	2,62	0,93
% do N consumido	48,46	55,49	56,11	53,53	7,85	0,86
% do N digerido	70,18	76,26	76,78	74,79	9,00	0,93

¹ Tratamentos: PCD: polpa cítrica desidratada; PCUD: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada; PCUDS: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada; PCUDS+B: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada com a adição de benzoato de sódio.

² EPM: Erro padrão da média.

³ Valor de P para efeito de tratamento.

5.5 Conclusões

A polpa cítrica úmida semi despectinada em substituição parcial a polpa cítrica desidratada não altera o desempenho e melhora a digestibilidade da fibra em detergente neutro de rações para cordeiros confinados. Esses resultados sugerem que o uso parcial da polpa cítrica úmida semi despectinada *in natura* ou ensilada pode ser um ingrediente alternativo para cordeiros alimentados com rações contendo grande proporção de concentrado.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15th.ed. Washington, 1990. 1298p

BHATTACHARYA, A.N.; HARB, M. Dried citrus pulp as grain replacement for Awassi lambs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 36, n. 6, p.1175-1180, 1973.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto lei n. 2.244, 5 jun., 1997. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília, 1997. 204p.

BUENO, M.S.; FERRARI E.; BIANCHINI, D.; LEINZ, F.F.; RODRIGUES, C.F.C. Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 46, p.179-185, 2002.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CAPARRA, P.; FOTI, F.; SCERRA, M.; SINATRA, M.C.; SCERRA, V. Solar-dried citrus pulp as an alternative energy source in lamb diets: Effects on growth and carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.40, n.3, p.303-311, 2007.

CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Washington, v. 8, p. 130-137, 1962.

ESTEVES, S.N.; MANZANO, A.; NOVAES, N.J. Substituição da espiga de milho desintegrada com palha e sabugo pela polpa de citros peletizada na engorda de bovinos Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.16, n.6, p.507-516, 1987.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. R.; ALLEONI, G. F.; LANNA, D. P. D.; MALHEIROS E.B. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.2007-2015, 2003 (supl.2)

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; VOLTOLINI, T.V.; FARIA, K.P.; FERREIRA, C.C.B. Composição e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1485-1490, 2000a.

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C.; VOLTOLINI, T.V.; FERREIRA, C.C.B. Avaliação da silagem de bagaço de laranja com diferentes aditivos por intermédio dos parâmetros de fermentação ruminal de ovinos e contribuição energética dos ácidos graxos voláteis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.5, p.1491-1497, 2000b.

LEONARDI, C.; GIANNICO, F.; ARMENTANO, L.E. Effect of water addition on selective consumption (sorting) of dry diets by dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 88, p. 1043-1049, 2005.

MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 38, n.3, p.437-443, 1977.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.188-219.

PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.54, n. 7, p. 1025-1033, 1971.

PASCUAL, J.M.; CARMONA, J.F. Composition of citrus pulp. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.5, p.1-10, 1980.

PEREIRA, M.S.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y.; TURINI, T.; NORO, L.Y.; PINTO, A.P. Carcaça e não-componentes da carcaça de cordeiros recebendo polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.29, n.1, p. 57-62, 2007.

QUEIROZ, M.A.A. ; SUSIN, I. ; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; GENTIL, R.S; ALMEIDA, O.C.; AMARAL, R.C.; MOURÃO, G.B. Desempenho de cordeiros e estimativa da digestibilidade do amido de dietas com diferentes fontes protéicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 1193-1200, 2008.

RIHANI, N.; GARRET, W.N.; ZINN, R.A. Effect of source of supplemental nitrogen on the utilization of citrus pulp-based diets by sheep. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 71, p.2310-2321, 1993.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; ARAUJO, R.C. de; PACKER, I.U.; RIBEIRO, M.F.; GERAGE, L.V. Substituição do milho por polpa cítrica em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 789-794, 2008a.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; URANO, F.S.; CASTILLO, C.J.C. Polpa cítrica em rações para cordeiros em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.10, p.1869-1875, 2008b.

SARTURI, J.O. **Polpa cítrica úmida despectinada em substituição à polpa peletizada no desempenho de bovinos de corte confinados**. 2008. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS systems for windows**: version 9. Cary, 2002.

SATTER, L.D., SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.32, n.2, p.199-208, 1974

URANO, F.S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H; ARAUJO, R.C.; MATTOS, W.R.S. Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados alimentados com grão de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1525-1530, 2006.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd ed. Ithaca: Cornell University press, 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**, Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, Washington, v. 81, n. 3, p. 620-632, 1998.

6 UTILIZAÇÃO DE MONOAMÔNIO FOSFATO EM RAÇÕES COM ELEVADO TEOR DE POLPA CÍTRICA PARA CORDEIROS CONFINADOS

Resumo

A utilização de polpa cítrica como substituto ao milho tem sido uma ferramenta viabilizadora no confinamento de cordeiros, porém a grande quantidade de cálcio presente nesse subproduto requer a adição de fonte de fósforo para adequado balanceamento desses minerais. O objetivo deste experimento foi avaliar a inclusão de monoamônio fosfato (MAP) em rações de alta proporção de concentrado contendo polpa cítrica sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros confinados. Vinte e quatro cordeiros Santa Inês (26,4 kg de peso corporal e 125 dias de idade) foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos completos casualizados, definidos de acordo com o peso e a idade no início do experimento. As rações foram isonitrogenadas, continham 70% de polpa cítrica na MS e tiveram a adição de 0; 0,3; 0,6 e 0,9% de MAP, correspondendo aos tratamentos CON, 0,3MAP, 0,6MAP e 0,9MAP, respectivamente. Houve diminuição linear ($P < 0,01$) no consumo de matéria seca e ganho médio diário de peso com a inclusão de MAP na ração, sem alteração nos parâmetros de carcaça avaliados. A utilização de MAP como fonte de fósforo em rações contendo polpa cítrica afeta negativamente o desempenho de cordeiros confinados.

Palavras-chave: Carcaça; Co-produto; Desempenho; Ovinos, Santa Inês

MONOAMMONIUM PHOSPHATE IN DIETS WITH HIGH LEVEL OF CITRUS PULP FED TO FEEDLOT LAMBS

Abstract

Citrus pulp can be used to replace corn in lamb diets, however, a high amount of calcium in this co-product requires a phosphorus source to maintain a good ratio between these minerals. The objective of this experiment was to evaluate the effects of adding monoammonium phosphate (MAP) in high concentrate diets containing citrus pulp on feedlot lamb performance and carcass characteristics. Twenty four Santa Ines lambs (initial body weight 26.4 and 125 d old) were penned individually and used in a complete randomized block design according to body weight and age at beginning of the trial. Diets were formulated to provide a similar amount of crude protein and contained 70% of citrus pulp on a DM basis. MAP was added at 0, 0.3, 0.6, and 0.9% of the diet DM corresponding to experimental treatments CON, 0.3MAP, 0.6MAP, and 0.9MAP, respectively. There was a linear decrease ($P<0.01$) in dry matter intake and average daily gain, however, there were no effects on carcass parameters. The use of MAP in citrus pulp diets affects lamb performance negatively.

Keywords: Co-products; Carcass; Performance; Santa Inês; Sheep

6.1 Introdução

A maioria dos sistemas intensivos de produção de cordeiros possui como premissa a utilização de rações contendo grande proporção de concentrado, sendo o milho a fonte energética mais usada. A introdução de fontes alternativas em substituição total ou parcial do milho, como a polpa cítrica, tem sido adotada com sucesso nesse sistema (RODRIGUES et al., 2008a). Entretanto, esse co-produto possui como característica elevada quantidade de cálcio em relação ao fósforo resultando no desbalanceamento da relação desses minerais.

Além do teor de fósforo na dieta, a relação cálcio:fósforo interfere na absorção de fósforo pelo organismo (McDOWELL, 1992), provavelmente, em função da solubilidade dos sais resultantes da interação entre os minerais (FIELD; KAMPHUES; WOOLIAMs, 1983). Estudos com ovinos sugerem uma proporção adequada entre cálcio e fósforo para melhor absorção de fósforo (SALVIANO; VITTI, 1998) e desempenho animal satisfatório (ZAHARI et al., 1990). Assim, a suplementação de fósforo para cordeiros em

confinamento, torna-se importante na utilização de polpa cítrica para a nutrição adequada dessa categoria animal.

O fósforo é um mineral que pode constituir até 1% do peso corporal dos animais, sendo encontrado principalmente nos ossos e dentes, além de estar envolvido com o metabolismo, participando no transporte de ácidos graxos, absorção e deposição de gorduras e formação de proteínas. Além disso, o fósforo participa da composição dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), atua na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido-base (McDOWELL, 1992).

Para os ruminantes, o fósforo tem função adicional, que é a de atender às exigências dos microrganismos ruminais, sendo que sua deficiência pode prejudicar a síntese de proteína microbiana e a digestão de nutrientes (WITT; OWENS, 1983). Adicionalmente, os estudos referentes a esse mineral têm o objetivo de minimizar o impacto poluidor do fósforo no meio ambiente.

Várias fontes de fósforo estão disponíveis no mercado para o uso em rações de ruminantes. Contudo, a presença de xenobióticos, metais pesados e contaminantes (MARÇAL et al., 2003), além da biodisponibilidade e custo dessas fontes são fatores que determinam a utilização desses.

Com a possibilidade de utilização de fontes alternativas de fósforo, vários estudos têm sido realizados no intuito de pesquisar a viabilidade de utilização dessas fontes minerais. O fosfato de rocha de Araxá, o superfosfato triplo e o fosfato monoamônio (MAP) são as fontes mais estudadas no sentido de verificar a possibilidade de substituir o fosfato bicálcico, por apresentarem baixa quantidade de cálcio e no intuito de reduzir custos com a suplementação mineral.

O MAP aparece nesse contexto como fonte de fósforo que possui quantidade de flúor dentro dos limites sugeridos como seguros, não causando intoxicação nos animais (BARRETO et al., 2009) e apresenta boa absorção do mineral em relação às outras fontes, apresentando rápida distribuição nos tecidos (VITTI; ABDALLA; FILHO, 1989). No entanto, não há informações relacionadas aos teores de inclusão de MAP em rações para cordeiros confinados alimentados com polpa cítrica.

O objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho e as características de carcaça de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com teores crescentes de MAP em rações contendo elevada proporção de polpa cítrica.

6.2 Material e métodos

6.2.1 Animais e instalações experimentais

O experimento foi conduzido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), em Piracicaba, SP. Foram utilizados 24 cordeiros da raça Santa Inês com peso médio inicial de 26,4 ($\pm 5,8$) kg e idade média de 125 (± 11) dias. Os animais foram confinados por 56 dias, em baias cobertas com piso de concreto, cocho e bebedouros, sendo distribuído um animal por baia e seis baias por tratamento

6.2.2 Período experimental e tratamentos

As rações foram constituídas de 5% de volumoso (bagaço de cana-de-açúcar *in natura*) e 95% de concentrado na matéria seca (MS). O monoamônio fosfato foi incluído na proporção de 0; 0,3; 0,6 e 0,9% da MS na ração (Tabela 17).

Em função da característica da ração (90% MS), a alimentação foi fornecida três vezes/semana, *ad libitum*, e as sobras pesadas semanalmente para a determinação do consumo diário de MS por baia.

Tabela 17 – Proporção dos ingredientes e composição bromatológica das rações experimentais (% MS)

Ingredientes	Tratamentos ¹			
	CON	0,3MAP	0,6MAP	0,9MAP
Bagaço de cana <i>in natura</i>	5,0	5,0	5,0	5,0
Polpa cítrica moída	69,6	69,7	69,9	70,2
Farelo de algodão	22,8	22,4	21,9	21,3
Uréia	0,5	0,5	0,5	0,5
Cloreto de Amônio	0,5	0,5	0,5	0,5
Monoamônio fosfato (MAP)	0,0	0,3	0,6	0,9
Mistura Mineral ²	1,6	1,6	1,6	1,6
Composição Química				
Matéria seca	87,6	84,5	86,5	83,9
Proteína bruta	19,4	20,4	20,6	20,1
Fibra detergente neutro	25,8	26,0	25,1	25,0
Matéria orgânica	94,7	92,4	93,5	92,7
Matéria mineral	5,7	7,6	6,5	7,3
Relação Cálcio: Fósforo	3,5	3,1	2,8	2,5

¹ Tratamentos: CON: sem inclusão de MAP na ração; 0,3MAP: 0,3% de inclusão de MAP na ração; 0,6MAP: 0,6% de inclusão de MAP na ração; 0,9MAP: 0,9% de inclusão de MAP na ração.

² Composição: 7,5% P; 19% Ca; 1% Mg; 7% S; 14,3% Na; 21,8% Cl; 500 ppm Fe; 300 ppm Cu; 4600 ppm Zn; 1100 ppm Mn; 80 ppm I; 405 ppm Co; 30 ppm Se.

6.2.3 Abate dos animais e medidas das carcaças

Após o período de avaliação do desempenho, os cordeiros foram pesados após jejum de sólidos de 16 horas e, em seguida, abatidos segundo as normas descritas no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA (BRASIL, 1997). As carcaças foram seccionadas longitudinalmente em duas meias-carcaças e pesadas individualmente, obtendo-se o peso de carcaça quente e após 24 horas à temperatura de 2°C, o peso das carcaças frias. Para a determinação do rendimento de carcaça fria (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF) e perda por resfriamento (PR) foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$RCQ = (PCQ/PVA) \times 100,$$

$$RCF = (PCF/PVA) \times 100,$$

$$PR = [(PCQ - PCF)/PCQ] \times 100.$$

Onde:

PCQ = peso da carcaça quente

PVA = peso vivo de abate

PCF = peso da carcaça fria

Foi escolhida a meia carcaça direita para a tomada da medida de espessura de gordura (EG) e área de olho de lombo (AOL). A medida da EG foi tomada entre a 12^a e 13^a costela da parte posterior da meia carcaça por meio de paquímetro digital graduado em milímetros. A AOL foi desenhada no músculo exposto *Logissimus dorsi* mediante papel vegetal e posteriormente mensurada por meio de planímetro com resultado em cm².

6.2.4 Análises laboratoriais

As amostras de ração fornecida, sobras e ingredientes individuais da ração foram pré-secadas em estufa com ventilação de ar forçada, reguladas à temperatura de 55°C, pelo período de 72 horas. (CAMPOS; NUSSIO; NUSSIO, 2004). Em seguida, todas as amostras foram moídas em moinho do tipo Wiley provido de peneira de crivos de 1 mm de diâmetro. O teor de matéria seca (MS) foi determinado em estufa a 105°C durante o período de 12 horas de exposição, e de cinzas em mufla à temperatura de 550°C durante 3 horas (AOAC, 1990). A matéria orgânica (MO) das amostras foi calculada pela diferença entre a MS e a MM. O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado com o uso de sulfito de sódio com a adição de enzima amilase termoestável (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991), com auxílio do analisador de fibra modelo ANKON Fiber Analyser (ANKON® Technology Corp.), descrito por Holden (1999). Os valores obtidos foram corrigidos para o teor de matéria seca a 105°C das amostras e cinzas, após a incineração dos saquinhos.

A determinação de nitrogênio total foi realizada com base na combustão das amostras pelo analisador da marca LECO® (WILES; GRAY; KISSLING, 1998), modelo FP-528 com temperatura para combustão de 835°C. O teor de proteína bruta (PB) foi obtido por meio da multiplicação do teor de nitrogênio total por 6,25.

6.2.5 Análise estatística

O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados com quatro tratamentos e seis repetições, sendo os blocos definidos pelo peso e pela idade inicial dos animais. Os dados dos experimentos foram analisados pelo procedimento GLM do pacote estatístico SAS (2002). As médias das variáveis foram obtidas pelo comando LSMEANS, para as que obtiveram respostas significativas ($P < 0,05$), utilizou-se o teste para polinômios ortogonais (linear e quadrático). Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = M + B_i + T_j + E_{ijk}$$

Onde:

M = Média geral

B_i = Efeito do bloco

T_j = Efeito do tratamento

E_{ijk} = Efeito aleatório

6.3 Resultados e discussão

A adição de MAP nas rações experimentais resultou em decréscimo linear no ganho médio diário (GMD) ($y = 236,58 - 72,024x$; $R^2 = 0,21$) ($P < 0,05$) e consumo de matéria seca (CMS) ($y = 1,1311 - 0,2349x$; $R^2 = 0,16$) ($P < 0,01$) (Tabela 18). No entanto, não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos na conversão alimentar (CA) dos animais e na determinação dos parâmetros de carcaça (rendimento de carcaça quente, perda por resfriamento, área de olho de lombo e espessura de gordura).

Tabela 18 – Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com adição crescente de MAP nas rações

Variáveis ¹	Tratamento ²				EPM ³	Efeito ⁴	
	CON	0,3MAP	0,6MAP	0,9MAP		L	Q
Peso inicial, kg	26,7	26,5	26,5	26,0	0,57	-	-
Peso final, kg	40,1	38,0	37,9	35,3	1,02	<0,01	NS
GMD, g/dia	239	205	204	167	0,02	<0,05	NS
CMS							
kg/dia	1,2	1,0	1,0	0,9	0,04	<0,01	NS
g/kg (PV ^{0,75})	87,3	71,1	75,0	71,6	3,36	0,01	NS
% PV	3,5	3,0	3,2	3,1	0,15	NS	NS
CA, kg MS/kg	4,8	4,7	5,0	5,3	0,23	NS	NS
PCQ, kg	21,3	19,8	20,3	19,3	0,47	<0,05	NS
PCF, kg	20,6	19,3	19,6	18,7	0,46	<0,05	NS
RCQ, %	50,3	50,3	51,1	51,4	0,61	NS	NS
PR, %	3,2	3,1	3,3	3,0	0,33	NS	NS
AOL, cm ²	14,8	13,9	14,0	14,2	0,44	NS	NS
EG, mm	2,3	2,1	2,4	2,2	0,14	NS	NS

¹ GMD = Ganho médio diário; CMS = Consumo de matéria seca; PV^{0,75} = Peso metabólico; PV = Peso vivo; CA = Conversão alimentar; PCQ = Peso de carcaça quente; PCF = Peso de carcaça resfriada; RCQ = Rendimento de carcaça quente; RCF = Rendimento de carcaça fria; QR = Quebra por resfriamento; AOL = Área de olho de lombo; EG = Espessura de gordura.

² Tratamentos: CON: sem inclusão de MAP na ração; 0,3MAP: 0,3% de inclusão de MAP na ração; 0,6MAP: 0,6% de inclusão de MAP na ração; 0,9MAP: 0,9% de inclusão de MAP na ração

³ EPM = Erro padrão da média.

⁴ Efeito: Valor de P para o teste de polinômio ortogonal.

De acordo com a Tabela 17, a inclusão de MAP na ração ajustou a proporção entre cálcio e fósforo para a melhor relação possível entre os minerais, uma vez que um dos fatores que pode exercer efeito na absorção de fósforo é a relação cálcio:fósforo.

Field, Kamphues e Wooliams (1983) investigaram o efeito de diferentes proporções de cálcio e fósforo, variando de 0,6 a 3,6, na absorção do fósforo em ovinos e concluíram que as dietas contendo maior proporção de cálcio a absorção de fósforo foi reduzida em 18%, o que pode ser explicado em parte pela formação de sais com baixa solubilidade.

Da mesma forma, Salviano e Vitti (1998) em estudos com ovinos que receberam rações com diferentes relações cálcio:fósforo na dieta (0,75:1; 1,5:1 e 3:1), foi observado que a maior absorção de fósforo ocorreu com a proporção 1,5:1. Por outro lado, baixa relação entre os minerais, é condição para a ocorrência de distúrbio

metabólico comum em ovinos denominado urolitíase ou cálculo urinário (EMERICK; EMBRY, 1963), sugerindo que haja uma proporção adequada para a nutrição de cordeiros confinados.

Entretanto, mesmo com a melhor proporção cálcio:fósforo de 2,5 (0,9MAP) obtida nesse estudo (Tabela 17), houve diminuição linear no CMS e GMD dos cordeiros, sugerindo que o efeito negativo observado da adição de MAP pode ser atribuída à fonte de fósforo.

O MAP, na sua composição, contém pouco cálcio e é muito reativo (NICODEMO; MORAES, 2000), sugerindo boa fonte alternativa de fósforo em dietas ricas em cálcio, a exemplo de dietas contendo grande proporção de polpa cítrica. Além disso, a biodisponibilidade de fósforo é requisito que o MAP atende prontamente para sua utilização. Vitti, Abdalla e Filho (1989), comparando fontes de fósforo observaram que o MAP foi metabolizado mais rapidamente que os demais, apresentando rápida distribuição nos tecidos, o que foi confirmado por Vitti, Abdalla e Meirelles (1992), trabalhando com ovinos, utilizando a técnica de radioisótopos, onde observaram alta disponibilidade biológica para o MAP (59%). Reid (1980) menciona que o fósforo de fertilizantes fosfatados como o supertriplo e MAP é altamente disponível e que o uso dessas fontes na suplementação de animais domésticos é, na verdade, mais limitado pelo teor de flúor do que pela absorção de fósforo. Entretanto, segundo Barreto et al. (2009), o MAP é a fonte de fósforo que possui o teor de flúor adequado para evitar toxidez aos animais, justificando sua utilização como fonte alternativa ao fosfato bicálcico.

Aceitabilidade parece ser o fator que se opõe contra a utilização de MAP como fonte de fósforo, o que explica os resultados do presente trabalho (Tabela 18). A redução do CMS em dietas contendo grande proporção de polpa cítrica com a adição de MAP na ração foi verificada por Rodrigues et al. (2008a). Ao substituírem o milho por PCD, os autores observaram queda de consumo de cordeiros alimentados com rações contendo 46,1 e 68,4% de PCD, coincidentemente com a adição de 0,5 e 1,3% de MAP, respectivamente em relação à dieta contendo 23,7% de PCD, mas com a ausência da fonte de fósforo. A adição de MAP no estudo citado na ordem de 0,5 e 1,3% de MAP significou redução de 14,7 e 16,3% no CMS e 23,8 e 37,5% no GMD, respectivamente

em relação à dieta contendo PCD sem adição do suplemento mineral, justificando a redução linear das variáveis do presente estudo (Tabela 18).

Da mesma forma Durand et al. (1976) ao compararem MAP e uréia como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana e a influência desses ingredientes na atividade da flora ruminal verificaram menor aceitabilidade em cordeiros alimentados com rações contendo 4% de MAP. Os autores atribuíram esse efeito aos menores valores de pH ruminal, maior concentração de nitrogênio amoniacal e reduzida formação de ácidos graxos voláteis para essa ração experimental, justificando a redução linear do CMS e conseqüentemente do GMD conforme adição de MAP do presente estudo (Tabela 18). Estes resultados são também condizentes com os de Fisher (1978), que apesar de não encontrar diferença no CMS quando comparou os fosfatos dicálcio, monocálcio, monossódio e monoamônio, observou menor ingestão de MS digestível e reduzida digestibilidade de FDA da ração quando esta continha MAP comparado as demais fontes de fósforo.

Em suma, mesmo com a menor inclusão de MAP (0,3%) na ração houve efeito da adição da fonte no desempenho dos cordeiros, sugerindo parcialmente que a utilização de MAP se faz desnecessária em rações contendo polpa cítrica para cordeiros em terminação. No entanto, é preciso considerar que os animais foram alimentados por 56 dias, portanto, situação que não pode ser aplicada a animais recebendo dietas desbalanceadas em cálcio e fósforo por longos períodos.

O peso de abate dos animais foi reflexo do CMS e GMD, o qual diminuiu linearmente ($P < 0,01$) conforme adição de MAP na ração. Isso resultou na diminuição ($P < 0,05$) também linear nos pesos de carcaça fria e quente, entretanto, não houve efeito para os demais parâmetros de características de carcaça.

Os valores médios verificados, para as variáveis: peso ao abate (PA), rendimento de carcaça quente (RCQ), perda por resfriamento (PR), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura (EG) foram: 37,9 kg; 50,8%; 3,2%, 14,2 cm² e 2,3 mm, respectivamente. Rodrigues et al. (2008b) avaliando esses parâmetros na carcaça de cordeiros alimentados com ração contendo 68,4% de PCD verificaram valores de 32,5 kg; 49,8%; 2,9%, 12,7 cm² e 1,5 mm, respectivamente. Caparra et al. (2007) encontraram valores menores para PA (28,8 kg) e PR (2,0%) e similar para RCQ

(48,7%), avaliando as características das carcaças de cordeiros Merino Italiano recebendo 45% de polpa cítrica desidratada ao sol. Pereira et al. (2007) encontraram 44,7% de RCQ para cordeiros Santa Inês abatidos com 32,7 kg alimentados com 45% de polpa cítrica úmida prensada. A diferença de valores em relação aos reportados na literatura, que também utilizaram cordeiros alimentados com co-produtos da indústria citrícola, provavelmente pode ser justificada pelo maior peso ao abate desse estudo comparado aos outros trabalhos.

6.4 Conclusões

A utilização de monoamônio fosfato, como fonte de fósforo em rações contendo alta proporção de polpa cítrica, reduziu o desempenho de cordeiros confinados. Esses resultados sugerem que outras fontes de fósforo devem ser estudadas no intuito de manter adequada a relação cálcio:fósforo em dietas ricas em polpa cítrica sem prejuízo para o desempenho animal.

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15th.ed. Washington, 1990. 1298p.

BARRETO, J.C.; BRANCO, A.F.; SANTOS, G.T.; MAGALHÃES, V.J.A.; CONEGLIAN, S.M.; TEIXEIRA, S. Avaliação dos efeitos de fontes de fósforo na dieta sobre parâmetros do meio ruminal e eficiência de síntese microbiana, digestibilidade dos nutrientes e fósforo plasmático em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n.4, p.760-769, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto lei n. 2.244, 5 jun., 1997. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília, 1997. 204p

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análises de alimentos**. Piracicaba: FEALQ, 2004. 135 p.

CAPARRA, P.; FOTI, F.; SCERRA, M.; SINATRA, M.C.; SCERRA, V. Solar-dried citrus pulp as an alternative energy source in lamb diets: Effects on growth and carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.40, n.3, p.303-311, 2007.

DURAND, M.; FORET, R.; DUMAY, C.; GUÉGUEN; L. Utilisation du phosphate monoammonique chez le mouton. II.- Influence sur le métabolisme azoté de la microflore du rúmen. **Annales de Zootechnie**, Marsellha, v. 25, p. 119-134, 1976.

EMERICK, R.J.; L.B. EMBRY. Calcium and phosphorus levels related to the development of phosphate urinary calculi in sheep. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.22, p.510, 1963.

FIELD, A.C.; KAMPHUES, J.; WOOLIAMs, J.A. The effect os dietary intake of calcium and phosphorus on the absorption and excretion of phosphorus in chimaera-derived sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.101, p.597-602, 1983.

FISHER, L.J. A comparison of supplemental forms of phosphorus. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 58, p. 313-317, 1978.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

MARÇAL, W.S.; GOMES, G.P.; NASCIMENTO, M.R.L.; MORENO, A.M. Avaliação de fontes de fósforo para nutrição mineral de bovinos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 255-258, 2003.

McDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. New York: Academic Press, 1992. 524 p.

NICODEMO, M.L.F; MORAES, S.S. **Esclarecimentos sobre o uso de fontes alternativas de fósforo para bovinos**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000. 10p.

PEREIRA, M.S.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y; TURINI, T; NORO, L.Y.; PINTO, A.P. Carcaça e não-componentes da carcaça de cordeiros recebendo polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.29, n.1, p. 57-62, 2007.

REID, R.L. Relationship between phosphorus nutrition of plants and phosphorus nutrition of animals and man. In: KHAWNEH, F.E.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E.J. **The role of phosphorus in agriculture**. [S.l.]: American Society of Agronomy, 1980. p.847-886.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; ARAUJO, R.C. de; PACKER, I.U.; RIBEIRO, M.F.; GERAGE, L.V. Substituição do milho por polpa cítrica em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 789-794, 2008a.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; URANO, F.S.; CASTILLO, C.J.C. Polpa cítrica em rações para cordeiros em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.10, p.1869-1875, 2008b.

SALVIANO, L.M.C.; VITTI, D.M.S.S. Influência da proporção de cálcio e fósforo na dieta, nas perdas endógenas e na absorção de fósforo em ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.349-355, 1998.

SARTURI, J.O. **Polpa cítrica úmida despectinada em substituição à polpa peletizada no desempenho de bovinos de corte confinados**. 2008. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS systems for windows**: version 9. Cary, 2002.

VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.; FILHO, J.C.S. Fontes alternativas de fósforo para ruminantes: absorção real e disponibilidade biológica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 41, n. 6, p. 503-510, 1989.

VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.; MEIRELLES, C.F. Absorção real do fósforo de diferentes fontes para ovinos através do uso de radiofósforo (P-32). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27.n.10, p.1405-1408,1992.

ZAHARI, M.W.; THOMPSON, J.K.; SCOTT, D; BUCHAN, W. The dietary requirements of calcium and phosphorus for growing lambs. **Animal Production**, Bletchley, v. 50, p. 301-307, 1990.

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**, Savoy, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, Washington, v. 81, n. 3, p. 620-632, 1998.

WITT, K.E.; OWENS, F.M. Phosphorus ruminal availability and effects on digestion. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.56, n.4, p.930-937, 1983.

7 PREDIÇÕES DO MODELO SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM (SRNS) PARA O DESEMPENHO DE CORDEIROS E OVELHAS EM LACTAÇÃO DA RAÇA SANTA INÊS

Resumo

O objetivo deste trabalho foi comparar e avaliar as predições do modelo SRNS – *Small Ruminant Nutrition System* com os dados observados a campo de três experimentos sobre o consumo de matéria seca (CMS) e ganho médio diário de peso (GMD) de cordeiros em crescimento e ovelhas em lactação da raça Santa Inês. No primeiro ensaio experimental foram utilizados os dados de CMS e GMD de 28 ovelhas em lactação alimentadas com rações contendo polpa cítrica desidratada em substituição ao milho. O modelo superestimou o CMS dos animais em 260 g, apresentando coeficiente de determinação (R^2) = 0,08 e subestimou a variação corporal em 25,47 g, apresentando R^2 = 0,30. No segundo ensaio experimental, 64 cordeiros foram alimentados com polpa cítrica úmida semi despectinada *in natura* (PCUD), ensilada (PCUDS) ou ensilada com adição de benzoato de sódio (PCUDS+B) em substituição parcial a polpa cítrica desidratada (PCD). O modelo subestimou o GMD dos animais em 53 g, apresentando R^2 = 0,68 e superestimou o CMS em 25 g, apresentando R^2 = 0,93. Para as variáveis desse experimento referentes a digestibilidade dos nutrientes (matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro) e pH ruminal, o modelo SRNS subestimou ($P < 0,05$) todos os parâmetros. No terceiro ensaio experimental vinte e quatro cordeiros foram alimentados com rações contendo grande proporção de PCD com adição de 0; 0,3; 0,6 e 0,9% de monoamônio fosfato (MAP). O modelo subestimou o GMD dos animais em 42 g, apresentando R^2 = 0,37 e superestimou o CMS em 8 g, apresentando R^2 = 0,87. Foi observada melhor predição de CMS e GMD para os cordeiros em relação às ovelhas e dentro dessa categoria, melhor predição de consumo em relação ao ganho de peso.

Palavras-chave: Consumo; Ganho de peso; Modelos matemáticos; Ovinos

PREDICITONS FROM SRNS (SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM) MODEL OF SANTA INES LAMBS AND EWES PERFORMANCE.

Abstract

The objectives of this study were to compare and evaluate predictions generated by the SRNS – Small Ruminant Nutrition System with data from three experiments on dry matter intake (DMI) and average daily gain (ADG) of feedlot Santa Ines lambs and milking ewes. In the first experiment were used DMI and ADG data of 28 milking ewes fed diets containing dried citrus pulp replacing corn. The model overestimated DMI by 260 g with a coefficient of determination (R^2) = 0.08 and underestimated body weight change 25.47 g with R^2 = 0.30. In the second experiment, 64 lambs were fed with diets containing wet low pectin citrus pulp, wet low pectin citrus pulp silage, and low pectin citrus pulp silage with sodium benzoate partially replacing dried citrus pulp. The model underestimated ADG 53 g with R^2 = 0.93. For the digestibilities of nutrients (dry matter, organic matter, crude protein, and neutral detergent fiber) and ruminal pH, the model underestimated ($P < 0.05$) all parameters. In the third experiment, 24 feedlot lambs were fed diets containing high dried citrus pulp with addition of 0, 0.3, 0.6, and 0.9% of monoammonium phosphate. ADG was underestimated by 42 g showing R^2 = 0.37 while DMI was overestimated by 8 g with R^2 = 0.87. The model predicted better DMI and ADG of lambs compared to ewes.

Keywords: Intake; Body weight gain; Mathematical models; Sheep

7.1 Introdução

Considerando que os recursos como alimento, terra e água potável são limitados e até mesmo escassos em algumas partes do mundo, a determinação precisa e acurada das exigências de energia e nutrientes de pequenos ruminantes é de extrema importância no intuito de minimizar os resíduos provenientes desses recursos. Nesse contexto, modelos matemáticos tem sido uma ferramenta valiosa para melhorar o desempenho animal e ao mesmo tempo reduzir a excreção de nutrientes (TEDESCHI et al., 2005).

A necessidade de informações mais precisas e seguras torna a utilização de modelos matemáticos na produção animal uma ferramenta preciosa em uma cadeia produtiva cada vez mais competitiva e profissional. Apesar do uso atual dos modelos na pesquisa agropecuária não ser generalizado, no futuro com certeza serão levadas em

consideração as freqüentes restrições no uso de animais de experimentação invasiva, o alto custo das pesquisas e a redução nas fontes de financiamento.

Na área da nutrição, em que o objetivo principal é a maximização da utilização de nutrientes, a adoção de modelos matemáticos além de otimizar o valor biológico de uma ração, tem a função de minimizar custos pelas pressões de competitividade. Diante disso, o modelo SRNS – *Small Ruminant Nutrition System* baseado no CNCPS (*Cornell Net Carbohydrate and Protein System*) – SHEEP foi desenvolvido baseado na predição de exigência nutricional com ênfase para ovelhas lactantes, e mais recentemente para caprinos. Este programa é baseado em cálculos de nutrientes disponíveis, ajustando fatores como densidade energética do alimento, raça, sexo, atividade física, temperatura, estado nutricional prévio entre outros. Através de sofisticadas equações empíricas, geram modelos e análises fatoriais que implicam em grande número de parâmetros de entrada e produzem saídas de alto valor teórico e de manejo.

Quanto maior o banco de dados que compõem esses modelos matemáticos, melhores serão as estimativas dos mesmos e conseqüentemente maiores as respostas obtidas na produção de ovinos. Adicionalmente, há escassez de informações da eficiência do modelo na predição das respostas de desempenho e consumo de alimentos nas regiões tropicais. O objetivo deste trabalho é comparar e avaliar as predições do modelo SRNS com os dados observados a campo de três experimentos sobre o consumo e variação corporal de cordeiros em crescimento e ovelhas em lactação da raça Santa Inês.

7.2 Material e métodos

A geração das estimativas do programa SRNS[®] foi realizada segundo metodologia descrita por Queiroz (2008). As estimativas do consumo de matéria seca (CMS) e ganho médio diário (GMD) de peso dos cordeiros em crescimento e das ovelhas em lactação da raça Santa Inês nos respectivos ensaios experimentais foram realizados pelo programa computacional Small Ruminant Nutrition System - SRNS[®] 1.8.7 para Windows[®]. Para a avaliação das estimativas dos cordeiros, utilizou-se o peso vivo médio em jejum, sendo este o somatório do peso ao abate e o peso corporal inicial na

entrada do confinamento dividido por dois, a idade de dois meses e tipo de animal: cordeiro. Já para a avaliação das estimativas das ovelhas, o peso vivo em jejum médio utilizado foi o somatório do peso corporal ao final e início do experimento dividido por dois, a idade em anos e o tipo de animal: ovelhas em lactação. Para avaliar as predições de digestibilidade e pH ruminal foi usado o peso vivo em jejum de 48 kg, idade de 8 meses, que correspondia ao peso e idade média dos animais fistulados e tipo de animal: borrego.

Para a formulação das rações no sistema SRNS[®] na avaliação das estimativas dos cordeiros foram introduzidos os seguintes itens:

Versão em português. Entrada: peso de referência padrão a 2,5 de condição de escore corporal (CC) = 50,00 kg ou peso maduro; produção de lã limpa = 0 kg/ano; temperatura atual e temperatura prévia = 23,0°C; velocidade do vento, chuva distância horizontal e distância vertical = zero. E, a escala de ingestão utilizada de 100%. Segundo Cannas e Boe (2003) avaliando a relação entre CC e peso vivo de ovinos, o peso de referência padrão em CC (2,5) para a raça Merino foi 41,4 kg e para a raça Bergamácia foi de 63,9 kg. Devido à ausência de literatura que referenciasse esse peso padrão em CC (2,5) da raça Santa Inês foi utilizado peso médio de 50 kg.

Para a formulação das rações no sistema SRNS[®] na avaliação das estimativas das ovelhas foram introduzidos os seguintes itens:

Versão em português. Entrada: peso de referência padrão a 2,5 de condição de escore corporal (CC) = 50,00 kg ou peso maduro; produção de lã limpa = 0 kg/ano; temperatura atual e temperatura prévia = 23,0°C; velocidade do vento, chuva distância horizontal, distância vertical = zero, condição de escore corporal de 3,0 para todas as ovelhas e dias em gestação = zero. Nas entradas peso ao nascer do cordeiro, produção de leite, gordura do leite e proteína verdadeira do leite foram inseridos os valores observados no experimento, sendo a escala de ingestão de 100%.

Contudo, para comparar os dados observados a campo e as predições do sistema SRNS[®], as rações foram reformuladas pelo consumo individual observado e o peso vivo médio de cada um dos cordeiros e das ovelhas avaliados no experimento. Deve-se ressaltar que para gerar as estimativas foram utilizados valores de composição bromatológica determinados laboratorialmente para cada ingrediente protéico avaliado

neste estudo, juntamente com os valores teóricos para os componentes exigidos pelo programa.

A estimativa de consumo de cordeiros em crescimento pelo modelo SRNS é determinado pela seguinte equação:

$$\text{CMS} = -0,124 + 0,0711 * \text{PV}_{\text{jejum}}^{0,75} + 0,0015 * \text{PV}_c$$

Onde:

PV_c = mudança de PV em g/d.

$$\text{PV}_c = [\text{RE} / (0,92 * \text{EVG})] * 1000$$

Onde:

RE = energia líquida disponível para ganho, Mcal/d;

EVG = conteúdo de energia do ganho de corpo vazio, Mcal de energia líquida de ganho por kg.

A estimativa de consumo de ovelhas em lactação pelo modelo SRNS é determinado pela seguinte equação:

$$\text{CMS} = (-0,545 + 0,095 * \text{PV}_{\text{jejum}}^{0,75} + 0,65 * \text{LCG} + 0,0025 * \text{PV}_c) * K$$

Em que:

LCG = leite corrigido para gordura;

$$\text{LCG} = (0,3688 + 0,0971 * \text{GL}) * \text{PL};$$

K = fator de correção para ovelhas prenhes, no caso o valor utilizado foi 1 pelo fato das ovelhas não estarem prenhes.

GL = porcentagem de gordura no leite;

PL = produção diária de leite, em kg.

As predições de GMD para cordeiros pelo sistema SRNS[®] foram baseadas no modelo CSIRO (1990) com modificações proposta por Freer, Moore e Donnelly (1997) e representado pela equação abaixo:

$$\text{GMD} = (\text{RE}) / (\text{EVG} * 0,92)$$

Onde:

$$\text{RE} = ((\text{ME}_i - \text{ME}_m) * K_g);$$

ME_i = ingestão de energia metabolizável;

ME_m = energia metabolizável de manutenção;

$$ME_m = (PV_{\text{jejum}}^{0,75} * 0,062 * a2 * \exp(-0,03 * \text{idade}) + \text{Atividade} + EL_{\text{extra}} + \text{uréia}) / 0,644$$

$a2$ = ajuste pela temperatura prévia;

$$a2 = 1 + 0,0091 * (20 - \text{temperatura média do mês})$$

Idade = em anos;

Atividade = $0,00062 * PV_{\text{jejum}} * \text{distância no plano} + 0,00669 * PV_{\text{jejum}} * \text{distância em terreno inclinado}$.

EL_{extra} = energia líquida extra para contrabalanço do estresse pelo frio. Segundo Blaxter (1977), o estresse pelo calor tem efeito direto na energia líquida para manutenção, porém o modelo SRNS não contempla essa equação de ajuste no modelo.

K_g = eficiência de conversão de energia metabolizável para energia líquida de ganho, Tedeschi, Fox e Guiryo (2004);

$$K_g = (3) / (4 + 11 * RE_p)$$

RE_p = energia retida como proteína. Segundo Tedeschi et al. (2004) corresponde aproximadamente a 20% da energia líquida total disponível para ganho.

$$EVG = (27/1 + e^{-6 * (P - 0,4)}) * 0,239;$$

$$P = (PV \text{ cheio em kg}) / (\text{Peso maduro em condição corporal } 3 \text{ em kg}).$$

As predições de GMD para ovelhas em lactação pelo sistema SRNS[®] foram baseadas no modelo CSIRO (1990) com modificações proposta por Freer, Moore e Donnely (1997) e representado pela equação abaixo:

$$GMD = (RE) / (EVG * 0,92)$$

Onde:

$$RE = ((ME_i - ME_m + ME_l) * K_g);$$

ME_i = ingestão de energia metabolizável;

ME_m = energia metabolizável de manutenção;

$$ME_m = (PV_{\text{jejum}}^{0,75} * 0,062 * a2 * \exp(-0,03 * \text{idade}) + \text{Atividade} + EL_{\text{extra}} + \text{uréia}) / 0,644$$

ME_l = energia metabolizável de lactação

$$ME_l = \{[251,73 + 89,64 * PQ + 37,85 * (PP/0,95)] * 0,001 * Y_n\} / 0,644$$

PQ = teor de gordura no leite, expresso em %;

PP = teor de proteína verdadeira no leite, expresso em %;

Y_n = produção de leite em kg;

a_2 = ajuste pela temperatura prévia;

$a_2 = 1 + 0,0091 * (20 - \text{temperatura média do mês})$

Idade = em anos;

Atividade = $0,00062 * PV_{\text{jejum}} * \text{distância no plano} + 0,00669 * PV_{\text{jejum}} \text{ distância em terreno inclinado.}$

EL_{extra} = energia líquida extra para contrabalanço do estresse pelo frio. Segundo Blaxter (1977), o estresse pelo calor tem efeito direto na energia líquida para manutenção, porém o modelo SRNS não contempla essa equação de ajuste no modelo.

K_g = eficiência de conversão de energia metabolizável para energia líquida de ganho, Tedeschi, Fox e Guioy (2004);

$K_g = (3) / (4 + 11 * RE_p)$

RE_p = energia retida como proteína. Segundo Tedeschi, Fox e Guioy (2004) corresponde aproximadamente a 20% da energia líquida total disponível para ganho.

$EVG = (27/1 + e^{-6 * (P - 0,4)}) * 0,239;$

$P = (PV \text{ cheio em kg}) / (\text{Peso maduro em condição corporal } 3 \text{ em kg}).$

Para comparar os dados observados a campo e as predições do sistema SRNS, as rações foram formuladas pelo consumo individual observado e o peso vivo médio de cada animal (cordeiro ou ovelha) avaliado. Deve-se ressaltar que para gerar as estimativas foram utilizados valores de composição bromatológica determinados laboratorialmente dos ingredientes utilizados nesse estudo, juntamente com os valores teóricos para os componentes exigidos pelo programa.

O coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (proteína bruta, fibra em detergente neutro e matéria orgânica) apresentado pelo sistema SRNS foi estimado por meio de dados de 13 publicações comparadas com as estimativas do CNCPS-Sheep (CANNAS et al., 2004).

Os valores preditos pelo sistema SRNS das ovelhas em lactação e dos cordeiros em crescimento da raça Santa Inês no ensaio de desempenho foram plotados no eixo x por apresentarem efeito não aleatório e os valores observados foram alocados no eixo y por proporcionarem efeitos aleatórios ou naturais (MAYER; STUART; SWAIN, 1994).

Os dados relativos às comparações entre as predições do sistema SRNS e os dados observados a campo foram analisados pelo procedimento PROC GLM do pacote estatístico SAS (2002). As médias das tabelas foram obtidas pelo comando LSMEANS e para as variáveis que obtiveram respostas significativas foi aplicado o teste de Tukey ($P < 0,05$).

7.3 Resultados e discussão

Na Tabela 19 é observada a comparação da variação corporal e consumo de matéria seca (CMS) entre os dados observados a campo e as predições do modelo SRNS de ovelhas em lactação alimentadas com polpa cítrica desidratada em substituição ao milho. O modelo superestimou o CMS dos animais em 260 g e subestimou a variação corporal, representada pelo ganho médio diário de peso (GMD) em 25,47 g.

Tabela 19 – Consumo de matéria seca (CMS) e ganho de peso médio diário (GMD) observados e estimados pelo modelo SRNS

Variáveis	Tratamentos ¹				Média
	0PC	33PC	67PC	100PC	
CMS observado, kg/dia	2,08 ^A	2,15	2,00 ^B	1,69 ^B	1,91
CMS estimado, kg/dia	2,30 ^B	2,21	2,32 ^A	2,14 ^A	2,24
EPM ²	0,08	0,09	0,09	0,08	0,04
GMD observado, g/dia	57,36 ^A	48,32	66,95	-15,68	33,72
GMD estimado, g/dia	22,57 ^B	42,57	16,14	-5,14	19,03
EPM ²	11,19	16,18	23,86	25,89	10,15

¹ Tratamentos: 0PC: sem inclusão de PCD na dieta; 33PC: 33% de substituição do milho pela PCD; 67PC: 67% de substituição do milho pela PCD; 100PC: substituição total do milho pela PCD na dieta;

² Erro padrão da média;

^{A,B} Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Segundo Tedeschi (2006), a regressão estima o coeficiente de determinação (R^2) que é um bom indicador da precisão dos dados: quanto maior o R^2 , maior a precisão. A regressão também estima o intercepto e a inclinação de uma reta que são bons indicadores de acurácia. Acurácia é a habilidade do modelo de predizer valores similares e consistentes.

De acordo com a Figura 8, o CMS observado a campo e predita pelo sistema SRNS apresentou coeficiente de determinação (R^2) = 0,08, com variabilidade não explicada pelo modelo em 92%. Já para o GMD (Figura 9), observado a campo e predita pelo sistema apresentou R^2 de 0,30, com variabilidade não explicada pelo modelo em 69,6%.

Figura 8 – Consumo de MS de ovelhas observado a campo e estimado pelo SRNS®

Figura 9 – Ganho médio diário de peso de ovelhas observado a campo e estimado pelo SRNS®

A variação de escore de condição corporal (EC) das ovelhas em lactação pode ser uma das explicações para o baixo poder em prever o CMS e o GMD verificado no presente estudo. Segundo Tedeschi et al. (2006) os atuais modelos predizem a energia e proteína metabolizável disponível para a produção de leite de consumo abaixo das exigências para a manutenção, prenhez e crescimento sem levar em consideração as variações das reservas de energia e proteína do animal. De acordo com o autor, quando o ajuste sugerido é realizado, a acurácia e a precisão das predições melhora. No entanto, esses ajustes não são considerados no SRNS devido a falta da avaliação desse parâmetro para ovelhas e cabras em lactação.

Adicionalmente, a eficiência de uso da energia metabolizável para a energia líquida em animais com EC abaixo de 5 pode ser maior comparado à animais com EC acima de 5 em uma escala de 1 a 9 para uma mesma variação do EC. Os modelos de nutrição atuais não contabilizam esse ajuste devido ao fato deles serem estáticos e determinísticos (TEDESCHI et al., 2005). É importante ressaltar que o banco de dados que foi utilizado para desenvolver o modelo SRNS, embora proveniente de animais em lactação, foi baseado em ovinos lanados, sugerindo possivelmente efeito de grupo genético nas variáveis analisadas. Adicionalmente, a escassez de informações sobre exigências nutricionais da raça Santa Inês ou de ovinos deslanados e o fato do modelo

SRNS não contemplar diferenças de grupos genéticos sobre a geração de estimativas de CMS e GMD seguramente pode explicar parcialmente os resultados obtidos.

Na Tabela 20 é observada a comparação do GMD e CMS entre os dados observados a campo e as predições do modelo SRNS de cordeiros da raça Santa Inês em crescimento. Os animais foram alimentados com polpa cítrica úmida semi despectinada *in natura* (PCUD), ensilada (PCUDS) ou ensilada com adição de benzoato de sódio (PCUDS+B) em substituição parcial a polpa cítrica desidratada (PCD). O modelo subestimou o GMD dos animais em 53 g e superestimou o CMS em 25 g.

Tabela 20 – Ganho de peso médio (GMD) e consumo de matéria seca (CMS) diário observados e estimados pelo modelo SRNS

Variáveis	Tratamento ¹				Média
	PCD	PCUD	PCUDS	PCUDS+B	
GMD observado, g/dia	226,1 ^A	216,3 ^A	217,9 ^A	224,0 ^A	221,0 ^A
GMD estimado, g/dia	203,0 ^A	145,2 ^B	161,6 ^B	164,8 ^B	167,5 ^B
EPM ²	10,2	15,0	12,15	10,83	6,41
CMS observado, g/dia	960,0	827,5	880,0	888,8	888,7
CMS estimado, g/dia	990,0	876,2	905,0	907,5	917,4
EPM ²	41,9	52,4	53,6	38,5	23,9

¹ Tratamentos: PCD: polpa cítrica desidratada; PCUD: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada; PCUDS: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada; PCUDS+B: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada com a adição de benzoato de sódio.

² EPM = Erro padrão da média.

^{A,B} Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

Apesar da superestimação do modelo em 25 g do CMS dos cordeiros, a variável observada a campo e predita pelo sistema SRNS apresentou coeficiente de determinação (R^2) = 0,93 (Figura 10), com variabilidade não explicada pelo modelo em 7%, sugerindo boa acurácia do modelo para essas condições.

Para os valores preditos do SRNS referente a variável GMD, a menor acurácia observada em relação ao CMS (R^2 = 0,68 versus 0,93) (Figuras 10 e 11) e a subestimação ($P < 0,05$), observada pela comparação de médias, gerada pelo programa

para os tratamentos contendo a PCUD *in natura* ou ensilada em relação à dieta controle (Tabela 20) pode ser justificada pela composição do co-produto avaliado.

Figura 10 – Consumo de MS de cordeiros observado a campo e estimado pelo SRNS®

A hipótese de que a porção fibrosa das rações contendo PCUD seja diferenciada fisicamente, devido ao tratamento industrial imposto na obtenção da PCUD, e que isso possa ter proporcionado alterações na análise de trânsito e digestão desse ingrediente, é ratificada por Sarturi (2008). O autor observou que a ração contendo PCD proporcionou tempo maior de ruminação e de mastigação por kg de FDN que a ração PCUD, mesmo considerando que a última continha maior teor de FDN (36,1 vs. 45,3%). Esse efeito sugere baixa efetividade física da fibra presente na PCUD, já que esta foi a responsável pelo acréscimo do teor de FDN da ração PCUD e, ainda assim os animais despenderam de menor tempo de ruminação e mastigação por unidade de FDN. Além disso, pequenos ruminantes são hábeis em selecionar porções mais nutritivas da dieta para o consumo, alterando o pH ruminal e conseqüentemente a digestibilidade da fibra comparados aos grandes ruminantes. Os parâmetros de FDN fisicamente efetiva e a digestibilidade da fibra do SRNS foram desenvolvidos e avaliados com informações de experimentos para bovinos e limitado banco de dados para ovinos (TEDESCHI;

CANNAS; FOX, 2008). De maneira geral é observado (Tabela 20) subestimação ($P < 0,05$) do teor energético da polpa cítrica úmida avaliando esse co-produto na ração de bovinos confinados (SARTURI, 2008). Adicionalmente, isso é justificado pelo fato não ter sido verificado diferença ($P > 0,05$) no CMS predito e o observado em todos os tratamentos.

Figura 11 – Ganho médio diário de peso de cordeiros observado a campo e estimado pelo SRNS[®]

Portanto, futuros trabalhos avaliando FDN fisicamente efetiva, habilidade para selecionar alimentos, comportamento ingestivo, pH ruminal e fermentação da fibra no rúmen de ovinos são necessários para a obtenção de dados acurados gerados pelo modelo SRNS.

Para as variáveis referentes a digestibilidade dos nutrientes (matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro) e pH ruminal, o modelo SRNS subestimou ($P < 0,05$) todos os parâmetros (Tabela 21).

Tabela 21 – Consumo de matéria seca diário (CMS) e digestibilidade aparente do trato digestório total (DATT) dos nutrientes observados e estimados pelo modelo SRNS

Variáveis	Tratamento ¹				Média
	PCD	PCUD	PCUDS	PCUDS+B	
DATT% MS	79,7 ^A	80,8 ^A	78,5 ^A	76,0 ^A	79,1 ^A
DATT% MS estimado	71,8 ^B	69,7 ^B	70,4 ^B	70,7 ^B	70,7 ^B
EPM ²	0,33	0,56	1,09	0,45	0,48
DATT% MO	82,9 ^A	83,7 ^A	81,1 ^A	78,7 ^A	82,0 ^A
DATT% MO estimado	75,7 ^B	73,1 ^B	73,5 ^B	74,2 ^B	74,3 ^B
EPM ²	0,37	0,44	1,03	0,59	0,51
DATT% PB	68,5	73,0 ^A	73,3 ^A	72,2	72,69 ^A
DATT% PB estimado	67,2	69,5 ^B	69,4 ^B	69,4	68,75 ^B
EPM ²	2,28	1,01	1,36	1,12	1,00
DATT% FDN	73,3 ^A	82,7 ^A	76,7 ^A	75,2 ^A	76,49 ^A
DATT% FDN estimado	48,9 ^B	54,9 ^B	55,9 ^B	56,8 ^B	53,49 ^B
EPM ²	1,89	1,32	1,39	1,47	1,25
pH ruminal	6,74 ^A	6,49	6,53	6,46	6,54 ^A
pH ruminal estimado	6,36 ^B	6,46	6,46	6,46	6,42 ^B
EPM ²	0,06	0,01	0,03	0,08	0,02

¹ Tratamentos: PCD: polpa cítrica desidratada; PCUD: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada; PCUDS: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada; PCUDS+B: 30% de substituição da polpa cítrica peletizada pela polpa úmida semi despectinada ensilada com a adição de benzoato de sódio.

² EPM = Erro padrão da média.

^{A,B} Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem (P<0,05) pelo teste Tukey.

Na Tabela 22 é observada a comparação do GMD E CMS entre os dados observados a campo e as predições do modelo SRNS de cordeiros alimentados com rações contendo grande proporção de PCD com adição de 0; 0,3; 0,6 e 0,9% de monoamônio fosfato (MAP). O modelo subestimou o GMD dos animais em 42 g e superestimou o CMS em 8 g.

Tabela 22 – Ganho de peso médio (GMD) e consumo de matéria seca (CMS) diário observados e estimados pelo modelo SRNS

Variáveis ¹	Tratamento ²				Média
	CON	0,3MAP	0,6MAP	0,9MAP	
GMD	239	205	204	167	204
GMD estimado	207	140	159	141	162
EPM ²	22,2	17,2	15,6	13,1	9,1
CMS	1,2	1,0	1,0	0,9	1,02
CMS estimado	1,20	1,07	1,10	1,03	1,10
EPM ²	0,07	0,05	0,08	0,07	0,03

¹ Tratamentos: CON: sem inclusão de MAP na ração; 0,3MAP: 0,3% de inclusão de MAP na ração; 0,6MAP: 0,6% de inclusão de MAP na ração; 0,9MAP: 0,9% de inclusão de MAP na ração

² EPM = Erro padrão da média.

^{A,B} Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

De acordo com a Figura 12, o CMS observada a campo e predita pelo sistema SRNS apresentou coeficiente de determinação (R^2) = 0,87, com variabilidade não explicada pelo modelo em 13%. Já para o GMD (Figura 13), observado a campo e predita pelo sistema apresentou $R^2 = 0,37$, com variabilidade não explicada pelo modelo em 63%.

Figura 12 – Consumo de MS de cordeiros observado a campo e estimado pelo SRNS®

Figura 13 – Ganho médio diário de peso de cordeiros observado a campo e estimado pelo SRNS®

Os desvios de predição do programa SRNS podem estar relacionados às variáveis não contempladas no banco de dados do sistema, como uso de ionóforos, ou mesmo pela forma de como o “default” do programa aceita a inscrição de dados para a formulação das rações. Além disso, a principal variável envolvida na estimativa de CMS é a mudança de peso vivo do animal em g/dia. Esta por sua vez, é dependente de variáveis não determinadas no presente estudo, como a energia líquida disponível para ganho e o conteúdo de energia do ganho de corpo vazio (QUEIROZ, 2008).

Segundo Queiroz (2008), após a realização de várias simulações no “software” alterando somente os parâmetros do “default” referente à temperatura prévia e atual de 23°C para 26°C, foi constatado leve aumento de CMS de 1,25 kg para 1,26 kg e acréscimo de ganho de peso vivo de 10 g/dia. Comportamento não condizente com o menor CMS, com aumento da temperatura média de 21,6°C para 24,4°C verificado pelo autor.

Com essas informações pode-se afirmar que o sistema SRNS embora desenvolvido com banco de dados em maior número de ovinos lanados e maior ênfase a animais adultos em produção de leite, as estimativas de CMS e GMD para animais em crescimento foram aceitáveis. Entretanto, o mesmo não foi verificado para as predições referentes às ovelhas da raça Santa Inês em lactação.

7.4 Conclusões

Para as estimativas geradas pelo modelo “Small Ruminant Nutrition System”, foi observado melhor predição de consumo de matéria seca e ganho médio diário de peso para os cordeiros em relação às ovelhas em lactação. Adicionalmente, para cordeiros houve melhor predição de consumo em relação ao ganho de peso.

Referências

BLAXTER, K.L. Environmental factors and their influence on the nutrition of farm livestock. In: HARESIGN, W.; SWAN, H.; LEWIS, D. (Ed.). **Nutrition and climatic environment**. London: Butterworths, 1977. p. 1-16.

CANNAS, A.; BOE, F. Prediction of the relationship between body weight and body condition score in sheep. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 2, suppl. 1, p.527-529, 2003.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; VAN SOEST, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological value for sheep. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 82, p. 149-169, 2004.

QUEIROZ, M.A.A. **Desempenho, características da carcaça e parâmetros metabólicos de cordeiros recebendo rações ricas em amido e fontes protéicas**. 2008. 156 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

FREER, M.A.; MOORE, D.; DONNELLY, J.R.: Decision support systems for Australian grazing enterprises. II. The animal biology model for feed intake, production and reproduction and the GrazFeed DSS. **Agricultural Systems**, Barking Essex, v. 54, p. 77-126, 1997.

MAYER, D.G.; STUART, M.A.; SWAIN, A.J. Regression of real-world data on model output: an appropriate overall test of validity. **Agricultural Systems**, Barking Essex, v.45, p. 93-104, 1994.

SAS INSTITUTE. **SAS systems for windows**: version 9. Cary, 2002.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; SAINZ, R.D.; BARIONI, L.G.; MEDEIROS, S.R.; BOIN, C. Mathematical models in ruminant nutrition. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n.1, p.76-91, 2005.

TEDESCHI, L.O. Assessment of adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, Barking Essex, v. 89, p.225-247, 2006.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; GUIROY, P.J. A decision support system to improve individual cattle management. 1. A mechanistic dynamic model for animal growth. **Agricultural Systems**, Barking Essex, v. 79, p. 171-204, 2004.

TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A.; FOX, D.G. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, suplemento especial, p. 178-190, 2008.

TEDESCHI, L.O.; SEO, S.; FOX, D.G.; RUIZ, R. Accounting for energy and protein reserve changes in predicting diet-allowable milk production in cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 89, p. 4795-4807, 2006.